MAATSCHAPPIJ

TOT BEVORDERING DER BOUWKUNST.

BESCHERMHEER Z M DE KONING

BIBLIOTHEEK
DER
TECHNISCHE HOGESCHOOL
DELFT

BOUWKUNDIG TIJDSCHRIFT

DEEL I.

DEEL 27 DER BOUWKUNDIGE BIJDRAGEN.

Doc 2234

AMSTERDAM

DE ERVEN H. VAN MUNSTER & ZOON.

1881.

POLYTECHNISCH GENOOTSCHAP

INHOUD.

HET KASTEEL „OUD WASSENAAR" bij 's Gravenhage, door C. MUYSKEN, Architekt. . . . bladz.: . 1, 17 en 33.

WONING VAN DEN HOOFD-DIREKTEUR DER RIJKS-MUSEUM-GEBOUWEN te Amsterdam, door P. I. H. CUYPERS, Architekt, „ 2, 18, 35 en 49.

Onderzoek naar de oorzaken van den strijd op het gebied der Bouwkunst in Nederland, door AUGUST VAN DELDEN . . . . . „ . . . . . 4.

Proeve eener verzameling van voorschriften voor het bepalen der dwarsafmetingen van de onderdeelen der bouwkundige constructiën, welke dagelijks op het gebied der burgelijke bouwkunde voorkomen, door J. G. J. VAN ROOSMALEN. „ 12, 19, 36 en 50.

Bereiding van Stuck-Marmer, door A. R. FREEM . . . . . „ . . . . . 33.

PLATEN.

KASTEEL „OUD WASSENAAR" bij 's Gravenhage.

1. I. Sousterrain.
2. II. Parterre.
3. III. Verdieping.
4. IV. Hoofd-Gevel.
5. V. Achter-Gevel
6. VI. Zuid-Gevel.
7. VII. Noord-Gevel.
8. VIII. Lengte-Doorsnede.
9. IX. Dwars-Doorsnede over de midden-as.
10. X. Ingang-Noordgevel.
11—14. XI. Detail Hoofd-Gevel.
15. XII. Plafond-Eetkamer.
16 en 17. XIII. Betimmering van de Eetkamer.
18. XIV. Betimmering van de Bibliotheek.
19. XV. Betimmering van de Bibliotheek.
20. XVI. Wand-decoratie van de groote zaal.
21. XVII. Plafond van de groote zaal.
22 en 23. XVIII. Vestibule en trappenhuis.

WONING VAN DEN HOOFD-DIREKTEUR DER RIJKS-MUSEUM-GEBOUWEN te Amsterdam.

24. I. Plattegrond gelijkstraats.
25. II. „ eerste verdieping.
26. III. „ tweede „
27. IV. „ derde „
28. V. Zuidelijke gevel.
29. VI. Oostelijke „
30. VII. Westelijke „
31. VIII. Doorsnede.
32. IX. „
33. X. Hoofd-ingang.
34 en 35. XI. Details ijzerwerk van den Hoofd-ingang.
36 en 37 XII en XIII Bovenlichten van den Hoofd-ingang.
38 en 39. XIV en XV. Zaal eerste verdieping.
40. XVI. Plafond, zaal eerste verdieping.
41. XVII. Details der plafond-betimmering.
42. XVIII. Schoorsteen, in de eetzaal.
43 en 44. XIX en XX Trapzaal op de eerste verdieping.
45. XXI. Kraagsteenen.

HET KASTEEL „OUD WASSENAAR"

BIJ 'S GRAVENHAGE.

In den herfst van het jaar 1875 ontving de ondergeteekende de vereerende opdracht van den Weledel Gestrengen Heer C. J. van der Oudermeulen, het ontwerp te maken van een landhuis dat ZEd. Gestr. voornemens was te stichten op het kort geleden aangekochte landgoed Oud-Wassenaar, dat zich uitstrekt tusschen den straatweg van 's Hage naar Leiden en den duinvoet op ongeveer een uur gaans van 's Hage. De natuur is er bizonder schoon en schaduwrijk, dank zij de vrij hooge daarachter gelegen duinenrij, die het zware geboomte voor de al te felle zeewinden beschut. Het is onder dat zware geboomte dat onze verdienstelijke en onvergetelijke Groen van Prinsterer, voor een groot deel, in eene zeer eenvoudige woning, op Oud-Wassenaar dat hem heeft toebehoord, zijne „Nederlandsche Gedachten" schreef.

Die woning moest wegens te groote bouwvalligheid worden gesloopt, terwijl het nieuwe gebouw, ofschoon niet op dezelfde plek, toch in de onmiddelijke nabijheid verrijzen zoude. Het was een aangename maar ook tevens moeielijke taak in eene zoo trotsche omgeving een gebouw te doen verrijzen dat, geheel vrijstaande, midden in die schoone natuur daarmede als het ware gelijk moest opgroeien zonder die te storen, integendeel het landschap zoude moeten verfraaien.

Daar paste in die omgeving geene moderne villa met gepleisterde muren, coquet geschilderd met lichte kleurtjes en tintjes, de natuur verlangde iets meer ernstigs, een gebouw van afmetingen aan haar evenredig. Van daar dan ook dat het gebouw meer het karakter van een kasteel dan van eene villa moest verkrijgen, maar toch geheel afwijkende van die oude kasteelen zooals wij er in ons land nog aantreffen, met wallen omgeven, met ophaalbruggen, slotpoorten enz. die zeer zeker tot eene confortable bewoning niet zouden hebben kunnen bijdragen. Bij het maken van het project heeft de ontwerper gemeend vooral twee wichtige momenten zooveel mogelijk in het oog te moeten houden, namelijk *„de silhouette" en de kleurverdeeling*: de silhouette moest een worden met die van het omringend geboomte, de kleur moest harmonisch zijn met die van het landschap. Goed gekozen kleur van het *natuurlijk* materiaal geeft naar mijne bescheiden meening daarvoor den meesten waarborg, vooral wanneer tijd en klimaat daarop hun invloed doen gevoelen.

De keuze van het hoofdmateriaal werd daardoor bepaald, de hollandsche baksteen (Rhijnsteen appelbloesem) donkerrood van kleur, gepaard met ruime toepassing van bergsteen. Door de keuze dier beide materialen werd de ontwerper als van zelve geleid tot de keuze, in welk karakter (of wil men liever stijl) en met welke motiven hij zijne compositie zoude zamenstellen.

Danken onze hollandsche steden uit de XVII eeuw hun zoo aantrekkelijk karakter niet juist aan die afwisseling van baksteen en gehouwen steen waarmede de meeste bouwwerken werden uitgevoerd? Zeer zeker, en dit juist leidde den ontwerper er toe zijn motiven te gaan zoeken uit die bouwperiode, de glansperiode der Nederlandsche Renaissance.

O hemel!! dus een gebouw in *„Oud Hollandschen stijl?"* Neen waarde lezer, indien ik ten minste uwe definitie van dien stijl, door den een bemind, door den ander gehaat, wel versta, er is geen Gothiek aan, het riekt zelfs niet naar Gothiek, het is nog minder Grieksch, maar het is een modern gebouw, ontstaan door de vele eischen van den modernen comfort en uit het vele volkomene dat de hedendaagsche nijverheid ons biedt. Maar omdat de bouwmeester bij het ontwerpen droomde en hem de vele motiven der XVII eeuwsche hollandsche Renaissance periode steeds door het hoofd dansten, zullen wij hier de bekentenis afleggen dat de ontwerper oordeelt dat..... „het gebouw in Renaissancestijl is opgetrokken."

Ofschoon reeds naar aanleiding van een bezoek van het K. Instituut van Ingenieurs aan het gebouw, in de October-aflevering van 1879 van het Tijdschrift van het Instituut eene afbeelding werd opgenomen, en ook in *„Eigen Haard"* en in *„de Wandelingen door Nederland"* beschrijvingen verschenen, zoo is het toch den ondergeteekende bizonder welkom, dat hem nu de gelegenheid wordt gegeven in het Tijdschrift van de Maatschappij tot Bevordering der Bouwkunst, aan zijne hooggeachte vakgenooten, zijn arbeid in meer uitvoerige teekeningen voor te leggen en stelt hij zich voor in den eersten jaargang te geven, 20 teekeningen van:

1. Plan van het Sousterrein.
2. „ van de Parterreverdieping.
3. „ „ „ 1e verdieping.
4. Hoofdgevel.
5. Achtergevel.
6. Zijgevel.
7. Zijgevel.

8. Lengtedoorsnede.
9. Breedtedoorsnede.
10. 11. Detailteekeningen der buitenarchitectuur.
Detailteekeningen der binnenarchitectuur.
12. 13. Betimmering der eetkamer.
14. 15. Betimmering der bibliotheek.
16. Betimmering van den salon.
17. Groote zaal.
18. 19. Trappenhuis met trap.
20. Vestibule.

Den 19 Junij 1876 werd met den bouw begonnen en den 20 Mei 1879 werd het gebouw door den heer v. d. Oudermeulen betrokken.

Het werk, zonder de inwendige betimmeringen en het decoratief, werd bij gedeelten onder'shands aanbesteed. 1° de onderbouw tot aan de parterreverdieping, 2° de parterreverdieping, ten 3° de 2e verdieping met zolderverdieping en het waterdicht opleveren onder de kap.

De onderbouw, voor het grootste gedeelte bestaande uit natuurlijken steen (petit granite, uit de groeven nabij Luik) omsluit het sousterrein (zie plaat 1) dat geheel brandvrij, deels met baksteenen kruis- en tonwelven, deels met zoogenaamde trogwelven op ijzeren binten overwelfd, de keukens en kelders, de vertrekken voor het dienstpersoneel en de calorifère voor de verwarming met heet water, — volgens het systeem van Haag te Augsburg, — bevat.

(*Wordt vervolgd.*) C. MUYSKEN.

WONING VAN DEN HOOFD-DIREKTEUR

DER RIJKS-MUSEUM-GEBOUWEN TE AMSTERDAM.

Architekt P. J. H. CUYPERS.

De woning voor den Hoofd-Directeur is gelegen aan den zuid-oostelijken vleugel der Rijks-museum-gebouwen, aan de Stadhouders-kade, tegenover het gedeelte van den zuid-westelijken vleugel, bestemd voor de nieuwe kunst-bibliotheek, die aan de Rijks-kunstverzamelingen zal toegevoegd worden.

Blijkbaar is het ontwerp niet gemaakt om een zoogenaamd symmetriesch geheel te vormen met den daartegenover gelegen vleugel, maar veeleer om eene waardige en tevens praktische woning voor den Direkteur te stichten, waarvan de uiterlijke lijnen een harmoniesch geheel met de hoofd-gebouwen vormen.

Evenals bij de hoofd-gebouwen is de voet van dit huis van Belgiesch graniet, zoo ook de deur- en vensterdorpels, terwijl de muren verder in rooden, harden baksteen, met banden en hoeksteenen in witten bergsteen (*Roche d'Euville*), zijn opgetrokken. De balken, roosteringen en kapkonstrukties zijn van ijzer, de dakbedekking in leien.

Op de graniet-plint is een lage verdieping gelijkstraats, bevattende den hoofdingang, vestibule, trap, spreek- en eetkamer, keuken en verdere dienstvertrekken.

Op de eerste verdieping (*bel-étage*) de ontvanglokalen,
op de tweede verdieping de slaapkamers,
op de zolder-verdieping de vertrekken der dienstboden, bergplaatsen, enz.

Bij den eersten aanblik zal deze verdeeling aan de buitenzijde onmiddelijk in het oog vallen zoodat het beginsel overal duidelijk wordt uitgesproken volgens hetwelk elk gebouw, of gedeelte van een gebouw, van buiten de bestemming moet uitdrukken waaraan het van binnen heeft te voldoen.

Hetzelfde beginsel geldt ook voor de konstruktieve deelen van het gebouw, zoowel met betrekking tot den vorm als tot den aard en de natuur der bouwstoffen.

Naarmate van den aard der bouwstoffen moet de vorm gewijzigd worden.

Zoo zal b. v. de vorm van een steenen kraagsteen niet gelijk mogen zijn aan dien van een houten balksleutel, omdat de korrelachtige steen een andere bewerking vordert dan het vezelachtige hout, en tevens moet een steenen voorwerp een anderen vorm hebben dan een houten, omdat de steen bros, het hout, taai is.

Zoo ook zal een trapleuning in gesmeed ijzer geheel anders gevormd moeten zijn dan een houten, omdat de taaiheid van het ijzer veel fijnere en slankere vormen toelaat en zelfs eischt, dan het hout.

De voet van het gebouw heeft het meeste te dragen, daarom is het hechtste en duurzaamste materiaal voor de plint gekozen. De muren zijn hier het zwaarst en zoo weinig mogelijk door lichtopeningen verzwakt, van daar de zware middenposten in de vensters en de groote hoeksteenen vooral daar waar de belasting grooter wordt.

Op de eerste verdieping verdunnen de muren met eene versnijding, die door een steenen band wordt aangeduid, de vensterposten worden minder zwaar en de openingen menigvuldiger en grooter, enz.

Om de vestibule scharen zich al de vertrekken; de verlichting daarvan moet dus, om geen plaats te verliezen, van boven worden gezocht; te dien einde worden de muren der trapzaal tot boven de daken opgetrokken. Door deze inrichting wordt de vorm van het dak bepaald. De voorsprongen van de zuid- en de noordzijde eischen

zelfstandige bedekking en puntgevels, zoo ook de resalieten aan de oost- en westzijde. Door de vorming dezer 4 gevels wordt op de zolderverdieping de ruimte gevonden voor zes vertrekken, hetgeen bij een laag dak niet mogelijk geweest ware. Zoodoende wordt met betrekkelijk weinig kosten veel bewoonbare ruimte gewonnen.

De regelmatige afvoer van het regenwater is een der hoofdvereischten voor het behoud van een gebouw in ons land. Ter bevordering daarvan zijn 6 afvoerbuizen aangebracht, welke op organische wijze met de kroonlijst, cordonbanden en plint verbonden zijn, zoodat de afvoerbuizen met hunne verbindingen tevens tot sieraad van het gebouw strekken. De afvoer van het regenwater geschiedt achter de plint, gelijkstraats, door verglaasde aarden buizen welke bij den opbouw ingemetseld zijn en met de buitenrioolen verbonden worden.

De balklagen van elke verdieping worden door verankering tot een geheel verbonden; de schieters dezer verankering als een versiering buiten op de muren aan te brengen is tevens doelmatiger dan ze in het metselwerk te verbergen.

Bij het gebruik van bergsteen en van gebakken steen mag niet uit het oog verloren worden, het zoogenaamde zetten der in baksteen uitgevoerde deelen; het is derhalve noodig bij kruisramen en vensteropeningen van meer dan één licht, de bovendorpels door ontlastingsbogen te beschutten. De ruimte tusschen den bovendorpel en den onderkant van den boog wordt opengelaten en eerst aangevuld wanneer het geheele gebouw is opgetrokken en het metselwerk eenigszins versteend is, zoodat men geen zetting meer te vreezen heeft; alsdan wordt deze opengebleven ruimte (trommel) gevuld met een of ander metselwerk in den vorm van vlechtwerk, waardoor, behalve de sierlijkheid, tevens aangetoond wordt dat het een vulling is.

Bij de aanwending van puntgevels is het noodig de basis van den driehoek die den gevel vormt, eigenaardig te versterken om het afglijden der deksteenen van den gevelmuur te beletten; dit wordt verkregen door de figuren welke deze hoeksteenen versieren. In verband met deze hoekversieringen is de top van den puntgevel bekroond.

De hoofdingang ligt aan de zuidzijde. Op twee muraalzuilen, waarop de kroonlijst rust die de deur beschermt, staan twee beelden die op allegorische wijze de „Waakzaamheid" en de „Voorzichtigheid" voorstellen, eigenschappen die bizonder de hoofd-direktie moeten karakteriseeren.

De hoofdingang van een gebouw moet zooveel mogelijk vriendelijk en aantrekkelijk zijn, daarom is de overstekende kroonlijst die den ingang als het ware overhuift, tevens dienstbaar gemaakt aan het opstellen van planten en bloemen, daar het in ijzer gesmeed hek, tusschen de voetstukken der beelden, deze bestemming duidelijk aanduidt. Plaat X.

De deur is van eikenhout, versierd met slotplaat, ringen, rosetten en traliewerk van ijzer, waarvan op plaat XI de afbeeldingen zijn voorgesteld op ongeveer de helft der ware grootte. Het bovenlicht is versierd met fries en rand, in gebrand glas. Plaat XII.

De twee kraagsteenen, welke tot steun van den bovendorpel dienen, zijn met loofwerk versierd, waarin rechts een banderol met de woorden „Ave" (wees gegroet) en links een met „Vale" (vaarwel) gebeiteld staan. Plaat XIII.

De oost- en de west-hoek zijn in bergsteen gebouwd om als hechte draagpunten te dienen van de twee erkers die op deze hoeken uitgebouwd zijn ten einde de bewoners gelegenheid te geven in alle richtingen uit het bureau en de woonkamers het terrein te kunnen overzien.

Plaat I geeft den platten grond gelijkvloers.

Door den hoofdingang *a* komt men in de vestibule *b*, die toegang geeft tot de ruime trapzaal *c*, welke in het centrum van het gebouw gelegen is en door een lantaarn verlicht wordt, zoo als hier boven reeds gemeld is. De vloer is in Italiaansch terrazzo, het zoogenaamd Opus incertum der ouden, met band in regelmatig mozaïk. In de vestibule vindt men twee kleêrkasten *d. d.*; in de trapzaal ligt de toegang tot de voor- of spreekkamer *e*, voorzien van twee kasten *f. f.* en eenzitbank *g*.

De eetkamer *h.* heeft uitzicht op-, en toegang ten oosten, tot den tuin.

De schoorsteen *i.* met open haard, is versierd met tegeltjes, uit de fabriek van den heer van Hulst te Harlingen, waarvan de voorstelling op het huiselijk geluk zinspeelt, door vriendschap en vernuft verhoogd; zie plaat XVIII. Het middengedeelte wordt ingenomen door een vers:

Goede laren en penaten
Zijn de vriendschap en 't vernuit;
Kunstzin door geen trots verbluft
Moog' deez' beiden nooit verlaten.

Rechts en links staan twee figuren: een jongeling met een wandelstok door klimop-ranken omslingerd, als blijk dat de vriendschap aan geen plaats is gebonden, aan den anderen kant een meisje, aan wier geslacht meer in 't bizonder het vernuft wordt toegeschreven, terwijl leliën en rozen in bevallige slingering bij haar opgroeien. Een buste van Minerva bekroont deze voorstelling die aan de benedenzijde een huiselijk vuurtje vertoont met de gezellige kat aan de linkerzijde en den trouwen hond aan de rechterzijde bij den jongeling, waar ook de helm, het zinnebeeld der bescherming, zijne plaats vindt.

Naast den schoorsteen is in den muur een kast *j* getimmerd en een buffet, waarboven een schuif en luiken, waardoor het eten uit de keuken wordt aangegeven.

De keuken *l*, heeft afzonderlijken toegang en portaal *m*, aan de westzijde, en een deur *n*, naar de open plaats, verder een kast *o*, en aanrecht met gootsteen *p*, een grooten schoorsteen *q*, met groote, overstekende, gemetselde kap, waaronder eene inrichting voor den afvoer van onzuivere lucht, veroorzaakt door den wasem van het koken. De keuken is overwelfd, de vloer bestaat uit italiaanschen terrazzo.

Verder bevat deze verdieping nog eene dienstbodenkamer *r*, kleinen provisiekelder *s*, grooten provisiekelder *t*, waartoe men onder de hoofdtrap toegang heeft, onder

de trap nog een bergplaats voor brandstoffen *v*, closets *w*, en verwarmingstoestel *x*, met bergplaats voor andere brandstoffen, welke van de buitenzijde kunnen aangevoerd worden.

Het kwartronde torentje aan de noordzijde, bevat de buizen voor de waterleiding, voor den afvoer der faecale stoffen van de bovenverdiepingen en van een gedeelte van 't regenwater.

Een breede steenen trap, waarvan de treden rusten in den muur aan de buitenzijde, en op 4 kolommen door bogen met elkander verbonden, aan de binnenzijde, geeft toegang naar de verschillende verdiepingen tot op den zolder. De bordessen van de trap, zoowel als de geheele vestibule, zijn overwelfd, de vloeren met mozaik belegd.

De vestibule, trapzaal en geheele 1e verdieping worden door middel van een centraal toestel, met heete lucht verwarmd, bovendien zijn alle vertrekken van schoorsteenen voorzien.

De eerste verdieping bevat *a*, antichambre; *b*, woonkamer; *c*, salon; *d*, bureau van den hoofd-direkteur; *e*, kunstzaal; *f*, archief.

De betimmering dezer vertrekken is geheel in eikenhout, de platen XIV en XV, daarop betrekking hebbende, worden in eene volgende aflevering gegeven en beschreven.

(*Wordt vervolgd.*)

ONDERZOEK

NAAR DE OORZAKEN VAN DEN STRIJD OP HET GEBIED DER BOUWKUNST IN NEDERLAND,

DOOR

AUGUST VAN DELDEN.

Een sultan van Perzië, die door hooge wijsheid uitmuntte, bezat eene groote boekerij. Op de veelvuldige reizen, die hij door zijn onmetelijk rijk ondernam, om zijne kennis te vermeerderen en nieuwe ervaring op te doen, voerde hij den kostbaren boekenschat steeds met zich mede en meer dan honderd kameelen waren benoodigd, om de ontelbare banden, waarin de wijsheid van vroeger eeuwen lag opgesloten, te torschen.

Maar zulk een nasleep moest den vorst wel ophouden, en hij beval dus zijnen geleerden, een uittreksel te vervaardigen, om zoo het aantal der geschriften te verminderen.

Terstond togen zij aan den arbeid en na groote inspanning mocht het hun eindelijk gelukken, de karavaan tot op de helft intekorten.

Een tweede zifting van den inhoud bleek na verloop van eenigen tijd noodig te zijn; daarop een derde en nog altijd had de vorst het beknopte overzicht niet verkregen.

Toen raadpleegde hij den oudsten zijner wijzen, en wat de sultan tot dusverre niet gevonden, maar steeds zoo vurig gewenscht had, werd door dien grijzaard verkregen, die de gansche wijsheid samenvatte in . . . . één enkele spreuk!

Zoo luidt het bekende Oostersche sprookje. Wat toenmaals in het verre Morgenland geschiedde, ondervinden wij, die ons óók de erfgenamen mogen noemen eener eeuwenoude beschaving — eener beschaving, wier rijkdom ons overstelpt en verbijstert — het niet dagelijks, en gaat het ons niet gelijk den sultan, die niets inniger wenschte, dan de gansche wijsheid, tot één klein maar veelbeteekenend woord teruggebracht, in zijn brein te kunnen opnemen?

Het mag voorwaar een groot voorrecht genoemd worden, in de XIXde eeuw en in 't bizonder in het laatste deel van dat in de geschiedenis der beschaving zoo hoogst gewichtig tijdperk te mogen leven, en direkt of indirekt te kunnen deelnemen aan den strijd van den mensch voor de Waarheid.

De vrijheid van den geest heeft zijne poorten geopend en vóór ons ligt het voorheen onbekende terrein in volle pracht en heerlijkheid, de phantasie als met tooverkracht tot in de verste verten lokkend en den blik openend in onder- en bovenaardsche mysteriën. De aloude rijken, die de verbeeldingskracht schiep, de Tartarus en het Elysium — zij werden ons ontroofd, — maar wat de phantasie verloor, dat won het verstand: eene nieuwe, nog ruimere wereld is het, die mikroskoop en teleskoop hebben ontdekt en veroverd.

De ontzaglijke ontwikkeling van het verkeer heeft eene uitbreiding van den gezichtskring ten gevolge gehad, die in vroeger tijd zou hebben doen duizelen. De natuurwetenschappen, van nu af op groote schaal toegepast, hebben een heirleger van nieuwe begrippen en voorstellingen in het aanzijn geroepen, wier verstandelijke opname echter van het menschelijk organisme meer vordert dan het geven kan, en dus een deel zijner levenskracht absorbeert. Elke dag brengt nieuwen arbeid en nieuwe indrukken, die aan den geest nauwlijks nog rust laten tot kalme beschouwing van het reeds verworvene. Verzamelde in vroeger tijd de jeugd eene zekere mate van kennis en trachtte zij met dit kapitaal gedurende het verdere leven rond te komen, zoo zien wij thans bij de intrede in het praktische leven het leeren op nieuw een aanvang nemen.

Leeren is echter organische ontwikkeling en vereischt tijd tot zijne verwerking. Wanneer men nu bedenkt, dat de natuurlijke organismen zich slechts langzamerhand in de omstandigheden, waarin men ze noodzaakte te leven,

vermogen te schikken; wanneer men verder weet, dat elk orgaan juist toereikend is voor de funktie, die het te verrichten heeft: behoeft men zich dan nog te verwonderen, in een tijdperk van geforceerde ontwikkeling, gelijk dat, hetwelk wij thans beleven, alom een gevoel van overspanning waar te nemen?

Het was te verwachten, dat de nadeelige gevolgen dier overspanning niet zouden uitblijven, maar zich weldra zouden doen gelden op eene wijze, die verontrustend voor den gestadigen voortgang der beschaving moest worden.

Door de rustelooze haast, die thans alles bezielt, zien wij de betrekkelijke bestendigheid van voorheen plaats maken voor de zucht, om alles wat tot stand kwam terstond weder door iets nieuws — niet altijd iets beters — te vervangen. De konkurrentie, niet meer in beperkten kring, maar landen, ja, werelddeelen tot onderlingen wedkamp aansporend, maakte, hoe zegenrijk zij overigens ook wezen moge, steeds grootere inspanning noodig; wie terugbleef werd weldra overvleugeld of verslagen. De zwakkere en minder bekwame hield zich niet meer aan degelijkheid, maar zocht de gebreken kunstmatig te verbergen. Van daar het thans maar al te dikwijls waar te nemen verschijnsel, dat innerlijke waarheid voor uiterlijken schijn het onderspit moet delven. (1)

Men heeft dikwijls in het materialisme en de ongodsdienstigheid van onzen tijd de oorzaken meenen te zien van zoovele verschijnselen, die met den voortgang der beschaving lijnrecht in tegenspraak staan.

Het is hier niet de plaats dit nader te onderzoeken.

Wij willen door de zoo even aangehaalde feiten alleen konstateeren, dat de veelvuldigheid der verschijnselen den blik benevelt. De eenvoud, die alleen een klaar inzicht in de voorwaarden voor menschelijke ontwikkeling had kunnen verschaffen, ging verloren. Een volgend geslacht zal zich ongetwijfeld in de nieuwe toestanden met grootere gemakkelijkheid kunnen schikken. Dan eerst zal men kunnen beginnen met het rustig beschouwen van het nieuw veroverd gebied en den vasten grondslag leggen voor de juiste beoordeeling van het verkregene. (2)

Nu is het een feit, dat men juist dát middel van de hand wijst, hetwelk in staat zou geweest zijn, hier licht aan te brengen. Indien er toch één punt is, waarin alom overeenstemming heerscht, zoo is het de afkeer, dien men gevoelt van het bespiegelend denken, van de *philosophie*. Het woord alleen is reeds in staat bij de meesten een gevoel van huivering of, erger nog, medelijden te verwekken. Men mag dit daaraan toeschrijven, dat sommige van de grondleggers der hedendaagsche wijsbegeerte het er op toelegden, hun systeem in eene voor de meesten onverstaanbare beeldspraak, in plaats van in algemeen begrijpelijke uitdrukkingen op te stellen.

De schrijver van dit opstel, die zich ten doel heeft gesteld, de oorzaken na te gaan van den hevigen strijd, dien wij thans op het gebied onzer vaderlandsche bouwkunst zien woeden, bekent eene andere meening ten opzichte der philosophie te zijn toegedaan. Hij is integendeel van de overtuiging doordrongen, dat alleen op den weg der philosophische beschouwing het doel, d. i. klaarheid te brengen, dáár waar verschil van meening heerscht, bereikt zal kunnen worden. De philosophie toch geeft niet alleen den denker het werktuig tot zijn onderzoek in handen: zij verzamelt en verbindt ook de verkregen resultaten en vormt daaruit de bouwstoffen voor het geheele gebouw der menschelijke kennis. Zij voert als 't ware het grootboek der uitgebreide wetenschappelijke onderneming; zonder haar geen orde, overzicht, noch plan, maar ook geen baten.

Wij zullen thans in 't kort de gewichtige beteekenis van deze wetenschap der wetenschappen zoeken duidelijk te maken.

Gelijk het doel van elke wetenschap daarin bestaat, het verband der dingen, die tot haar bizonder gebied behooren, te onderzoeken en de oorzaken natesporen, zoo is het doel der philosophie, het onderling verband van alle wetenschappen te bepalen en in laatste instantie te vragen naar de oorzaken van het heelal.

Bij een blik op het heelal wordt de weetgierige geest als door duizeling bevangen; hoe ver zijn blik ook reiken moge, de mensch ziet zich tot onwetendheid veroordeeld. In elke soort van dingen bemerkt hij, dat de feiten ontelbaar vele, de afzonderlijke wezens niet te overzien, het verschil hunner gedaanten onberekenbaar is. Maar nu komt de wetenschap; zij houdt eene zifting, rangschikt in soorten, deze soorten in klassen en baant zoodoende den weg tot eene voorstelling van het algemeene, zoowel als van het bizondere. Dan plaatsen zich alle wetenschappen naast elkaar en boven de werkelijke wereld der dingen, die zij onder elkander verdeeld hebben. Boven hun allen echter zweeft de philosophie als de algemeenste en daarom gewichtigste kennis, eene kennis die verklaring levert van datgene, waartoe de andere wetenschappen slechts voorbereiden.

Wij zien hieruit, dat de philosophie onder de wetenschappen is, wat de architektuur is onder de kunsten. Derhalve gelooven wij, dat het de moeite wel beloonen zal, die zoo lang met minachting beschouwde philosophie eens wat nader te beschouwen, en na te gaan, in hoeverre zij ons in ons onderzoek van dienst kan zijn.

Elke ware wijsbegeerte is gegrond op beschouwing van het door de zinnen waarneembare, op de ervaring. Zonder de ervaring geen denken, maar zonder denken ook geene kennis der ervaring. De ervaring is gelijk nul, zoolang de bespiegeling haar niet hare waarde geeft, en de bespiegeling is zonder waarde, wanneer zij niet gevoed wordt door de ervaring. Met andere woorden: de waarnemingen der onderzoekers blijven, zonder de philosophische behandeling onsamenhangend; zij geven kennis van de dingen afzonderlijk, maar geen inzicht in hunne betrekking tot het geheel.

Er is ten allen tijde eene philosophie geweest, die zich ten doel stelde de waarneembare dingen te verklaren en een min of meer uitvoerig systeem gaf, dat

het geheel der dingen moest omvatten. Zoolang er naast zulk eene universeele kennis nog geene bizondere wetenschappen waren, heerschte de philosophie zonder machtige tegenspraak en regeerde over een gebied, dat *Kuno Fischer* vergelijkt met een uitgestrekt rijk, welks provincies onbeheerd waren. (3) „Zoodra de bizondere wetenschappen", zegt hij, „verschenen en deze provincies begonnen te ontginnen, verhieven zich in gestadig toenemenden getale de tegenstanders, die der philosophie niet alleen hare heerschappij, maar zelfs haar recht van bestaan bestreden. In de Oudheid had de metaphysica, in de Middel-Eeuwen de theologie, die hare plaats innam, vrij spel, want de empirische wetenschappen waren nog onrijpe en onmondige kinderen. Door de ontdekkingen van den nieuweren tijd, die onze wereldbeschouwing op elk gebied wijzigden, werden die kinderen groot: het speciaal onderzoek groeide aan en in dezelfde mate, als het op het gebied van het menschelijk kenvermogen veld won, zonk het oppermachtig aanzien der philosophie."

Wij zien dus, dat naarmate de kennis meer algemeen werd, het individu zich van de boeien die zijn geest omkneld hielden, zocht te bevrijden.

Nu is er wel nooit een tijdperk verwarder geweest dan het onze. Nauwelijks twee menschen zal men vinden, die in alle gewichtige vragen van het leven en der maatschappij dezelfde grondbegrippen hebben. Op elk gebied, kan men wel zeggen, heeft onze tijd, die het geheele verleden is gaan opdelven, verschil van meening zien ontstaan. Door de geweldige omwentelingen op politiek en maatschappelijk terrein was de keten, die onzen tijd met het verleden verbond, verbroken, en men zocht thans met behulp der geschiedenis raad bij vroegere tijdperken.

Nauwelijks echter was de wereldbeschouwing van een vroeger tijdperk door den een in het licht gesteld en nader bepaald, of fluks stond een ander op, om deze wijze van zien, voelen en denken als grondslag aantenemen voor een geheel tegenovergesteld stelsel.

Bij de behandeling van dergelijke, de kunst betreffende vraagstukken, bemerken wij onder de geleerden, die zich daarmede onledig houden, eene invloedrijke schaar, die voor hare beginselen met ijver zoekt propaganda te maken. Het is de zoogenaamde „historische school," wier adepten in verschillende richtingen uiteengaan. In plaats van bij de oplossing harer vraagstukken van de gegevens uittegaan, die de tegenwoordige tijd haar aanbiedt, streeft zij er integendeel naar, de ons vreemde beschaving en denkwijze van vroegere tijden of vreemde volken op te dringen, zonder echter de overleveringen in acht te nemen, die onzen tijd aan het verleden knoopen.

Het is te verwachten, dat eene zoo onnatuurlijke, tegen alle voorwaarden voor een gezond bestaan indruischende richting, de plaats, die zij in de beschaving van den tegenwoordigen tijd poogt te veroveren, niet lang zal kunnen handhaven. De noodzakelijke hoofdvoorwaarde toch voor elke schepping van den menschelijken geest, zal zij levensvatbaar zijn, is haar onverbreekbare samenhang met den grond, waaruit zij ontsproten is, haar innige verwantschap met het maatschappelijk leven, de zedelijke toestanden en den trap van beschaving van het tijdperk, dat haar zag geboren worden.

Het spreekt van zelf, dat de wereldbeschouwing, die de historische richting als de hare uitgeeft, alleen voor diegenen verstaanbaar is, die toevallig in het bezit van de daartoe noodige en niet gemakkelijk te verwerven kennis zijn. Hare belijders leven in sfeeren, verre boven den grond, waarop het grootste deel der maatschappij van heden leeft en voelt.

Waar nu verschil van meening bestaat, ontbrandt strijd, en zoolang een strijd niet is uitgemaakt, heerscht er verwarring. Verwarring links, verwarring rechts! Nadat men eerst stofwolken heeft opgerakeld, beklaagt men zich naderhand, dat men niet zien kan. Elke partij heeft — 't spreekt van zelf — haar eigen onwrikbare overtuiging. Maar voor degenen, die daar buiten staan en zich genoodzaakt zien, soms de eene of andere partij te moeten volgen, d. w. z. moeten steunen op een oordeel, niet door eigen onderzoek, maar door dat van anderen verkregen, is het schier onmogelijk in dien doolhof den weg te vinden.

Bij het zien van zooveel verwardheid en tegenspraak dringt zich als van zelve de vraag aan ons op: „is het dan mogelijk, ten opzichte van één en hetzelfde vraagstuk tot twee of meer verschillende slotsommen te komen en bestaat er niet een forum, welks uitspraak beslissend is in alle de vragen die zooveel oneenigheid onder ons verwekten?

Wij zullen zien, dat zulk eene hoogste rechtbank inderdaad bestaat en dat wij haar niet eens ver te zoeken hebben, aangezien zij zeer nabij, namelijk in ons zelven ligt. Het is dat souvereine vermogen, dat als de laatste en hoogste bloesem der wereld in de ontwikkeling van het niet-organische tot het organische, en hooger op tot het bezielde, eindelijk is bereikt geworden: het is de „*rede*"

„Er is" zegt *Ludwig Pfau* „niets hoogers denkbaar dan de rede, en wat voor een wezen men verzinnen moge — ware het eene drievoudige godheid — zooveel blijft zeker, dat het hoogste wat het bezitten kan, de rede is; dat geene rede meer aanwenden kan dan logika en geene logika meer voortbrengen kan dan waarheid. Want de logische wetten zijn kosmische, bijgevolg de zelfden voor iedereen en overal." (4)

De miskenning der rede heeft in den loop der tijden den mensch van de eene dwaling in de andere gevoerd en hem in een doolhof gebracht, waarvan hij den uitweg niet vinden kon, want, gelijk er slechts een werkelijk „goed" denkbaar is: de waarheid, zoo is er ook slechts een enkel „kwaad" de dwaling. Tot de dwaling voert elke systeem, dat van het abstrakte uitgaat, in plaats van uit het werkelijke; het heeft geene levende werkelijkheid meer ten grondslag, maar eene doode formule, die van het eene brein in het andere overgeplant, in den vreemden grond niet groeien kon, omdat men haar den wortel ontnam, toen men haar uit den

bodem der werkelijkheid losscheurde. Nu zweeft de gedachte in het ledige en zoekt noodzakelijkerwijze een steunpunt met behulp der verbeeldingskracht. Ten laatste wil het de werkelijkheid te voorschijn tooveren uit de gedachte en dat toch is eene zuivere onmogelijkheid.

Daarentegen, wanneer men van de werkelijkheid uitgaat, ontwikkelt zich de gedachte als een bloem op haar stengel. (5)

Wij gelooven door de voorafgaande beschouwingen het punt van uitgang voor ons onderzoek gevonden te hebben, en ons op het gewonnen standpunt plaatsende, zoeken wij thans in de eerste plaats nategaan: „wat is het doel der kunst?"

II.

Men heeft tallooze theorieën opgesteld, om het wezen der kunst te verklaren. Zij gingen meestal van een te voren reeds aangenomen standpunt uit, van de vooronderstelling namelijk, dat het einddoel aller kunst daarin bestaat, het zoogenaamde „*schoone*" voorttebrengen.

De bepalingen van het „schoone" beperkten zich meestal tot min of meer nevelachtige omschrijvingen. Door de geestdrift, die de kunstgeleerden soms meêsleepte, zag men het wetenschappelijk onderzoek van het wezen der kunst vaak ontaarden in ziekelijke sentimentaliteit, die zich maar al te dikwijls in holle frazen uitte en — het antwoord schuldig bleef.

In plaats van zich in de eerste plaats eene duidelijke voorstelling te maken van het doel, dat de kunstenaar te bereiken heeft; dan in de tweede plaats van de middelen, die hij tot het bereiken van dat doel bezigen moet, meende men integendeel met het resultaat, namelijk met den schoonen vorm, te moeten beginnen, en trachtte dezen nu te analyseeren.

Het noodzakelijk gevolg hiervan was, dat de bepalingen van het schoone uiteenliepen, evenzeer als de voorstelling van het doel bij de onderscheidene individuen eene verschillende was.

Deze beschouwingswijze was tot eene „*dogma*" geworden.

Nu kan men ten opzichte van de dingen, die men tot onderwerp eener beschouwing heeft uitverkoren, een *dogmatiesch* en een *kritiesch* standpunt innemen: dogmatiesch, wanneer men ze als gegeven aanneemt en hunne eigenschappen inziet; kritiesch, wanneer men de voorwaarden onderzoekt, die hun het aanzijn gaven, met andere woorden: hun ontstaan naspoort en hunne ontwikkelingstoestanden volgt. Het ontstaan en de ontwikkeling der objekten zijn dus de onderwerpen van het kritiesch denken.

Wanneer wij bijv. het heelal als gegeven en voleindigd aannemen en daarna de wetten zijner inrichting willen nagaan, zoo beschouwen wij de zaak dogmatiesch; kritiesch daarentegen, wanneer wij ons de vraag stellen „hoe is het heelal ontstaan en uit welke veranderingen is zijn vroegere toestand tot dien van heden geworden?"

Het spreekt van zelf, dat deze tweeërlei wijze van beschouwing ook toegepast wordt op de ontwikkeling van de aarde en het menschdom; op de volken en hunne talen en godsdiensten; op de wetenschappen en de kunsten; in één woord: op de geheele wereld der natuur en der beschaving.

Kritiesch gingen de groote geesten te werk, die het reuzenwerk der beschaving gewrocht hebben. Men denke slechts aan *Kopernikus*, *Newton*, *Watt*, *Kant*, *Laplace*, *Lamarck*, *Darwin*, en zoovele anderen. Op het gebied der architektuur voornamelijk *Semper* en *Viollet-le-Duc*.

Een paar voorbeelden mogen dit duidelijk maken.

Kopernikus zag den onhoudbaren toestand in der oude astronomie, en haar grootste dwaling: het dogma namelijk, dat de aarde het middelpunt van het heelal was.

Helmholtz, in zijn hoogst verdienstelijk werk „*Die Lehre von den Tonempfindungen*", begreep, dat men den aesthetischen indruk, dien muziek in staat is te weeg te brengen, niet, gelijk tot dusverre, namelijk van het standpunt van gezwollen sentimentaliteit, maar eerst dan zou kunnen verklaren, wanneer men zich vooraf eene juiste voorstelling gevormd had van de zuiver physikalische uitwerking, die het in trilling gebracht instrument op de lucht en deze wederom op het gehoororgaan uitoefent. *Helmholtz* is met dit werk de eerste geweest, die het innig verband aantoonde, tusschen physikalische en aesthetische uitwerking.

Met behulp der wis- en natuurkunde slaagde hij er in, dit met bewijzen te staven.

Op het gebied der philosophie was het de onsterfelijke koningsberger wijsgeer *Immanuel Kant*, die den doolhof, waarin alle philosophische systemen vóór hem, ronddwaalden, aanwees. In zijn beroemd werk „*Die Kritik der reinen Vernunft*" (1781), dat de grondslag voor alle latere philosophische systemen geworden is, toonde hij op overtuigende wijze aan, dat men, om te kunnen philosopheeren, vooreerst van het geheimzinnig proces, genaamd „denken" den sluier behoorde te lichten, m. a. w. het verstandelijk werktuig van den philosoof zal moeten kritizeeren. Hij kwam tot de slotsom, dat de zintuigen ons wel stof voor onze kennis leveren, maar dat, indien wij niet „*a priori*", d. w. z. vooraf in onzen geest, de voorstellingen van ruimte en tijd en de denkvormen van hoegrootheid, hoedanigheid, onderlinge betrekking, toevalligheid en noodzakelijkheid, wezen en eigenschappen, enz. hadden, onze zintuigen alleen ons geene kennis zouden verschaffen. (6)

Reeds *Plato* had deze oorspronkelijk in den geest aanwezige voorstellingen opgemerkt en hierin het bewijs meenen te zien, dat de geest des menschen reeds vóór zijne geboorte bestaan had.

Ruimte en *tijd* bijv. hebben de eigenaardigheid, dat al hunne onderdeelen in eene bepaalde verhouding tot elkaar staan, ten opzichte waarvan elk deel in 't bizonder door een ander bepaald wordt. In de ruimte heet dit „ligging", in den tijd „volgorde" Deze eigen-

schappen zijn hoogst eigenaardig, en geheel verschillend van alle andere mogelijke eigenschappen onzer voorstellingen, zoodat noch het verstand, noch de rede, door middel van bizondere begrippen, in staat is, ze te vatten; alleen slechts door de zuivere aanschouwing „*a priori*" zijn ze voor ons begrijpelijk, want wat boven en beneden, wat rechts en links, achter en voor, wat voor en na is, kan door begrippen alleen niet duidelijk gemaakt worden. Kant maakt dit begrijpelijk, door er op te wijzen, dat het onderscheid tusschen den linker en den rechter handschoen nooit anders dan door middel van aanschouwing is in te zien. (7)

Door de gewichtige ontdekking, die wij aan *Kants* scherpzinnig onderzoek te danken hebben — eene ontdekking, die na haar bekend worden van ontzaglijke gevolgen op de verdere ontwikkeling der wetenschappen is geweest — hebben wij dus leeren inzien, dat wij alle dingen door den bril beschouwen, dien de eigenaardige inrichting van het kenvermogen ons heeft opgezet. Er volgt hieruit, dat het onmogelijk is te weten, hoe de dingen op zich zelf, zonder de aan onze kennis toegevoegde gegevens er zouden uitzien. De dingen, waarvan onze zintuigen ons geen bericht geven, zijn voor ons onkenbaar, en ofschoon wij zeker kunnen zijn, dat zij bestaan, omdat, als er niets bestond, er ook niets zou kunnen verschijnen, zoo is het toch zeker, dat wij slechts verschijnselen kennen. Dit wordt ook bevestigd door de ervaring, want alle wijsgeeren, die door middel van redeneering de bovenzinnelijke dingen wilden leeren kennen, komen tot verschillende uitkomsten. Zij spreken elkaar aanhoudend tegen en het is even gemakkelijk te bewijzen, dat de eene als dat de andere partij ongelijk heeft. (8)

In den loop van dit opstel zullen wij herhaaldelijk gelegenheid vinden, den lezer opmerkzaam te maken op de gewichtige rol, die in 't bizonder de beide grondvoorstellingen, ruimte en tijd, in de kunst vervullen.

De praktische beteekenis van *Kants* kritiek en het groote nut daarvan voor elk ander kritiesch onderzoek — dus ook voor het onze — bestaat nu hierin, dat hij aantoonde:

1°. *hoe uit waarnemingen verschijnselen*, 2°. *hoe uit verschijnselen ervaring en* 3°. *hoe uit de waarheden der ervaring wetenschap ontstaat.*

Hoe nuttig en noodzakelijk de *kritiek* voor elk wetenschappelijk onderzoek zij, zoo is zij evenwel alleen nog niet in staat de geheele waarheid te vinden. De oneindig vele afzonderlijke feiten, door de kritiek aan het licht gebracht, blijven onvruchtbaar, zoolang zij niet beschouwd worden in hun verband tot de overigen. Dit verband te vinden, leert die philosophische beschouwingswijze, die in de wetenschap als de zoogenaamde „*vergelijkende methode*" bekend staat. Uit den chaos van feiten en ervaringen zonder samenhang en principe, die het wetenschappelijk onderzoek sinds de vorige eeuw met behulp der zoo zeer verbeterde technische hulpmiddelen had bijeengebracht, schiepen *Descartes*, *Newton*, *Cuvier*, *Humboldt*, *Liebig*, *Max Müller* en anderen de zoogenaamde vergelijkende, door de wereldidee bezielde vorm der wetenschap.

Deze methode wordt thans op de meeste wetenschappen toegepast en heeft reeds de beste bewijzen van hare deugdelijkheid geleverd.

De vergelijkende taalleer bijv. streeft er naar, de onderlinge verwantschap der menschelijke idiomen in hunnen ontwikkelingsgang in den loop der eeuwen naar achteren te vervolgen en ze tot enkele punten terug te brengen, die elkaar in een gemeenschappelijken oorsprong ontmoeten. Op deze wijze is het haar gelukt de taalleer tot eene zuivere wetenschap te verheffen, ja zelfs de praktische studie der talen te vergemakkelijken en over het donkere gebied van de oorspronkelijke geschiedenis der volken een verassend licht te ontsteken. (9)

De chemie heeft eveneens aan de vergelijkende methode den rang van wetenschap te danken, die zij sinds een halve eeuw met eere bekleedt. In de eerste periode van haar bestaan" zegt *Liebig* (10), „waren alle krachten gericht op het onderzoek der lichamen, wier eigenschappen men zocht te ontdekken, optemerken en te bepalen; dit was de periode der alchemie. Eerst veel later kwam men er toe de onderlinge betrekking en den samenhang der eigenschappen te onderzoeken. Eindelijk werd door maat en gewicht de verhouding, in welke de eigenschappen der lichamen van elkaar afhankelijk zijn, bepaald. Men begon dus met het onderzoek van de stof; daarop kwamen de ideeën; eindelijk de wiskunde met hare getallen en het werk was voltooid." .

De beroemde architekt *Gottfried Semper* is de eerste geweest, die de vergelijkende methode op de *architektuurwetenschap* heeft toegepast. Hoe vruchtbaar zijn onderzoek geweest moge zijn en hoe vele punten van uitgang het nieuweren kunstgeleerden aan de hand heeft gedaan: zoo was evenwel zijn eindresultaat, ten gevolge van zekere dogma's, waarvan hij zich nog niet kon bevrijden — wij zullen later zien, welke — niet in elken zin bevredigend.

III.

Wij hebben in het begin van ons onderzoek er op gewezen, hoe ten gevolge van den overgrooten rijkdom der verschijnselen, die de beschaving voortdurend in het leven roept, het inzicht in het wezen der hedendaagsche wereld beneveld wordt en eene duidelijke voorstelling moeielijk te verkrijgen is. Men kan derhalve onzen toestand vergelijken met dien van soldaten in den slag; wij staan midden in den strijd en missen het standpunt, om den loop der gebeurtenissen, die rechts en links van ons voorvallen, te kunnen gadeslaan. Om den aard eener zaak te beoordeelen, is het noodig, zich op een afstand te plaatsen, groot genoeg, om de zaak in haar geheel te overzien.

Ver verwijderde dingen — zij het nu ten opzichte van tijd of van ruimte — hebben, zoo lang wij ze nog kunnen waarnemen, voor het opnemen daarvan in onzen geest, het voordeel, dat ons de belangrijkste deelen, die het eigenlijk karakter der zaak uitmaken, het eerst in het oog vallen, terwijl de minder beteekenende, die de

klaarheid der voorstelling zouden kunnen benevelen, aan onzen blik ontsnappen.

Aan ons geheugen kunnen wij het zelfde waarnemen. Door middel van het geheugen trachten wij beelden vast te houden; om ze vast te kunnen houden, moeten wij ze onderscheiden en zoeken wij datgene, hetwelk het blijvende, met andere woorden, het eigenlijk „karakter" uitmaakt, van het toevallige af te zonderen.

Door voortgezet onderscheiden ontleedt de mensch de verschijnselen; hij onderzoekt de feiten ten opzichte van hun onderling verband en door het onderzoek dezer betrekkingen ontdekt hij eindelijk de *wetten*, onder wier heerschappij de veranderingen der dingen staan.

Deze wetten zijn niet zijn maaksel; hij vindt ze niet uit, hij ontdekt ze slechts en houdt ze vast met behulp van het woord, dat de zinnelijke uitdrukking is der gedachte.

Terwijl nu met behulp van het woord de wetten vatbaar gemaakt worden voor mededeeling aan anderen, verschijnt de „*waarheid*." De waarheid is het uittreksel, de formule voor eene geheele reeks van verschijnselen. Hieruit volgt, dat men ten laatste meer weten kan, dan men alleen door eigen ervaring zou te weten komen, want zoodra men de wetten heeft, komt men in het bezit van oordeel over eene menigte dingen, die buiten onze onmiddelijke ervaring stonden. *Ludwig Pfau* merkt daarom terecht op, dat men niet noodig heeft, eene reis naar Saturnus te maken, om te weten, dat op die planeet twee maal twee evengoed vier is als op de Aarde.

De verworven kennis der algemeene wetten veroorloven dus in vele gevallen te oordeelen en volgens regelen te handelen, die door het woord zijn vastgesteld.

Buckle, in zijn beroemd werk: „*History* of *Civilisation in England*" geeft van het eerste opmerken van wetten de volgende plastische voorstelling:

„Ruwe, wilde stammen" zegt hij, „zonder eenig spoor van beschaving, die, na van jacht en vischvangst geleefd te hebben, zich tot den akkerbouw verheffen, maken voor het eerst van een voedsel gebruik, dat door hun eigen arbeid te voorschijn kwam. Wat zij zaaien, oogsten zij ook. Zij zien een bepaald plan en eene regelmatige opeenvolging van zaaien en oogsten. Van nu af kunnen zij in de toekomst zien, wel is waar niet met volle zekerheid, maar toch met oneindig meer vertrouwen dan bij hun vroeger veel onzekerder bedrijf. Daaruit ontspringt bij hen eene, hoewel voorloopig nog onklare, toch min of meer bepaalde gedachte over den regelmatigen loop der gebeurtenissen en voor 't eerst ontluikt in hun brein eene schemerachtige voorstelling, van hetgeen een latere tijd de wetten der natuur zal noemen." (11)

Door de beschouwing der natuur en ten gevolge van de groote ontdekkingen op het gebied der natuurwetenschappen werd de mensch meer en meer doordrongen van het oneindig rijke mechanisme van het heelal. In de schijnbaar toevalligste verschijnselen vond hij langzamerhand eene strenge regelmatigheid en in de geringste uitingen der schepping meende hij eene overeenstemming te ontdekken met de groote wetten, die het heelal doordringen en beheerschen.

Wij hebben vroeger de opmerking gemaakt, dat tengevolge van de groote omwentelingen op elk gebied in het laatst der vorige eeuw de schakel verbroken was, die het heden aan het verleden knoopte en men derhalve hulp zocht bij de *geschiedenis*. De geschiedenis is voor het menschdom, wat het verstand is voor het individu. „Alleen door de geschiedenis van het verleden leert hij den tegenwoordigen tijd begrijpen en met hare hulp is hij zelfs in staat voorspellingen in de toekomst te doen." (12)

Het bizonder gebied dier wetenschap, dat voor ons, die in de kunst belangstellen, of haar beoefenen, van het hoogste gewicht is, is de *kunstgeschiedenis*, een kind der XIX^de^ eeuw, die haar eerst tot den rang van wetenschap verhief.

Tot op heden echter bepaalde zij zich hoofdzakelijk tot de geschiedenis der kunstwerken in verschillende landen en tijdperken als feiten op te vatten en te beschrijven en met aesthetische en politieke beschouwingen te illustreeren. Thans echter komt het er op aan, uit deze ontzaglijke massa materiaal de wetten te destilleeren, onder wier heerschappij de feiten staan, wetten, die in de wereld der kunstvormen evenzeer heerschen als in de natuur.

„De kunstgeschiedenis" zegt *Gottfried Semper*, (13) „zal eerst dan der kunst tot gids strekken, wanneer zij van het door haar tegenwoordig aangenomen, analyseerend, kritiesch en archeologiesch standpunt overgaat tot dat der vergelijking en synthese." En een ander kunstgeleerde, *Ludwig Pfau* (14) merkt ten opzichte van den thans heerschenden ongezonden toestand der kunst op: Alvorens men er toe overgaat, het heilmiddel te zoeken, moet de diagnose opgemaakt worden. Maar zoomin een kwakzalver, die niets van de physiologie van den mensch weet, daartoe in staat zal zijn, evenmin kan de archeoloog, die geen begrip heeft van volkenpsychologie, het ontstaan en vergaan van een stijl aantoonen. Hij moge al de scherven van het verleden, de artistieke versteeningen eener ondergegane beschaving bijeengaren, ziften, rangschikken, bepalen en beschrijven, zooveel hij wil — een begrip van het intellektueel proces, dat die gewrochten deed ontstaan, heeft hij evenmin als de mineralenverzamelaar, die een paar versteende „schachtelhalmen" uitgegraven heeft, een inzicht hebben kan in het leven der voorwereld. Om het „zijn" eener zaak te vatten, is het noodig eerst het „worden" te begrijpen.

Bij opmerkzame beschouwing van vroegere tijdperken zal het ons weldra opvallen, dat overal, waar wij monumentale sporen van uitgestorven volken waarnemen, zekere grondvormen of types der kunst ons terstond in het oog vallen, hier klaar en ongesluierd, elders onduidelijk geworden of reeds tot ontbinding overgaande, steeds echter de zelfden.

Wij zullen thans in de eerste plaats onderzoeken, waarin dit eigenaardige, dat ons in alle uitingen der kunst te gemoet treedt, bestaat.

IV.

De mensch kan zich aan de indrukken der natuur op zijne zintuigen, aan hare inwerkingen op zijn leven, niet onttrekken, en den grondslag van zijn bestaan, het organisme, kan hij niet behouden, zonder uit de wereld te trekken al hetgeen hij noodig heeft om zich tegen het vernielend geweld der elementen te verzekeren; daardoor wint hij de levendigste belangstelling in deze wereld; hij zoekt in haar door te dringen, haar te begrijpen, zich harer te bemachtigen en op alle mogelijke wijzen nut uit haar te trekken.

Bij elk volk ontwaren wij nu de behoefte, om de eeuwige wetten, die het in de wereld vol geheimzinnige krachten en wonderen, waarin het leeft, meende te bespeuren, in 't klein na te bootsen, en op deze wijze als 't ware het aanzijn te geven aan eene wereld in 't klein, waarin de onveranderlijke natuurwetten aangetoond werden. Met dit spel, indien wij de kunst, in dezen zin beschouwd, zoo mogen noemen, bevredigde de mensch zijn natuurlijke aandrift, die hem onbewust steeds met het gevoel doordrong, een deel van het heelal uit te maken. (15)

Het heelal vertoont zich in tweeërlei vorm: in het oneindig rijke mechanisme der onbezielde elementen, m. a. w. het niet-organische en datgene, hetwelk zich van de groote massa afzondert als een zelfstandig individueel leven bezittend: de organismen.

Het *organisme*, zij het nu plant of dier, is niets dan eene metamorphose der wereld, uit stoffen dier wereld saamgeweven en uitsluitend van derzelver elementen materiaal ontvangend, derhalve ook oogenblikkelijk stilstaande, zoodra dat materiaal uitblijft. Met gretigheid zuigt het uit alle elementen de voor haar bestaan noodzakelijke stoffen op, om uit hen een lichaam te vormen, dat zich steeds vernieuwt, steeds hetzelfde en toch altijd weer iets anders, steeds het oude en toch altijd weer iets nieuws wordt door het aanhoudend opnemen van nieuwe elementen; het is onsterfelijke jeugd door deze voortdurende zelfvernieuwing; zijne zucht naar het leven verdrijft uit de wereld de eigenschap, die alle natuur- en scheikundige processen aankleeft: de traagheid.

Welke wetten en krachten de organismen uit het niet-organische hebben doen voortkomen, was ten allen tijde de „groote vraag," het eigenlijke mysterium der wereld. Wanneer, en hoe dit groote raadsel aan den mensch onthuld zal worden, is bij den tegenwoordigen stand der wetenschap nog niet te bepalen. De bekende physioloog *Dubois-Reymond* heeft, zooals men weet, ten dezen opzichte rondweg verklaard: „*Ignorabimus*". (16).

Maar hoe het zij, het organische, of streng genomen het „bezield-organische" kan men als het hoogste werk der geheele schepping beschouwen, hoewel het vergeleken bij de ontzaglijke massa van het niet-organische nietig en gering schijnt en zich ook geenszins kan ontrekken aan de wetten, die het op zich zelf doode wereldmechanisme beheerschen.

Gelijk de makrokosmos, d. i. de wereld in haar geheel, reeds de bewondering en den eerbied van den mensch opwekt, zoo is echter nog veel meer de mikrokosmos, d. i. het uittreksel uit dat geheel — het organisme — in hetwelk hij alle wereldwetten in één klein lichaam gekoncentreerd terugvindt, het onderwerp zijner beschouwing.

Wij zullen later uitvoeriger aantoonen, hoe de mensch van de eigenaardige hoofdeigenschap van het organisme, de eigenschap namelijk, dat het steeds een op zich zelf afgerond geheel vormt, met begin, midden, en einde — zoowel ten opzichte van den tijd als van de ruimte — gebruik maakt, en deze eigenschap met nog eenige aan het natuurlijk organisme waargenomen wetten, als daar zijn: eenheid, symmetrie, rhythmus, enz. op de scheppingen van zijnen geest tracht toe te passen, mogen deze scheppingen nu in den vorm van muzikale kompositie, bouwwerk, gedicht, drama, roman, of in welke andere gedaante ook, in het aanzijn geroepen worden.

Twee zintuigen zijn er, die ons voornamelijk in staat stellen de wereld buiten ons waar te nemen: het zijn het *gezicht*, dat ons den oneindigen rijkdom van vormen en kleuren, en het *gehoor*, dat ons het rijk der klanken openbaart.

Het gezicht doet ons eene voorstelling verkrijgen van het bestaande, duurzame, blijvende, dus van hetgeen in de ruimte is; het gehoor daarentegen van het vluchtige, voorbijgaande, verdwijnende, dus van de dingen, die uitsluitend in den tijd zijn.

De waarneembare wereld bestaat derhalve voor ons alleen in ruimte en tijd. Ruimte en tijd zijn derhalve de beide aanschouwingsvormen der waarneembare wereld.

Geen zintuig is er, dat ons den indruk van ruimte zoo onmiddelijk openbaart als het oog. Het *beeld* werd derhalve het middel, om ons van de op zich zelf onzichtbare ruimte eene voorstelling te geven.

De ruimte is de grondslag der architektuur.

Evenzoo is er geen zintuig in staat, den indruk van tijd zoo spoedig en onmiddelijk aan het verstand mede te deelen, als het gehoor en zoo werd de *klank* het middel, om ons van den onzichtbaren tijd eene voorstelling te geven.

De tijd is de grondslag der muziek.

Bij den rhythmus in de muziek is elk volgend moment uit het onmiddelijk voorafgaand voortgekomen. Een reeks van zulke bij elkaar behoorende momenten kan men dus als een organisme in den tijd opvatten, evenzeer als eene plant, bij welke elk volgend element uit het voorafgaand zich ontwikkeld heeft, een organisme in de ruimte is.

Gelijk het oneindige zich in de beide grond-aanschouwingsvormen tijd en ruimte splitst, zoo zoekt de mensch in zijn streven, om de wereld te leeren kennen, dit doel op tweeërlei wijze te bereiken: door haar waar te nemen in den tijd en in de ruimte, m. a. w. door het woord en door het beeld, of nog algemeener uitgedruk: door de *philosophie* en de *kunst*. (17.)

Beide dienen om ons de beteekenis der wereld te doen begrijpen, d i. de waarheid te vinden.

De mensch ziet in, dat dezelfde wetten de geheele wereld doordringen en bijgevolg dezelfde zijn overal en voor iedereen. *Het doel der kunst nu bestaat daarin, ons de volkomenheid der logische wetten aan te toonen. Heeft het kunstwerk aan deze voorwaarde voldaan, dan kan men er van zeggen, dat het „schoonheid" bezit.*

Tot het voortbrengen van kunst is er eene idealiseerende kracht noodig, die niet alleen weergeeft, wat de natuur in één enkel geval voortbrengt, maar datgene, wat zij poogt voort te brengen en in een aantal harer scheppingen verwezenlijkt.

„Terwijl de kunstenaar", zegt *Schopenhauer*, „de natuur op een half woord reeds verstaande, de schoonheid van den vorm, die haar duizendmaal mislukte, aan het harde marmer opdringt, spreekt hij, zijn kunstwerk der natuur tegenoverstellende, nu eerst zuiver uit, wat zij slechts stamelde, haar als 't ware toeroepende: dat is hetgeen gij zeggen wildet!" (18.)

De kunst kunnen wij dus in zekeren zin als een hoogeren trap, als eene meer volkomene ontwikkeling der wereld aanzien, daar zij, hoewel eigenlijk hetzelfde, alleen gekoncentreerder, volkomener en bovendien met plan en overleg uitvoert, wat de natuur onbewust verricht. Gelijk de Camera Obscura dient zij om het zichtbare in de wereld te verduidelijken, de voorwerpen helderder aan te toonen en beter te laten overzien.

Terwijl zij dus de verstrooide werkelijkheid in één gemeenschappelijk beeld vereenigt, en ons de heerlijke harmonie der schepping duidelijk tot het gemoed voert, leert zij ons tevens de schoonheid der wetten waardeeren en liefhebben, ontwikkelt zij ons gevoel en dient onzen wil tot richtsnoer

Dat is de zedelijke roeping der kunst.

(*Wordt vervolgd.*)

AANMERKINGEN.

1) *Dr. Masaryk*, in zijn geschrift »*Der Selbstmord als sociale Massenerscheinung der modernen Civilisation*," *Wien*, 1881, merkt ten opzichte van den abnormalen toestand der hedendaagsche maatschappij, het volgende op:

»Nicht die geistig und physisch anstrengende Arbeit ist die Ursache gesteigerter Psychose [krankzinnigheid], sondern das Unmethodische, Tumultuarische, die überreizte Nervosität bei der Arbeit."

..... »Die grossen wissenschaftlichen Errungenschaften der Neuzeit drängen sich den Menschen gewaltsam auf. Die Meisten werden unvorbereitet mit der höhern Cultur bekannt; und es ist ein schon bekanntes sociologisches Gesetz, dass die rasche und unvermittelte Berührung mit einer höhern Cultur, den Untergang der Uncivilisirten im Gefolge hat. Ganz besonders sind es die Grossstädte, in denen dieser Process vor sich geht. Die Selbstmörder sind die blutigen Opfer der unvermittelten Civilisirung, des Kulturkampfs.

..... Es können sich in Ermangelung einer einheitlichen Weltanschauung keine vollendeten Charaktere bilden, nur ein intellektuelles und moralisches Chaos. Alles ist Halbbildung, Halbkultur; und so ist das charakteristische Kennzeichen unserer Civilisation jene eigenthümliche *Halbheit*, mit all ihrer schrecklichen Tolgen für Kopf und Herz.

..... Wo im russischen Reiche Bildung und Civilisation in historisch unvermittelter Weise eingedrungen sind, da entsteht jener specifisch russische *Nihilismus*, die moderne Haltlosigheit »par excellence."

2) Vergelijk: *Siebert, Die Nervosität unserer Zeit.*

3) Zie het opstel van *Prof. Kuno Fischer: Zur Gedächtnissfeier der Kritik der reinen Vernunft, Heidelberg*, 1881.

4) *Ludwig Pfau, Freie Studien* I, pag. 24.

5) *Schopenhauer*, in zijn geschrift »*Ueber die vierfache Wurzel des Satzes vom zureichenden Grunde*" zegt aldaar pag 113: Ueber kein Thema ist das Menschengeschlecht so durchaus uneinig, wie über das der Vernunft. Seitdem Menschen *denken*, liegen überall die sämmtlichen philosophischen Systeme in Streit und sind einander zum Theil diametral entgegen gesetzt; und seitdem Menschen *glauben* (welches noch länger her ist), bekämpfen einander die Religionen mit Feuer und Schwert, mit Exkommunikationen und Kanonen.

6) Vergelijk: *Dr. D. Burger*, »*De wijsbegeerte van Kant*" *in den Tijdspiegel, Aug.* 1881.

7) Zie: *Schopenhauer* »*Ueber die vierfache Wurzel des Satzes vom zureichenden Grunde*", pag. 124.

8) Zie bovengemeld opstel van *Dr. D. Burger.*

9) Zie *Semper's* interessanten brief aan den brunswijkschen uitgever *Vieweg*, d.d. 26 Sept. 1847, afgedrukt in *Semper's* brochure »*Wissenschaft, Industrie und Kunst*", Braunschweig, Vieweg, 1852.

10) *Justus von Liebig, Chemische Briefe.*

11) *Henry Thomas Buckle's Geschichte der Civilisation in England*, deutsch von *Arnold Ruge, Leipzig, Winter*, 1874, pag. 8; op pag. 27 zegt hij: Dennoch bleibt das Gesetz selber, trotz der unaufhörlichen Störung in seiner Wirkung, unangefochten Da ein Naturgesetz nur die allgemeine Fassung von Verhältnissen ist, und kein andres Dasein, als im Geiste hat, so ist es wesentlich übersinnlich; so unbedeutend daher ein Gesetz auch sein mag, es leidet nie eine Ausnahme, obgleich seine Wirkung unzählige Störungen erfahren mag.

Op pag. 134 id.: Alles, was wir jetzt wissen, ist gelernt worden durch das Studium von Phänomenen, von denen man alle zufälligen Störungen entfernt, und so das Gesetz als den augenscheinlichen Rest übrig behalten hat.

Prof. Donders in zijn geschrift: *De harmonie van het dierlijk leven, Utrecht* 1848 geeft van »wet" de volgende korte definitie: »Wet is de eeuwige waarheid voor het verleden, het heden en de toekomst."

12) *Buckle*, id. I pag. 8.

13) *Gottfried Semper, Der Stil*, I, Prolegomena XVII.

14) *Ludwig Pfau, Freie Studien* III, pag. 447.

15) *Semper, Stil* I, Prolegomena XXI.

16) *Prof. Reinke te Göttingen* laat zich over den oorsprong der organismen in zijn opstel: »Die Organismen und ihr Ursprung" (in »*Nord und Süd*, Aug. 1881) aldus hooren: »In jedem wissenschaftlich strebenden Menschen regt sich der Wunsch, zu wissen, woher die Welt entstanden und das Leben in ihr. Da es aber keine »Instrumente gibt, durch welche man, wie in die räumlich entlegene, so auch in die zeitlich entlegene Ferne zu blicken vermochte, so müssen wir hier von dem festen Boden der aus Thatsachen geschöpften Begriffe in die luftigen Höhen des spekulativen Denkens uns erheben.

..... Alle Räthsel, aber auch alle Geheimnisse, welche diese Welt des Lebens in sich schliefst, lassen sich zurückführen auf ein letztes Geheimniss, den Ursprung der Organismen. Für diese verlangt das Gesetz der Causalität mit unabweislicher Nothwendigkeit eine Ursache; einen ersten Impuls, durch den jene Art von Bewegungen in die materielle Welt getragen ward, die in den Kräftewirkungen des Lebens vor uns liegt.

..... Die Frage nach der eigenartigen Natur der Kräfte-

wirkungen des organischen Lebens ist untrennbar verbunden mit der Frage nach den Eigenschaften des Protoplasma.

..... Die Wirkung, durch welche der Organismus entstand können wir nur vergleichen mit dem Wirken einer zielbewussten menschlichen Intelligenz; kein anderes Analogon ist zu finden. Da wir aber wissen, dass ähnlichen Wirkungen in der Natur auch ähnliche Ursachen zu Grunde liegen, so können wir nur *der* Vorstellung in uns Raum gewähren, dass das organische Leben in seinen ersten Vertretern, hervorgebracht sei durch eine intelligente, zielbewusste, ihre Mittel berechnende Naturkraft, Mögen wir diese schöpferische Ursache alles Lebens als *Gott* personificiren, oder in unseren wissenschaftlichen Betrachtungen dafür den aus der Naturphilosophie stammenden unpersönlichen Begriff des Absoluten verwenden, so is das einerlei."

(17.) Onder »kunst" is hier uitsluitend beeldende kunst te verstaan.

(18.) *Schopenhauer*, *Welt als Wille und Vorstellung* I, pag. 229.

PROEVE EENER VERZAMELING VAN VOORSCHRIFTEN

VOOR HET BEPALEN DER DWARSAFMETINGEN VAN DE ONDERDEELEN DER BOUWKUNDIGE CONSTRUCTIEN, WELKE DAGELIJKS OP HET GEBIED DER BURGERLIJKE BOUWKUNDE VOORKOMEN.

Inleiding. – Overzicht van het onderwerp.

1. De belangstelling in de toepassing der resultaten van de wetenschappelijke beschouwingen omtrent den weerstand der materialen, in verband met hetgeen de ervaring en opzettelijk genomene proeven daaromtrent leerden, blijkt voldoende uit de menigvuldige geschriften welke het licht zagen, en ten doel hebben die toepassing ook onder het bereik te stellen van hun die, zonder doorgedrongen te zijn tot het noodige om de waarde dier resultaten op stellige en hun volkomen bewuste gronden te kunnen beoordeelen, toch bij de toepassing daarvan dadelijk belang hebben.

2. Hebben die resultaten de vereischten om, zoo al niet absoluut in alle, dan toch in vele gevallen toegepast en met vrucht toegepast te kunnen worden, dan is de zamenstelling van dergelijke geschriften ongetwijfeld een verdienstelijk werk, en daar dit wel degelijk het geval is, mogen wij, in spijt van hun welke die waarde hoogst onverdiend miskennen, dien arbeid den lof der verdienstelijkheid niet ontzeggen.

3. Weinig — te weinig — zien wij de toepassing dier resultaten bij de dagelijks voorkomende werken der Burgerlijke Bouwkunde in achtgenomen.

Wij gelooven de oorzaak daarvan te moeten zien, gedeeltelijk daarin dat velen met die toepassing minder goed overweg kunnen; doch ook in het bezwaar dat de toepassing der voorschriften welke ons in die geschriften gegeven worden, vergeleken met hetgeen zonder deze wordt gedaan, nog al beteekenende kosten — bezwaren geeft, welke de ondervinding leert minder absoluut noodig te zijn; daar bouwwerken waarbij mindere afmetingen voorkomen nog niet direct insoliede kunnen genoemd worden.

4. Het al of niet genoegzaam soliede is echter een nog al rekbaar begrip; en men zoude voorbeelden kunnen aanwijzen waarbij dat genoegzaam soliede in schijn aanwezig is doch in werkelijkheid ten minste zeer twijfelachtig moet geacht worden. Zoo zal b. v. eene balklaag zeer goed een genoegzaam draagvermogen kunnen hebben, doch eene voldoende stijfheid kunnen missen; en bij menig bouwwerk waar het gevaar van bezwijken voor de balken, op verre na nog niet te vreezen is, openbaren zich de gevolgen eener ongenoegzame stijfheid in tal van verschijnselen die niet altijd aan de rechte oorzaken worden toegeschreven, doch die vooral dewijl wij eigenlijk te spoedig bouwen, en nog meer te spoedig het nieuw gebouwde gaan bewonen, moeten beschouwd worden als gevolg der trillingen enz. welke het nog niet genoegzaam verharde muurwerk ondergaat, waarbij dan de werking der belastingen zich minder geregeld over de oppervlakten verspreidt, die bij het onmiddelijk belaste steunvlak aanliggen, hierdoor scheuren, uitzettingen enz. doen ontstaan; en dus, als de gevolgen der inwerking van de levende kracht welke die trillingen voortbrengt.

5. Heeft men gevallen waarbij men het noodig oordeelt de hier bedoelde afmetingen door berekening te bepalen, of vindt men het ten minste goed eenigen aandacht te wijden aan hetgeen ons de wetenschap ten dien aanzien leert kennen, dan vervalt men dikwijls door overdrijving van dat wetenschappelijke in verkeerde toepassingen. Zoo leert b. v. de Wetenschap dat het draagvermogen van eenen in doorsnede rechthoekigen balk evenredig is aan de tweede macht der hoogte, dat is van de afmeting der opstaande kant, doch slechts eenvoudig evenredig aan de breedte of dien waarop hij ligt Hieruit trekt men nu te recht de gevolgtrekking dat er besparing in ligt wanneer men voor balken op kant geplaatste platen neemt. Het hier meer zekere draagvermogen bestaat echter niet zoo geheel onvoorwaardelijk als men oppervlakkig gezien, of zonder verder oordeel op de ontvangene les afgaande, wel zoude denken.

Had men altijd met eene rustige eenvoudig drukkende belasting te doen dan zeker was, ten minste binnen redelijke grenzen, de gegevene wenk, steeds te volgen. Dit niet altijd het geval zijnde gaat de toepassing van dien wenk niet onvoorwaardelijk op. Heeft men toch zolders of vloeren waarop het verkeer minder of meer hevige schokken kan voortbrengen, zooals op de zolders met zware goederen beladen, b. v. op die van pakhuizen nog al dikwijls het geval is, dan zoude die toepassing het doel

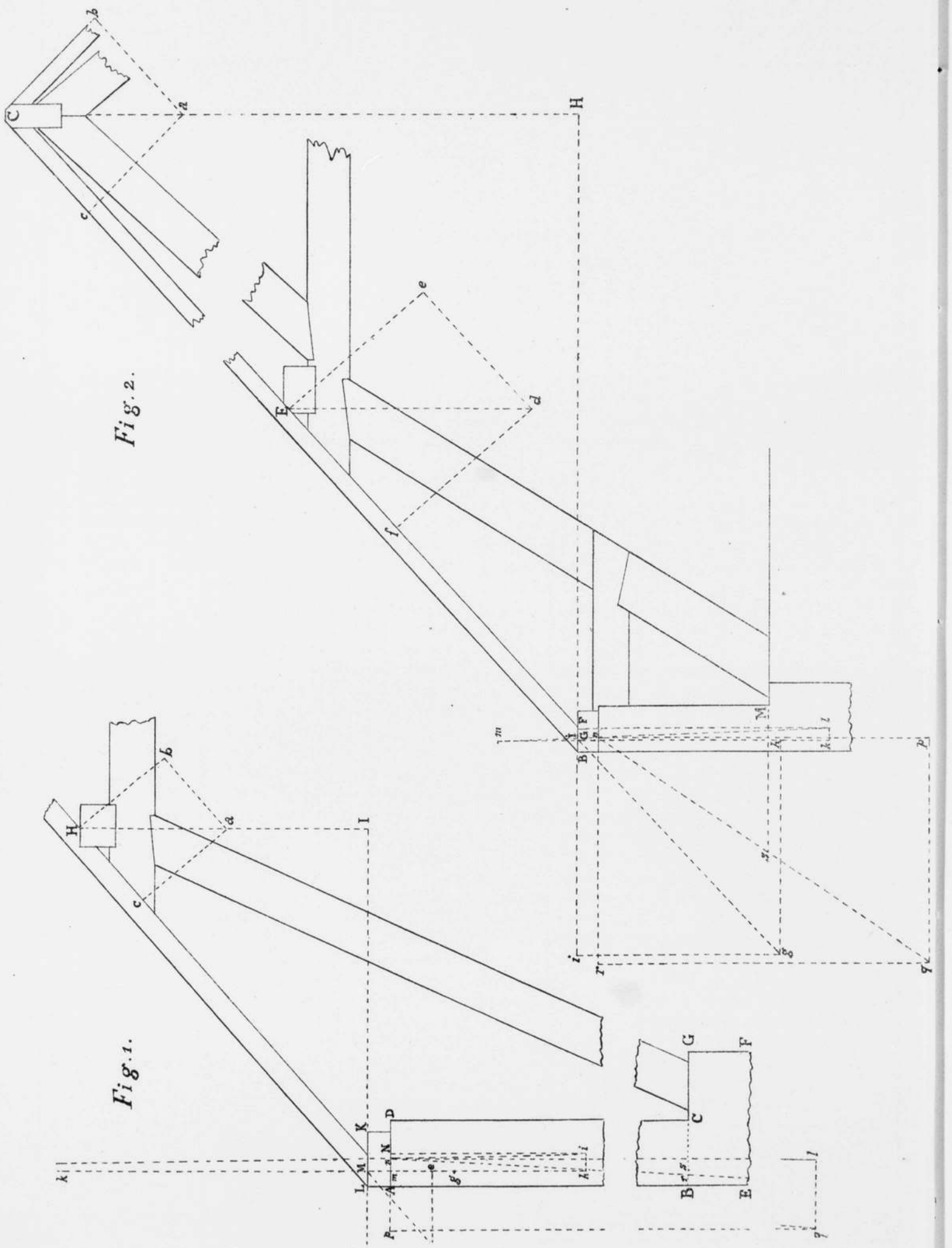


Fig. 2.
Fig. 1.

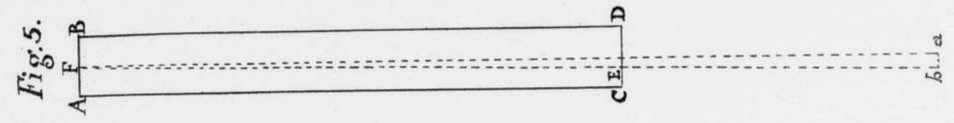


Fig. 5.

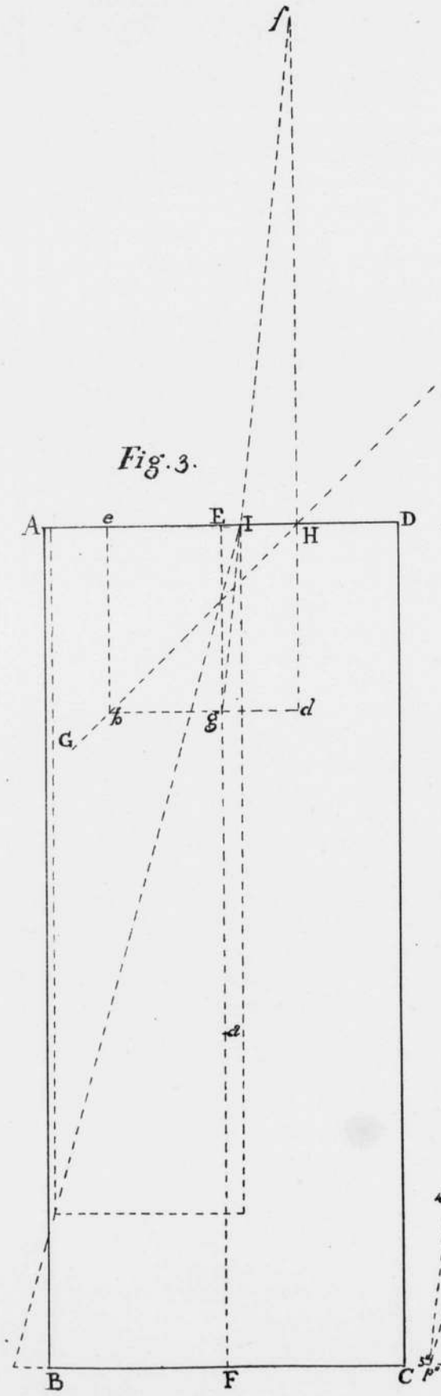


Fig. 3.

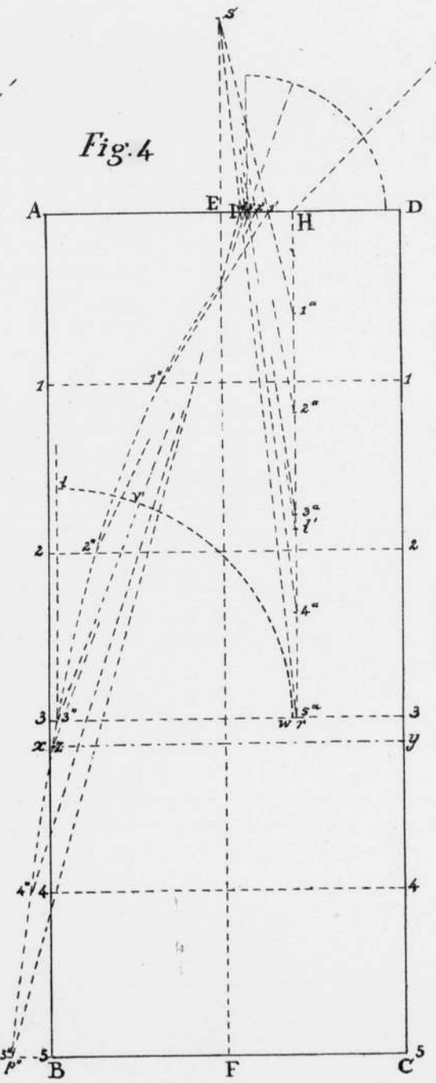


Fig. 4

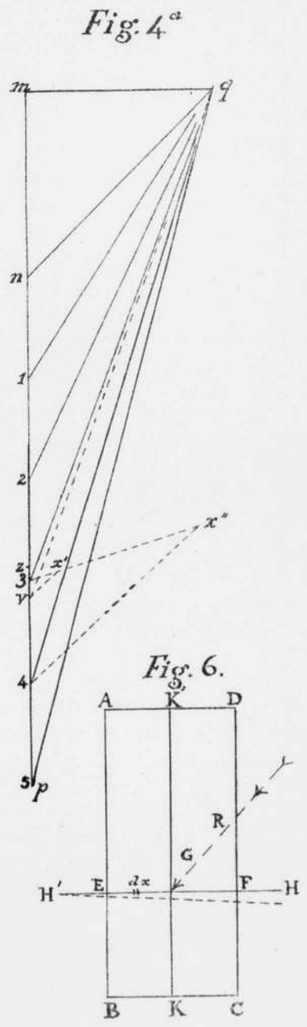


Fig. 4a
Fig. 6.

missen en zelfs schadelijk kunnen worden; en dit omdat de uitwerking van eene levende kracht op een balk geheel anders is dan die eener rustige drukking.

Hoe verkeerd is het niet om maar zonder eenig terugzicht op bijkomende omstandigheden alle balken in eene balklaag dezelfde afmetingen te geven. Zijn deze op gelijke wijze en evenveel belast? Zoo neen! dan ook geene gelijke afmetingen. En is in het *ligt en dicht* der bouwwerken eene overdrevene spaarzaamheid te herkennen, en willen wij ons voorstellen dat — de *zwendelgeest*, het *bedrog*, een *enkele maal* ook hier den toon aangeeft, dan is toch de besparing in het hier bedoelde geval te gering om daarin doorgaande eene andere rede dan een blindelings volgen van een aangenomen sleur, of volslagene onkunde te zien.

6. Ondanks dit alles valt het niet te ontkennen, dat men b. v. bij den bouw onzer woonhuizen met minder zware afmetingen kan volstaan dan die welke ons verschillende van die op de wetenschap steunende voorschriften geven. Het heldere individueele doorzicht, ondersteund door eenen bij ervaring en opmerking verkregen takt, vermogen veel om met gerustheid te kunnen aannemen wat deze ons aan de hand geven, maar die gaven zijn niet het deel van elk, wiens zaken hier van hem eene dadelijke beslissing eischen, en vooral niet van den nog jeugdigen prakticus; weshalve wij rekenen redelijk te mogen besluiten dat voor dezen het bezit van voorschriften waarop hij zich veilig kan verlaten gewenscht zijn; vooral ook omdat bij die voorschriften op eene redelijke spaarzaamheid, welke men in onzen tijd zoo zeer wil, is teruggezien.

Deze voorschriften zullen nu uit den aard der zake een zekere, zelfs eene aanzienlijke mate van empirismus aankleven, en daarom, wij gevoelen dit, niet zoo onvoorwaardelijk worden aangenomen en gevolgd. Wij vermeten ons dan ook niet dezelve als voor alle weerspraak onvatbaar te beschouwen, doch geloven ze op grond van persoonlijke ervaring, als voor de praktijk genoegzaam voldoende te mogen aannemen.

Ons voornemen is langs den ons geopenden weg datgene wat wij sedert jaren hier omtrent verzamelden, en aan de ondervinding van eigen persoon, en de bemerkingen van vakgenoten vermogten te toetsen, achtereenvolgens in geschrift te brengen. Wij namen ons voor bijzonder te schrijven voor hen die zich met geene of geene voldoende beoefening der Wiskundige Wetenschappen inlieten. Wij meenden echter ons niet te moeten onthouden de Wetenschappelijke beginselen waarop wij onze voorschriften lieten steunen aantegeven, en kozen den weg om de aanwijzing van deze in bijgevoegde noten, en dus zonder den text te onderbreken te geven, ten einde het overzicht voor hen, wier belang wij meer bijzonder in het oog hadden, niet te bemoeijelijken

Wij hebben getracht ieder bijzonder onderwerp tot een afgerond geheel te bewerken en meenden ons verpligt ook in den text hier en daar de motieven te moeten aangeven welke tot een beter begrijpen der gegevene voorschriften naar onze wijze van zien noodig waren.

N°. 1.

Bepaling der afmetingen van balken in woonhuizen, magazijnen enz.

a. *Balklagen in woonhuizen.*

7. De bepaling der afmetingen van balken in deze lagen vordert, zullen deze niet geheel willekeurig genomen worden, dat men eene bepaalde grootte van belasting aanneemt, welke die balken te dragen zullen hebben.

Hieromtrent bestaan nog al uiteenloopende opiniën. Natuurlijk moeten die opiniën er toe voeren dat de afmetingen overeenkomstig deze of gene van dezelve bepaald nog al tamelijk verschillend zijn. Dit strekt dan ook niet om het vertrouwen in de toepassing der theorie te vermeerderen; en inderdaad bestaat hierdoor eenigen grond voor een zeker wantrouwen.

Slaan wij Bernouilli's Vademecum 3de uitgave blz 230 op dan vinden wij opgegeven: „De toevallige belasting van vloeren bedraagt voor Woonvertrekken 150 $^{K^2}$ per M^2." Wij hebben gemeend ons aan deze opgave te mogen houden, en voegen dan daarbij voor het eigen gewicht van zolder en balken 50 KG. per M^2. waarmede ons inziens het totaal 200 KG. per M^2. kan gerekend worden voldoende te zijn. Wij hebben hiervoor verschillende meestal grootere opgaven aangetroffen doch achten deze te ruim genomen. 150 KG. per M^2. staat gelijk met een belasting van 2 volwassene personen op de M^2. Deze zal wel nimmer in woonvertrekken voorkomen, terwijl de plaatsen door de meubelen ingenomen wel in geen geval meer zullen belast zijn, wanneer men enkele uitzonderingen buitensluit; en ook is 50 KG. eigen gewicht der constructie per M^2. voldoende te achten.

Men neme hierbij echter in aanmerking dat hier uitsluitend op woonvertrekken gedoeld wordt. Bestemt men die vertrekken ook nog voor andere doeleinden dan zoude het kunnen zijn, dat die belasting te gering gesteld was. Voor korte tijdsverloopen is echter eene grootere belasting niet dadelijk schadelijk te achten; bij de beschouwing gaat men toch van beginselen uit die men in de praktijk als tot de ongunstigste behoorende kan rekenen. Zeker kunnen in het algemeen de constructiën meer dragen dan wij daaraan draagvermogen toekennen. — Gelukkig verschijnsel inderdaad! — Hoe dikwijls zien wij een huis jaren bestaan dat bouwkunstig, solied bouwkundig gezien, dreigt in puin te vallen? — Maar dezen toestand willen wij niet; mogen wij niet willen. Hoe ligtelijk treedt niet eene geheel onvoorziene omstandigheid op, die vreeselijke ongelukken voorbrengt? Hoe dikwijls dient in onze steden het eene gebouw niet tot steunpunt van een ander, dat dien opgedrongen steun door deze of gene omstandigheid, en dan dikwijls eene van volstrekt niet vreemden aard, missende of instort, of de gevolgen van een niet voldaan zijn aan de redelijke eischen der soliditeit maar al te duidelijk vertoont? De grens van het gewaagde mag in geen geval te dicht genaderd worden, doch eene onbeholpene vreesachtig-

heid. moet ook geen kostenverspil voortbrengen. De grens van dat gewaagde zullen wij voor ons tegenwoordig onderwerp later, en den natuurlijk altijd naar onze zienswijze aangeven

8. De theorie beschouwt nu de balken als bij de einden of ter plaatse waar zij dragen als eenvoudig ondersteund, en wil hierbij tegen breken eene *tienvoudige* zekerheid. Ook hieromtrent veroorloven wij ons de opmerking dat men b. v. bij prachtwerken bij welke ruimte van fonds dient beschikbaar te zijn, verkeerd zoude handelen de balken te beschouwen als in eenen meer voordeeligen toestand te verkeeren dan die welke de theorie daarvoor aanneemt, doch dat in gevallen waarin eene tot een redelijk uiterste gedreven spaarzaamheid dit vordert op het noodzakelijke dier toestanden, zeker wat valt af te dingen. Wij meenen dat in die gevallen eene *achtvoudige* zekerheid stellig voldoende is te achten; en de ondervinding heeft mij geleerd dat balken naar dien maatstaf bepaald inderdaad voldoende zijn; en men dan nog eene voldoende stijfheid heeft wanneer de dus bepaalde balken met den gestelden last regelmatig over die balken verspreid, niet meer dan p. m. $^1/_{400}$ der vrijdragende lengte in het midden doorbuigen, en eindelijk nog hebben wij gemeend te mogen aannemen dat de inmetseling der balken deze genoegzaam verstijft om te stellen dat de doorbuiging slechts $^4/_5$ van die zal zijn welke de balken zouden ondergaan wanneer zij inderdaad slechts eenvoudig ondersteund waren.

9. Nemen wij het door ons gestelde aan en voegen wij hierbij dat men de balksbreedte $^2/_5$ van de balkhoogte stelt, en eene verhouding waarbij die hoogte in vergelijk met de breedte grooter wordt achten wij niet verkieslijk, dan hebben wij voor de bepaling der afmetingen bij de bebalking onzer woonhuizen in acht te nemen de drie volgende voorschriften:

(1) De hoogte der balken neme men $^1/_{26}$ der vrijdragende lengte d. i. $^1/_{26}$ van den grootsten afstand van twee opvolgende steunpunten des balks. Wij verstaan onder de vrijdragende lengte hier bedoeld, voor een balk, reikende over een zijkamer en aanliggenden gang, de dagwijdte der muren van de kamer; en hiernaar berekent men nu de balk.

(2) De balksbreedte neme men $^2/_5$ van de hoogte of $^1/_{65}$ van de vrijdragende lengte.

en (3) De afstand der balken van midden tot midden moet hierbij zijn 0,11 van de vrijdragende lengte.

10. Deze voorschriften toepassende zal men zelden een rond aantal centimeters voor de hoogte en breedte vinden men neemt dan bij voorkeur het naast grootere ronde getal, of zoo, door bizondere omstandigheden de verkrijgbaarheid van de dus gevondene afmetingen niet bestaat, en het verschil zich bij een paar cM. bepaalt neme men altijd de naast grootere afmetingen. Bij den afstand neme men daarentegen het naast kleinere ronde getal 1).

1) Wij stellen in cM. rekende, de absolute weerstand aan het hout gemiddeld op 600 KG. per cM². en de Modulus der veerkracht op 130000. De balkshoogte noemen wij h, de balksbreedte b en de vrijdragende lengte l.

Doelen wij op eene 10-voudige zekerheid en is de gelijkmatig verspreide belasting P dan hebben wij $10\ P = 8\frac{b\ h^2}{6\ l} \times 600$, en dus $P = \frac{80\ b\ h^2}{l}$ wanneer de balkeinden alleen ondersteund zijn

Wij hebben dan ook de buiging op $\frac{1}{500}$ stellende

$\frac{1}{500} = \frac{5}{32} \times \frac{l^3}{130000\ bh^3} P$ en hieruit vindt men $P = \frac{1664\ bh^3}{l^3}$.

Zal nu aan het dus gestelde draagvermogen, en te gelijke aan de verlangde stijfheid voldaan worden dan moet in beide formulen P dezelfde waarde hebben, en hieruit volgt:

$\frac{1664\ bh^3}{l^3} = \frac{80\ bh^2}{l^2}$ — hieruit nu h oplossende, is $h = \frac{10}{208} l$ of zeer nabij $h = \frac{1}{21} l$.

Stellen wij verder den afstand der balken van midden tot midden a. cM. dan bevat het balkvak tusschen twee balken: al. cM² oppervlakte. Nu is de $M^2 = 10000\ cM^2$ alzoo het gewicht van het zoldervak op den balk wegende $\frac{al}{50}$ Kg. en wij hebben dan $\frac{al}{50} = \frac{80\ bh^2}{l}$ of voor h de waarde $\frac{1}{21}$ en voor b, die van $\frac{2l}{105}$ en lossen wij hierna a uit de herleide vergelijking op, dan vinden wij $a = 0{,}18\ l$.

De theorie in haar geheel toepassende, zouden dan de balken voor hoogte $\frac{1}{21}$, voor breedte $\frac{2}{5} \times \frac{1}{21}$ en voor afstand van midden tot midden bekomen 0,18 der lengte.

Bij de door ons aangenomene wijziging hebben wij:

$8\ P = 8\frac{bh}{bl} \times 600$ of $\frac{100\ bh^2}{l} = P$.

en $\frac{l}{400} = \frac{4}{32} \times \frac{l}{130000\ bh^3} \times P$ gevende $P = \frac{2600\ bh}{l^2}$,

dus ook $\frac{100\ bh^2}{l} = \frac{2600\ bh^3}{l^2}$

en hieruit vinden wij $h = \frac{1}{26}$ en $b = \frac{2}{5} h = \frac{2}{5} \times \frac{1}{26} l = \frac{1}{65} l$.

Nu is $\frac{al}{50} = \frac{100\ bh^2}{l}$ en hierin $h = \frac{1}{26} l$ en $b = \frac{1}{65} l$ stellende vindt men $a = 0{,}11\ l$

Wij zien hieruit dat de resultaten onzer beschouwing nog al beteekenend van die der meest gevolgde afwijken. Niet het groote voordeel hetwelk deze wijziging in de balken en dus ook in de balklagen oplevert geeft hier den doorslag bij de keuze, maar meer de meerdere stevigheid der vloeren of zolders bij de geringe afmetingen dien men in den regel daaraan geeft; dewijl toch ook nog de balken zelve in verre weg de meeste gevallen minder kostbaar zijn.

Wij achten het overbodig het verband tusschen het aldus gevondene en de gegevene voorschriften nader aantetoonen.

11. Wij zullen in het vervolg aannemen dat alle gegevene maten b. v. hier de vrijdragende lengte in cM. zijn uitgedrukt. Dit aangemerkt hebbende gaan wij de toepassing der gegevene voorschriften nader beschouwen.

Het zal al heel spoedig bij die toepassing gebeuren dat voor de balken de afstand kleiner dan 50 cM. gevonden wordt. Had men b. v. eene vrijdragende lengte aan 400 cM. dan was $0{,}11 \times 400 = 44$ cM. Wij meenen dat de balksafstand buiten bepaalde noodzakelijkheid niet kleiner dan 50 cM. moet genomen worden; en dit om de balken in een geregeld verband te kunnen aan- en inmetselen. Zal men op eene zekere mate van bevestiging der einden kunnen rekenen dan moet die aan — en inmetseling niet met allerlei steenbrokken geschieden, en

dit wordt het geval wanneer de balksafstand te klein wordt.

Omgekeerd zal ook bij zeer groote vrijdragende lengten de balksafstand al ligt te groot worden. Had men b. v. eene vrijdragende lengte aan 10 M. dan was de balksafstand zoo als wij die boven stelden $0{,}11 \times 1000$ of 110 cM. Om de zolder of vloerplanken geene te groote dikten te moeten geven, zouden wij aanraden de grootst geoorloofde balksafstand op 90 cM. te stellen. Spanningen van 10 M. en meer zullen wel nimmer ten minste hoogst zeldaam voorkomen bij werken als wij hier op het oog hebben. Zij zijn echter mogelijk en wij wenschen eene redelijke mate van volledigheid in onzen arbeid. Deze wenschende dienen wij optemerken dat bij zeer groote vrijdragende lengten of overspanningen de hoogte der balken zeer aanzienlijk wordt, en spoedig grooter dan wenschelijk is. — Levert de levering van platen die wij dan behoeven tegenwoordig minder bezwaar op, dan nog is de verlaging der verdiepingen door zware balken, of zoo men de verdiepingshoogten wil behouden het gevolgelijk meerder benoodigde metselwerk volstrekt niet onverschillig. Had men b. v. eene vrijdragende lengte van 1040 c.M. dan werd de balkshoogte 40 c.M. wanneer men het voorschrift volgde. Wij zouden nu aanraden de balkshoogte van 35 cM. niet te overschrijden.

12. Men zal gemakkelijk inzien dat door deze bijbepalingen de toepassing der gegevene voorschriften zeer beperkt wordt. Wil men geenen minderen balksafstand dan 50 cM. dan kan naar de gegevene voorschriften de vrijdragende lengte der balken niet minder dan 4.55 M. of 455 cM. zijn, en is 90 cM. de grootste balksafstand die men kan veroorloven dan is de overeenkomstige vrijdragende lengte 818 cM. Heeft men dus vrijdragende lengte beneden 455 en meer dan 818 dan kunnen de gegevene voorschriften niet meer toegepast, doch moeten zij door anderen vervangen worden. Legt men de balken wijder uit elkander dan wordt het zoldervak tusschen twee balken grooter, en zal gevolgelijk de balk meer belast zijn en nu ook grootere dwarsafmetingen moeten erlangen. De hoogte wordt dan meer dan $^1/_{26}$ der lengte en hierbij, daar $^1/_{26}$ der lengte voor hoogte genoegzaam is voor de stijfheid, zal die stijfheid niet alleen voldoende maar zelfs grooter zijn.

13. Heeft men door toepassing van de voorschriften van § 9 de hoogte van den balk bepaald, en ook de afstand der balken; en bevindt men deze laatste kleiner dan 50 cM. te zijn, dan zal men om aan de balken dien afstand te kunnen geven de hoogte, en gevolgelijk ook de breedte van den balk moeten vermeerderen.

De hoogte welke men nu aan de balken te geven heeft vindt men door het volgende voorschrift toetepassen:

Men bepaalt aanvankelijk de hoogte van den balk naar het voorschrift van § 9 op $^1/_{26}$ der vrijdragende lengte.

Op het standvastige getal 5000 deelt men, het getal dat men bekomt wanneer men de vrijdragende lengte in cM. uitgedrukt 11 malen genomen heeft. Deze deeling niet opgaande zet men die minstens drie decimalen voort.

Uit het dan verkregen quotient trekt men den derden machtswortel; en wanneer men nu den dus gevonden wortel met de aanvankelijk volgens het voorschrift van § 9 gevondene hoogte vermenigvuldigt bekomt men de hoogte welke men aan de balk moet geven voor het geval dat men 50 cM. balksafsand te geven heeft.

Een voorbeeld zal dit voorschrift nader toelichten.

Stel de vrijdragende lengte was 360 cM. dan vinden wij voor de balkshoogte $^{360}/_{26}$, gevende ruim 13. Volgens den regel in het voorschrift vervat stelt men de hoogte op 14 cM. De afstand der balken van midden tot midden wordt nu $0{,}11 \times 360$ alzoo 39.6 c.M. waarvoor men nu 39 volgens het voorschrift zoude moeten nemen. Wil men nu die afstand tot 50 cM. brengen dan deelt men 5000 door 11×360 of door 3960. Men vindt die deeling tot 3 decimalen voortzettende voor quotient 1,265. De derde machtswortel uit, 1,265 getrokken hebbende, heeft men deze 1,08 of circa 1, 1 zijnde, de gevondene hoogte met 1, 1 te vermenigvuldigen. Men heeft dan $1{,}1 \times 14$. gevende 15,4. Men neemt nu voor balkshoogte 16 cM. Het $^2/_5$ van 16 is $^{32}/_5$ of als naast grooter quotient 7 en men zal dan balken van 7 bg. 16 cM. op 50 cM. afstands van midden tot midden te leggen hebben.

14. Het noodige trekken van den derden machtswortel uit het laatste quotient bij de bewerking verkregen, maakt deze berekening wel eenigszins lastig. Wij mogen echter aannemen dat de derde machtswortelrekking eene algemeen bekende rekenkunstige bewerking is. Zij welke die bewerking te omslagtig vinden kunnen zich bedienen van daarvoor opzettelijk vervaardigde tafelen. Zoodanige tafel geeft Bernouilli's Vademicum, 3de uitgave blz. 29. In de derde kolom vinden wij 1231 als een getal dat het naaste komt bij 1265 welke wij met weglating van het decimaal teeken voor meergenoemd quotient vonden. In de eerste kolom der tafel vinden wij met 1331 overeenstemmende 11 en van deze een cijfer als driemaal afschrappende hebben wij 1,1 waarmede men nu de eerstgevondene balkshoogte te vermenigvuldigen heeft om de begeerde balkshoogte, in ons geval met 50 cM. balksafstand overeenstemmende, te hebben.

15. Wordt bij zeer groote vrijdragende lengten de balksafstand te groot dan moeten de balken dichter bij elkander gelegd worden. Zij kunnen dan met mindere afmetingen bestaan. De hoogte wordt nu minder dan $^1/_{26}$ der vrijdragende lengte, en hierdoor dan ook, wanneer de balken op eene achtvoudige zekerheid belast worden, de doorbuiging te groot, en de stijfheid te gering. Voor deze gevallen moet bij de bepaling der veranderlijke afmetingen bijzonder op de stijfheid gelet worden.

16. Voor dit geval den grootsten balksafstand, zooals wij dien stelden en dus 90 cM. aannemende, hebben wij ter bepaling van de hoogte aan de balken op dien afstand gelegd, het volgende voorschrift:

Men neemt de derde macht der vrijdragende lengte, in cM. uitgedrukt, 9 malen en deelt de uitkomst door

het standvastige getal 5200, het quotient tot 4 decimalen voortzettende en uit dit trekt men dan den vierden machtswortel, namelijk eerst den tweeden en dan nogmaals uit dezen wederom den tweeden machtswortel. De laatste wortel is nu de gevraagde hoogte en $^2/_5$ van deze de overeenkomstige breedte.

Geven wij ook nu wederom een bepaald voorbeeld. Stel de vrijdragende lengte was 10 M. of 1000 cM. dan is de derde macht van deze 1000 × 1000 × 1000 of 1000000000 Deze 9 malen genomen geeft 9000000000. Deelt men dit getal door 5200 dan vindt men de deeling tot 4 decimalen voortzettende voor quotient 1923076,9230.

Trekt men hieruit den tweeden machtswortel, dan vindt men 1386.02.

Hieruit nogmaals den wortel trekkende heeft men 37.2 (ruim).

Men zal dus aan de balken, op den afstand van 90 cM. van midden tot midden gelegd, 38 cM. hoogte en $^2/_5$ × 38 of 15,2 stel 16 cM. breedte moeten geven.

17. Wil men de afstand der balken minder nemen om eene mindere balkshoogte te hebben, dan kan dit ook zeer goed geschieden. Is de afstand der balken vooraf bepaald, dan zal men eenvoudig het nu volgende voorschrift in toepassing te brengen hebben, waarbij wij dan om geene aanleiding tot misverstand te geven er aan herinneren dat wij doelen op het verminderen van den balksafstand welke ons de voorschriften van § 9 zouden geven, en het nu volgende voorschrift dan ook alleen geldt wanneer men eenen minderen afstand wil.

Men neme wederom de derde macht der vrijdragende lengte deze in cM. uitgedrukt hebbende, en vermenigvuldige die macht met den aangenomenen balksafstand. Het dan gevondene product deele men door 52000, waarbij het quotient wederom tot 4 decimalen kan voortgezet worden.

Uit dit quotient trekt men eerst den tweeden machtswortel, en uit dezen wortel nogmaals den tweeden machtswortel. Deze laatste geeft dan de hoogte welke men aan den balk zal te geven hebben.

Stel de vrijdragende lengte was 1025 cM. dan is de derde machtswortel 1025 × 1025 × 1025 of 1076890625. Zoo men nu de balken op 50 cM. van midden tot midden wil leggen heeft men 50 × 1076890625. Dit getal moet nu gedeeld worden door 52000. Wij hebben dan

$$\frac{50 \times 1076890625}{52000.}$$ gevende 10345471, 7163.

Trekt men hieruit den tweeden machtswortel dan vindt men 1017.64; en hieruit wederom den tweeden machtswortel trekkende, 31.8.

Men geve dan aan den balk de hoogte van 32 cM. en dus de breedte van $^2/_5$ × 32 of 13 cM.

Had men zich vergenoegd met alleen het draagvermogen van den balk te verzekeren dan zoude de hoogte eenigszins minder gevonden zijn. Het is beter in deze gevallen het laatst gegeve voorschrift toe te passen. 1)

(*Wordt vervolgd.*) J. G. J. VAN ROOSMALEN.

---

1) De formule voor de belasting welke een balk alleen op het draagvermogen lettende, en onze grondslagen voor de gegevene voorschriften aanhoudende, kan dragen is

$P = \frac{100\ b h^2}{l.}$, waaruit volgt, $h = \frac{5}{2}$ b stellende, $P = \frac{200\ h^3}{5\ l.}$ of $\frac{40\ h^3}{l.}$

Die over de belasting welke tot achtvoudige zekerheid voor den balk opklimt, en dan niet meer dan $\frac{1}{400}$ buiging in het midden heeft, is.

$$\frac{1}{400} = \frac{1}{8} \times \frac{l^3.}{130000\ b h^3} \times P.$$

Is h minder dan $\frac{1}{20}$ der vrijdragende lengte dan zal wanneer wij P uit de eerste dezer formules berekenen, en de dan gevondene waarde in de tweede voor P inzetten bevonden worden dat de doorbuiging te groot, en gevolgelijk de stijfheid te gering zal zijn; terwijl in geval het draagvermogen bij de hoogte h volgens de eerste formule, tevens eene belasting geeft die ook voor de stijfheid niet te groot is zal bij vermeerdering van h door de balken wijder uit elkander te leggen, die stijfheid nog meer verzekerd zijn. Dat draagvermogen toch neemt toe in rede van bh^2. en de stijfheid, dat is de mindere buiging. in rede van bh^3.

Uit deze bemerking volgt dan dat wanneer men de balksafstand vergroot h naar de eerste der beide formules moet bepaald worden; en wanneer wij in deze $b = \frac{2}{5} \cdot h$ stellen vervat zij $P = \frac{40\ h^3}{l.}$. Nu is $P = \frac{50\ l}{50}$ of $= l$ wanneer wij 50 cM. balksafstand aannemen en wanneer wij het voorschrift van § 19 volgen is $P = \frac{0{,}11\ l^2}{50}$. Is nu in dit laatste geval de hoogte h en die bij den afstand van 50 cM. der balken, h, dan is $h^3 : h^3, = \frac{0{,}11\ l^2}{50} : l.$

of $h^3 : h^3, = 0{,}11\ l : 50 = 11 : 5000.$

en hieruit wordt dan gevonden $h, = h \sqrt[3]{\frac{5000}{11\ l}}$.

Deze formule vinden wij in de woordelijke omschrijving aan het voorschrift van § 13 terug.

Moet men integendeel de balksafstand verminderen dan zal voor het draagvermogen de hoogte minder zijnde, en deze nu aan de verlaagde stijfheid moeten voldoen; en wij zullen nu de formule $\frac{1}{400} \quad \frac{1}{8} \times \frac{l^3}{130000\ bh^3} \times P$ moeten toepassen. Kiest men nu de balksafstand m dan is $P = \frac{m\ l}{50.}$ en dus $\frac{1}{400} = \frac{1}{8} \times \frac{l^3}{130000\ bh^3} \times \frac{m\ l}{50.}$ en zoo $b = \frac{2}{5}$ h is wordt deze formule:

$\frac{1}{400} = \frac{1}{8} \times \frac{5\ l^3}{2 \times 130000\ bh^4} \times \frac{m\ l}{50}$. Hieruit h oplossende vindt men $h = \sqrt[4]{\left(\frac{m\ l^3}{52000.}\right)} = \sqrt{\left\{\sqrt{\left(\frac{m\ l^3}{52000}\right)}\right\}}$.

Deze formule is de voorstelling van het voorschrift van § 16, zoo men $m = 90$ stelt en dus de formule overgaat in $h = \sqrt{\left\{\sqrt{\left(\frac{9\ l^3}{5200}\right)}\right\}}$.

Stellen wij in deze formule $m = 50$, dan is $h = \sqrt{\left\{\sqrt{\frac{5\ l^3}{5200}}\right\}}$

en deze is dan de voorstelling van het voorschrift van § 17.

HET KASTEEL „OUD WASSENAAR"

BIJ 'S GRAVENHAGE.

(*Vervolg van bladz.* 2.)

Op den onderbouw is het geheele gebouw opgetrokken in twee verdiepingen, uit donker roode baksteen (Rhijnsteen), afgewisseld door banden van bergsteen, een witte kalksteen uit de groeven van Creil in de nabijheid van Parijs, waarvan ook de meeste lijstwerken, de omramingen en bekroningen van vensters en deuren, benevens het beeldhouwwerk zijn uitgevoerd. Alleen die deelen, welke eerder aan beschadiging zijn blootgesteld, werden van een hardere steensoort (Roche de la Victoire, eveneens een witte kalksteen uit Frankrijk) vervaardigd.

Het geheele gebouw is door steile daken bekroond, waaronder eene ruime zolderverdieping de noodige ruimte en de slaapvertrekken voor het dienstpersoneel aanbiedt.

De dakvlakken zijn gedekt met engelsche en amerikaansche leijen in verschillende kleuren, blauw, rood en groen, waarvan het mozaiek tegen de lucht een zeer goed effekt maakt.

Een 8 meter breede trap aan den hoofdgevel voert onder den overdekten hoofdingang of loggia, die met in ijsselsteen gemetselde koepelgewelven is overspannen en bevloerd met terrazzo-mozaiek tegels.

Van uit deze loggia treedt men de vestibule der parterre-verdieping (bel étage) binnen, die 1,95 M. boven het omringende terrein is gelegen, een overdekte stoep aan den noordgevel geeft eveneens toegang tot de vestibule.

Om deze ruimte, ongeveer 13 Meter in het vierkant groot, scharen zich de verschillende vertrekken. Links treedt men door eene antichambre naar het boudoir, grenzende aan den salon, van uit den salon in de eetkamer, naar de bibliotheek.

Rechts bevinden zich de vertrekken van den Heer des huizes, de hoofdtrap, billardkamer, enz. Recht tegenover den hoofdingang bevindt zich de groote zaal, waarachter zich een ruim terras uitstrekt, dat langs een ruimen stoep toegang geeft tot het park.

De vestibule gaat door beide verdiepingen en wordt verlicht door eene cirkelvormige opening in het plafond, met gekleurd (gebrand) glas gesloten; langs de vier wanden strekt zich eene gaanderij uit, die gedragen wordt door zuilen (monolithen) van rood, schotsch graniet, met zwart marmeren basementen en wit marmeren kapiteelen; de pedestals der zuilen zijn van grijs schotsch graniet. Om deze gaanderij met wit marmeren balustrade scharen zich de vertrekken (voor het meerendeel slaapvertrekken) der 1e verdieping.

De vloer der vestibule bestaat uit wit geaderd marmer met banden van gekleurd marmer-mozaiek, (rood, zwart en wit) tusschen de kolommen, terwijl de wanden dezer monumentale ruimte zijn bekleed met kunstmarmer (stucco lustro) in verschillende kleuren.

De uitvoering van dit „*stucco lustro*" is onberispelijk, zoowel wat de kleuren als de bewerking betreft, en vertoont sedert vier jaren dat het is aangebracht niet de minste verandering of gebreken, ten bewijze dat het tegen den vochtigen invloed van ons klimaat volkomen bestand is.

Eene meer uitvoerige beschrijving dezer monumentale bekleedingstof is daarom in dit tijdschrift wellicht niet overbodig, nu de stucco meer en meer ook in ons land voor bekleeding van gangen enz. wordt toegepast In een afzonderlijk opstel komen wij later op dit onderwerp terug. Deuren van blank eikenhout, rijk gebeeldhouwd, geven van uit de vestibule toegang tot de daaromliggende vertrekken.

Het trappenhuis, rechts van den hoofdingang, waarvan de wanden evenzoo met stucco lustro bekleed zijn, in onmiddelijke verbinding met de vestibule, bevat een wit marmeren trap met dito balustrade die naar de gaanderij op de 1e etage voert, ook hier valt het licht binnen door vensters, met gebrand glas gesloten.

Het systeem van overdekking en de wandversiering van vestibule en trappenhuis zullen door de nog volgende platen 18, 19 en 20 nader worden aangetoond.

Behalve de hoofdtrap is in den rechter achtervleugel een diensttrap aangebracht, die van het sous-terrein door de beide verdiepingen naar de zolderverdieping voert. Evenzoo voert een brandvrije (steenen) wenteltrap in den rechtervleugel van uit het sous-terrein naar de slaapverdieping en is de communicatie van de vertrekken van de vrouw des huizes, met die van hare bedienden, door middel van een ijzer wenteltrapje gemakkelijk gemaakt.

Op de 1e verdieping, waar de omgaande gaanderij met houten parketvloer de verschillende vertrekken onderling verbindt, bevinden zich aan de zijde van den hoofdgevel, in de beide torens en in het midden gedeelte, kleine boudoirs in gemeenschap met de slaapvertrekken.

Op deze verdieping is ook aan alle eischen van comfort voldaan.

Eene waterleiding met wel- en regenwater, die door het geheele gebouw is aangebracht, voedt op deze verdieping twee ruime badkamers, waarvan de wanden geheel met gekleurde verglaasde Minton-tegels zijn bezet. In de eene badkamer is een ruim bassin aangebracht, in den vloer verzonken gemetseld, en met witte engelsche tegels bezet.

Van deze tegels is verder een ruime toepassing gemaakt voor wandbekleeding der keukens, gangen en privaten. De betimmering van de vertrekken dezer verdieping is, op enkele na, vrij eenvoudig, overal zijn lambriseringen en blinden aangebracht. De bovenkamertjes zijn van hooge lambriseringen voorzien, de plafonds van eenige kamers van hout, de overige gestucadoord.

De vertrekken der parterreverdieping, waarvan in de volgende afleveringen meer gedetailleerde teekeningen zullen verschijnen (Plaat 12—17), zijn alle meer of minder rijk betimmerd. De kleine vertrekken en het bovenkamertje van den Heer des huizes, rechts van den hoofdingang, is voorzien van hooge lambriseringen ter hoogte van 1,50, uit blank, inlandsch notenhout vervaardigd, de wanden daarboven met geweven stoffen bekleed. De billardkamer eveneens van een hooge, in donkere kleuren geschilderde lambriseering voorzien, is behangen met een fraai goud lederen behangsel, afkomstig uit het begin der XVIII eeuw.

(*Wordt vervolgd.*) C. MUYSKEN.

WONING VAN DEN HOOFD-DIREKTEUR

DER RIJKS-MUSEUM-GEBOUWEN TE AMSTERDAM.

Architekt P. J. H. CUYPERS.

(*Vervolg van bladz.* 4.)

Plaat III geeft den platten grond der 2de verdieping, waarvan de indeeling is als volgt: *a* portaal, *b* gang met *c* fonteintje, *d* water-closet, *e* groote slaapkamer met *f* voorkamer, *g* logeerkamer met *h* voorkamer, *i* en *j* slaapkamers.

De derde verdieping is op plaat IV voorgesteld. Zij bevat *a* portaal, *b* gang met *c* fonteintje, *d* water-closet, *e*, *f*, *g* slaapkamers, *h* badkamer, *j* en *k* dienstbodenkamers, *l* kasten, *m* trap naar de zolders.

Boven deze verdieping zijn nog ruime zolders, die tot bergplaatsen kunnen ingericht worden.

Plaat V geeft den zuidelijken voorgevel, waarover reeds in onze vorige aflevering gesproken is.

Plaat VI geeft den oostelijken gevel, welke aan de tuinzijde der woning uitkomt. De groote glazen deur, die naast het dubbele venster staat, geeft toegang uit de eetkamer in den tuin.

Op plaat XVIII komt de schoorsteen voor, waarover in de vorige aflevering gesproken is, met een gedeelte van de betimmering en het dubbel-venster van de eetkamer.

In eene volgende aflevering zal het schoorsteenstuk in tegels op eene groote schaal, gegeven worden.

De muren zullen beschilderd worden met matte verwen. De grondtoon is brons-groen; de friesen of banden langs het plafond zijn 15 ctm. breed en bestaan uit loofwerk in licht groen, ontspringend uit een rood hoofdblad op zwarten grond en verder met eene rood- en gele streep van muurvlak en plafond gescheiden.

De breede wangen (jouées) of dikten van den muur in de venstersopeningen zijn op gelijke wijze beschilderd, ten einde de donkere schaduwzijde der muren naast het venster op geleidelijke en aangename wijze te doen overgaan tot het helder daglicht dat door het venster schijnt en het uitzicht geeft op planten en bloemen van den tuin.

Door de bijzondere dikte der muren is deze beschildering van meer belang dan in gewone partikuliere woningen, waar deze wangen, ondiep zijnde, meestal door gordijnen worden bedekt.

De vloer is donker gebeitst eikenhouten parket; het plafond bestaat uit donkere banden en licht houten paneelen welke vernisd zijn.

De banden zijn van vlak ornementwerk voorzien.

De kruispunten van het raamwerk zijn met in hout gesneden rosetten versierd.

Het overige timmerwerk is donker bruin gebeitst en in de was gewreven.

(*Wordt vervolgd.*)

PROEVE EENER VERZAMELING VAN VOORSCHRIFTEN

VOOR HET BEPALEN DER DWARSAFMETINGEN VAN DE ONDERDEELEN DER BOUWKUNDIGE CONSTRUCTIEN, WELKE DAGELIJKS OP HET GEBIED DER BURGERLIJKE BOUWKUNDE VOORKOMEN.

(*Vervolg van bladz.* 16)

18. Aangaande het tot nog toe behandelde, merke men wel op dat hier de verhouding van de breedte tot de hoogte der balken als 2 tot 5 is genomen, en dat men de voorschriften niet kan toepassen wanneer men balken van eene andere verhouding in dwars afmetingen neemt. Ook merken wij op dat ons inziens de balksbreedte minder dan 7 cM. wordende, toch aan de balken de breedte van 7 cM. moet gegeven worden, en dit om de zekere bevestiging der vloer of zolderdeelen op de balken. Zijn de vrijdragende lengten zoodanig klein dat men bij 50 cM. balksafstand minder dan 7 cM. hoogte krijgt, dan neme men ook deze in geen geval minder en gebruike dan balkjes van 7 bij 7 cM. Loopen de balken door en zijn de tusschensteunpunten minder te vertrouwen, dan beschouwe men zoodanig steunpunt als niet bestaande. In de meeste gevallen is dit bij halfsteens tusschen- of scheidingsmuurtjes het geval, vooral wanneer deze meer dan 3,5 M. hoogte tusschen de beide opvolgende verdiepingen hebben, of ook wanneer deze niet van beneden af opgaan en, hetgeen trouwens geheel is afteraden, op balken rusten; ook dan nog wanneer deze ijzeren balken zijn; tenzij hangwerken of andere constructien welke de drukking op meer verzekerde punten overbrengen zijn verordend.

19. Heeft men balken van bepaalde dwarsafmetingen beschikbaar, zooals dit bij het verbouwen van perceelen nog al voorkomt, of stellen ons andere bijkomende omstandigheden deze ter hand, dan dient men te bepalen hoever zij uit elkander moeten of kunnen gelegd worden, om aan de eischen die wij voor draagvermogen en stijfheid stelden te voldoen, waarbij dan natuurlijk de vrijdragende lengte bekend moet zijn. Ontmoet men hierbij balken, die blijkbaar benedenwaarts rond zijn doorgezet, dan ligt hier in het bewijs dat zij of overladen geweest zijn, of door ouderdom zooveel aan veerkracht verloren hebben dat de gewone belastingen voor die balken te groot zijn. Het hangt nu natuurlijk veel van den graad der opgemerkte buiging af, of de balken veel dan wel minder door de belasting hebben geleden. Wil men deze balken gebruiken, dan is het niet raadzaam hen bij dat gebruik de vrijdragende lengte te geven welke zij vroeger hadden, en deze minder nemende, dan nog altijd te zorgen dat de grootste doorbuiging buiten het midden valt der vrijdragende lengte welke zij opnieuw gebruikt wordende, bekomen Het is onmogelijk het al of niet bruikbare dier balken op stellige wetenschappelijke gronden te bepalen. Streng genomen zijn ze onbruikbaar. De balken te bezigen, zonder eenig regard op dit bestaande euvel te slaan, is eene dadelijke verkeerdheid. Men houde dus hiervan rekening en regele den weerstand die zij te bieden hebben zoodanig, dat deze belangrijk minder is dan die welke men van nieuwe balken zoude vorderen, b. v. bij eenigszins gunstig aanzien $^2/_3$, anders nog minder.

20. Heeft men balken die het genoemde gebrek niet hebben, dan heeft men te onderscheiden of zij $^1/_{26}$ of meer der vrijdragende lengte voor hoogte hebben, of dat die hoogte minder is. In het eerste geval neemt men altijd in cM rekenende, de tweede macht van de hoogte der balken. Men vermenigvuldigt deze macht met de balksbreedte en het komende product met 5000 Het dan verkregene deelt men door de tweede macht van de vrijdragende lengte, en krijgt dan voor quotient het aantal cM. dat de balken van midden tot midden uit elkander moeten gelegd worden.

Had men b. v. eene vrijdragende lengte van 600 cM. en hiervoor beschikbaar balken van 12 bij 25 cM. Dan hebben deze balken meer dan $^{600}/_{26}$ of ruim 23 cM. hoogte. De balken hebben dan bij eene belasting, met het volle door ons als geoorloofd gestelde gewicht, eene ruim voldoende stijfheid, en wij kunnen nu het gegevene voorschrift toepassen.

De tweede macht van 25 is 25×25 of 625. Deze met de breedte 12 vermenigvuldigende heeft men 12×625 of 7500 voor product. Dit product 5000 malen nemende vindt men 5000×7500 of 37500000. De tweede macht der vrijdragende lengte is nu 600×600 of 360000. Wij hebben nu 3750000 door 360000 of 3750 door 36 te deelen, en vinden dan voor quotient, ruim 104. Men kan die balken dan veilig 103 cM. uit elkander leggen. 3)

3) Is de stijfheid voldoende verzekerd dan zal men de afstand der balken zoodanig te bepalen hebben dat de belasting op een zoldervak het juist voldoende draagvermogen van den balk geeft. Wij hebben dan de afstand der balken van midden tot midden in cM. uitgedrukt, a noemende.

$$\frac{a\,l}{50} = \frac{100\,bh^2}{l.} \quad \text{en hieruit vindt men } a = \frac{5000\,b\,h^2}{l^2}$$

Is de hoogte niet voldoende om bij eene belasting gelijk aan de draagkracht van den balk, dezen eene voldoende stijfheid te verzekeren, dan hebben wij overeenkomstig het door ons aangenomene

Wil men zich nu aan den afstand van 90 cM. houden dan zal de balklaag een ruim groot draagvermogen verkrijgen, en ook zal de stijfheid dan ruim voldoende zijn. Dit te veel, is echter niet te verhelpen.

In het tweede geval, waarbij de stijfheid door te geringe hoogte der balken niet voldoende is wanneer deze met het gewicht, dat wij als geoorloofd stelden, belast zijn, kan het gegevene voorschrift niet gevolgd worden. Men vindt dan den gevraagden balksafstand op de volgende wijze:

Men neemt de derde macht van de beschikbare balkshoogte, vermenigvuldigt deze met de breedte der beschikbare balken en het komende product dan nog met 130000. Deze laatste uitkomst deelt men door de derde macht der vrijdragende lengte. Het quotient geeft den gezochten balksafstand.

Stellen wij voor 600 cM. vrijdragende lengte, balken van 12 bij 20 cM. beschikbaar te hebben, dan vinden wij volgens het voorschrift, het volgende.

De derde macht der balkshoogte 20 × 20 × 20 of 8000 en deze met de balksbreedte 12 vermenigvuldigende geeft 12 × 8000 of 96000.

Dit getal 130000 malen nemende heeft men 130000 × 96000 of 12480000000. De derde macht der balkslengte is 600 × 600 × 600 of 216000000.

Deelen wij nu 216000000 op 12480000000 of 216 op 12480 dan vinden wij voor quotient ruim 57; en deze is nu de afstand waarop de balken van midden tot midden moeten gelegd worden.

21. Hebben wij eene zeer wijde ruimte te bebalken en vinden wij het noodig ons bij eene bepaalde balkshoogte te bepalen, vergezeld van eene bepaalde balksbreedte, dan hebben wij hier een geval waarop het laatste door ons gegevene voorschrift toepasselijk is, en men zal dit slechts letterlijk te volgen hebben om de overeenkomstige balksafstand te vinden.

22 Bij de balklagen in onze woonhuizen komen herhaaldelijk en wel bij iedere constructie balken voor die op eene andere wijze, dan de gewoonlijk belaste zolderbalken, belast zijn. In den regel blijft bij de keuze der balksafmetingen deze omstandigheid eenvoudig buiten rekening, en dit is vooral wanneer zij eene vermeerdering van dwarsafmetingen bij de balken vordert toch stellig eene verkeerdheid. — De overdrevene zucht tot spaarzaamheid, is niet eens voor dit geval eene aanneembare verschooning, dewijl toch de daardoor verkregene besparing niet noemenswaardig is, zoodat hier aan een gedachtenloos volgen van eene eenmaal aangenomen sleur moet gedacht worden. Dikwijls heeft dit verzuim geene schadelijke gevolgen, somtijds echter ontstaan daaruit in onze balklagen zwakke punten, die men juist niet opzettelijk wilde. Natuurlijk dient men zich te vergewissen van de gronden waarop de noodzakelijkheid eener vermeerdering van dwarsafmetingen berust, en van die welke deze onnoodig maken; en in het eerste geval moeten wij kunnen bepalen hoeveel die noodzakelijke vermeerderingen moeten bedragen.

Er komen, dit onderwerp betreffende gevallen voor, die geheel toevallig zijn te achten, doch ook vele welke telkens terugkeeren en dus van meer algemeenen aard zijn. Het is met deze laatste dat wij ons meer bepaald nu gaan bezig houden.

23. Wij hebben als zoodanig de balken die anders belast zijn:

1°. Door dat zij de einden van raveelbalken te ondersteunen hebben.

2°. Die raveelbalken zelve, dienende tot ondersteuning der afgezette of kreupele balken.

3°. Balken die den last van trog of steekgewelfjes te dragen hebben.

4°. Balken waarop de ondersteuning van een gedeelte der dekkings- of daklast neerkomt.

5°. Balken die aan of over de vrijuitstekende lengte belast zijn, zooals die voor uitstekende balkons.

24. Met de eerste aanvangende stellen wij het eerste zeer menigvuldig voorkomende geval, waarvan fig. 1 eene schets in eenvoudige lijnen geeft.

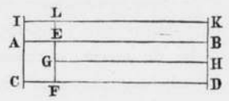


Fig. 1.

AB en CD zijn de beide balken die den raveelbak EF ondersteunen GH is de kreupele balk die bij G op den raveelbak EF rust, en met het andere einde H in den muur of den wand, waar de balken AB en CD gesteund worden, mede zijne ondersteuning vindt.

De vraag volgt nu: Wanneer en hoeveel moeten de dwarsafmetingen van AB vermeerderd worden.

Hiertoe is noodig dat wij ons een juist denkbeeld vormen van de wijze waarop de balk AB belast is, terwijl CD geheel in denzelfden toestand verkeert. Dit nu is zeer gemakkelijk. Over het gedeelte AE van den balk AB is verspreid de helft der belasting van het gedeeltelijke zoldervak AELI. Over het gedeelte EB van den balk AB, het geheele gewicht van het zoldervak EBKL. Op de kreupele balk werkt dezelfde belasting als op het gedeelte EB van den balk AB. Deze belasting op den kreupelen balk GH, drukt over de eene helft op H en voor de andere op den raveel balk bij G. De druk bij G wordt nu voor de helft op den balk AB bij E overgebracht.

Om nu de belasting van den balk AB te bepalen kiezen wij een bepaald voorbeeld; wij stellen de lengte AB der balken 700 c.M., en nemen aan dat AE = 120 c.M. is.

Voor 700 c.M. vrijdragende lengte is de balksafstand 0,11 × 700 of 77 c.M. Het balkvak AELI heeft dan 77 × 120 c.M². oppervlakte, zijnde 9240 c.M²., en de belasting op dit vak zal dan zijn $\frac{9240}{50}$ of zeer nabij

---

$\frac{1}{400} = \frac{1}{8} \times \frac{l^3}{130000\ b\ h^3} \times \frac{a\ l}{50}$ en hieruit vinden wij

$\frac{a\ l}{50} = \frac{2600\ b\ h^3}{l^2}$

en verder $a = \frac{130000\ b\ h^3}{l^3}$

Deze dus voor a, gevondene waarden zijn de gegevene voorschriften in formules uitgedrukt.

185 Kg. De helft hiervan is 92,5 Kg. waarvoor wij stellen 93 Kg. De belasting van het zoldervak EBKL is om dat nu EB = 700—120 of 580 is $\frac{580 \times 77}{50}$ of ruim 893 Kg. De balk GH is ook met dat gewicht gelijkmatig belast en dewijl bij E het $^1/_4$ dier belasting drukt is die druk bij E ruim 223 stel 224 Kg.

Nemen wij nu deze gedeeltelijke belastingen te zamen dan hebben wij 93 + 893 + 224 Kg. of 1210 Kg.

De zolderbalk IK draagt nu $\frac{77 \times 700}{50}$ of 1078 Kg. en de balk AB is dan blijkbaar meer belast dan de gewone zolderbalken IK; en hierbij komt dan nog dat de belasting nu volstrekt niet regelmatig over den balk verspreid is en dus veel ongunstiger op het draagvermogen van den balk werkt.

Het kan echter ook zeer goed het geval zijn, dat de belasting van AB gelijk, en zelfs minder, dan die van IK wordt. Was b. v. in fig. 2, AB = 500 c.M. tegen EB = 200, dan had men van de belasting over AE verspreid van $\frac{77 \times 300}{50}$ de helft, dus 231 Kg. De belasting over EB verspreid was dan: $\frac{77 \times 200}{50}$ of 308.

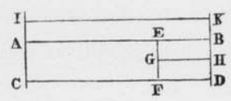


Fig. 2.

In E drukt nu het $^1/_4$ van 308 of 77 Kg. en de totale belasting van den balk is nu 231 + 308 + 77 of 616 Kg., bijgevolg belangrijk minder dan die van den zolderbalk IK.

Men neme nu wel in aanmerking, dat wanneer wij op deze wijze de belastingen van de zolderbalken IK en AB even groot vinden, de minder gunstige werking der belasting op AB toch nog eene vermeerdering van de dwarsafmetingen van AB vordert.

Er bestaat echter een verschil waarbij de vermeerdering niet noodig wordt en dit kan zelfs zoodanig zijn, dat de balken als AB met mindere afmetingen zouden kunnen volstaan. In dit laatste geval late men die balken de dwarsafmetingen der vorige zolderbalken behouden, daar eene vermindering toch geene beteekenende voordeelen geeft.

Men dient nu te bepalen bij welk verschil die vermeerdering ophoudt noodzakelijk te zijn. Dit is het geval wanneer de afstand AE, waarop de raveelbalk uit de muur A ligt, de helft van de totale balklengte bedraagt. Het aantal Kg. der belasting is hetzelfde als dat van de gewoonlijk belaste zolderbalken, wanneer AE het $^1/_3$ van de totale balkslengte AB bedraagt. Wij herhalen, dat het gelijk zijn dier belastingen niet genoegzaam is, om de dwarsafmetingen van AB gelijk aan die van de zolderbalken te houden en dat het straks te geven voorschrift dient te worden toegepast, wanneer men voor AE minder heeft dan $^1/_2$ van de totale vrijdragende lengte. 4).

25. Valt nu E tusschen A en het midden van den belasting over AE verspreid: $\frac{a\ \frac{1}{m}}{100}$ of $\frac{a\ l}{100\ m}$. De druk welke het raveel-einde bij E op den balk voortbrengt is $\frac{a\left(1-\frac{1}{m}\right)}{400} = \frac{a\ l\ (m-1)}{400}$. De druk over EH verspreid is: $\frac{a\ l\ (m-1)}{50\ m}$. Naar de grondslagen in deze formulen aangegeven, is de belasting in den tekst berekend; wij meenden deze berekening over ieder gedeeltelijke belasting afzonderlijk te moeten houden, om van den mingeoefenden deze met een beter oordeel te doen bepalen.

Tellen wij de dus gevondene belastingen te zamen, dan vinden wij voor de som.

$\frac{a\ l}{100\ m} + \frac{a\ l\ (m-1)}{200\ m} + \frac{a\ l\ (m-1)}{50\ m}$ of na herleiding $\frac{a\ l}{200\ m}$ 5 m-3.

De belasting op den zolderbalk als JK is $\frac{a\ l}{50}$ of $\frac{4\ a\ l}{200} = \frac{4\ a\ l\ m}{200\ m}$

Zullen nu deze beide belastingen gelijk zijn, dan moeten wij hebben:

$\frac{a\ l}{200\ m}$ 5 m-3 = $\frac{4\ a\ l\ m}{200\ m}$ of 5 m-3 = 4 m, en dus m = 3, en $\frac{1}{m} = \frac{1}{3}$ l.

Om nu de uitwerking van de belasting op den balk AB met die der bestaande belasting op de zolderbalken in vergelijking te brengen, hebben wij gemeend de belastingen tot het midden der balken te kunnen herleiden, en daarbij in aanmerking genomen, dat in ieder geval het aangrijpingspunt der belasting over EB verspreid, namelijk het aangrijpingspunt der resultante van deze van A af gerekend voorbij het midden der balk valt, en hierbij zijn wij nog van de stelling uitgegaan, dat het voldoende is de daar werkende kracht met die der belasting van de zolderbalken als JK te vergelijken.

Wij vinden dan voor de belasting, over AE verspreid, naar het midden van den balk overgebracht, die overgebrachte kracht P noemende,

$\frac{1}{2\ m} \times \frac{a\ \frac{1}{m}}{100} = \frac{1}{2} \times P$ en den $P = \frac{a\ l}{100\ m^2}$.

Stellen wij de druk bij E naar het midden van den balk overgebracht = Q dan is $a\left(1-\frac{1}{m}\right) \times \frac{1}{m} = \frac{1}{2}\ l \times Q$ en hieruit vinden wij $Q = \frac{a\ l\ (m-1)}{100\ m^2}$. Het aangrijpingspunt der belasting over EB verspreid tusschen het midden en het einde B van den balk AB vallende, hebben wij deze naar het midden overgebrachte druk, R noemende:

$a\left(1-\frac{1}{m}\right) \times 1-\frac{1}{m} = \frac{1}{2}\ l\ R$, en alzoo $R = \frac{a\ l\ (m-1)^2}{50\ m^2}$.

De gezamelijke krachten, naar het midden van de balk AB overgebracht, zijn dan

$$P + Q + R = \frac{a\ l}{100\ m^2} + \frac{a\ l\ (m-1)}{100\ m^2} + \frac{a\ l\ (m-1)^2}{50\ m^2}$$

en hieruit vinden wij na herleiding $\frac{a\ l}{100\ m^2}$ (2 m²-3 m + 2.)

De belasting, gelijkmatig over de zolderbalken welke in den gewonen toestand verkeeren, is $\frac{a\ l}{50}$; brengen wij deze kracht, als eene enkele in het midden werkende, naar dit midden over, dan hebben wij voor deze: $\frac{a\ l}{100}$, en zullen nu de uitwerkselen dezelfde zijn dan moeten wij hebben:

$\frac{a\ l}{100\ m^2}$ (2 m²-3m + 2) = $\frac{a\ l}{100\ m^2} \times m^2$ waaruit volgt:

2 m²-3 m + 2 = m² of m²-3 m + 2 = 0 en hieruit vinden wij

$m = \frac{3}{2} + \sqrt{\left(\frac{9}{4} - 2\right)}$ dus $m = \frac{3}{2} + \frac{1}{2} = \frac{4}{2}$ of $m = \frac{3}{2} - \frac{1}{2}$ dus m = 2 of m = 1 en AE is dan of $\frac{1}{2}$ of

---

4) Noemen wij de totale vrijdragende lengte van den balk l, en $\frac{1}{m}$ de lengte van AE, dan is, a de balksafstand zijnde, de

balk AB, dan moeten de dwarsafmetingen van den balk A B eene vermeerdering ondergaan. Om deze vermeerdering te bepalen merken wij op, dat men in gevallen als de schets, fig. 1 aangeeft, in den regel de hoogte der zolderbalken zal behouden, en dat dan de vermeeerdering alleen in de breedte moet gezocht worden. Hiertoe geven wij het volgende voorschrift:

Men begint met te bepalen, hoeveel malen de afstand A B op de vrijdragende lengte van den balk A B begrepen is. Stel de vrijdragende lengte van A B was 700 cM., en A E = 120 cM., dan was de verhouding waar op wij hier doelen $\frac{700}{120}$ × of $\frac{70}{12}$. Om nu de rekening niet te ingewikkeld te maken, deelen wij 120 op 700, en bepalen ons bij de geheelen van het quocient, dus hier bij 5.

Men neemt de tweede macht van dit getal 2 malen, dus 2 × 25 in het door ons gestelde geval, en telt hierbij het getal 2. Men vindt nu 2 × 25 + 2 = 52. Hiervan trekt men het drievoud van het gevondene verhoudingsgetal, dus in ons geval 3 × 5 = 15, er blijft dan 52—15 of 37.

Volgens het voorschrift van § 9 vonden wij voor de balksbreedte $\frac{1}{65}$ × 700 of 11 cM. en nu hebben wij de breedte der zolderbalken, als I K, fig. 1, te vermenigvuldigen met het gevondene getal 37 en dat product te deelen door de tweede macht van het gevondene verhoudings getal; wij hebben dan $\frac{37 \times 11}{25}$ of nagenoeg 17 cM. Men neme wel in aanmerking dat dit voorschrift alleen geldt voor het geval dat de balkshoogte onveranderd blijft.

26. De kreupele balk H G verkeert, doordat in ieder geval deze niet als gedeeltelijk bevestigd bij G kan beschouwd worden, te dien aanzien in een minder gunstigen toestand dan de zolderbalken. Dit ongunstige wordt echter opgewogen door de mindere vrijdragende lengte, zoodat wij deze omstandigheid bij gevallen als waarop wij bij ons gegeven voorbeeld doelden, en welke in fig. 1 zijn voorgesteld, buiten rekening kunnen laten. Ook zal in deze gevallen de betrekkelijk zeer korte raveelbalk E F, aan de afmetingen welke de zolderbalken bekomen, dezulke hebben, die voor de dienst welke hij te bewijzen heeft, zelfs ruim voldoende kunnen geacht worden.

27. Fig. 3 is de schets van het geval hetwelk aan dat van fig. 1 alleen daarin verschilt, dat nu verscheidene balken zijn afgezet en de kreupele einden allen op denzelfden raveelbalk dragen.

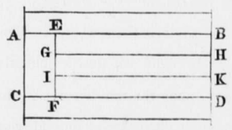


Fig. 3.

Men zal reeds dadelijk inzien dat nu nog te eerder eene vermeerdering der dwars afmetingen van de balken A B en D C noodig wordt, en het voorschrift van het vorige geval gegeven, hier niet meer van toepassing is; ook nu zal de raveel op een anderen afstand moeten liggen, om geen verzwaring der afmetingen van AB en DC noodig te hebben Het zal ons dadelijk opvallen dat naar gelang het aantal kreupele balkeinden door de raveeling ondersteund, grooter is, ook de druk op den balk AB bij A grooter zal zijn, en dat dit den balk AB in een geheel anderen toestand moet brengen dan die, waarin hij bij de gevallen van de fig. 1 en 2 verkeerde.

Hoewel in zekeren zin van minder belang, is het toch in andere opzichten dienstig, dat wij kunnen bepalen hoever de raveel E F uit A moet liggen om in gewichtsbedrag op A B dezelfde belasting als op de gewoonlijk belaste zolderbalken te hebben. De afstand AE waarbij de hier bedoelde gelijkheid der belastings gewichten bestaat, vindt men in een gebroken, waarvan het aantal kreupele balken de teller is, en waarvan men de noemer eenvoudig twee meer te nemen heeft. Droeg b. v. E F, 5 einden van kreupele balken, dan was $\frac{5}{5 \times 2}$ of $\frac{5}{7}$ van de totale lengte des balks, de afstand A E, om voor dit geval de belastingsgewichten even groot te doen zijn.

Ook hier is het uitwerksel der belasting op A B anders dan dat van de gelijkmatig verspreide op de zolderbalken, en wel zoodanig dat ook dan nog om een gelijk draagvermogen te hebben, A B grootere dwarsafmetingen dan de zolderbalken behoeft. 5)

28. Het bepalen dier grootere afmetingen dient hier in twee bijzondere gevallen onderscheiden te wor-

---

l, waarvan nu alleen het eerste geval in aanmerking komt, en hieruit volgt nu het in den tekst opgegevene, dat namelijk de raveelbalk uit A op of voorbij het midden van A B moet liggen, zal eene vermeerdering der dwarsafmetingen onnoodig worden.

5) Stellen wij wederom de afstand A E = $\frac{1}{m}$ en het aantal kreupele balken n. De balksafstand der zolderbalken zij wederom a. Wij hebben dan: voor de belasting over A E verspreid:

$$\frac{a \times \frac{1}{m}}{100} \text{ of } \frac{a\,l}{100\,m.},$$

voor die bij E, op den balk A B drukkende: $n \times \frac{a \times \left(1 - \frac{1}{m}\right)}{200}$

of: $\frac{aln\,(m-1)}{200\,m}$, en voor die over B E verspreid: $\frac{a\left(1-\frac{1}{m}\right)}{50}$ of $\frac{a\,l\,(m-1).}{50\,m}$

De gezamenlijke belasting in Kg. is dus:

$$\frac{2\,al + aln\,(m-1) + 4\,al\,(m-1)}{200\,m.}$$

en hieruit vinden wij na herleiding $\frac{al}{200\,m}\{(n+4)\,m-(n+2).\}$

De belasting van den gewoonlijk belasten zolderbalk is:

$\frac{al}{50}$, of $\frac{4\,alm}{200\,m}$.

Wij hebben dan: $\frac{al}{200\,m}\{(n+4)\,m-(n+2)\} = \frac{4\,alm}{200\,m}$ voor het geval dat het getal kilogrammen der belasting op A B gelijk zal zijn aan dat, waarmede de zolderbalken belast zijn.

Uit deze laatste vergelijking leiden wij af: $mn + 4m - n - 2 = 4m$ en dus ook $mn = n + 2$ en $m = \frac{n+2}{n}$ dus $\frac{1}{m} = \frac{n}{n+2}$ l, welke formule nu juist het aangegevene voorschrift bevat.

Stellen wij in deze formule n = 1, dan wordt m = $\frac{1}{3}$ l, en dus juist wat wij over het eerste geval in fig. 1 geschetst vonden

den, namelijk: 1°, dat waarbij de balken A B en D C van fig. 3 dezelfde hoogte als de zolderbalken behouden, en 2°, wanneer die hoogte en breedte anders worden genomen. Zijn de afgezette balken, velen dan kan het noodig worden, wil men in geene te groote balksbreedte vervallen, ook de balkshoogte te vermeerderen, en dan ook kan het zeer goed zijn, dat de raveelbalk zwaardere dwarsafmetingen dan de zolderbalk moet hebben. Op meer bizondere gevallen in dit hoofdgeval begrepen, komen wij later terug, na nog eenige meer algemeene te hebben afgehandeld.

29. Men vindt de afstand A B van uit A, in geval er meer dan eene kreupele balk door den raveelbalk gedragen wordt, door het volgende voorschrift.

Men begint met wederom te bepalen hoeveel malen de balksafstand A E op de totale vrijdragende lengte A B begrepen is. Wij zullen duidelijkheidshalve dit wederom dadelijk op een voorbeeld toepassen. Wij stellen A B = 800 cM. en AE = 120 cM. $\frac{800}{120}$ geeft ruim 5; wij nemen dan A E = $\frac{1}{5}$ A B. Stellen wij nu het aantal kreupele balken 6.

Men neemt nu de tweede macht van het gevondene getal 5, zijnde het quotient bovengenoemd, en van die macht het dubbel. In ons geval is dit 2 × 5 × 5 of 50.

Vervolgens vermindert men het aantal kreupele balken met 4. Wij krijgen dan 6—4 of 2.

Het dus verkregen verschil vermenigvuldigt men met het pasgenoemde getal 5, en vindt dan 5 × 2 of 10.

Dit product telt men bij het gevonden getal 50 en heeft dan 60.

Hiervan trekt men af het getal kreupele balken met 3 verminderd en heeft dan tot rest 60—3 = 57.

De breedte der zolderbalken vindt men nu bij toepassing van het voorschrift van § 9 of $\frac{800}{65}$ = nabij 13 cM.

Deze breedte vermenigvuldigt men eindelijk met het pasgevondene getal 57 en vindt dan 13 × 57 of 741.

Eindelijk deelt men deze laatste uitkomst door de tweede macht van het eerst gevondene quatient 5 en heeft dan $\frac{741}{25}$ of als naast bijkomend grooter getal 30, waarbij de hoogte der zolderbalken ook hiervoor balkshoogte wordt aangehouden. Die balkshoogte is nu $\frac{800}{26}$ = 31 cM. De afmetingen van A B zouden dus in dit geval moeten zijn: 30 bij 31 cM. 6)

---

6) Zij in fig. 3 A B = l, A E = $\frac{1}{m}$ en n het aantal kreupele balken, op den raveelbalk E F dragende zijn. De belasting over A E verspreid is: $\frac{al}{100\,m.}$ De belasting bij E is dan: $\frac{na\left(1-\frac{1}{m}\right)}{200}$ of $\frac{nal\,(m-1)}{200\,m}$; en die over E B verspreid, $\frac{a\left(1-\frac{1}{m}\right)}{50}$ of $\frac{al\,(m-1).}{50\,m}$

30. Bij de toepassing van dit voorschrift lette men er wel op, dat nu nog eene vermeerdering der dwarsafmetingen van A B noodig zijn kan wanneer A E voorbij het midden van A B valt. Is dit het gevalt, dan moet het voorschrift eenige wijziging ondergaan. Men vergelijke fig. 4.

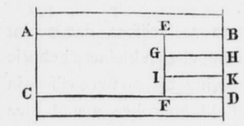


Fig. 4.

Een zeer eenvoudig en daarom gemakkelijk te volgen voorschrift ontbreekt nog, om te bepalen of de balksafmetingen van A B al of niet moeten vergroot worden. Dit voorschrift is het volgende.

Het aantal kreupele balken met één vermeerderd en dan gedeeld door datzelfde aantal kreupele balken vermeerderd met 3 geeft aan welk gedeelte A E van de totale lengte A B zal moeten zijn om geene vergrootingen der afmetingen van A B te vorderen.

Was als in het pas gekozene voorbeeld het aantal kreupele balken 6, dan zoude $\frac{6+1}{6+3}$ of $\frac{7}{9}$, het gedeelte van AB wezen dat AE moest bedragen om die vermeerdering niet noodig te doen zijn.

Had men 3 kreupele balken dan zoude A B = $\frac{4}{6}$ of $\frac{2}{3}$ van A B moeten zijn.

31. Valt A E nu voorbij het midden van A E en blijkt uit de toepassing van het pas voorgaande voorschrift, dat de balk eene vergrooting in dwarsafmetingen behoeft, dan geeft het nu volgende voorschrift aan hoe

---

Van deze krachten veronderstellen wij de aangrijpingspunten met A aan dezelfde zijde van het midden des balks A B te liggen. Wij hebben dan deze krachten, naar het midden herleidende, en de dus herleide krachten P en Q noemende:

$$\frac{1}{2}\,l \times P = \frac{al}{100\,m} \times \frac{1}{2\,m} \text{ waaruit } P = \frac{al}{100\,m^2}$$

$$\frac{1}{2}\,l \times Q = \frac{aln\,(m-1)}{200\,m} \times \frac{1}{m} \text{ of } Q = \frac{aln\,(m-1)}{100\,m^2.}$$

De kracht, over E B gelijkmatig verspreid werkende, heeft haar aangrijpingspunt op het midden van E B en dus aan de andere zijde van het midden van den balk A B. Noemen wij de tot het middelpunt herleide kracht welke deze geeft R, dan is

$$\frac{1}{2}\,l \times R = \frac{a\,l\,(m-1)}{50\,m} \times \frac{l\,(m-1)}{2\,m} = \frac{a\,l\,(m-1)^2}{2 \times 50\,m^2} \text{ en dus}$$

$$R = \frac{a\,l\,(m-1)^2}{50\,m^2}.$$

Hieruit vinden wij nu

$$P + Q + R = \frac{a\,l}{100} \times \frac{1 + n\,m - n + 2m^2 - 4m + 2}{m^2}$$

$$\text{of } P + Q + R = \frac{a\,l}{100} \times \frac{2\,m^2 + m\,(n-4) - (n-3)}{m^2}$$

Men heeft nu de balksbreedte van A B, b_1 stellende, en de breedte der zolderbalken b noemende, omdat de belasting van deze naar het midden is overgebracht: $\frac{a\,l}{100} = \frac{a\,l\,m^2}{100\,m^2}$

$$b_1 = \frac{2\,m^2 + m\,(n-4) - (n-3)}{m^2} \times b.$$

Het gegevene voorschrift is nu niets anders dan de toepassing dezer formule.

men de breedte van A B bepaalt, wanneer de hoogte der zolderbalken wordt aangehouden: 7)

Wederom dadelijk op een voorbeeld toepassende, stellen wij de afstand A E = 460 en de lengte AB = 800, en vervolgens dat het aantal kreupele balken 6 is. Nu is $\frac{460}{800} = \frac{23}{40}$ aan welk gebroken men zich nu zal moeten houden. Bestaat de breuk uit te veel cijfers, dan neemt men voor de teller het dichtst bijgelegen kleinere geheele getal, waarbij eene vereenvoudiging tot op twee cijfers in den noemer mogelijk is. Van dit gebroken neemt men nu het omgekeerde en dus $\frac{40}{23}$ en trekt hiervan de eenheid af. Men heeft dan $\frac{40}{23} - 1$ of $\frac{40-23}{23} = \frac{17}{23}$ Deze waarde wordt nu tot de tweede macht gebracht. Men heeft dan $\frac{17 \times 17}{23 \times 23}$ of $\frac{289}{529}$. Deze waarde trekt men van 1 af en krijgt dan $\frac{529-289}{529} = \frac{240}{529}$. Deze breuk brengt men tot de tweede macht, en om te groote getallen te vermijden brenge men het gebroken $\frac{240}{529}$ tot eene tiendeelige breuk, hierbij de deeling tot 3 decimalen voortzettende, en voor de laatste decimaal de naast grootere nemende. Men vindt dan 0,454.

De dus gevonden tiendeelige breuk brengt men tot de tweede macht en vindt dan 0,206.116. Men bepale zich bij de drie eerste decimalen en neemt 0,206.

Deze uitkomst vermenigvuldigt men met het aantal zolderbalken vermeerderd met 1 waarvoor men vindt 7 × 0,206 of 1,442 waarbij men dan 1 telt en alzoo 2,442 bekomt.

Men vermenigvuldigt dit met de breedte der zolderbalken, in ons voorbeeld met 13 en heeft dan 31,746.

Eindelijk brengt men, het gebroken $\frac{40}{23}$, het omgekeerde van het vroeger gevondene $\frac{23}{40}$, tot eene decimalen breuk van 3 decimalen; hiervoor vinden wij 1,739 en deelen nu het gevondene getal 31,746 door de tweede macht van 1,739 of door 3,025. Men vindt nu $\frac{31,746}{3,025}$ of 15 cM. voor de balksbreedte van A B.

32. Wordt A E belangrijk meer dan de helft van A B, dan zal de vermeerdering der dwarsafmetingen welke A B vordert, vergelijkenderwijze gering zijn. Deze gevallen, overeenstemmende met de schets van fig. 4, gegeven, komen zeldzaam voor. Meer dat, waarbij A E, een betrekkelijk klein gedeelte van A B is. De breedte die A B dan moet hebben wordt in die gevallen te groot om, zoo men niet daartoe gedwongen is, de hoogte der zolderbalken ook voor A B te behouden.

Zijn er vele kreupele balken noodig dan zoude ik in dit geval, zoo het eenigzins mogelijk is, verkiezen de hoogte afmeting van A B te vermeerderen, en zoo dit kan, de breedte van A B in verhouding tot de hoogte te nemen als 4: 7, en dit met het oog op de mogelijk toevallige schokken welke de balklaag kunnen treffen en het, door gemis der zolder of vloerplanken gedeeltelijk verbroken verband, alzoo de gevolgelijke minder gunstige gelegenheid tot het overbrengen dier schokken, die dan, wijl zij eene eenigzins golvende beweging in de zoldering moeten voortbrengen, in een meer stijven begrenzenden balk voor dit geval een beteren weerstand vinden.

33. Men kan gemakkelijk een balk van gegevene afmetingen tot een' anderen herleiden die bij gelijk draagvermogen tusschen de breedte en hoogte de verhouding van 4: 7 heeft

Wij geven hiervoor het volgende voorschrift:

De tweede macht der balkshoogte van den balk, waarvoor men eenen anderen wil van de verlangde verhouding 4: 7, vermenigvuldige men met zijne breedte en vervolgens met 7. Dit product deelt men door 4 en trekt daaruit den derdenmachtswortel. Men krijgt dan de hoogte van den verlangden balk, en $\frac{4}{7}$ van deze is dan de breedte.

Ons voorbeeld van § 27 gaf een balk van 30 bij 31 cM. Wil men nu deze in den genoemden zin in afmetingen veranderen, dan hebben wij: 31 × 31 gevende 961. Dit getal, met 30 vermenigvuldigd, geeft 28830, 7 maal dit laatste getal geeft 201810 en na deeling door 4 vindt men ruim 50153. Hieruit den derdenmachtswortel trekkende, vindt men, het genoemde tafeltje van Bernouilli's vademecum raadplegende, als naast grootere getal: 50653, en in de eerste kolom daarmede overeenkomende 37. Deze is nu de verlangde balkshoogte.

---

7) Wij hebben de zelfde letternotatie als bij noot (6) aanhoudende voor het geval dat E opzichtens, A gerekend voorbij het midden van den balk A R valt.

Voor de kracht over A E verspreid naar het midden van den balk overgebracht:

$P = \frac{a\,l}{100\,m^2}$. Daar toch het midden van dat gedeelte A E zie fig. 4 altijd tusschen het midden van A B en A moet vallen.

De kracht in E werkende naar het midden van A B overgebracht geeft

$\frac{1}{2}\,l.\,Q = \frac{a\,l\,n\,(m-1)}{100\,m} \times \frac{l\,(m-1)}{2\,m.}$ of $Q = \frac{a\,n\,l\,(m-1)^2}{100\,m^2}$

en de kracht over E B verspreid geeft bij herleiding wederom $R = \frac{a\,l\,(m-1)^2}{50\,m^2}$

Wij hebben dan $P + Q + R = \frac{a\,l}{100} \times \frac{1 + (n+2)\,(m-1)^2}{m^2}$

en nu $b, = \frac{1 + (n+2)\,(m-1)^2}{m^2} \times b.$

voor het geval dat geene verzwaring van den balk A B noodig is hebben wij $1 + (n+2)\,(m-1)^2 = m^2$ of $(n+2)\,(m-1) = m^2 - 1$

$(n+2)\,(m-1) = m + 1.$

alzoo $m\,n - n + 2\,m - 2 = m + 1$

$m\,(n+1) = n + 3.$ en $m = \frac{n+3}{n+1}$

nu moet dan $\frac{1}{m} = \frac{n+1}{n+3}$ zijn.

Wij zullen hier gemakkelijk de voorschriften in de § 28 en 29 gegeven terugvinden waarbij echter niet voorbij gezien moet worden dat $(m-1)^2 = (1-m)^2$ is.

De overeenkomstige balksbreedte is dan $\frac{4}{7} \times 36$ of $\frac{144}{7}$, gevende als naastbijkomend geheel getal 21. De balk zoude dus moeten worden 21 bij 36 cM. 8)

34. Zooals wij reeds aanmerkten kan, wanneer het aantal kreupele balken aanzienlijk groot is, de vraag opkomen of er geene noodzakelijkheid bestaat ook aan den raveelbalk vergroote dwarsafmetingen te geven.

Wij beginnen met op te merken dat, dewijl de raveelbalk niet ingemetseld wordt en geen tusschen steunpunten heeft, deze daardoor in eenen minder gunstigen toestand dan de zolderbalken verkeert. Nog meer wordt dit het geval daar de raveelbalk niet over de geheele lengte gelijkmatig, maar slechts op enkele punten belast is.

Wilden wij van deze omstandigheden met de strikste nauwkeurigheid rekening houden, dan zouden wij in vrij lange en omslachtige berekeningen vervallen, wij willen ons dan ook eenvoudig bepalen tot het geven der voorschriften welke ons aanwijzen of wij hier eene vermeerdering van dwarsafmetingen behoeven, en hoe groot deze in dat geval moeten zijn; welke voorschriften dan vereenvoudigd zijn op eene wijze, die naar onze overtuiging geene verkeerde gevolgen voor de toepassing in de praktijk kunnen hebben.

35. Wij beginnen met een balk die even als de raveelbalken in enkele punten, op gelijke afstanden uit elkander, belast is, te vergelijken met een' anderen die gelijkmatig belast is, en zullen bepalen hoe die belastingen, welke op enkele punten drukken, kunnen herleid worden tot eene enkele, regelmatig over den balk verspreid, en ten aanzien van het draagvermogen aangeven, welke afmetingen de enkel ondersteunde balk dan vordert om in weerstand met de overige balken van de balklaag ten minste gelijk te blijven

Wij dienen hierbij twee gevallen te onderscheiden namelijk dat waarbij het aantal kreupele balken *oneven*, en dat waarbij dat aantal *even* is.

In het eerste geval vindt men de gelijkmatig verspreide belasting die men in rekening te brengen heeft, door het aantal kreupele balken, met een vermeerderd, te vermenigvuldigen met 5 malen de gezamenlijke drukking van alle kreupele balken op den raveelbalk, en de uitkomst door 4 malen het aantal kreupele balken te deelen.

Had men b. v. op den raveelbalk 5 kreupele balken, en drukte elk einde met 465 Kg. op den raveelbalk, dan moet men dezen als met $5 \times 465 \times \frac{6}{5} \times \frac{5}{4}$ belast denken, en wel gelijkmatig belast, dat is met 2488 Kg.; en zoo wij na met zekerheid ook voor de noodige stijfheid willen zorgdragen, dan moet in dit geval niet $^1/_{26}$ van de vrijdragende lengte, maar $^1/_{21}$ van deze voor balkshoogte genomen worden, daar toch de minder volledige bevestiging eene aanmerkelijk mindere stijfheid aan dien balk geeft. De meerdere buigbaarheid zal de einden des balks trachten te doen rijzen, en werkt daardoor zeer nadeelig op de balken welke den raveelbalk dragen. Men zorge dus hier voor eene allesins voldoende stijfheid.

36. Is het aantal kreupele balken door den raveelbalk ondersteund even, dan is de bepaling van de gelijkmatig over den raveelbalk verspreide kracht welke in rekening moet gebracht worden, om bij de bepaling der dwarsafmetingen de werkelijk bestaande belastingen te vervangen eenigszins anders. De toepassing van het volgende voorschrift geeft die belasting.

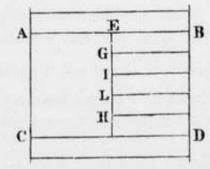


Fig. 5.

Wij nemen wederom duidelijkshalve een bepaald voorbeeld. Zij A B, fig 5, gelijk 600 cM. A L = 300 cM., en het aantal kreupele balken op E F dragende. 4

De afstand der zolderbalken is volgens het voorschrift van § 9, 66 cM. en de belas-

---

8) Heeft een balk de dwarsafmetingen b en h, en verlangt men voor het geval dat het draagvermogen, de vrijdragende lengte, en de wijze van belasting dezelfde blijvende aan dien balk de hoogte h', en debreedte b', te geven dan moeten wij, alleen op dit draagvermogen lettende, hetgeen in dit geval van § 33 voldoende is, hebben: $b\,h^2 = b'\,h'^2$. En dus $h'^2 = \frac{b\,h^2}{b'}$ of $b' = \frac{b\,h^2}{h'^2}$ op welke formule nu de herleiding der hoogte van den raveelbalk berust in geval deze minder dan $\frac{1}{20}$ der vrijdragende lengte gevonden wordt

Wij hebben vermeden hier eene andere formule te volgen welke uit de volgende beschouwing is afteleiden. Zij de afstand der balken a, de lengte der kreupele balken aannemende dat in fig. 4 $A\,E = \frac{l}{m}$ en h de balkslengte van A B zijn, is dan $l - \frac{l}{m} = \frac{l\,(m-1)}{m}$ de belasting op elk van deze is dan $\frac{a\,l\,(m-1)}{m}$. Stel er zijn nu n kreupele balken, dan kunnen wij als voldoende stellen dat over den raveelbalk verspreid is de belasting $\frac{n+1}{n} \times \frac{a\,l\,(m-1)}{2m}$ en wij hebben dan voor het draagvermogen op 10 voudige zekerheid rekenende:

$10 \left\{ \frac{n+1}{n} \times \frac{a\,l\,(m-1)}{2\,m} \right\} = \frac{8\,b\,h^2}{b\,l'} \times 600.$ of

$\frac{a\,l\,(n+1)\,(m-1)}{2\,n\,m} = \frac{80\,b\,h^2}{l'}$ zijnde l' de lengte van den raveelbalk.

Wij hebben dan $(n+1)\,a = l$, en onze formule wordt hierdor

$$\frac{a\,l\,(n+1)\,(m-1)}{2\,n\,m} = \frac{80\,b\,h^2}{a\,l\,(n+1)}$$

Stellen wij nu $h = \frac{a\,l\,(n+1)}{21}$ te verlangen, dan is

$$h^2 = \frac{a^2\,l^2\,(n+1)^2}{441.}$$

en alzoo $\frac{a\,l\,(n+1)\,(m-1)}{2\,m\,n} = \frac{80\,a^2\,b\,l^2\,(n+1)}{441\,a\,l\,(n+1)}$

$$b = \frac{441\,(m-1)}{160\,m\,n.}$$

Wij hebben getracht de bepaling van m te vermijden, en meenden deze, zonder door het niet gebruiken daarvan meer omslag te geven, te moeten voorbijgaan.

Wil men dat de breedte $\frac{4}{7}$ der hoogte zij, dan is in de formule $b\,h^2 = b'\,h'^2$, $b' = \frac{4}{7}\,h'$ dus $bh^2 = \frac{4\,h'^3}{7}$ en

$h' = \sqrt[3]{\frac{7\,b\,h}{4.}}$

ting over de kreupele balken verspreid alzoo $\frac{400 \times 66}{50}$ of 528 Kg. In elk der punten G, I, L en N draagt dus de helft van 528 of 264 Kg. Stellen wij gemakshalve 270. De gezamenlijke belasting van de vier kreupele einden op den balk E F. is dan 4×270 of 1080 Kg.

Bij het aantal kreupele balken 4, telt men nu 2 en vindt dan 6. Dit getal 6 vermenigvuldigt men met de totale belasting, waarvoor wij 1080 vinden, dit geeft dan 6×1080 of 6480. Dit getal neemt men 5 malen en vindt dan 32400.

Het aantal kreupele balken wordt nu 4 malen genomen. Wij hebben dus $4 \times 4 = 16$, en dit getal 16 op 32400 deelende vindt men 2025. Men moet nu den raveelbalk, als met 2025 Kg. regelmatig daarover verspreid, belast denken.

37. Is nu de lengte van E F niet meer dan 21 malen de hoogte der zolderbalken welke in den gewonen toestand verkeeren, dan kan deze ook voor hoogte van den raveelbalk aangehouden worden, en wanneer geene overwegende redenen eene meerdere hoogte verlangen is het raadzaam zich bij deze te bepalen.

Houdt men deze hoogte aan, of liever kan men deze aanhouden, dan vindt men de benoodigde breedte van den raveelbalk E F door de toepassing van het nu volgende voorschrift.

Men bepaalt naar de pas gegevene voorschriften de belasting, welke men als regelmatig over den raveelbalk verspreid in rekening te brengen heeft. Deze belasting vermenigvuldigt men met den afstand der balken A B en C D welke de einden van den raveelbalk dragen. Men neemt nu de tweede macht van de als voldoende bevondene hoogte, 100 malen, en deelt dit laatst gevondene getal op het pas te voren gevondene product. Het quotient geeft de breedte welke de raveelbalk moet hebben. 9)



Fig. 6.

9) Is in fig. 6 de balk A B met $2n + 1$, en dus een oneven aantal, gelijke gewichten P op onderling gelijke afstanden belast, dan kunnen wij de balkslengte voorstellen door $2n + 2$, en de helft van deze is dan $n + 1$. Brengen wij nu elk der gewichten P aan een kant van het midden van den balk gelegen, naar dat midden over dan hebben wij:

$1 \times P = (n + 1)\, x_1$, $2 \times P = (n + 1)\, x_2$, $3 \times P = (n + 1)\, x_3$ enz. tot $n \times P = (n + 1)\, x_n$, waarbij dan x_1, x_2 enz. tot en met x_n de naar het midden overgebrachte drukkingen zijn die met de drukkingen P op de afstanden 1, 2, 3 enz. tot en met n uit A gerekend werkende, uitoefenen.

Sommeeren wij deze drukkingen x_1, x_2 enz. tot en met x_n dan vinden wij die som M noemde, $M = \frac{n\,(n + 1)}{2\,(n + 1)}\, P$ of $\frac{n}{2}\, P$.

Brengen wij nu ook de drukkingen P aan de andere zijde van het midden van AB werkende, op gelijke wijze over, dan hebben wij voor deze: $\frac{n}{2}\, P$, en dus voor beiden te zamen $n\, P$. Hierbij de dadelijk in het midden werkende drukking P voegende hebben wij als in dat midden werkzaam, het gezamenlijke vermogen $(n + 1)\, P$.

Stellen wij nu de som der gezamenlijke drukkingen P, Q dan is $(2n + 1)\, P = Q$ en $P = \frac{Q}{2n + 1}$

In het laatste door ons gekozen voorbeeld was de lengte van den raveelbalk 5 malen den balksafstand, zijnde

---

De drukking op het midden van den balk AB is dan $\frac{n + 1}{2n + 1}\, Q$. Stellen wij nu $2n + 1 = m$ dan is die druk in het midden $\frac{n + 1}{m}\, Q$. De gelijkmatig verspreide belasting welke denzelfden druk in het midden voortbrengt is twee maal zoo groot, alzoo $\frac{2n + 2}{m}\, Q$ of $\frac{m + 1}{m}\, Q$. Vergroot men nu deze om op 10 in plaats van 8 voudige zekerheid te rekenen, dan moet dit in rede van 5 tot 4 geschieden, en men heeft nu voor de regelmatig verspreide belasting die men in rekening te brengen heeft: $\frac{5\,(m + 1)}{4\,m}\, Q$. zooals het voorschrift opgeeft.

Is het aantal kreupele balken even, dan kunnen wij dit aantal voorstellen door $2n$, en de lengte van den raveelbalk door $2n + 1$.

Aan iedere zijde van het midden van dien balks werken nu n drukkingen, elk gelijk P.

Brengen wij deze wederom naar het midden van den raveelbalk over, dan hebben wij voor de gezamenlijke drukkingen van de eene helft op dat midden: $M = \frac{\frac{1}{2}\, n\,(n + 1)}{2n + 1}\, P$ of $\frac{n\,(n + 1)}{2n + 1}\, P$, nu is Q wederom $= 2n\, P$ en dus $P = \frac{Q}{2n}$.

Wij vinden dan $M = \frac{n + 1}{2\,(2n + 1)}\, Q$ en alzoo de drukkingen P, op beide helften werkende, overgebracht hebbende, $2M = \frac{n + 1}{2n + 1}\, Q$. De als gelijkmatig over den raveelbalk verspreide kracht wordt dan $\frac{2n + 2}{2n + 1}$ en nu $2n\, Q = m$ stellende, hebben wij dan $\frac{m + 2}{m + 1}\, Q$, of deze in rede van 5 : 4 vermeerderende $\frac{5\,(m + 2)}{4\,(m + 1)}\, Q$.

Is deze kracht bekend, dan vinden wij, haar P' noemende, $P' = \frac{80\, b\, h^2}{(m + 1)\, a}$ en wanneer $h = \frac{l'}{21}$ is en wij in plaats van $a\,(m + 1)$ hier l' stellen, dan wordt die formule $P' = \frac{80\, b\, h^2}{l'}$. Zekerheidshalve hebben wij genomen $P' = \frac{100\, b\, h^2}{l'}$ dus $h^2 = \frac{P'\, l'}{100\, b}$.

In het gegevene voorschrift is h^2 in cijfers gebracht en heeft men b als onbekende gehouden. Nu is dan, $P' = \frac{100\, b,\, h^2,}{l,}$ stellende. $b, = \frac{P'\, l'}{100\, h^2,}$.

Vindt men naar deze formule b, te groot dan kan men, of de balk naar aanleiding van het voorgaande herleiden tot een' anderen van aangenomene hoogte, of men kan b berekenen uit de formule $b = \frac{P'\, l'}{100\, h,^2}$ en dan voor h, nu de aangenomene hoogte stellen.

Wij hebben, door de formule $P^1 = \frac{80\, b\, h^2}{l}$ te veranderen in $P' = \frac{100\, b\, h^2}{l}$ aan den raveelbalk een overwicht van draagvermogen, hetwelk wij noodig oordeelen omdat het kostenbezwaar van geen belang is voor eene verzwaring van dien balk en deze noodig was, om eenigermate rekening te houden van de verzwakkingen welke in sommige gevallen uit de verbindingen van de kreupele balken met den raveelbalk volgen. Wij raden deze nog al veel gevolgde verbindingen af.

een maal meer dan het aantal kreupele balken. Die afstand was 66 cM. en deze 5 malen genomen geeft 5×66 of 330 cM. De hoogte der zolderbalken is $\frac{600}{26}$ of 24 cM. Nemen wij deze 21 malen, dan vinden wij 504 en dus belangrijk meer dan de lengte van den raveelbalk. De hoogte van 24 cM. geeft dan ook eene ruim voldoende stijfheid aan den raveelbalk.

Volgen wij nu het pas gegevene voorschrift, dan hebben wij, voor de belasting regelmatig over den raveelbalk verspreid, 2025 Kg. gevonden hebbende, door vermenigvuldiging van 2025 met 330, het product 668250.

De balkshoogte 24 tot de tweede macht verheffende vindt men: 24×24 of 576 en deze 100 malen genomen geeft 56700. Deelt men nu 668250 door 56700, dan vindt men nagenoeg 12. De breedte der zolderbalken vindt men 10 cM. zoodat bij gelijke hoogte de raveelbalk in dit geval reeds 2 cM. meerdere breedte dan den zolderbalk zal moeten hebben, en die raveelbalk dus 12 bij 24 zal moeten genomen worden.

38. Een ander nog al voorkomend geval is geschetst in fig 7, waarbij in de balklaag twee raveelingen tot uitsparing van eene opening in den zolder of de vloer gelegd zijn.

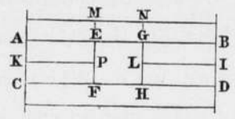


Fig. 7.

A B en C D zijn de balken welken de raveelingen E F en G H dragen. Wij nemen aan dat de dubbele kreupele balken met de afgezette einden P en L op de raveelbalken E F en G H dragen.

Dit geval geeft voor de berekening der dwarsafmetingen van de balken A B en C D eenigen meerderen omslag dan het eerste der vorige gevallen.

Wil men bepalen of de som der belastingen op de balken A B en C D grooter, gelijk of kleiner dan dat op de zolderbalken is, dan volge men dezen weg.

Men bepaalt hoeveel malen A E op de totale lengte A B begrepen is, en zoo ook hoeveel malen dit met den afstand E G der raveelbalken E F en G H het geval is, of hoeveel malen E G op A B gaat. Een bepaald voorbeeld nemende stellen wij: A B = 700 cM. A E = 250 E G = 180 cM.; dan is $AE = \frac{250}{700} \times AB$ of $\frac{5}{14}\, AB$ Men neme hier, omdat 15 het naastbijkomende geheele getal, door 5 deelbaar is $\frac{5}{15}\, AB = \frac{1}{3}\, AB$; beter is het echter $\frac{5}{14}$ aan te houden. Wij vinden E G door A B deelende $EG = \frac{180}{700} = \frac{9}{35}$ Hiervoor zoude men kunnen nemen $\frac{9}{36}$ of $\frac{1}{4}$; ook nu is het beter $\frac{9}{35}$ te behouden. Voor 700 cM. vrijdragende lengte vinden wij $0{,}11 \times 700$ of 77 cM. voor den balksafstand. Zie § 9. De belasting over A E verspreid is nu $\frac{5 \times 700}{14} \times \frac{77}{50}$ of 385 Kg., die over E G verspreid de helft van het balkvak G N M is $\frac{9}{35} \times 700 \times \frac{77}{100}$ of nagenoeg 139. De overblijvende lengte G B van den balk A B is nu $\left(1 - \frac{5}{14} - \frac{9}{35}\right) \times 700$ of 270, en de belasting over dat gedeelte verspreid dan $270 \times \frac{77}{50}$ gevende 416 Kg. De gezamenlijke belasting is alzoo 940. De belasting der zolderbalken is $\frac{77 \times 700}{50}$ of $14 \times 77 = 1078$ Kg. Bij de belasting van A B komen nog de belastingen in E en G werkende. De belasting in E is het $\frac{1}{4}$ van die over K P verspreid, dus $\frac{385}{4}$ of circa 97 Kg. en van die in G het $\frac{1}{4}$ van den druk over G B verspreid of $\frac{238}{4}$, alzoo nagenoeg 60. Alle deze belastingen te zamen geven dus, $940 + 97 + 60$ of 1097 Kg. welke totale belasting dan in dit voorbeeld meer is dan de belasting op de zolderbalken, en daarbij nog ongunstiger op het draagvermogen van den balk werkt, dan bij de zolderbalken de belastingen van deze.

Wij zouden nu wederom kunnen aangeven onder welke omstandigheden de belasting der balken A B en C D eene verzwaring van deze onnoodig maakte. Deze, nu afhangende niet alleen van de lengte van A E maar ook van den afstand E G of de wijdte der uitgespaarde opening, zoo wordt de berekening welke hiertoe voert tamelijk ingewikkeld, en is het te verkiezen dadelijk de afmetingen dier balken A B en C D te berekenen.

39. Men kan deze afmetingen vinden door de toepassing van het volgende voorschrift; inhoudende een geval als dat van fig. 7, waarbij de raveelbalken E F en G H beiden aan den zelfden kant van A uit het midden van den balk A B liggen. Wij volgen met deze berekeningen eenen eenigszins anderen weg dan dien welke wij bij de vorige gevallen insloegen, en kiezen een bepaald voorbeeld.

Zij de afstand van den eersten raveelbalk uit A, 150 cM. De afstand E G tusschen de beide raveelbalken 200 cM. en de totale balkslengte A B = 750 cM. dan is G B 750—350 of 400 cM.

De belasting over A E verspreid, nu in aanmerking nemende dat de balksafstand 82 cM bedraagt, zijnde deze volgens § 9 genomen, is dan $\frac{150 \times 82}{50}$ of 246 Kg. Deze belasting vermenigvuldigt men, omdat zij regelmatig over A E verspreid is, met de helft van A E of 75 cM. gevende 18450. Dit bedrag deelt men nu door de halve balkslengte of 375 en vindt dan $\frac{18450}{375}$ of ruim 49, stel 50 Kg.

In E geeft de raveelbalk E F. op A B een druk van $\frac{246}{4} = 62$ Kg. Deze vermenigvuldigt men met den afstand A E of 150, gevende 62×150 of 9300, en deze uitkomst gedeeld door de halve balkslengte geeft $\frac{9300}{375}$ of 126 Kg. van den druk welke als op het midden

van den balk A B werkende moet in rekening gebracht worden.

De belasting over E G verspreid is $\frac{200 \times 82}{100}$ of 164 Kg. Deze, regelmatig verspreid zijnde, stelt men zich voor in het midden van E G te werken. De afstand van dit midden tot A is 250. Men vermenigvuldigt nu 164 met 250 gevende 41000. Deelt men dit nu wederom door de halve balkslengte of 375, dan vindt men $\frac{41000}{375}$ of zeer nabij 110 Kg. en deze drukking geeft nu de over E G verspreide belasting op het midden van den balk.

De belasting, op G B regelmatig verspreid, is $\frac{400 \times 82}{50}$ of 656 Kg De kreupele balk draagt dezelfde belasting en $\frac{1}{4}$ van deze of 164 drukt bij G op A B. De afstand van G tot A is 350 cM. Men vermenigvuldigt nu 164 met 350 en vindt dan 57400. Dit nu door de halve balkslengte of 375 deelende, heeft men nagenoeg 154 Kg. drukking welke door dien druk op het midden van den balk wordt overgebracht.

Het midden van G B valt voorbij het midden van den balk A B, en om nu den druk op G B tot het midden van den balk over te brengen, vermenigvuldigt men den daarvoor gevonden druk met de helft van den afstand van G tot B, dus met 200 in ons geval. Wij hebben dan 656 × 200 of 131200, en dat bedrag wederom door 375 gedeeld geeft $\frac{131200}{375}$ of nagenoeg 350 Kg.

De gezamenlijke drukkingen op het midden van A B overgebracht, zijn nu 50 + 126 + 110 + 154 + 350, of 790 Kg. Hiervan moet nu het dubbel genomen worden en men vindt dan 1580 Kg.

De gewone belasting der zolderbalken is $\frac{750 \times 82}{50}$ of 1230 Kg.

Laat men nu wederom de balken de hoogte der zolderbalken behouden, dan moet men om de breedte der balken A B of C D te vinden, de gevondene belasting aan A B of 1580 in ons geval met de breedte der zolderbalken vermenigvuldigen Deze vinden wij volgens § 9 gelijk aan $\frac{750}{65}$ = circa 12. Wij vinden dan 1580 × 12 of 18960. Dit product nu door de belasting der zolderbalken of 1220 deelende, vindt men als naast grooter quotient 16.

De zolderbalken bekomen naar de berekening volgens § 9. $\frac{750}{26}$ of bijna 30 cM. hoogte er de afmetingen van A B en C D zullen dan moeten zijn 16 bij 30 cM.

40. Wij gaan nu over tot het geval als in fig. 8, waarbij het midden van den balk tusschen E en G. valt.

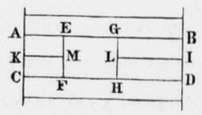


Fig. 8.

Nemen wij, om aan te wijzen hoe men in dit geval de dwarsafmetingen van A B vindt, wederom aan dat de hoogte van den balk A B dezelfde blijft als die van de zolderbalken, en kiezen nu eene vrijdragende lengte van 600 cM., wij stellen A E = 150 cM. E G = 200 cM. en dus G B, 250 cM.

Wij kunnen de belasting, regelmatig over A E verspreid tot het midden van den balk terugbrengen. Omdat de belasting regelmatig verspreid is vermenigvuldigen wij deze met de helft van den afstand A E. De belasting in de balksafstand 66 cM. zijnde $\frac{150 \times 66}{50}$ of 198 Kg. Deze vermenigvuldigende met de helft van 150 of 75 vinden wij 14850. Dit product deelen wij nu door de halve balkslengte, zijnde 300 cM. en vinden dan ruim 49 stellen wij 50 Kg. In E drukt het $\frac{1}{4}$ van de belasting over K M verspreid. De belasting dus op K M werkende is wederom 198 De afstand A E, waarop die drukking van $\frac{198}{4}$ of ruim 49, dus 50 Kg. werkt, is nu 150 cM. Wij hebben den 50 × 150 te vermenigvuldigen en het te deelen door de halve balkslengte; wij vinden nu $\frac{50 \times 150}{300} = 25$ die nu kan gerekend worden op het midden van A B te werken. De druk regelmatig over E G verspreid, is $\frac{200 + 66}{66}$ of 132 Kg. Het midden van E G ligt op 150 + 100 of 250 cM. van A. Wij hebben dus $\frac{132 + 250}{300}$ of 105 van dezen druk naar het midden van A B overgebragt. In G drukt wederom het $\frac{1}{4}$ van den druk gelijkmatig over L J verspreid. Deze is dus $\frac{250 \times 66}{4 \times 50}$ of ruim 82 stel 83 Kg. Omdat nu G voorbij het midden der balk ligt, wanneer men uit A rekent, moet nu dit gewicht met de afstand tot B of 250 vermenigvuldigd, en dan door de halve balklengte of 300 cM. gedeeld worden; wij vinden dan $\frac{83 + 250}{300}$ of zeer nabij 70 Kg. voor den overeenkomstigen druk op het midden van den balk. De druk over G B verspreid is $\frac{250 + 66}{50}$ of 330. De afstand van het midden van G A (want de druk is wederom regelmatig verspreid) is 125 c. M., wij hebben dus 330 met 125 te vermenigvuldigen en door 300 te deelen, gevende ruim 137, stel 138 voor den druk, hierdoor op het midden van den balk overgebracht.

De gezamenlijke druk op het midden van den balk is alzoo 50 + 25 + 105 + 70 + 138 of 388 Kg. Hiervan het dubbel nemende heeft men 776.. De belasting der zolderbalken is nu $\frac{66 + 600}{50}$ of 924. De balken A B en C D zouden in dit geval zelfs met mindere afmetingen dan de zolderbalken verkrijgen, volstaan kunnen. Wij raden in dergelijke gevallen echter aan geene mindere afmetingen daaraan te geven.

Rekent men nu in ieder geval uit het punt A, dat het dichtst bij het midden van A B ligt, dan zullen de gegevene voorschriften altijd kunnen gevolgd worden.

41. Van eenige doch weinig beteekenende wijziging wordt het voorschrift in geval met een enkel dubbel

kreupele balk, maar verscheidene tegelijk op de raveelbalken E F en G H dragen. Wij zullen dan den druk op E en G en dus die welke van de punten naar het midden zijn overgebracht, eenvoudig slechts zooveel malen te nemen hebben als er dubbel kreupele balken zijn Zie fig. 9.

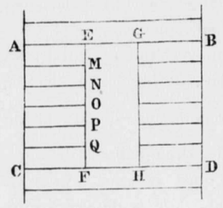


Fig. 9.

Hadden wij in ons laatste voorbeeld niet een maar vijf kreupele balken gehad, dan werden de drukkingen van E en G naar het midden overgebracht, nu in plaats van 25 en 70, 125 en 350, en de totale druk op het midden van A B werd dan:

50 + 125 + 105 + 350 + 138 of 768 Kg. Het dubbel hiervan is 1536. De belasting van den zolderbalk die niets bizonders te dragen heeft is 924.

Wij vermenigvuldigen nu de breedte der zolderbalken die op 10 cM. te stellen is met 1536 en vinden dan 15360, welke door de belasting 924 van den zolderbalk gedeeld geeft ruim 16 of circa 17 cM.

42. De raveelbalk E F draagt nu op elk der punten M, N, O, P en Q, zie fig. 9, de helft der belasting op een der kreupele einden verspreid. Deze is $\frac{66 \times 150}{70}$ en dus de helft daarvan $\frac{66 \times 150}{100} = 99$ stel 100 Kg. De lengte aan dien balk is te rekenen op 6 × 66 of 396 cM.

De raveelbalk G H draagt op ieder der vijf belaste punten de helft der belasting over de kreupele einden ter lengte van G H verspreid dus in ons voorbeeld $\frac{66 \times 250}{2 \times 50}$ of 165 Kg. Passen wij nu de voorschriften van §§ 35 of 36 en in ieder geval dat van § 37 toe, dan kunnen wij de afmetingen dier raveelbalken bepalen; waarbij wij dan veronderstellen dat de hoogte der zolderbalken ook aan deze gegeven wordt. Hierbij dient men echter te zorgen dat de balkshoogte van den raveelbalk $\frac{1}{21}$ van de vrijdragende lengte bedraagt.

De raveelbalk is lang 396, het $\frac{1}{21}$ hiervan is nagenoeg 19. De hoogte van den zolderbalk is volgens § 9: $\frac{600}{26} = 24$ cM. en daar nu 19 minder dan 24 cM. is die wij stelden dat aan den raveelbalk voor hoogte zal gegeven worden, is de stijfheid ruim verzekerd. 10)

10) Er blijft ons nog over te bepalen hoe wij aan die hoogte van $\frac{1}{21}$ der vrijdragende lengte voor den raveelbalk komen. Wij hebben bij eene gelijkmatig verspreide belasting en 10-voudige zekerheid eene geoorlofde buiging van $\frac{1}{500}$, aannemende P de belasting te zijn en b, h, en l als vroeger: $P = \frac{8\ b\ h^2}{l} \times 10$ en $\frac{1}{500} = \frac{5\ l^3}{8 \times 130000\ b\ h^3} \times P$.

Lossen wij nu uit beiden P op en stellen wij de dus verkregene uitdrukkingen voor P aan elkander gelijk dan vinden wij, ten

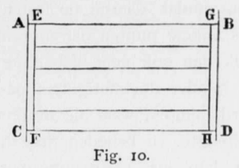


Fig. 10.

43. In fig. 10 hebben wij een geval geschetst, waarbij op afstanden als A B of C D zware balken gelegd zijn, welke de raveelbalken, hier eigenlijk meer draagbalken, E F en G H ondersteunen. Deze constructie vindt hare toepassing in sommige gevallen bij de overdekking van kelderverdiepingen, waarbij het inmetselen der balken, zoo deze van hout zijn, niet is aan te raden, en dit vooral niet wanneer men de inwerking van vocht of het gedurig heerschen van een warmen met vocht verzadigden dampkring in het inwendige der overdekte ruimten te vreezen heeft. Men tracht dan de balken voldoende doch vrij van de muren te ondersteunen. Alleen de hoofdbalken A B en C D gaan in deze door, doch dragen in openingen welke zoodanig zijn uitgespaard dat om de balkeinden eene luchtcirculatie kan plaats hebben.

Men kan in dit geval geen enkelen balk der constructie als bevestigd beschouwen en neemt dan deze als eenvoudig ondersteund aan. Men geeft nu om eene voldoende stijfheid te hebben de balken geene mindere hoogte dan $\frac{1}{21}$ hunner vrijdragende lengte, aannemende dat deze tot op 10 voudige zekerheid belast zijn.

Neemt men hierbij de breedte wederom $\frac{2}{5}$ van de hoogte, dan kan men voor breedte $\frac{1}{52}$ van de vrijdragende lengte, en de balksafstand van midden tot midden 0,17 dier lengte nemen.

Had men dan bv. 600 cM. vrijdragende lengte, dan had men balken noodig van 29 cM. hoogte bij 12 cM. breedte, welke dan echter op den afstand van 102 cM. zouden kunnen gelegd worden; voor gevallen als deze, zouden nu aanraden, de vrijdragende lengten niet grooter dan 600 cM. te doen zijn en hierop door de distributie van het inwendige zooveel mogelijk is te letten. Verkrijgt men nu meer dan 85 cM. balksafstand, dan zoude ik de gevondene dwarsafmetingen aanhouden en de balksafstand op 85 cM hoogstens 90 cM. houden. Het is toch allesints raadzaam in deze gevallen de zekerheid ruim groot te nemen.

De constructie waarop wij hier doelen vermijde men

minste, zeer nabij $h = \frac{1}{21}$.

De bevestiging der raveelbalken is op verre na niet zoo goed als die der zolderbalken. Zij hebben hoogst zeldzaam tusschensteunpunten, op welke, wanneer deze op zichzelve genoegzaam weerstand biedend kunnen geacht worden, de balken als bepaald bevestigd te beschouwen zijn. Het doorzetten van een raveelbalk, hoe weinig ook, is schadelijker dan dat van een zolderbalk, weshalve wij meenden deze door meerdere hoogte, vooral tegen dien minder gunstigen toestand, bestand te moeten maken. Wij merkten reeds vroeger aan, dat wij hierbij, zuiver theoretisch gezien, overdrijven, doch ook dat die overdrijving hier als eene gepaste zekerheids maatregel ons inziens te verschonen is.

Wij geven aan de laatste voorschriften geene theoretische verklaringen, dewijl deze onmiddelijk uit het vroeger verklaarde volgen.

bij de hoogere verdiepingen, omdat daarbij de lasten der zolders te veel op slechts enkele punten der muren neerkomen. Hierom meen ik dan ook eene bebalking met Moer- en Kinderbalken, minder doelmatig te moeten achten. Bij de kelderverdiepingen, waar de muren tot aan de balklaag minder hoogte, en beneden deze in den regel meer dikte hebben, kan deze constructie met het oog op boven aangehaald doel beter gevolgd worden.

44. Wij kunnen nu de afmetingen welke de balken A B en C D moeten verkrijgen op de volgende wijze vinden.

Stel wij hadden 700 cM. vrijdragende lengte van muur tot muur, dan vinden wij voor de balkshoogte der balken als H F, die wij, hoewel deze eigenlijk eenigszins minder is, aannemen diezelfde vrijdragende lengte te hebben, $\frac{700}{21}$ of 34 cM., de breedte is dan circa 14 cM. en de afstand der balken kunnen wij nu op 90 cM. stellen. Laat nu elk der balken E F en G H de einden van 4 zolderbalken dragen, dan is de belasting op elk belast punt van den balk E F 630 Kg. De geheele balk als I K is toch belast met $\frac{700 \times 90}{50}$ of 1260 Kg. en bij E draagt de helft van 4 dezer belastingen, dus 2520 Kg. De balken A B en C D zijn dus doorgaande met 1260 Kg., en in elk der punten E en G van A B bv. met 2520 Kg. belast. Nemen wij nu aan dat dit gewicht op 15 cM. uit A en E werkt, dan vermenigvuldigen wij 2520 met 15 en deelen dat product door de halve vrijdragende lengte der balken A B en C D. Wij hebben dan $\frac{2520 \times 15}{350}$ of 108 Kg.; van de andere belasting in G ondervindt de balk A B evenveel in het midden, dus van beiden te zamen 216 Kg. Deze moet nu 2 malen genomen, en bij de belasting welke de balk A B op zichzelve als zolderbalk draagt, worden opgeteld, wij hebben dan 1260 + 432 of 1692. De balken hebben nu 14 bij 34 cM. afmeting.

Men vermenigvuldige 34 met 476 gevende 16184. Dit product neemt men 80 malen en vindt dan 1294720. Deelt men nu dit laatste gevondene getal door 700 dan vindt men circa 1849. Dit is nu het gewicht dat de balk veilig kan dragen, en A B noch C D behoeven, aangezien zij tot deze hoogte niet belast worden, geene verzwaringen.

Dit voorschrift toepassende verkrijgen de zolderbalken in den regel veel meer overmaat van draagvermogen dan de hoofdbalken; en dit is, omdat deze ondergeschikt zijn, eigenlijk eene tegenstrijdigheid. Het zal zelden voorkomen dat men bij woonhuizen dergelijke constructiën met wijde vrijdragende lengten voor de balken behoeft, gewoonlijk hebben de balken tusschen-steunpunten en wij kunnen dan de voorschriften voor de uitraveelingen gegeven, dadelijk toepassen. Ook komen bij woonhuizen de balklagen, met steekgeweltjes dicht gedekt, voor, en dan natuurlijk behoeven wij een ander voorschrift voor de berekening der dwarsafmetingen. Voor de zeer enkele gevallen dat het nu afgehandelde voorschrift dient toegepast te worden kan men het veilig volgen, en dan nog de breedte der draagbalken vermeerderen. Deze breedte zou de ook dan in rede van de belastingen toenemen. In ons voorbeeld waren de zolderbalken, als H I, belast met 1260 stel 1300 Kg; de draagbalk met 1692 stel 1700 Kg. De breedte zal men nu in verhouding van 13 tot 17 vergrooten, wij hebben dan, de breedte 14 zijnde, $\frac{14 \times 17}{13}$ of 18 cM. Eene verbreeding van 4 cM zal dan voldoende zijn om ook bij de draagbalken de overmaat van draagvermogen te doen bestaan. Voor de weinig voorkomende gevallen als deze is die verzwaring aan te bevelen, doch niet absoluut noodzakelijk.

45. Ook bij de constructie der woonhuizen komen gevallen voor waarbij enkele balken der bovenste of eigenlijke zolderbalklagen een gedeelte van den last van het dak te dragen hebben. Gaan de scheidingsmuren van uit de fundamenten op, dan kunnen wij de scheidingen als steunpunten voor de balken beschouwen. Is dit niet het geval en bestaan de scheidingen der vertrekken van de bovenverdieping uit eenvoudig getimmerde wanden, dan zouden wij niet aarzelen deze als tusschensteunpunten te beschouwen, en de vrijdragende lengte van zijmuur tot zijmuur te rekenen. In dit laatste geval hebben debalken, welke wij hier op het oog hebben, behalve eene doorgaande gelijkmatige zolderlast, ook nog de drukking welke de kapstijlen enz. daarop uitoefenen te dragen.

Wij stellen het geval geschetst in fig. 11,

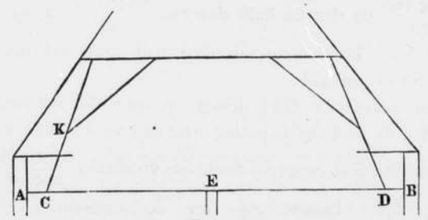


Fig 11.

waarbij de balk A B die bij C een kaptsijl draagt, en evenzoo bij D, door een tusschensteunpunt bij E gedragen wordt Wij nemen nu de grootste der afstanden A E en E B voor vrijdragende lengte aan, en geven dan overeenkomstig de noodige afmetingen aan den balk A B.

Wij kunnen nu de A B belast denken over de lengte A E met den gewonen zolderlast, en buitendien nog bij C met het gewicht, waarmede de kapstijl op den balk A E drukt. Wij bepalen de afmetingen der zolderbalken naar de daarvoor gegeven voorschriften, en hebben dan nog eenvoudig te bepalen welke meerdere breedte aan den balk A B moet gegeven worden.

Dewijl de meerdere breedte aan den balk A B te geven, in den regel slechts eenige cM. zal bedragen, behoeft men den druk welke de kapstijl K op A B uitoefent niet met volle juisheid te kennen. Heeft men met gewone Hollandsche of gebroken kapgebindten (Mansarde vormen) te doen, dan zal men den last op den kapstijl en daardoor op den balk werkende kunnen bepalen, door den afstand der kapgebindten (die welke stijlen hebben) te vermenigvuldigen met de halve spanwijdte der kappen en vervolgens dit product met 125. Heeft men deze laatste vermenigvuldiging uitgevoerd, dan neemt men de vier achterste cijfers van het verkregene

getal weg en verkrijgt dan het aantal Kg. waarop men den druk welke de stijl nitoefent te rekenen heeft.

Had men b. v. eene wijdte van 700 cM. overkapt en daarvan de gebindten 308 cM. van midden tot midden uit elkander, dan was $950 \times 308 = 102800$, dit met 125 vermenigvuldigd, $102800 \times 125 = 13470000$. Men heeft er dus op te rekenen dat de druk welke de stijl op den balk uitoefent 1347 Kg. is.

Het is nu in geenen deele onverschillig op welken afstand de stijl van den muur staat. De druk op den balk wordt minder nadeelig voor het draagvermogen van dezen wanneer de afstand kleiner wordt. Stond dien stijl boven den muur op den balk, dan zoude niet alleen de balk in draagvermogen niet verliezen, maar zelfs winnen

Stellen wij, dat als in fig 11 de balk in E ondersteund werd en dat A E 500 cM. is. Volgens de voorschriften van § 9 hebben wij dan voor den balkafstand 55 cM. De balken hebben voor dwarsafmetingen $\frac{500}{26}$ of 20 cM. hoogte en 8 cM. breedte. Zij nu de afstand der kapgebindten 275 cM., en de halve spanwijdte van de kap 350 cM., dan hebben wij $350 \times 275 \times 125$ voor de belasting van den stijl, door dezen op den balk overgebracht, mits met weglating der 4 laatste cijfers van dit gedurig product. Wij vinden hiervoor 1103 Kg

Deze druk brengt men nu op het minden der vrijdragende lengte, hier 250 cM., uit den muur over. Staat het midden van den stijl nu 20 cM. uit den muur, dan heeft men eenvoudig 1103×20 te nemen, gevende 22060, en dat door 250 te deelen. Men vindt dan $\frac{22060}{250}$ of circa 89. Hiervan neemt men het dubbel of 178, hetwelk men nu bij de gewone belasting van den balk, als zolderbalk, te, voegen heeft. Men vindt dan, die belasting $\frac{55 \times 500}{50}$ of 550 Kg. zijnde, $550 + 178$ of 728, waarvoor wij stellen 730.

Dit getal 730 vermenigvuldigt men met de breede 8 der zolderbalken en vindt dan 5840, en deelt dit product door de gewone belasting van den zolderbalk of 550. Men vindt ruim 11, dus 12 cM. voor quotient en 12 cM. is nu de breedte welke men aan den balk dient te geven

46. Had men eene spanning van 700 cM., zonder op eenig tusschen-steunpunt der balken te kunnen rekenen, en bedroeg de afstand der kapgebindten 300 cM., dan had men het product $300 \times 350 \times 125 = 1312.5000$, en met weglating der vier laatste cijfers, dan het naast bijkomende grootere tien nemende, 1320 Is nu de afstand van het midden der stijlen uit den muur wederom 20 cM., dan hebben wij $\frac{1320 \times 20}{350}$, gevende nabij 76. Het dubbel hiervan is 152 en dit is alzoo de drukking van eenen stijl naar het midden en dan als verspreide kracht beschouwd, overgebracht. Voor de beide stijlen hebben wij daarvoor 304, stel 300 Kg. — De gewone belasting op de zolderbalken is, de balkafstand 77 cM., zijnde, $\frac{77 \times 700}{50}$ of 1078 Kg. en de balk A B fig. 12

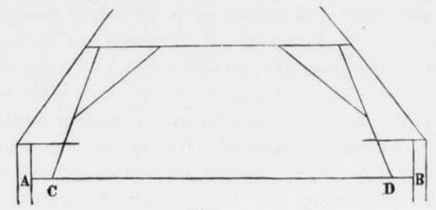


Fig. 12.

is dus belast met 1078 Kg. De balkbreedte der zolderbalken is $\frac{700}{65}$ of 11 cM. Wij vermenigvuldigen nu 1378 met 11 en vinden dan 15158. Dit product deelt men door de belasting van den zolderbalk, waardoor wij 1078 vonden, het quotient geeft ruim 14 en de balk A B zal dus nu eene breedte van 15 cM. bij eene hoogte als de zolderbalken van $\frac{700}{26}$ of 27 cM. moeten hebben. *)

47. Wij kunnen de verschillende wijzen, waarop door de inwerking der bekappingen, drukkingen op sommige zolderbalken worden uitgeoefend, niet met voldoende uitvoerigheid in dit eerste gedeelte van ons onderwerp behandelen, en zullen die meerdere uitvoerige behandeling moeten verschuiven tot den tijd waarin wij ons gaan onledig houden met de bepaling der afmetingen van de onderdeelen onzer kapconstructiën.

48. De overdekking der kelderverdiepingen met trog- of steekgewelfjes volgt men vrij algemeen, en bezigt dan daarbij meestal getrokken ijzeren balken. Voor dat deze in eene groote verscheidenheid te verkrijgen waren, en zelfs vóór eene eenigszins algemeene bekendheid met die balken ten onzent, bediende men zich van houten balken tot ondersteuning der gewelfjes, later van gegoten ijzeren. Deze laatsten laten wij buiten beschouwing, omdat wij het gegoten ijzer niet zouden verkiezen voor balken. De nog al belangrijke kosten, welke het gebruik van getrokken ijzer geeft, is eene deugdelijke rede om het gebruik van houten balken niet geheel te verwerpen, en deze kunnen ook zeer goed de hier verlangde dienst bewijzen, wanneer slechts de noodige voorzorgen genomen worden om ze in goeden staat te houden. Wij stellen deze op den voorgrond en meenden ook deze balken in behandeling te moeten nemen.

49. De houten balken van deze bestemming zijn in der tijd op twee verschillende wijzen, of liever van twee verschillende profilvormen gebezigd. De schetsfiguren 13—14 geven die profillen aan.



Fig. 13.

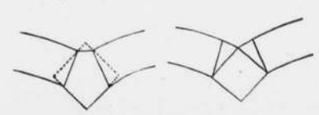


Fig. 14.

*) De grondslagen waarop de voorschriften in dit art. gegeven berusten behoeven ons inziens geene theoretische toelichting Deze zoude toch geheel dezelfde zijn als die reeds voor de balken welke raveelbalken te dragen hebben, aangegeven.

Alvorens de afmetingen dier balken te kunnen bepalen is het noodig vast te stellen met welk gewicht zij belast zijn. Wij zouden aanbevelen de balken zoodanig uit elkander te leggen dat de spanning van de benedenste of binnenwelflijn 90 cM. wordt, een paar cM. meer of minder, is van geene beteekenis, zoodat men zich in den regel zeer nabij hieraan zal kunnen houden, de breedte der balken bepale men op 15 cM., zoodat deze dan 105 cM. van midden tot midden uit elkander liggen. De welving der binnenwelflijn bepalen wij op 10 cM., en behandelen in de eerste plaats het geval van fig. 13. hierbij de gewelfdikte op 11 cM. stellende en aannemende dat de gewelfjes tot op 5 cM. beneden den kruin der buitenwelflijn aangemetseld of geënraseerd worden. Zonder belangrijken misgreep kunnen wij nu op de volgende wijze het gewicht der gewelfjes vinden.

Men voegt bij de wijdte of de spanning op de binnenwelflijn, hier 90 cM., nog 5 cM. Deze 95 cM. vermenigvuldige men met 11, gevende 1045. Dit product vermenigvuldigt men met de vrijdragende lengte die wij op 500 cM. stellen, en men heeft dan 1045 × 500 of 522500 cM., waarvoor wij stellen 523 dM.^{3} De dM.^{3} metselwerk nemen wij aan 1.8 Kg. te wegen, en dit met 523 vermenigvuldigende hebben wij 523 × 1.8 of 941.4 Kg., waarvoor wij stellen 950 Kg. De driehoekige enraseering tusschen twee gewelfjes kan men stellen te hebben een doorsnede-inhoud van 183 cM.^{2}, gevende met de vrijdragende lengte 500 vermenigvuldigd een, kubieken inhoud van 183 × 500 of 91500 cM.^{3} zijnde circa 92 dM.^{3} Deze weegt 1.8 × 92 of 165.6 stel 170 Kg. De gewelfjes wegen dus op de balken met 950 + 170 Kg. of 1120 Kg. Op de aanraseering kunnen nu greenen balkjes van 10 bij 10 cM. gelegd worden en zoo wij ook deze stellen, op de balken te wegen, dan heeft men 100 × 500 of 50000 cM.^{3} greenen hout, wegende 0.6 × 50 of 30 Kg. De belasting op den balk wordt hierdoor dan 1120 + 30 of 1150 Kg. De vloerbelasting is $\frac{105 \times 500}{50}$ of 1050 Kg. en dus de totale belasting van den balk 2200 Kg. Was de balk nu niet aan den bovenkant afgeschuind, dan zoude men de breedte op 15 cM. stellende, de hoogte vinden als volgt:

De belasting 2200 vermenigvuldigt men met de balklengte 500 en vindt dan 1100000. Men deelt dat getal door 1200 en vindt dan $\frac{1100000}{1200}$ = nabij 917.

Hieruit trekt men nu den tweeden machtswortel en vindt dan zeer nabij 30, welke nu de hoogte van den balk is. Men telt hierbij 5 cM. op en vindt dan voor den balk 15 bij 35. De afschuiningen aan de bovenzijden worden nu zoodanig genomen dat deze naar de gewelfsporringen bij den aanvang of den wortel van deze loopen, er blijft dan circa 5 cM. vlakke kant aan den bovenkant.

De balken verkrijgen naar dit voorschrift, buiten de wanden, aanzienlijke dwarsafmetingen, doch zijn dan ook volkomen op den duur bestand tegen den last die zij te torschen hebben. Overdekkingen op balken naar dit voorschrift bepaald, door mij ontworpen en uitgevoerd, hebben zich gedurende een tijdsverloop van ruim 40 jaren, volkomen goed gehouden, terwijl andere gegoten ijzeren balken gewelfjes dragende, door het springen der balken moesten vernieuwd worden, en vooral was de constructie dan niet minder kostbaar, maar wel degelijk veel meer

Wij stellen den afstand der balken zoodanig, dat wij 90 cM. overspanningswijdte van de binnenwelflijn der gewelfjes hielden Gewoonlijk worden bij het metselen der gewelfjes de steenen op hun kant gezet, en is dan de richting over de welflijn streksch. Het valt niet te ontkennen dat het te verkiezen zoude wezen, de gewelfjes over hunne lengtestrekking te metselen, doch men zal dit moeijelijk zonder gebruik van formeelen kunnen doen, en dit geeft een belangrijk kostenbezwaar. De eerstgenoemde wijze van behandelen kan blijkens de ondervinding zeer goede resultaten opleveren, doch in sommige gevallen gaat men erg zorgeloos met het slaan dier gewelfjes om, en dit is stellig verkeerd.

50. De door ons geschetste aanraseering wordt veeltijds weggelaten, doch ons inziens ten onrechte, dewijl zij de neiging tot doorbuigen van den balk wel degelijk tegenwerken en dus het gezamenlijke der dekking zeker helpen in stijfheid, hetgeen vooral van belang is, voor den tijd dat het metselwerk nog weinig is verhard Zeker is deze handelwijze eenigszins kostbaar, doch wij gelooven die kosten wel besteed te mogen noemen

(*Wordt vervolgd.*)

J. G. J. van Roosmalen.

HET KASTEEL „OUD WASSENAAR"

BIJ 'S GRAVENHAGE.

De betimmering van de eetkamer, op de platen 12 en 13 voorgesteld, is geheel van blank eikenhout vervaardigd, niet gebeitst, maar alleen in de was gezet. Het plafond, eveneens van blank eikenhout, is verdeeld in caissons, die met ornamenten zijn beschilderd, uitgezonderd het middenvak waarin een figurengroep is aangebracht. De wanden, zoo ook het fries, met bloem- en vruchtenfestoenen versierd, zijn behangen met gobelins, daartoe opzettelijk geweven.

Aan de eetkamer grenst de bibliotheek op de platen 14 en 15 voorgesteld.

De hooge boekenkasten en de verdere betimmering zijn vervaardigd in blank notenhout (amerikaansch en italiaansch), ook het plafond, dat geheel van notenhout, in caissons is verdeeld. De wanden boven de houten betimmering zijn met goudleder bekleed.

De salon met aangrenzend boudoir in den toren zijn uitgevoerd in stijl Louis XVI, de ornamenten van cartonpierre en al het houtwerk in lichte kleuren afgeschilderd. De wanden of vakken zijn met een satijnen stof bekleed.

Tegenover den ingang is de groote zaal, van 14 Meter lengte bij 8 Meter breedte. Deze is geheel gestucadoord en daarna in kleuren afgeschilderd en versierd, in de vullingen der pilasters, het fries, en het plafond met zeer luchtige ornamenten, plaat 17.

Hiermede is in 't kort medegedeeld hetgeen de teekeningen nog uitvoeriger duidelijk zullen maken; maar alvorens dit opstel te besluiten, rust tevens op mij de aangename plicht met erkentelijkheid in dit Tijdschrift ook de mannen te gedenken, die hebben medegewerkt tot de uitvoering van het ontwerp.

1°. De Gebr. van Malsen, niet alleen als aannemers van het ruwe werk, maar tevens als uitvoerders van de geheele binnenbetimmering. Zoo werden de betimmeringen in eetkamer, bibliotheek, enz. met het beeldhouwwerk, uitgevoerd in de stoomtimmerfabriek van bovengenoemde firma, te 's Hage.

2°. De Heer J. Stortenbeker te 's Hage als decoratieschilder van het middenvak in het plafond der eetkamer en van de geheele schildering der groote zaal, naar teekeningen in kleuren van den architect.

3°. De Firma Eckhardt te Rotterdam, als leverancier der ornamenten in cartonpierre voor den salon.

4°. De Heer Laurent Philips als aannemer van het marmerwerk.

5°. De Heer Braat als aannemer van de waterleiding en de leidekkerswerken.

6°. De Heer Lamaer te Wassenaar, als schilder van het geheele gebouw.

7°. De Heer Windt te 's Gravenhage, als leverancier der stoffeering van de verschillende vertrekken.

8°. De Heer Detoma te Weenen, als aannemer van het stuc-marmer.

De Heer A. R. Freem, thans te Arnhem, was als hoofdopzichter belast met het dagelijksch toezicht over den bouw.

De teekeningen werden voor dit tijdschrift bewerkt en vervaardigd door de Heeren F. M. L. Kerkhoff, T. J. Bremmer, J. A. Mulock Houwer en A. R. Freem.

C. MUYSKEN, *Architect.*

BEREIDING VAN STUC-MARMER.

Bij de vervaardiging van stuc-marmer dient men er vooral op te letten, dat de muren waarop het aangebracht moet worden, gemetseld worden met eene specie die bereid is geworden met zuiver water, geheel vrij van keukenzout. Ook mag in de specie geen tras voorkomen, daar deze een zeer nadeeligen invloed op het stucmarmer uitoefent.

Bij muren waarin rookgeleidingen zijn aangebracht moet men tevens zorg dragen, dat de zwaarte van den muur tusschen den binnenwand van den schoorsteen en het vlak waarop het stuc-marmer moet aangebracht worden, minstens 0,22 M. zij, daar dit laatste anders bij te groote hitte scheurt. Verder moeten de muren volkomen droog zijn en bovendien gewaarborgd zijn tegen de op-

name van vocht. Daar de eerste eisch bij nieuwe gebouwen niet altijd onmiddellijk, en zelfs meestal niet volkomen te verkrijgen is, wanneer het gebouw reeds zooverre gevorderd is, dat met het vervaardigen van stucmarmer een aanvang kan worden gemaakt, doet men het best, alle muren zuiver schoon te maken en de voegen zoo diep mogelijk uit te hakken — deze wijze is dan ook gevolgd voor het stuc-marmer op het kasteel Oud-Wassenaar — daarna bestrijkt men de muren met eene oplossing van schellak in spiritus, welke, na goed in flesschen geschud te zijn, eerst als zeer verdunde —, daarna als meer geconcentreerde oplossing met kwasten op de muren wordt gebracht. De spiritus verdampt aan de lucht en laat op den muur eene laag achter welke ondoordringbaar is voor vocht.

Nadat die laag goed gedroogd is worden de muren onder de rij beraapt met een mortel, bestaande uit gezift en fijn grint, zuivere gips en lijmwater, — een oplossing van gewone timmermanslijm in water — evenals mortel bereid. Dit geeft eene laag van ongeveer 0,02 M. dikte, die eene groote mate van hardheid verkrijgt door het lijmwater en de grind, en eene ruwe oppervlakte vertoont.

Is deze laag goed droog, en hebben de profillen en lijsten, die getrokken moeten worden, in ruwe trekken de vormen gekregen zooals de teekening die aangeeft, dan begint men met het aanbrengen van het eigenlijke stuc-marmer.

Ter bereiding hiervan worden de vereischte grondstoffen voor de vorming der kleuren die men aan het marmer geven wil, met zuiver water en gips zoolang dooreen gekneed, totdat de massa overal hetzelfde kleurgehalte vertoont.

Bijzondere oplettendheid moet men aan de gips weiden, en uitsluitend gebruik maken van albast-gips, 1e kwaliteit, van zuiver witte kleur, die met behulp van steenen rollen is gemalen. Gips welke met stalen rollen gemalen of gewalst is, vertoont bij een nauwkeurig onderzoek fijne schitterende staaldeeltjes welke krassen zouden veroorzaken op de oppervlakte, en de gips een scherpte geven die haar ongeschikt voor het doel maken.

De verkregen massa wordt nu vervolgens op groote houten tafels met de handen, evenals brooddeeg gekneed en goed dooreen gemengd, totdat het eene kruimelige zelfstandigheid geworden is, die zich in de hand tot balletjes laat kneeden. Door eenige balletjes te laten droogen onderzoekt men nu, door vergelijking met een monster van het na te bootsen marmer, of de gewenschte kleur verkregen is.

In het doorelkander werken der kleurstoffen bestaat het groote geheim van het stuc-marmer, hetwelk slechts aan eenige „kunstmarmorirer" in Weenen bekend is. De werkplaats op het kasteel Oud-Wassenaar was dan ook van eene goede sluiting voorzien en zelfs, terwijl de specie bereid werd, steeds zorgvuldig gesloten. De bereiding had plaats onder leiding van den chef, en verschilt geheel en al van die welke men bij ons te lande bezigt voor hetgeen men daar onder stuc-marmer verstaat.

De kleurstoffen worden bijna geheel droog door de massa gewerkt en men moet zich daarbij voorstellen, dat elk deeltje gips, verbonden is met een deeltje grondstof van de gewenschte kleur, en dat die beiden één geheel vormen.

Bij de imitatie b. v. van graniet (roode schotsche graniet), waarin verschillende lichte, en donkerroode en ook zwarte kleuren voorkomen, verkrijgt men die kleurtoonen door kleine stukjes van bovengenoemde massa op verschillende wijze bijeen te voegen en dooreen te kneeden. Zoodoende kan men eene imitatie verkrijgen, die niet van de werkelijkheid is te onderscheiden. De hoofdzaak daarbij is niet het rangschikken der verschillende kleuren naast- en doorelkander, maar het natuurlijker dooreen werken of liever kneeden der kleuren.

Bij verschillende kleurpartijen werden b. v. van de lichte en de donkere kleuren elk afzonderlijk een massa bereid, en deze vervolgens droog dooreen gekneed, aangezien anders de kleuren doorelkander zouden vloeien. Juist dit kruimeldroogе verwerken geeft die eigenaardige naastelkander plaatsing der verschillende kleuren, die op de meest natuurlijke wijze aan het toeval is overgelaten.

Bij een geaderde marmersoort ziet men de aderen op eigenaardige wijze door de massa heen gewerkt, zonder dat bij het pleisteren die aderen kunstmatig daarin worden gebracht.

Heeft nu deze kneedbare massa haar juiste kleurgehalte verkregen, dan maakt men er ronde of ovale koeken van, ongeveer 0.05 à 0.08 M. dik, in den vorm van kleine kaasjes. Deze koeken worden nu bevochtigd, met de handen op de muren geplet en met kleine stalen of koperen truffels vlak gestreken en zooveel mogelijk, zuiver in het af te werken vlak, dat daartoe met reien onder en boven is afgezet, om de grootte van het paneeltje te bepalen.

Dit uitwerken moet vlug en goed geschieden en de massa stevig over de onderlaag gewerkt worden. De dikte hiervan is ongeveer 0.015 à 0.018 M. Naden verkrijgt men natuurlijk niet. Ter volkomen imitatie brengt men ze evenwel kunstmatig aan, naar gelang van de grootte van de paneelen, door middel van afscheiding met latjes. Hierdoor breekt men de massa af, en krijgt zoodoende een zeer natuurlijke naad, daar geen der koeken, bij beschouwing daarvan, de zelfde plaatsing der deelen vertoont.

De bepleistering vertoont zich nu als een dof vlak. Men laat dan muren en lijsten zoolang droogen, totdat de massa volkomen droog is en zich, indien men er op klopt, voordoet als of het steen ware.

Dan wordt vervolgens de oppervlakte met blokschaven onder de rei geschaafd, welke arbeid met veel oplettendheid moet geschieden, daar men met het oog op het later glanzend oppervlak, zoo zuiver mogelijk moet werken. Elke oneffenheid zou zich later door den glans veel grooter voordoen dan zij werkelijk was.

Deze arbeid werd door Hongaren verricht, terwijl het artistieke gedeelte door Italianen en Oostenrijkers werd uitgevoerd.

Onder het schaven worden oneffenheden gestopt, en na afloop hiervan vertoonen zich de wanden volkomen vlak, en de lijsten in hunne juiste profileeringen. Lijsten, kolommen op houtkonstruktiën (betengelingen) worden geheel en al op de zelfde wijze bewerkt; de betengelingen moeten daarbij evenwel niet beriet worden, maar bespannen met een net van koperdraad en draadnagels, waarop dan de ondergrond wordt aangebracht.

Kapiteelen, basementen, sluitsteenen, of ornamenten worden in vormen gegoten en daarna geplaatst.

Is alles aangebracht, dan begint het eigenlijke afwerken. Hiertoe worden de geschaafde vlakken achtereenvolgens met verschillende steenen geslepen, waarbij gebruik gemaakt wordt van een mengsel van rauwe lijnolie en witte was; de poriën door het schaven ontstaan worden door deze bewerking dicht geslepen.

Langzamerhand, als 't ware onder de handen van den polijster ziet men de glans zich ontwikkelen en naarmate die meer en meer opkomt, worden de slijpsteenen telkens door steenen van meerdere fijnheid vervangen; de laatste welke gebruikt werden waren van een zeer groote hardheid en dichtheid, en zelve glanzend. Deze steenen hadden een slijpvlakte van eenige vierkante duimen.

Na deze bewerking wordt het geheel, met zuivere linnen doeken met olie (rauwe lijnolie) en essence van terpentijn gepoetst, en vervolgens met sponzen en helder, schoon water afgewasschen.

Het polijsten vereischt den meesten tijd. Zoo wordt over een oppervlakte ter grootte van één vierkanten Meter, door één persoon twee, soms drie dagen geslepen; bij lijstwerken wordt natuurlijk nog meerderen tijd vereischt.

De lijstwerken worden eveneens met blokschaven geschaafd, de beitels daarvan moeten natuurlijk de gewenschte profillen hebben. Bij sommigen profillen, hakt men vooraf in het ruw de verlangde vormen.

Wil het stuc-marmer goed bewaard blijven, dan is het noodig het maandelijks goed af te vegen met drooge linnen doeken, en het daarna te wrijven met rauwe lijnolie gemengd met terpentijn; men moet daarbij zorg dragen dit mengsel geheel en gelijkmatig uit te wrijven, en vooral is dit een vereischte op die plaatsen, waar zich vochtigheid vertoont. Kleine vlekjes worden het best verwijderd door ze goed in te wrijven met een mengsel van witte was en een zwakke terpentijn-oplossing, en door dit na eenige dagen uit te wrijven.

Deze bewerking mag echter eerst dan geschieden, indien vooraf de gevlekte plaats met schoon water door middel van een spons is afgewasschen.

Wat de kosten voor de toepassing van Stuc-Marmer aangaat, deze beloopen voor vlak werk ongeveer 30 gulden per M², terwijl voor geprofileerde lijsten het dubbele van dezen prijs gerekend wordt. Dit mag een onbevoegden hoog voorkomen, bij eene nadere beschouwing evenwel, van de artistieke nabootsing van het natuurlijk marmer, en de groote tijdsopofferingen daarbij in aanmerking genomen, vervalt dit denkbeeld geheel.

Moge weldra dit materiaal bij onze monumentale bouwwerken een ruime toepassing vinden.

A. R. FREEM.

WONING VAN DEN HOOFD-DIREKTEUR

DER RIJKS-MUSEUM-GEBOUWEN TE AMSTERDAM.

Architekt P. J. H. CUYPERS.

(*Vervolg van bladz.* 18.)

De westelijke gevel, op plaat VII, vertoont gelijkstraats den ingang tot het keukenportaal, de kleine vensterramen der provisie-kamer, rechts de twee vensters van de keuken, vervolgens den scheidingsmuur met eene deur die toegang geeft tot eene open plaats, tusschen de direkteurswoning en het museumgebouw, die, zooals het plan aanduidt, in direkte verbinding staat met de keuken.

Plaat VIII vertoont de doorsnede over de provisie- en dienstboden-kamer, de trapzaal c en de eetkamer *h*, zie plan gelijkstraats, plaat I.

Op de bel-étage of 1e verdieping, zie plaat II, gaat de doorsnede over de voorzaal *b*, de trapzaal *c* en de kunstzaal *e*, terwijl de daarboven liggende kamers der 2e en 3e verdieping op gelijke wijze doorsneden worden.

Op de 1e verdieping is de geheele betimmering in eikenhout.

De schoorsteenen zijn van zwart marmer, met lijsten in witten steen, die met bladwerk zijn versierd en in overeenstemming met de wandversieringen zullen geschilderd worden.

Op plaat XVII vindt men de details der plafonds-

betimmeringen en de verbinding dezer betimmeringen met de ijzeren balken.

Het plafond is alleen aan de ijzeren balken verbonden, zoodat er eenige ruimte is tusschen den vloer en het plafond

Overal waar de balken zich kruisen is eene rosette *b* aangebracht.

De balken en het lijstwerk *a* zijn in donker hout, de paneelen in lichtkleurig hout uitgevoerd.

De bladen der rosetten *b* zijn afwisselend verguld en bronsgroen.

De vergaringen C zijn geeloker-kleurig met bloemen. In elk der vier kwadraten zijn kartels geschilderd, met spreukbanden, bladwerk en symbolen.

Plaat XIX stelt de trapzaal op de 1e verdieping voor.

De treden zijn van geslepen graniet van de Ourthe, de pijlers, voetstukken, kapiteelen, kraagsteenen en bogen van gehouwen steen (Roche d'Euville en Savonnière), terwijl de leuning van gesmeed ijzer is vervaardigd.

De muren zijn gepleisterd in kalkmortel, en in 't zand afgeschuurd; de tint is in harmonie met de natuurlijke kleur van den gehouwen steen. De voegen zijn met bruin rood geschilderd, even als de friezen, banden en deurbekrooningen. Ook de kapiteelen en kraagsteenen zijn spaarzaam met kleuren versierd.

Het bovenlicht is in mat glas met een gekleurden rand in gebrand glas.

Van de beschildering van het voorportaal zullen op plaat XX details gegeven worden.

De schoorsteen der 2e verdieping is van zwart marmer met gekleurde tegels. Tegen den boezem is eene kleine galerij aangebracht voor het plaatsen van porselein en kleine voorwerpen van smaak; het galerijtje *p* is van eikenhout, in de was gewreven.

(*Wordt vervolgd.*)

PROEVE EENER VERZAMELING VAN VOORSCHRIFTEN

VOOR HET BEPALEN DER DWARSAFMETINGEN VAN DE ONDERDEELEN DER BOUWKUNDIGE CONSTRUCTIEN, WELKE DAGELIJKS OP HET GEBIED DER BURGERLIJKE BOUWKUNDE VOORKOMEN.

(*Vervolg van bladz.* 32.)

Deze constructie geeft, voor het geval dat de vrijdragende lengte groot wordt, voor de balken aanzienlijke afmetingen. Het is dan ook te verkiezen, die engte in geen geval meer dan 500 cM. te nemen, en zoo men noodzakelijk grootere behoeft, de balken dan tusschen steunpunten te geven. 11)

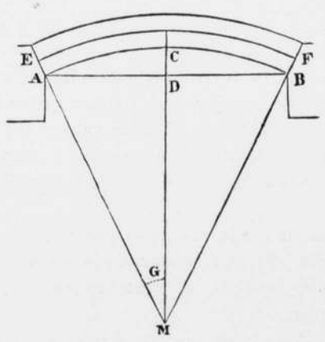


Fig. 15.

11) Zijn in fig. 15 AB = 90 cM. en CD = 10 cM., stellen wij nu A M = r en ook A M D = φ, dan vinden wij Sin $\varphi = \frac{45}{r}$ en $\frac{10}{r} = 1 - \cos.\varphi = 2\sin^2\frac{1}{2}\varphi$. Hieruit volgt $2\sin\frac{1}{2}\varphi\cos.\frac{1}{2}\varphi : 2\sin^2\frac{1}{2}\varphi = 45:10 = 9:2$; dus: $\cos.\frac{1}{2}\varphi : \sin.\frac{1}{2}\varphi = 9:2$ en $\tan g.\frac{1}{2}\varphi = \frac{2}{9}$. Men vindt hieruit $\frac{1}{2}\varphi = 12^\circ 31' 44''$ dus A M D $= \varphi = 25^\circ 3' 28''$ en A M B $= 2\varphi = 50^\circ 6' 56''$ en $r = \frac{45}{\sin.\varphi}$ zijnde, vinden wij voor r of de straal A M van de binnenwelfjes 108,72 stel 109 cM.

Tellen wij hierbij de halve gewelfsdikte of circa 6 cM. dan is de straal van de boog E F = 115 cM. Stellen wij de boog E F 50°7' dan is dit 3007' het $\frac{1}{4}$ van den omtrek of 90° bevat 5400'. Dat $\frac{1}{4}$ van den omtrek is $\frac{230\pi}{4}$ of 180,64 cM en de lengte van de boog EF is dan $\frac{3007}{5400} \times 180{,}64$ cM. Wij nemen hievoor $\frac{10}{18}$ of $\frac{5}{9} \times 180{,}64 = 100.355$ stel 100 cM.

51. Men bedenke dat de gewelfjes op de porringsvlakken der balken eenen hoogst aanzienlijken druk uitoefenen. Het is hierom van belang dat de steenen goed sluitend en dragend op die vlakken gesteld worden, wijl men anders bij gebruik van greenen balken het indrukken der porringsvlakken zoude te vreezen hebben, waartegen in ieder geval moet gewaakt worden.

52, Houten balken gebruikende, heeft men deze zooals fig. 14 aangeeft gelegd, d. i. op de scherpe kant, waarbij dan de balken in doorsnede vierkant waren. Deze wijze van handelen is minder doelmatig, en dit doordien eensdeels de hellende kanten van den balk niet naar de porring bij den aanvang van het gewelf gewerkt zijn, en men die porringen of een onjuist beloop zal moeten geven, of door het opbrengen van wigvormig bewerkte stukken het juiste porringsbeloop zal moeten uittimmeren, en anderdeels, dewijl de dus gelegde balken bij gelijken inhoud minder draagvermogen hebben dan die welke wij in behandeling namen, om een en andere redenen treden wij dan ook hier in geene verdere bizonderheden.

53. Het veelvuldig gebruik van getrokken ijzer voor de hier bedoelde balken, maakt het noodig dat wij ook hier van deze gewagen moeten. Niet vrij zijnde in de keuze der afmetingen is men gehouden zoodanige te nemen welke ons de ijzerindustrie aanbiedt, en dan daaruit die te kiezen, welke een voldoend draagvermogen hebben, en het digst bij het absoluut noodige van dit komen.

Men heeft dan het eerst de belasting die den balk zal te dragen hebben te bepalen, en kiest zich nu een balk, waarvan men het draagvermogen onderzoekt, aannemende dat de balk aan de einden ondersteund en overigens gelijkmatig met dien gevonden last belast is.

De berekening van dit draagvermogen is wel eenigszins omslagtig, doch dien omslag is niet wel te vermijden. Zij komt neer op het volgende:

Men begint met de flensbreedte te vermenigvuldigen met de derde macht der buitenwerksche balkhoogte.

Hierna trekt men de dikte van de middenrib van de flensbreedte af, en vermenigvuldigt dit verschil met de derde macht der hoogte binnenswerks.

De laatst gevondene uitkomst trekt men nu van de eerst gevondene af, en vermenigvuldigt dit verschil met 6400, waarbij men dan op eene 5 voudige zekerheid rekent.

Dit product deelt men door dat hetwelk men verkrijgt, wanneer men 6 malen de totale balkhoogte met de vrijdragende lengte van den balk vermenigvuldigt.

Het quotient geeft de last, welke de balk op de gezegde wijze volkomen veilig kan dragen.

54. Nemen wij als voorbeeld hetzelfde geval dat wij voor de toepassing van den houten balk verkozen. Wij vonden voor de belasting 2200 Kg., doch rekening houdende van het meerdere gewicht van den ijzeren balk zullen wij hiervoor stellen 2300 Kg.

Stel de gekozen balk had 6 cM. flensbreedte bij 22 cM. hoogte, dan hebben wij voor eerst 6×22^3 of 63888.

Zij de dikte der flenzen 1 cM., dan is de hoogte tusschen de flenzen 20 cM. De middenrib 8 mM., dan is de flensbreedte verminderd met de dikte van de middenrib 6 — 0,8 of 5,2 cM., en voor het tweede product hebben wij dan: $5{,}2 \times 20^3$ of 41600.

Het verschil van 63888 en 41600 geeft 22288, en dit vermenigvuldigt met 6400 geeft 142643200.

Nu is 6 malen de totale balkshoogte 6×22 of 132, en dit met de vrijdragende lengte 500 vermenigvuldigt heeft 66000.

Deelen wij nu 142643200 door 66000, dan vinden wij voor quotient ruim 2161 Kg., zoodat deze balk voor dit doel eigenlijk te ligt is. Kon men nu eene andere vinden, die niet al te veel overmaat van draagvermogen heeft, dan geeft men aan deze de voorkeur. Is het verschil al te groot, dan kan men in de meeste gevallen die balk nemen, welke in draagvermogen, al is dit dan ook iets minder, het digst bij de berekende belasting komt. 12)

Houden wij nu rekening van de omstandigheid dat de boog EF de lijn zijnde waarin men de zwaartepunten der differentiaal strooken van het gewelf zich te denken heeft lager dan op de helft van de gewelfsdikte valt en ook het soortelijk gewicht ruim genomen is, dan meenen wij die booglengte op 95 cM. te kunnen stellen, en als algemeenen regel te mogen aannemen dat men om de lastige berekening der booglengte te vermijden bij de spanning der binnenwelfjes steeds 5 cM. kan voegen om de booglengte op eene voldoende wijze in rekening te brengen. Het overige is te eenvoudig om nadere toelichting te behoeven. Wij stelden het soortelijk gewicht van het metselwerk op 1,8, hetwelk bij deze soort van werken stellig te groot is, doch zoo is aangenomen om zeker te zijn dat de belastingen niet te klein in rekening komen, en zeer ingewikkelde berekeningen te vermijden.

Hadden wij den weerstand aan den balk naauwkeurig volgens het profil hetwelk de fig. aangeeft willen bepalen, dan zouden wij in eene groote omslagtigheid vervallen zijn. Wij gelooven in het gegevene voorschrift deze vermeden te hebben, zonder dat wij behoeven te vreezen hier meer of minder dan noodig is op de eischen der toepassing te hebben gelet.

Verdere inlichtingen zijn niet noodig. Alleen zij nog opgemerkt dat hier op tienvoudige zekerheid aangaande het draagvermogen der balken gerekend is.

12) Wij hebben hier de algemeen bekende formule voor het draagvermogen van balken die den **I** vorm hebben toegepast aannemende dat de einden eenvoudig ondersteund zijn en de balk gelijkmatig belast is. De coefficient van den absoluten weer stand stellen wij per cM² op 4000, en dus voor eene vijfvoudige zekerheid op 800.

De formnle is dan $P = 8 \times \frac{bh^3 - b_1h_1^3}{6\,h\,l} \times 800$ (a)

De formule voor de buiging is $u = \frac{5}{32}\frac{l^3}{E(bh^3 - b_1h_1^3)} \times P$ of $\frac{1}{500} = \frac{5}{32} \times \frac{l^3}{2000000\,(bh^3 - b_1h_1^3)} \times P$ (b)

waarbij dan E of de modulus der veerkracht voor de cM² gesteld is op 2000000.

Lossen wij uit elk der vergelijkingen (a) en (b) P op en stellen wij die waarden aan elkander gelijk, dan heeft men eene vergelijking tusschen h en l, waaruit h opgelost zijnde, men $h = \frac{1}{21}$ vindt.

54. Wij kunnen hiermede het gedeelte *a* onzer eerste afdeeling als genoegzaam afgehandeld beschouwen en gaan over tot:

N°. 1 *b.*

Bepaling der afmetingen van balken die meer of op andere wijzen belast zijn dan die onzer woonhuizen.

55. Wij meenden bij de hier bedoelde balken deze, naar de omstandigheden waarin zij verkeerden, te moeten onderscheiden in:

1°. Die welke zwaar belast en gedurig aan hevige schokken zijn blootgesteld. — 2°. Die welke meer rustig belast zijn en waarbij de voorkomende schokken minder hevig zijn of zeldzamer voorkomen, en 3° Die welke geene beteekenende schokken in vergelijking met die bij de voorgaande bedoeld, te verduren hebben en waarbij de belasting minder zwaar is.

Het is niet mogelijk scherp geteekende grenslijnen tusschen deze toestanden te trekken, en het moet aan den ontwerper overgelaten worden te bepalen in welke dezer categoriën hij de balken te beschouwen heeft.

56. Wij stellen voor, aan de hier bedoelde balken breedten en hoogten te geven, welke zich verhouden: voor die van het 1e geval als 5:7; voor die van het 2e als 4:7 en voor die van het 3e als 3:5.

57. Wij vangen aan met de bepaling der afmetingen van de eigenlijke zolderbalken, of van die welke dadelijk, en niet door tusschenkomst van anderen de vloer of den zolder dragen.

De theorie leert ons, dat op een tienvoudige zekerheid en eene buiging van $\frac{1}{500}$ der vrijdragende lengte als uiterste grens van eene voldoende stijfheid rekenende, en de balken aan de einden niet bevestigd maar eenvoudig ondersteund zijnde, de balken, tot die graad belast zijnde, $\frac{1}{21}$ der vrijdragende lengte voor hoogte moeten hebben om niet te veel door te buigen, en dus voldoende stijf te zijn. Zekerheids- en gemakshalve zullen wij daarvoor $\frac{1}{20}$ nemen.

Wij zullen aannemen dat het gewicht van balken, vloer of zolder met bijbehooren op 100 Kg. per cM² kan gesteld worden, en hoewel dit in sommige gevallen weinig genoeg zal zijn, meenen wij bij de gekozene zekerheid, hierdoor de balken ook voor die gevallen niet in gevaar te brengen,

Om in geene te zware afmetingen te vervallen, en tevens om den druk der belastingen meer gelijkmatig over de muren te verdeelen, stellen wij als regel, de balken voor deze gevallen zonder noodzakelijkheid niet verder dan 50 cM. van midden tot midden uit elkander te leggen, en onderscheiden dan nog de gevallen, waarbij de hoogte $\frac{1}{20}$ der lengte zijnde, en de breedte de overeenkomstige verhouding hebbende, voor het draagvermogen die afmetingen te gering of wel te groot zijn.

58. Is nu de balkswijdte werkelijk 50 cM., en is de belasting die de zolder per M.² te dragen heeft, bekend, dan vindt men de dwarsafmetingen der balken door de volgende berekeningen:

1e geval; de verhouding is 5:7:

Men vermenigvuldigt 7 malen de vrijdragende balkslengte met de belasting, deelt dit product door 400 en trekt uit het quotient den derden machtswortel.

Was b. v. de belasting met inbegrip van het eigengewicht der constructie 900 Kg., dan heeft men, de vrijdragende lengte 600 cM. zijnde: $\frac{600 \times 50 \times 900}{10000}$ of 2700 Kg. voor de belasting van één balk. Men heeft nu 7×600 of 4200. Verder $\frac{4200 \times 2700}{400}$ gevende 28350. Hieruit den derden machtswortel trekkende, vindt men ruim 30, en dus voor de hoogte 31 cM., alzoo voor de breedte $\frac{5}{7} \times 31$ of 23 cM. Nu is het $\frac{1}{20}$ van 600 juist 30 cM., en deze balken hebben bij 31 cM. hoogte en 23 cM. breedte ruim de noodige afmetingen.

2°. Voor de verhouding 4:7. In dit geval is de bewerking volkomen dezelfde mits men den deeler 400 door 320 vervangt. Was nu b. v. de belasting 500 Kg. dan had men wederom 600 cM. vrijdragende lengte, stellende voor het belastingsgewicht van een balk $\frac{600 \times 50 \times 500}{10000}$ of 1500 Kg., dus $\frac{7 \times 600 \times 1500}{320}$ te berekenen, gevende nagenoeg 19688; trekken wij hieruit den derden machtswortel, dan vindt men hiervoor nabij 27 cM.

De balk heeft nu niet voluit de noodige hoogte om voldoende stijf te zijn, en de gevondene hoogte is dus niet die welke de balk moet erlangen. In dit geval is het nu te verkiezen de balken wijder uit elkander te leggen, daardoor de belasting te vergrooten en alzoo de hoogte van $\frac{1}{20}$ der vrijdragende lengte noodzakelijk te maken. De balk wordt nu 30 c.M. hoog en $\frac{4}{7} \times 30$ of 18 cM. breed

Men vindt nu de afstand als volgt:

De derde macht van de balklengte, die $\frac{1}{20}$ der lengte is, neemt men 50 malen en deelt deze door de derde macht van de gevondene balkshoogte.

In ons geval hebben wij dan: $\frac{50 \times 30 \times 30 \times 30}{27 \times 27 \times 27}$ gevende 68 cM. Dit geval is onder gelijksoortige uitkomsten ook toepasselijk op het eerste.

3°. Voor de verhouding 3:5. In dit geval is de gegeven regel wederom geheel van toepassing, mits men den deeler voor de verhouding 5:7, 400 zijnde, nu 240 neemt en de vermenigvuldiger 7 met 5 verwisselt. Stellende als voorbeeld eene spanning van 700 cM. en de belasting waarop men per M² van den zolder te rekenen heeft op, 400 Kg., dan is, de balkswijdte aanvankelijk op 50 cM. stellende, de belasting op een balk $\frac{100 \times 50 \times 400}{10000}$ of 1400 Kg. Nu is $5 \times 700 = 3500$, en $\frac{3500 \times 1400}{240}$ geeft dan nabij 20417. Hieruit den derden machtswortel trekkende, vindt men ruim 27 of dus 28. De balkshoogte 28 zijnde wordt de balksbreedte $\frac{3}{5} \times 28$, nabij 17. Stellen wij nu de balkshoogte $\frac{1}{20}$ der lengte of 35 cM. te willen behouden, dan moet wederom de balksafstand vergroot worden. Wij nemen nu wederom $\frac{50 \times 35 \times 35 \times 35}{28 \times 28 \times 28}$ gevende: circa 97. Wij zouden de balken van 35 cM. hoogte $\frac{3}{5} \times 35$ of 21 cM. breedte, nu 97 cM uit elkander moeten leggen. Deze afstand te groot achtende kan men hierbij eenen anderen weg inslaan. Wij kunnen de balksafstand namelijk naar verkiezing kleiner nemen, doch moeten nu zorgen dat de balk voldoende stijfte verkrijgt. Gaat men hiertoe over, dan zouden wij aanraden de balksafstand op 50 cM. te behouden. De belasting van den balk blijft in dit geval 1400 Kg., hierbij ons gekozen voorbeeld aanhoudende.

Men neemt nu $\frac{1}{1000}$ der belasting, in ons voorbeeld 1, 4, en vermenigvuldigt hier mede de tweede macht van de balkslengte, dus $1,4 \times 700 \times 700$ gevende 686000 en hieruit moet nu den vierden machtswortel getrokken worden, of twee malen achter elkander den tweeden machtswortel; dit doende vindt men als naastbijkomende grootere waarde 29 cM. en dus voor de breedte $\frac{3}{5} \times 29$ of 18 cM.

Zeldzamer zal bij de 1e en 2e gevallen de noodzakelijkheid om de balken wijder uit elkander te moeten leggen voorkomen. Is dit echter noodig en wil men den afstand van 50 cM. behouden, dan blijft de bewerking hetzelfde, met deze wijziging echter, dat men voor de verhouding 3:5, het $\frac{1}{1000}$ der belasting nemende, voor de verhouding 5:7 daarvoor $\frac{1}{1250}$ en voor de verhouding 4:7 het gebroken $\frac{3}{2000}$ neemt.

59. Hiermede is nu het noodige gegeven om, wanneer men geheel vrij in de keuze der afmetingen van de zolderbalken is, deze te bepalen, en dit voor alle gewoonlijk voorkomende gevallen. Het kan echter voorkomen, dat men balken van gegevene afmetingen ten gebruike beschikbaar heeft, zoo als dit bij verbouwingen van bestaande perceelen dikwijls voorkomt.

Hierbij dienen wij de aandacht te vestigen op eene omstandigheid die maar al te dikwijls wordt voorbijgezien. Zeer dikwijls ontmoet men in oude gebouwen balken die zoodanig belast waren, dat daaraan eene blijvende doorbuiging is op te merken. Deze balken zijn of overbelast geweest, of door ouderdom zoodanig in veerkracht verminderd, dat de gewone belasting die doorbuiging heeft voortgebracht. Het is niet gemakkelijk te beslissen welke hier de werkende oorzaak is Deze beslissing is echter niet noodig, daar toch dergelijke balken, voor zwaar belaste zolders, eigenlijk niet gebruikt moeten worden.

Heeft men balken van bepaalde afmetingen, dan zal men te bepalen hebben hoe ver deze uit elkander moeten gelegd worden. Hiervoor moeten nu de vrijdragende lengten der balken, en de belasting per M². van den zolder, bekend zijn.

Men heeft nu te onderscheiden of de balken al of niet $\frac{1}{20}$ der lengte tot hoogte hebben. Is dit wel het geval dan vindt men dien afstand als volgt:

Nemen wij ter betere toelichting balken van 18 bij 30 cM., welke bij 540 cM. vrijdragende lengte moeten dienen tot ondersteuning van een zolder, die met 600 Kg. per M². belast is.

Men vermenigvuldige de tweede macht der hoogte van den balk met de breedte. Dit product geeft $18 \times 30 \times 30 = 16200$. Men vermenigvuldigt verder de tweede macht der vrijdragende lengte met de zolder belasting per M². Wij vinden hiervoor $540 \times 540 \times 600$ gevende 174900000 Men deelt nu de gevonden 16200 door 174900000. Men vindt dan $\frac{162}{1749000}$ De dus gevonden breuk vermenigvuldigt men met 800000 Wij hebben dan $\frac{162 \times 800000}{1749000}$ of $\frac{162 \times 800}{1749}$ dus als kleinste geheele quotient 70 cM.; en dit is nu de afstand waarop de balken moeten gelegd worden. De stijfheid is buiten kijf voldoende omdat $\frac{540}{20} = 27$ minder dan de hoogte 30 der balk is.

Vindt men bij deze berekening der balksafstand minder en wel belangrijk minder dan 50 cM., dan zullen, de gewone inmetseling der balken toepassende, deze ongeschikt voor het gebruik zijn. Men dient dan de constructie te wijzigen in voege als wij later bij de behandeling van meer zamengestelde constructiën zullen opgeven.

Geeft de dus ingestelde berekening een balksafstand die te groot valt, dan zal men deze eenvoudig tot de grootst toegelatene moeten inkrimpen.

60. Is de hoogte der beschikbare balken minder dan $\frac{1}{20}$ der vrijdragende lengte, dan kan het pas gegevene voorschrift niet meer dienen.

Stel de balken van ons vorige geval waren 20 bij 25, en dus 25 minder dan $\frac{540}{20}$ of 27. Wij vermenigvuldigen nu de derde macht der hoogte met de balksbreedte, dus $25 \times 25 \times 25 \times 20$ gevende 312500. Men vermenigvuldigt nu verder de derde macht der lengte met de belasting per M². van den zolder, dus $540 \times 540 \times 540 \times 600$, gevende 94478400000. Men stelle nu het gebroken $\frac{312500}{94478400000}$ of $\frac{3125}{946784000}$ welk gebroken, verder vereenvoudigd $\frac{25}{772272}$ geeft. Dit gebroken vermenigvuldige men met het standvastige getal 16640000 gevende $\frac{25 \times 16640000}{772272}$ of circa 55 cM., en deze is nu de afstand waarop de balken moeten gelegd worden. (13.

13) Voor het geval dat de balksafstand 50 cM. is, hebben wij in de formule $P = \frac{80\ bh^2}{l}$ voor P te stellen $\frac{50 \times 1 \times G}{10000}$.

61. Het bezigen van getrokken ijzeren balken is voor vele bizondere gevallen hier aan te bevelen. Wij raden aan de ijzeren balken hierbij te beschouwen als alleen den zolderlast dragende, en bijkomende constructieve onderdeelen welke in zekeren zin het draagvermogen vergrooten, buiten rekening te laten.

Op vijfvoudige zekerheid rekenende en eene buiging van $\frac{1}{500}$ der lengte toelatende, moeten deze balken $\frac{1}{21}$ dier lengte tot hoogte hebben, waarbij wij dan op den **I** vorm doelen.

Zijn er nu geene omstandigheden welke eene afwijking hiervan noodig maken, dan kieze men uit de courant voorkomende balken van dezen vorm die, waarvan de buitenwerksche hoogte het naaste bij $\frac{1}{21}$ der lengte komt. Wij hebben nu de afmetingen van de balken bekend en gevolgelijk eenvoudig te bepalen, hoe ver deze uit elkander moeten gelegd worden.

Wij onderscheiden hier wederom twee gevallen namelijk, dat waarbij de hoogte der balken minder dan $\frac{1}{21}$ der lengte is, en dat waarbij die hoogte meer bedraagt of daaraan gelijk is.

62. In het eerste geval, dat wel het menigvuldigst, zoo te zeggen altijd zal voorkomen, moet de afstand der balken zoodanig gekozen worden, dat bij de belasting welke zij te dragen hebben de stijfheid voldoende blijft. Men vindt voor dat geval dien afstand als volgt:

De derde macht der balkshoogte welke wij, een bizonder voorbeeld kiezende, rekenen 22 cM. te zijn, vermenigvuldige men met de flensbreedte, 6 cM. zijnde, en wij vinden dan $22 \times 22 \times 22 \times 6$ of 63888.

Nu neemt men de derde macht der hoogte tusschen de flensen welke wij 20 cM. stellen, en vermenigvuldigt men deze met de flensbreedte, verminderd met de dikte van den middenrib, die wij op 0,8 cM. aannemen. Onze vermenigvuldiger wordt dan 6—0,8 of 5, 2; en wij vinden $20 \times 20 \times 20 \times 5{,}2$ of 41600.

Het gevondene getal 63888 zal men nu met 41600 te verminderen hebben; men vindt dan 63888—41600 of 22288.

Dit getal vermenigvuldigt men met 256, gevende 256×22288 of 5705728. Men vermenigvuldigt nu den derde macht der vrijdragende lengte, waarvoor wij 500 cM. nemen, met de belasting van den zolder per M². Wij hebben dan, die belasting 600 Kg. stellende, $500 \times 500 \times 500 \times 600$ of 7500000000.

Van dit getal laat men nu de zes achterste cijfers weg en heeft dan 7500. Het vroeger gevonden getal 570728, deelt men nu door dit laatst gevondene en vindt dan $\frac{570728}{7500}$ of 77 cM.

Was de zolder belasting 800 Kg. per M². geweest, dan had men 57 cM. voor den balkafstand gevonden.

Wordt volgens deze berekening de balksafstand te groot, dan zal men balken van mindere afmetingen te kiezen hebben, of zich de opoffering moeten getroosten aan de balken een overmaat van draagvermogen te geven. Het behoeft eigenlijk niet gezegd te worden, dat men het overtollige zoo gering mogelijk doet zijn, en daarom verscheidene balken aan het gegevene voorschrift te toetsen heeft. 14)

63. Gebeurt het dat de balksafstand al te klein wordt bij gebruik van beschikbare afmetingen, hetgeen wel hoogst zeldzaam, zoo immer het geval zal zijn, dan zal men zich voor die geheel exceptioneele gevallen dien kleineren afstand moeten getroosten.

Wij dienen hierbij nog te herinneren aan de mogelijkheid van gevallen, waarbij, zoo men in geene overmatige zware balken wil vervallen, zich met kortere balksafstanden dan 50 cM. moet vergenoegen, aannemende dat men houten balken gebruiken wil. Dit zal nu alleen plaats hebben bij betrekkelijk groote vrijdragende lengten, en eene zeer aanzienlijke zolderbelasting. Bestaat er nu gelegenheid de vrijdragende lengten te verminderen, en kan dit zonder andere bezwaren op te leveren geschieden, dan verdient dit boven de al te korte balks-

---

Deze stelden wij voor afzonderlijk beschouwd te worden.

Heeft men nn $b : h = 5 : 7$ dan wordt de formule $P = \frac{400\,h^3}{7\,l}$ en hieruit h oplossende vindt men $h = \sqrt[3]{\frac{7\,l\,P}{400}}$.

Voor de verhouding 4 : 7 is de formule $h = \sqrt[3]{\frac{7\,l\,P}{320}}$ en voor de verhouding 3 : 5 is zij $h = \sqrt[3]{\frac{5\,l\,P}{240}}$.

Uit de formule $\frac{1}{500} = \frac{5}{32} \times \frac{l^3}{130000\,l\,h^3} \times P$ volgt, voor P stellende $\frac{a\,l\,G}{10000}$, waarbij G de zolderbelasting per M² over de balksafstand is, $\frac{1}{500} = \frac{5}{32} \times \frac{l^3}{130000\,bh^3} \times \frac{a\,l\,G}{10000}$

Verandert men den balksafstand a in a_1 en bh^3 in $b_1h_1^3$ dan wordt deze formule $\frac{1}{500} = \frac{5}{32} \times \frac{l^3}{130000\,bh^3} \times \frac{a\,l\,G}{10000}$ en hieruit wederom $a : a_1 = h^3 : h_1^3$.

Uit dezelfde formule volgt ook nog $a = \frac{1664\,bh^3}{0{,}0001\,Gl^3}$.

Zetten wij nu in deze formule achtereenvolgens $b = \frac{5}{7}\,h$ $b = \frac{4}{7}\,h$ en $b = \frac{3}{5}\,h$ dan kan men daaruit en uit de voorgaande formulen dezer noot gemakkelijk de voorschriften afleiden welke in de §§ 54—56 gegeven zijn.

14) De formule welke tot grondslag van het voorschrift in § 62 gegeven diende is: $P = 8\,\frac{bh^3 - b_1h_1^3}{b\,h\,l} \times 800$.

Uit deze formule volgt b_1 h, b_1 h_1 en l in c.M uitdrukkende, en a de balksafstand zijnde $\frac{aIG}{10000} = 8\,\frac{bh^3 - b_1h_1^3}{b\,h\,l} \times 800$ en hieruit vindt men $a = \frac{bh^3 - b_1h_1^3}{h\,l.^2G} \times \frac{64000000}{6}$ geldende voor het geval dat $h =$ of $> \frac{1}{21}$ is Dit geval, zoo te zeggen nimmer voorkomende, is niet bizonder behandeld. Het tweede geval waarbij $h < \frac{1}{21}$ heeft tot grondslag de formule $\frac{1}{500} = \frac{5}{32} \times \frac{l^3}{2000000\,(bh^3 - b_1h_1^3} \times \frac{a\,l\,G}{10000}$, hieruit vindt men $a = \frac{256 \times (bh^3 - b_1h_1^3)}{l^3\,G \times \frac{1}{1000000}}$ en deze is nu de voorstelling van het gegeven voorschrift.

afstanden de voorkeur, dewijl door deze het behoorlijk inmetselen der balken gehinderd wordt.

64. Zijn de vrijdragende lengten aanzienlijk groot, en worden de zolderbalken op de gewone wijze gelegd, daarbij te zwaar van afmetingen, dan moet men tot andere constructiën de toevlucht nemen, en deze kunnen ook nog wel om der wille van de kostenbesparing aangewend worden, in die gevallen, waarbij het geopperde bezwaar minder groot is.

Onder deze komt in de eerste plaats in aanmerking de bebalking met moer- en kinderbalken. Wij zouden om de zeer ongeschikte belasting der muren afraden tot deze constructie, in andere gevallen dan die der directe noodzakelijkheid, te besluiten. Zullen wij echter eene voldoende stijfheid in de balken hebben, dan worden bij aanzienlijke belastingen de hoogte-afmetingen der balken al spoedig zeer aanzienlijk. Nemen wij b. v. eene spanning van 800 c M., dan is $\frac{1}{20}$ van deze 40 c. M. Nemen wij nu aan dat de balken 50 c.M. uit elkander liggen, en de zolder met 800 K. G. per M² belast is, dan wordt de belasting van één balk 3200 Kg. Stellen wij nu de verhouding van den balk tusschen breedte en hoogte als 5 : 7, dan wordt de balk breed 29 c.M. Men zal dan bevinden dat dezen balk circa 4040 Kg. veilig kan dragen, en dus de balksafstand in plaats van 50 kan worden $\frac{10}{8}$ of $\frac{5}{4}$ maal 50 of circa 62 c.M., en men heeft dan zeker eene zeer kostbare bebalking. Bij nog grootere spanningen en zwaardere belastingen vervalt men in de onmogelijkheid, de gewone wijze van bebalken toe te passen. De ondersteuning der balken welke, zal men met mindere afmetingen volstaan kunnen, moet nu de vrijdragende lengte verminderen, en dit kan geschieden door de bekende *onderslags- of moergebindten;* er komen echter gevallen voor waarbij deze niet kunnen gebezigd worden.

Bij deze constructie komt de belasting neer op de moerbalken en door tusschenkomst van deze op enkele punten van de muren. Deze belasting kan hoogst aanzienlijk worden. Stellen wij ons de moerbalken bij een gebouw van 7 M. inwendige wijdte, 2 M. uit elkander te liggen, dan is de zolderbelasting op 800 Kg. per M² stellende, de last die op een moerbalk drukt $2 \times 7 \times 800$ of dus 11200 Kg., en deze is nu nog gunstiger gerekend dan men ze in werkelijkheid zoude moeten rekenen, omdat de belasting niet volkomen gelijkmatig over den balk verspreid is, doch slechts op enkele punten van dezen drukt. Deze belasting is zoo groot, dat een balk op de gewone wijze gelegd afmetingen zoude bekomen die in redelijken zin onverkrijgbaar te achten zijn.

Men moet nu kunstmiddelen aanwenden om hierin te voorzien, zoo men ten minste volstrekt eene houtconstructie wil. Deze middelen zijn, of eene kunstmatige verkorting der vrijdragende lengte, of eene zamenstelling van den moerbalk uit verschillende stukken, waarbij en de noodige stijfheid en het noodige draagvermogen verkregen worden.

Een der eenvoudigste middelen tot verkorting der vrijdragende lengte, is het plaatsen van steunschoren of karbeels. Bestaan tegen de plaatsing van deze geene locale bezwaren, dan is dit middel zeker eenvoudig en afdoende. Zijn de verdiepingen betrekkelijk hoog, dan kunnen die karbeels eene aanzienlijke lengte bekomen, en dus aan het beoogde doel van verkorting der vrijdragende lengte voldoen.

65. Nemen wij de gebruikelijke stelling der karbeels volgens den 3, 4 en 5 steek aan, dan bestaat al heel ligt de mogelijkheid de vrijdragende lengte met 2 M. of 200 c.M. te verminderen. Wij kunnen dan b. v. eene spanwijdte van 7 M. hebbende, de lengte van den moerbalk al ligtelijk op 5 M. terug brengen, en liggen nu de moerbalken 2 M. uit elkander, dan is de belaslasting op deze circa $2 \times 5 \times 800$ of 8000 Kg.

Stellen wij dat de kinderbalken 50 cM. van midden tot midden uit elkander liggen en de draagpunten van deze de totale spanwijdte in 14 deelen verdeelen. Stellen wij verder dat boven het midden der ondersteuning van elk karbeel een kinderbalkje komt, dan is het aantal kinderbalken die op den moerbalk tusschen de karbeels dragende in het geval van ons gekozen voorbeeld, 6 minder dan het totale aantal kinderbalkjes, de strijkbalkjes mede rekenende. Dit getal is dus 9, namelijk 15 — 6. De belasting op een der kinderbalkjes is nu $\frac{200 \times 50 \times 800}{10000}$ of 800 Kg., en dus die van allen te zamen 7200 Kg. Om deze belasting op de 9 verspreide punten tot een gelijkmatig verspreide terug te brengen, vermenigvuldige men de totale belasting 7200 met het aantal kinderbalkjes vermeerderd met 1, en deelt het dan komende product door het aantal kinderbalkjes. Wij vinden, dit uitvoerende, $\frac{9+1}{9} \times 7200$ of 8000 Kg. Het kost nu geene moeite de moerbalken zoodanig met de karbeels te verbinden dat wij de ondersteuning, door deze gegeven, als gemiddelde tusschen eene eenvoudige ondersteuning en eene volkomene bevestiging mogen rekenen.

Stellen wij nu om in geene overdrevene afmetingen te vallen dat de hoogte 45 cM. zal zijn, dan vinden wij de breedte als volgt.

Men deelt het product der gevondene regelmatig verspreide belasting met de vrijdragende lengte tusschen de karbeels, door 100 malen de tweede macht der hoogte. Het quotient geeft de verlangde breedte.

Wij hebben daarom in ons voorbeeld 500×8000 of 4000000, te deelen door $100 \times 45 \times 45$ of door 202500. Voeren wij deze deeling uit dan vinden wij voor het quotient zeer nabij 20, en wij zouden dus moerbalken van 20 bij 45 cM. moeten hebben. 15)

---

15) De formule voor den enkel ondersteunden balk is:

$P = 8 \times \frac{bh^2}{6l} \times 60$; die voor den bevestigden balk is $P = 12 \times \frac{bh^2}{6l} \times 60$, gevende gemiddeld

$P = 10 \times \frac{bh^2}{6l}$ of $P = \frac{100\,bh^2}{l}$, welke nu tot het gegevene voorschrift voert.

66. Er ligt nu in het gekozen voorbeeld noch ten aanzien der gebouwswijdte, noch ten aanzien der belasting iets overdrevens. Wij hebben ons slechts een korenzolder voor te stellen, waarvan men den zolder door geen moergebindt ondersteunen kan, omdat bepaalde locale omstandigheden dit verhinderen, dan heeft men reeds het door ons gekozene geval.

Nemen wij voor de redelijk verkrijgbare grootste dwarsafmeting 45 cM. aan, dan zoude men met de breedte mede tot 45 cM. kunnen gaan, en de moerbalken zouden dan tot zelfs $\frac{45}{20}$ of $2\frac{1}{4}$ malen verder uit elkander kunnen liggen, of bij de gestelde wijdte van het gebouw en de zolderbelasting een afstand van 4,5 M. of 450 cM. kunnen hebben. Men denke nu echter aan het enorme gewicht waarmede de moerbalken op de muren zouden dragen, ter plaatse waar zij daarin hun steun vinden. Wij achten het verkeerd bij zwaar belaste zolders: 1°. zonder noodzaak deze constructie te volgen; 2°. om de afstand der moerbalken, zoo men tot dien maatregel gedrongen wordt, grooter dan 2,5 hoogstens 3 M. te nemen, en 3°. om bij dergelijke belastingen na te laten de einden der moerbalken te doen dragen, op gedeeltelijk in den muur gemetselde stijlen. Bij zeer zware belastingen achten wij het nuttig langs de muren muurgebindten te plaatsen en de moerbalken op de deksloof van deze te doen dragen, waarop zij dan door beugels of andere ijzerwapeningen stevig moeten verbonden worden. Wij moeten ons om der wille van het bestek dat wij ons voorschreven, van bizondere beschouwingen aangaande die verbindingen onthouden, en deze aan den ontwerper van dergelijke werken overlaten. Wij wijzen dan ook alleen op de beginselen die er toe voeren, daarop bizonder den aandacht te vestigen. De dus aangebrachte stijlen, de karbeels opnemende, beletten de schadelijke zijdelingsche drukking, welke deze op de muren voortbrengen; en ook in dit opzicht zijn zij, dewijl daardoor belangrijk in muurdikte kan gespaard worden, alleszins aan te bevelen. Wij komen hier, bij een der volgende gedeelten van ons opstel, waarbij wij de afmetingen der muren behandelen, van zelve op terug. — De kinderbalken verkeeren in den toestand der zolderbalken zooals wij deze voor zwaar belaste zolders in afmetingen bepaalden. In ons voorbeeld was de lengte der kinderbalken 200, en derzelver afstand van midden tot midden 50 cM. Een dezer balken is alzoo belast met $\frac{200 \times 50 \times 800}{1000}$ of 800 Kg.

Wij hebben nu $\frac{7 \times 800 \times 200}{400} = 2800$, en hieruit den derden machtswortel trekkende, vindt men voor de hoogte circa 15; en de breedte wordt dan 11 cM.

67. Er kunnen verschillende geheel bizondere gevallen voorkomen, en onder deze dezulke, waarbij om bepaalde redenen de moerbalken zeer wijd, b.v. 3 M. uit elkander moeten liggen, en de wijdte der spanning gepaard met eene zeer groote zolderbelasting overmatige afmetingen van de moerbalken noodig maken. Kan nu eene belangrijke vermindering van de verdiepingshoogte ter plaatse van de ligging der moerbalken geen bezwaar geven, dan bestaat de mogelijkheid hierin te voorzien zonder in bovenmatige houtmaten te vervallen, en wel door de moerbalken zamen te stellen uit twee balken met eenige tusschenruimte, door tusschenkomst van bouten en klossen op elkander verbonden. De klossen kunnen hiervoor op voorloeven over de balken gekeept worden en de voorloeven eene diepte van 3,5 à 4 cM. verkrijgen. Zij moeten met zorg en dicht sluitend bewerkt worden. Het draagvermogen van zoodanigen balk hangt af, zoo van de afmetingen der zamenstellende balkstukken als van de opengelatene ruimte tusschen deze, welke wij echter bij eene toepassing zouden aanraden gelijk aan de hoogte van elk der balkstukken te nemen en tevens de klossen van eikenhout en vierkant in doorsnede te kiezen.

Om de afmetingen van zoodanigen moerbalk te bepalen, zullen wij wederom een bepaald voorbeeld kiezen. Stellen wij de wijdte van het gebouw 7 M. of 700 cM., de afstand der moerbalken 300 cM. en de belasting per M² van den zolder 800 Kg., dan vinden wij iederen moerbalk belast met $\frac{700 \times 300 \times 800}{10000}$ of 15800 Kg. Zeker eene enorme balksbelasting.

Men vindt nu, wanneer wij de verhouding 5 : 7 tusschen de breedte en hoogte van de zamenstellende balksdeelen aannemen, de afmetingen van deze door de volgende berekeningen.

Men vermenigvuldigt de belasting 15800 met de vrijdragende balklengte 700, en verkrijgt dan 15800×700. Dit product neemt men 21 malen, dus $21 \times 15800 \times 700$. Dat deelt men nu door 10400, en trekt uit het quotient den derden machtswortel, dus uit $\frac{21 \times 15800 \times 700}{10400}$. Wij vinden voor dat product 22333, en hieruit den derden machtswortel trekkende, nagenoeg 29. De zamenstellende balkstukken hebben dan voor hoogte 22 c.M. en voor breedte $\frac{5 \times 29}{7}$ of nagenoeg 21 c.M. De totale hoogte van den dus zamengestelden moerbalk wordt dan 3×29 of 87 c.M. en de afmeting der klossen, bij voorloeven van 3 c.M. diepte, 35 bij 35 c.M. De afstand van deze klossen van midden tot midden kan gesteld worden op het dubbel, of 70 c.M. De bouten welke de stukken verbinden neme men 3 c.M. middellijn. Die bouten kunnen zijn schroefbouten. 16)

16) De algemeen bekende formule aangevende het draagvermogen van balken, geconstrueerd als wij hier bedoelden is:

$$P = 8 \frac{bh^3 - bh_1^3}{bhl} \times 600.$$

Stellen wij in deze $h = 3\,d$ wanneer d de hoogte van een der zamenstellende balkstukken is, dan wordt deze:

$$P = \frac{80\,(27\,d^3\,b - d^3b.)}{3\,d\,l.} \times \frac{80 \times 26\,d^2b}{3\,l.}$$

Is nu $b = \frac{5}{7}\,d.$ dan is $P = \frac{400 \times 26\,d^3}{21\,l} = \frac{10400\,d^3}{21\,l.}$

dus $d^3 = \frac{21\,P\,l}{10400}$ is $d = \sqrt[3]{\frac{21\,P\,l}{10400}}$.

Deze formule geeft ons nu eene voorsteling van het gegevene voorschrift.

De totale balkshoogte is nu 3 d.

68. Verkeert men in het zeldzame geval tot eene dergelijke constructie te moeten besluiten, dan is het echter te verkiezen de moerbalken te vervangen door draag- of moerbalken, uit geklonken plaatijzer geconstrueerd, dewijl toch getrokken balken van voldoende afmetingen in den regel niet te verkrijgen zijn.

Om nu ook van deze de afmetingen te bepalen, bediene men zich van het nu volgende voorschrift.

Dewijl de verdiepingshoogte bij gebouwen tot den opslag van goederen bestemd, meestal zoo klein mogelijk genomen wordt, ten einde de gelegenheid voor dien opslag zoo groot mogelijk te maken, en niet tevens de kosten van den opbouw grooter te doen zijn dan volstrekt noodig is, dient men de hoogte, die men aan de ijzeren moerbalk wil geven, dienovereenkomstig te bepalen. De breedte der flenzen neme men in ieder geval genoegzaam, om een ruime ondersteuning der kinderbalkjes te verzekeren, en dus allicht 20 c.M.



Fig. 16.

Naar mijne zienswijze is het gepast hier den I te vervangen door dien voorgesteld in fig. 16. De balk heeft geenen middenrib, doch twee zijplaten met halve boven- en benedenflenzen, waaraan de boven- en benedenplaten i k en l m verbonden zijn. Bij zeer zware belastingen en aanzienlijke spanwijdten kan het nu gebeuren dat men i k en l m uit verschillende op elkander gelegde platen moet doen bestaan. De breedte a b der flenzen moet nu zoodanig wezen, dat genoemde plaat of platen, naar behooren kunnen geklonken worden. Bij dit klinkwerk, op geene water- of stoomdichtheid te rekenen hebbende, kan men de dikte der klinkbouten stellen op 2 cM., waarbij dan de dikte der op elkander te klinken platen 1 cM. wordt gesteld. De afstand van het midden der bouten tot den buitenkant der flens neme men niet minder, dan 2,5 cM. en de geheele flensbreedte 4,5 of 5 cM. Stellen wij 5. Is nu de ijzerdikte der platen mede 1 cM., dan blijft voor de binnenwerksche breedte der holte tusschen deze 8 cM.

Nemen wij deze gegevens aan, dan is de bedoelde regel der bewerking, ons gekozen voorbeeld aanhoudende, als volgt. Wederom is de belasting welke de moerbalk te dragen heeft, 16800 K.g. Nemen wij nu aan, dat de balkshoogte zal zijn 50 c.M., en deze neme men om in ieder geval ruim de noodige stijfheid te hebben nimmer minder dan $\frac{1}{20}$ der vrijdragende lengte, minstens $\frac{1}{24}$ van deze, waardoor men dan tevens op eene vijfvoudig zeker draagvermogen rekent.

De derde macht van deze hoogte, zijnde in ons geval 12500, of $50 \times 50 \times 50$, vermenigvuldige men met 56000, eigenlijk met 5600 malen de halve aangenomen breedte 20. Dit geeft nu 7000000000.

De afmetingen 20 bij 29 zijn volstrekt niet buitengewoon, en het gekozene voorbeeld toont dan ook voldoende aan, dat men in geval van noodzakelijkheid, op deze wijze een voldoend draagvermogen voor de moerbalken kan bekomen, zonder tot moer- of onderslagsgebindten de toevlucht te nemen. De aanzienlijke totale hoogte maakt een omzien naar de voldoende stijfheid ten eenemale overbodig.

Vervolgens vermenigvuldige men het drievoud der belasting eerst met de aangenomen hoogte en dan met de vrijdragende lengte van den moerbalk, alzoo $3 \times 16800 \times 50 \times 700$, gevende 1764000000.

Dit getal trekke men nu van 7000000000, men vindt dan 7000000000 — 1764000000 of 5236000000.

Het dus verkregen verschil deelt men nu door 50400, gevende $\frac{52360000}{504}$ of 103889. Dit getal 50400 vindt men door de breedte der bovenplaat of 20 c.M. te verminderen, met de gezamenlijke dikte der beide opstaande platen, gevende 20-2 of 18 en nu is $\frac{18}{2} \times 5600$ het getal 50400.

Hieruit trekke men nu den derden machtswortel, en men zal voor dezen vinden ruim 47, of nagenoeg 48.

Trekken wij nu eindelijk van de aangenomene hoogte de gevondene binnenwerksche hoogte af, dan vinden wij 50—48 of 2, voor de dikte der boven- en benedenplaten te samen, en dus voor elk 1 c.M., zoodat eene enkele plaat hier voldoende is. 17)

69. In vele gevallen en wel in elke waar hiertegen geene bizondere locale omstandigheden strijden, verzekert men de balklaag van eenen zwaar belasten zolder door een moer- of onderslagsgebind, en bij zeer aanzienlijke wijdten der gebouwen door twee van deze. Het hangt geheel en al van de belastingsgrootte, en de redelijk verkrijgbare houtmaten af, hoe groot men de vrijdragende lengte der zolderbalken of den afstand van het midden van den moerbalk tot aan den zijmuur kan nemen. Wij raden als grootsten hiervoor te stellen 6 M of 600 cM., en dan nog slechts in de gevallen, waarbij het plaatsen van meer moergebindten hindernissen zoude geven.

Wij zullen ons vooreerst bepalen tot de gevallen waarbij men zich uitsluitend van houten balken bedient. Alle uit verschillende stukken zamengestelde zware balken ontraden wij ten stelligste, dewijl de soliditeit van deze

17) Stellen wij in de algemeen bekende formule voor het draagvermogen van deze balken, nameijk

$P = \frac{bh^3 - (b-d)\,(h-d_1)^3}{b\,h\,l} \times 700$, waarbij wij de absolute vastheid, alles in cM. uitdrukkende, op 8500 Kg. per cM² stelden, en op vijfvoudige zekerheid rekenden, de breedte der flenzen, d. i. die der boven- en benedenplaten, $b = 20$; d de gezamenlijke dikte der beide staande zijplaten $= 2$; h de buitenwerksche hoogte en d_1 de dikte der boven- en benedenplaten te zamen, dan wordt deze formule

$P = 5600 \times \frac{20h - 18\,(h-d_1)^3}{b\,h\,l}$ of $P = \frac{56000h^3 - 50400\,(h-d)^3}{3\,h\,l}$

en dus $(h-d_1)^3 = \frac{56000h^3 - 3hlP}{50400}$ of $h - d_1 = \sqrt[3]{\frac{56000h^3 - 3hlP}{50400}}$;

in welke formule men het gegevene voorschrift gemakkelijk zal herkennen.

Deze formule is niet absoluut juist, dewijl daarbij de invloed der flenzen van de opstaande zijden buiten rekening is gelaten. Wij wilden de berekening niet te ingewikkeld maken, doch stelden als compensatie van het te groote draagvermogen voor, als hoogte der binnen holle ruimte, de naastbij komende grootere derde machtswortel te nemen uit de waarde van $(h-d_1)^3$.

voor een groot gedeelte van de bewerking afhangende, altijd eene onzekerheid nalaat, welke tot ongunstige resultaten voerende, hier de schroomelijkste gevolgen zouden kunnen geven. Wij hebben in de ijzer-construtie afdoend zekere hulpmiddelen, welke dergelijke kunstzamenstellen, in onzen tijd nutteloos maken.

Wij houden ons ten aanzien der zolderbalken, aan den regel, dat deze, in ieder geval waar dit mogelijk is, 50 c.M., of daaromstreeks, uit elkander gelegd worden en de berekening van deze meenen wij in geen geval te moeten herhalen, zijnde de noodige voorschriften hiervoor gegeven.

70. Wij beschouwen de balken als, uit een stuk te bestaan, of ten minste zoodanig gekoppeld te zijn, dat wij deze als uit een stuk bestaande kunnen beschouwen. Dit doende, en de belasting van een' doorgaanden balk berekend hebbende, zal men zoo er een enkel onderslags- of moergebindt aanwezig is, dit moeten beschouwen als $\frac{5}{8}$ dier belasting te dragen, zoodat op elk der muren $\frac{3}{16}$ van deze drukt

Naar aanleiding hiervan laat zich nu gemakkelijk berekenen hoe groot de druk is, welke op den moerbalk van het gebindt wordt uitgeoefend.

Had men b. v. eene spanning van 11 M., dan was bij 50 c.M. balksafstand der zolderbalken en eene belasting van 800 K.g., de belasting op één balk $\frac{1100 \times 50 \times 800}{10000}$, of 4400 K.g. Hiervan draagt nu op den moerbalk $\frac{5}{8} \times 4400$, of 2750 en op elk der muren, 825 K.g.

71. Zijn er twee moergebindten aanwezig, en is de wijdte van het gebouw daardoor in drie gelijke deelen gedeeld, dan is de druk die een zolderbalk uitoefent op elk der moerbalken $\frac{11}{30}$ van de balksbelasting en op elk der muren $\frac{2}{15}$ van deze.

Het is naar mijn inzien noodig den meerderen druk welke de moerbalken ondergaan, hier aan te nemen. Niet altijd zal deze juist zoo groot zijn, als hier wordt verondersteld, doch hij kan tot dit uiterste stijgen, en moet daarom als werkelijk bestaande beschouwd worden. Reeds uit den aard der zaak is de zware belasting van zoodanig gebouw voor zoo veel deze op de moergebindten drukt, slechts op betrekkelijk kleine oppervlakten der fundeering verdeeld. Heeft men nu met niet volkomen vaste bouwgronden te doen, waarbij men echter nog geene paalfundeering noodig acht, dan moet ter bepaling der oppervlakte van den aanleg der penanten wel degelijk op de grootste drukkingen gerekend worden.

Dit verschil kan zeer aanzienlijk zijn. Stellen wij b.v. een gebouw van 10 M. wijdte, houdende vier zolders, elk met 800 K.g. per M² belast. Nemen wij aan dat de standvinken 3 M. uit elkander staan, dan drukt op een zolder tusschen twee standvinken $10 \times 3 \times 800$ of 24000 K.g. Deze druk is voor de vier zolders te zamen 96000 K.g. Rekende men nu dat de moerbalk hiervan de helft droeg, dan had men op deze en dus op elke standvink 48000 K.g., terwijl men op $\frac{5}{8}$ rekenende $\frac{5}{8} \times 96000$ of 60000 K.g. heeft; en het verschil is zeker nog al van belang.

Bij eene gebouwswijdte van 16 M. en de ondersteuning der balken door twee moergebindten, is bij overigens gelijke onderstelling de last op de vier zoldervakken tusschen twee standvinken, en dus op elk van deze drukkende, $16 \times 3 \times 800 \times 4$ of 153600 Kg. Gewoonlijk rekent men nu, dat elk der balken met $\frac{1}{6}$ der belasting op de muren en met $\frac{1}{3}$ van deze op elk der moerbalken drukt. Men heeft dan op elke standvink een druk van 51200 Kg., deze wordt nu echter $\frac{11}{30} \times 153600$ of 56320. De vermeerdering is hier wel betrekkelijk minder, doch nog altijd groot genoeg om in rekening gehouden te worden.

Ook bij de paalfunderingen moet er op gelet worden dat deze hevige drukkingen de paalkoppen niet in de kespen enz. doen doordringen Wij mogen aannemen dat de grootte der drukking die hier wordt toegestaan, 35 Kg. per cM.² is. Had men nu, zoo als in ons eerste voorbeeld, eene druk van 60000 Kg. en stonden er 9 palen onder den penant, dan wordt, aannemende dat elke paal even sterk gedrukt is, de druk op iedere paal $\frac{60000}{9}$ of circa 7000 Kg., de oppervlakte van den paalkop moet nu $\frac{7000}{35}$ of 200 cM.² hebben. De overeenkomstige middellijn der palen vindt men nu door de volgende berekening.

De benoodigde oppervlakte 200 vermenigvuldigt men met 28 en heeft dan 5600. Men deelt dit product door 22 en heeft dan $\frac{5600}{22}$ of ongeveer 255, waarvan de vierkantswortel die men nu daaruit te trekken heeft 16 is. Wij zien hieruit, dat de paalkop niet zeer groot voor dit geval behoeft te zijn. Wij zouden echter den druk, gesteld op 35 Kg. per M, voor alle zekerheid en om meer rekening te houden van het onvolkomen dragen der geheele oppervlakte, terugbrengen op 25. Wij hebben dan $\frac{7000}{25}$ of 280 cM. noodig voor den paalkop. De opgegevene berekening geeft nu $\frac{28 \times 280}{22}$ of ongeveer 357. Hieruit den wortel trekkende vindt men nagenoeg 19 cM.

Bij het bepalen van het aantal palen dient hierop gerekend te worden; vooral ook ingeval men korte en en daarom betrekkelijk dunne palen voor het heiwerk behoeft. 18)

---

18) De gedeelten der totale belasting, welke de moerbalken in §§ 70 en 71 bedoeld, te dragen hebben, zijn bepaald naar de daarvan door Eijtelwijn gegevene theorie.

De middellijn van den paalkop d stellende is $\frac{d^2 \pi}{4}$, de oppervlakte van deze. Is nu D de druk op den paalkop uitgeoefend dus is in cM. rekenende $\frac{d^2 \pi}{4} \times 35 = D$, en $\pi = \frac{22}{7}$ stellende is $\frac{22\, d^2}{28} = \frac{D}{35}$ alzoo $d = \sqrt{\frac{28\, D}{22 \times 25}}$ zijnde het gegevene voorschrift, hierbij is 35 vervangen door 25.

72. Het valt herhaaldelijk voor dat zolders, waarvan de balken door muurgebindten ondersteund worden, verre van gelijkmatig belast zijn, en het is van belang, met den invloed van dat onregelmatige der belasting op de balken en de steunpunten van deze, ten minste eenigermate bekend te zijn. Voor de bepaling der balksafmetingen gaan wij van eene regelmatige belasting uit en de dan verkregene afmetingen zijn ook voor de gewoonlijk voorkomende gevallen voldoende; er kunnen echter bizondere verzekeringen noodig zijn om het schadelijke der invloeden waarop wij doelen te weeren. Er kunnen b. v. gevallen bestaan waarbij de muureinden der dus ondersteunde balken in plaats van neergedrukt, door de belasting opgelicht worden, en heeft er nu eene herhaalde verandering van toestanden bij deze balkeinden plaats, dan is het noodig de werking daarvan zooveel mogelijk te beletten, waarbij dan niet moet vergeten worden, dat die wisselingen dikwijls gepaard gaan met de werking van krachten die niet alleen drukking, maar ook schokken voortbrengen welke, vrij gelaten wordende, hoogst nadeelig ook voor de muren en voor de stevige verankering der balken zijn kunnen.

73. De afwisselende belastingen welke in de hier bedoelde gevallen voorkomen, leveren eene te groote verscheidenheid op, om op meer dan enkele gevallen te kunnen wijzen. — De constructie vordert echter dat men ten minste van die invloeden bewust is. —

Stellen wij het geval dat men een balklaag heeft die een zolder, met behulp van een moergebind ondersteunt, waarbij de standvinken 300 cM. uit elkander staan, dat verder de totale wijdte van het gebouw 1000 cM. is, en de zolderbelasting 800 Kg. per M². bedraagt. Nemen wij het geval dat die zolder tusschen twee standvinken slechts eenerzijds belast is, dan zal de theorie ons leeren dat de muur bij het belaste gedeelte $\frac{7}{16}$ van den last draagt en de moerbalk $\frac{10}{16}$. Deze geven te zamen $\frac{17}{16}$ en daar de belasting toch niet meer dan $\frac{16}{16}$ zijn kan, ontstaat de meerdere druk op den moerbalk uit eene kracht, die de balkeinden in den muur naar den kant van den onbelasten zolder tracht te ligten, hetwelk nu door de tegendrukking der muur van die zijde belet wordt, en welke tegendrukking, $\frac{1}{16}$ zijnde, op den moerbalk terug werkt. De druk op het belaste zoldervak is nu $\frac{500 \times 300 \times 800}{10000}$ Kg. of 12000 Kg.

Het $\frac{1}{16}$ hiervan is 750 Kg. en met dit vermogen tracht nu de belasting de gezamenlijke balkeinden bij den muur naar de onbelaste zijde op te ligten. 19) Hebben

---

19) De bepaling der drukkingen op de moerbalken in §§ 67 en 68 genoemd, berusten op de deswege door Eytelwein gegeven theorie.

Voor het geval dat van een balk op drie punten ondersteund, het tusschensteunpunt in het midden van den balk komt, zal de uitwerking van een gewicht P, tusschen twee opvolgende steunpunten werkende, zijn, die welke de volgende formulen geven:

die op het naaste steunpunt is $P \left\{ 1 + \frac{2a}{l} \left(\frac{a^2}{l^2} - \frac{5}{4} \right) \right\}$;

die op het middensteunpunt $P \times \frac{a}{l} \left(3 - \frac{4a^2}{l^2} \right)$ en die op het meest verwijderde steunpunt $- \frac{Pa}{l} \left(\frac{1}{2} - \frac{2a^2}{l^2} \right)$ en alzoo in sommige gevallen negatief.

Stellen wij nu in fig. 17 A B en C de drie steunpunten en de

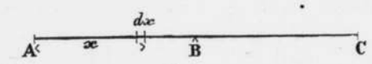


Fig. 17.

totale balklengte l. Zij de belasting van den balk per strekkende lengte eenheid G. Kg., dan is het drukkende gewicht op de differentiaal der lengte $G\, dx$, en stellen wij nu den druk van dit differentaal gewicht op den afstand x van A te werken, dan is de druk op het steunpunt A = D stellende:

$$D = G\, dx \left\{ 1 + \frac{2x}{l} \left(\frac{x^2}{l^2} - \frac{5}{4} \right) \right\} = G\, dx \left(1 + \frac{2x^3}{l^3} - \frac{10\, x}{4\, l} \right)$$

of $d\, D = G \frac{dx}{4\, l^3} (4\, l^3 + 8\, x^3 - 10\, l^2\, x)$, dus $d = \frac{G}{4\, l^3} (4\, l^3\, dx + 8\, x^3\, dx - 10\, l^2\, x\, dx)$, en $D = \frac{G}{4 l^3} \left(\int 4\, l^3\, dx + 8 \int x^3\, dx - 10\, l^2 \int x\, dx \right)$.

dus $D = \frac{G}{4\, l^3} \left(4\, l^3\, x + \frac{8}{4}\, x^4 - \frac{10}{2}\, l^2\, x^2 \right)$.

Nemen wij nu deze intregalen tusschen de grenzen o en $\frac{1}{2}$ l, overeenstemmende met het geval dat de belasting over B C verspreid, o is, dan hebben wij:

$$D = \frac{G}{4\, l^3} \left(l^4 + \frac{1}{8}\, l^4 - \frac{10}{8}\, l^4 \right) = \frac{G\, l^4}{4\, l^3} \left(2 + \frac{1}{8} - \frac{1}{4} \right) = \frac{G\, l}{4} \times \frac{7}{8} = \frac{7}{32}\, G\, l.$$

Is nu de aanwezige belasting P dan is $G\, l = 2\, P$ en $D = \frac{7}{32} \times 2\, P$ of $\frac{7}{16}\, P$.

Door de aangegevene integralen tusschen andere grenzen te nemen, kan men ook van andere gevallen de waarde van D bepalen. Was b.v. een zoldervak tusschen twee standvinken aan de eene zijde niet belast, en het andere gedeelte van dat vak aan gene zijde slechts over de helft, en wel van af den moerbalk tot aan het midden van dat zoldervak, dan moeten de integralen tusschen de grenzen $x = \frac{1}{2}\, l$ en $x = \frac{1}{4} l$ genomen worden.

In de formule $D = \frac{G}{4\, l^3} \left(4\, l^3\, x \times \frac{8}{4}\, x^3 - \frac{10}{2}\, l^2\, x^2 \right)$ $x = \frac{1}{4}$ stellende, vinden wij $D = \frac{7}{32}\, G\, l$. Daarna $x = \frac{1}{8} l$ nemende, hebben wij $D = \frac{G}{4\, l^3} \left(\frac{4\, l^4}{4} + \frac{8\, l^4}{4 \times 256} - \frac{10\, l^4}{32} \right)$ of wel $D = \frac{G\, l}{4} \left(1 \times \frac{1}{128} - \frac{5}{16} \right) = \frac{G\, l}{4} \times \frac{128 + 1 - 40}{128} = \frac{89}{4 \times 128} \times G\, l.$

Trekken wij deze waarden, die van $x = \frac{1}{2} l$ en $x = \frac{1}{4} l$ de laatste van de eerste af, dan vinden wij voor den druk op het digtst bij den last staande $D = \left(\frac{7}{32} - \frac{89}{4 \times 128} \right) G\, l$, dus $D = \frac{112 - 89}{4 \times 128} G\, l = \frac{23}{4 \times 128} Gl$, en dewijl in dit geval $G\, l = 4\, P$ is. is $D = \frac{23}{128}\, P$.

er in zoodanig pakhuis nu gedurige veranderingen van belastingen plaats en gaan deze van schokkende bewegingen vergezeld dan wordt na deze verklaring het ons

Eytelwijn geeft voor de drukking op den moerbalk van het hier bedoelde primitieve geval $D_l = \frac{G\,a}{l}\left(3 - 4\frac{a^2}{l^2}\right)$.

Stellen wij nu wederom dat op den afstand x het oneindig kleine gewicht $G\,dx$ drukt, dan is $d\,D_l \frac{G\,xdx}{l}\left(3 - \frac{4\,x^2}{l^2}\right)$ of $dD_l = \frac{G}{l}\left(3xdx - \frac{4x^3dx}{l^2}\right)$; dus

$D_l = \frac{G}{l}\left(3\int xdx - \frac{4}{l^2}\int x^3dx\right) =$

$\frac{G}{l}\left(\frac{3}{2}\,x^2 - \frac{x^4}{l^2}\right)$ of $D_l = Gl\left(\frac{3}{2} - \frac{x^2}{l^2}\right)x^2$.

Deze integraal tusschen de grenzen o en $\frac{1}{2}$ l nemende, en bedenkende dat dan $Gl = 2\,P$ is, hebben wij $D' =$

$\frac{G}{l}\left(\frac{3}{2} - \frac{l^2}{4l^2}\right)\frac{l^2}{4}$ of $D' = Gl\left(\frac{3}{8} - \frac{1}{16}\right) =$

$\frac{5}{15}$ Gl en dus $\frac{5}{8}$ P.

Nemen wij nu D en D′ voor dit geval te zamen, dan hebben wij: $D + D' = \left(\frac{7}{10} + \frac{5}{8}\right)P = \frac{17}{16}$ P, en dus den druk op de andere muur D″ stellende, is $D + D' + D'' =$ $P = \frac{16}{16}$ P, alzoo ook $\frac{17}{16}\,P + D'' = \frac{16}{16}\,P$ en $D'' = -\frac{1}{16}$ P.

Had men ook nu de integraal tusschen de grenzen $\frac{1}{8}$ en $\frac{1}{4}$ genomen, dan had men gevonden $x = \frac{3}{8}$ l. De waarde van de integraal $\frac{5}{16}$ Gl. Voor $x + \frac{1}{4}$ l wordt deze

$\frac{G}{l}\left(\frac{3}{2} - \frac{1}{16}\right) \times \frac{l^2}{16}$ of $Gl \times \frac{24-1}{16} \times \frac{1}{16} = \frac{23}{256}$ Gl,

alzoo is $D' = \left(\frac{5}{16} - \frac{23}{256}\right) Gl = \frac{80-23}{256} = \frac{57}{256}$

en Gl hier $= 4\,P$ zijnde, is $D' = \frac{228}{256}$ of $\frac{57}{64}$.

Wij hebben nu wederom $D + D' = \frac{23}{4\times128} + \frac{57}{256}$ Gl $=$

$\frac{137}{512}$ Gl, en omdat $Gl = 4\,P$ is wordt dit $\frac{137}{128}$ P.

Nu is $D + D_l + D_{ll} = P = \frac{128}{128}$ P, en alzoo

$\frac{137}{128}\,P + D_{ll} = \frac{128}{128}\,P$ of $D'' = -\frac{9}{128}$ P.

Het zal niet noodig zijn hierbij meerdere andere gevallen te voegen, dewijl men de integralen slechts tusschen de overeenkomstige grenzen nemende, voor ieder gedeeltelijke belasting op zeer eenvoudige wijze den druk op den muur- en moerbalk kan bepalen, en dus ook de mogelijkheid van een tegengestelden druk op de einden bij den verst afgelegen muur kan onderzoeken en in waarde vaststellen. Voor de praktijk is dit minder noodig. Is men toch van de mogelijkheid van zoodanigen negatieven druk bewust, dan volgt van zelve, zoo als reeds in den tekst gezegd werd, de noodzakelijkheid, zich daartegen te wapenen, en dit kan eenvoudig geschieden door bij de muren de balklagen der onderscheidene verdiepingen met elkander in verbinding te brengen, daar het toch tot de hoogst zeldzame omstandigheden te rekenen is, dat de gedeeltelijke ontlasting juist tegelijk voor alle zolders bij onmiddelijk boven elkander gelegen zoldervakken zal voorvallen. Vooral voor de bevestiging op, en de verbinding van kr[illegible]pele balken met de raveelbalken moet ook wel degelijk op deze omstandigheid gelet worden. Wij herhalen, dat niet altijd een dadelijk gebrek aan draagvermogen bij de balken de oorzaak is van verstoringen, die nadeelig, zoo niet zelfs gevaarlijk op de soliditeit van het gebouw kunnen werken.

duidelijk, hoeveel de muren daarbij kunnen te lijden hebben; en hoezeer het noodig kan worden hiertegen voorzieningen te nemen. Het is inderdaad niet genoeg blindelings de opgegevene formules voor het draagvermogen te volgen, en zich dan op het voldoende zekere der constructie te verlaten. Omstandigheden als de nu genoemde, moeten niet buiten rekening blijven en kunnen wij ook al niet met juistheid ten alle tijde de grootten der hier werkzame invloeden bepalen, dan is het reeds genoeg daarvan bewust te zijn, ten einde daartegen gepaste maatregelen te nemen. Scheuren in muren, plaatselijke verzakkingen zijn mij meer dan eens voorgekomen, waarvan ik in het voorbijzien van die noodige verzekeringen, de oorzaak meende te moeten zien. Wij zouden gaarne meer van hetgeen de theorie hier inderdaad in den volsten zin des woords ten beste geeft, willen behandelen en aan berekeningsvoorschriften willen onderwerpen. Wij kunnen dit echter moeijelijk om de ingewikkelde daaraan verbondene berekeningen. Voor hen die met de theorie vertrouwt zijn is in de bijgevoegde noot de vereischte handleiding hiertoe gegeven, en buitendien is de zaak voor dezen te eenvoudig om zelfs de gegevene en nog nadere toelichtingen te behoeven.

74. Wij gaan nu over tot de bepaling der dwarsafmetingen van de moerbalken der onderslags- of moergebindten, en beginnen met het geval dat de zolderbalken in het midden door een enkel zoodanig gebind ondersteund zijn.

Is nu de zolder gelijkmatig belast, en is ons de grootte van de zolderbelasting per M². bekend, dan kunnen wij zeer gemakkelijk berekenen hoeveel drukking de moerbalk op elk gedeelte tusschen twee standvinken te lijden heeft.

Stonden die standvinken b.v. 3 M. uit elkander, was de binnenwijdte van het gebouw 12 M., en de belasting per M². van den zolder 900 Kg. dan drukt op ieder zoldervak, van muur tot muur doorloopende, $3 \times 12 \times 900$ of 32400 Kg. De moerbalk moet nu gerekend worden met $\frac{5}{8}$ van dien last gedrukt te zijn, dus met $\frac{5}{8} \times$ 32400 of 20250 Kg.

Liggen nu de zolderbalken 50 cM. van midden tot midden uit elkander, dan kunnen wij het aantal zolderbalken stellen op 5, en elk van deze belast met $\frac{1}{6}$ van 20250 of 3375 Kg. Wij moeten nu $\frac{5+1}{5} \times$ 20250 of $\frac{6}{5} \times$ 20250 als regelmatig over den balk verspreide belasting in rekening brengen, dus 24300 Kg. Deze belasting is hoogst aanzienlijk en wanneer door de karbeels de vrijdragende lengte der moerbalken niet verkort werd, zoude deze zeer aanzienlijke afmetingen moeten hebben. Nemen wij de moerbalken, wat breedte en hoogte betreft zoodanig, dat de breedte minstens $\frac{1}{15}$ der hoogte van de standvinken bedraagt, dan zullen deze laatste in doorsnede vierkant genomen en van deze

dwarsafmeting zijnde, in geen geval kunnen doorbuigen, doch eerder in elkander gedrukt dan gebogen worden. Zoo als wij steeds zien zullen is het te verkiezen de moerbalken geene meerdere breedte te geven dan de zwaarte der standvinken, doch ook bij verkiezing geene mindere, dns in ieder geval niet minder dan het genoemde $\frac{1}{15}$. Zijn nu de standvinken 300 cM. hoog, dan is $\frac{1}{15}$ daarvan, 20 cM., en wij zouden aanraden die standvinken en dus ook den moerbalk eene breedte van 25 cM. te geven. Nemen wij nu deze maat voor de breedte van den moerbalk aan, dan zouden wij in geval de karbeels de vrijdragende lengte niet verminderden, de afmetingen van den moerbalk vinden door de volgende berekening.

De belasting waarvoor wij namelijk als in rekening te brengen vonden 24300, vermenigvuldige men met den afstand der standvinken van midden tot midden, en wij hebben dan in ons geval 24300×300. Deze uitkomst deelt men door 100 malen de aangenomen breedte van den muurbalk, gevende na 100×25; en wij hebben alzoo $\frac{24300 \times 300}{25 \times 100}$ of 2916. Hieruit moet nu den tweeden machtswortel getrokken worden, om de verlangde hoogte van den muurbalk te verkrijgen. Wij vinden in ons geval daarvoor 54 cM. Wij zouden dus een moerbalk van 25 bij 54 cM. in het gestelde geval behoeven.

Deze afmetingen zijn te groot om niet naar eene constructie om te zien die ons toelaat mindere afmetingen te nemen. Hiertoe strekken nu de karbeels, die dan gelijktijdig dienen om het schrankverband volgens de lengte te verzekeren.

Men geve de aansluitende dwarsafmeting der karbeels altijd de breedte der stijlen, tevens die van den moerbalk, en neme de stijlen, waar men dit kan, ten allen tijde in doorsnede vierkant.

75. Is de afstand der standvinken van midden tot midden 3 M. of 300 cM., dan zouden wij bij zware belastingen, waaronder wij dezulke rekenen die 700 en meer Kg. per M² van den zolder bedragen, de standvinken in geen geval minder dan 25 bij 25 cM. nemen en de moerbalk op 25 breedte bij 40 hoogte stellen, en nu hiernaar de overeenkomstige vrijdragende lengte van deze bepalen.

Men bepale hiertoe de belasting van den moerbalk per cM. lengte. Wij vinden hiervoor $\frac{24300}{300}$ of 81 Kg.

Het vermenigvuldigde van de aangenomene breedte 25, met de tweede macht der aangenomene hoogte van 40 cM. geeft $25 \times 40 \times 40$, dit neme men 100 malen en wij hebben dan 4000000.

Dit laatste product deelt men nu door de gevondene 81, en verkrijgt dan $\frac{4000000}{81}$ of nagenoeg 49383.

Hieruit nu den vierkantswortel trekkende heeft men circa 222; en deze is nu in cM. de vrijdragende lengte welke de moerbalk kan hebben.

Is nu de afstand van de midden der standvinken 300 cM., dan blijft er 300 — 222 of 178 voor den dubbelen afstand van het midden der standvinken tot daar, waar het midden der karbeels den onderkant van den moerbalk ontmoet. De enkele afstand is dan 89. Wij nemen hiervoor 90. Van den kant waar de standvink het karbeel opneemt tot dit midden, hebben wij nu $90 - \frac{25}{2} = 77{,}5$ of 78 cM., voor den 3, 4 en 5 steek moet nu hiervan het $\frac{1}{3}$ genomen worden; $\frac{78}{3}$ geeft 26 cM., en van den onderkant van den moerbalk tot aan het punt waar het midden van het karbeel den genoemden kant van den standvink ontmoet, hebben wij dan 4×26 of 104 cM., terwijl op het midden gemeten, het karbeel de lengte van 5×26 of 130 cM. heeft.

76. Alvorens de gevallen te behandelen, waarbij men andere voorschriften dan dat, hetwelk wij in de vorige § behandelden te volgen heeft, meenen wij het verkieselijk te zijn de afmetingen der standvinken en de daarmede verbonden karbeels te bepalen.

Het is duidelijk dat, wanneer een stijl in de richting der lengte belast wordt, er tusschen de dwarsafmetingen van den stijl, en zijne lengte of hoogte eene zekere verhouding moet bestaan om een doorbuigen van den stijl te zien volgen. Gaat de kleinste dwarsafmeting een minder aantal malen op die lengte of hoogte dan dat verhoudingsgetal aangeeft, dan zal de stijl eerder ineengedrukt dan gebogen worden. Wij meenen te mogen aannemen, dat wanneer de kleinste afmeting grooter dan $\frac{1}{15}$ van de lengte van den stijl is, men geene doorbuiging behoeft te vreezen.

Wij kunnen nu in gebouwen, welke uit verscheidene verdiepingen bestaan, de standvinken of door alle deze doen doorloopen, of uit onderscheidene stukken, elk van de overeenkomstige verdiepingshoogte doen bestaan. In het eerste geval kunnen deze echter door de constructie zoodanig aan de balklagen verbonden zijn, dat zij voor elke verdiepingshoogte eene bizondere buiging zouden moeten ondergaan, voor het geval dat zij aan eene doorbuiging onderhevig waren.

Hierdoor vallen de afmetingen van de standvinken, binnen de volstrekt niet moeijelijk verkrijgbare; zoo za een stijl van 30 bij 30 cM. om ongebogen te blijven eene lengte van iets minder dan 15×30, stellen wij 14×30, dus 420 cM. kunnen hebben, en bij de gebouwen van den aard als wij bij de toepassing dezer constructie ontmoeten, is deze hoogte meer dan die welke zij daar in den regel behoeven.

77. Hiermede beweren wij in geenen deele, dat deze afmetingen in ieder geval voldoende zijn. Wij dienen integendeel ons wel degelijk er van te vergewissen, dat de standvinken met volkomen duurzame zekerheid de daarop wegende belasting kunnen dragen. Wij meenen die belasting niet verder te moeten doen gaan dan 60 Kg. per cM.²; en nu moeten wij hierbij wel degelijk in aanmerking nemen, dat de onderste standvinken niet

alleen den druk van den moerbalk, welke zij onmiddelijk ondersteunen, maar ook die van de daarboven gestelde standvinken te dragen hebben. Hadden wij b. v. een gebouw van 10 M. wijdte, belast met 800 Kg. per M² van den zolder, en waren er in dat gebouw 4 zulke belaste zolders aanwezig, terwijl elke balklaag gesteund werd door een moergebindt, waarvan de stijlen 3 M. uit elkander staan, dan is de belasting op een zoldervak tusschen twee standvinken over de geheele breedte van het gebouw doorloopende, 3 × 10 × 800 of 24000 Kg.

Elke standvink is nu belast met $\frac{5}{8}$ × 24000 of 15000 Kg. Die welke den bovensten zolder ondersteunen, nu 25 bij 25 cM. afmeting gevende, is de doorsnedeinhoud 625 cM.², en dus kan die standvink veilig dragen, 60 × 625 of 37500 Kg., en hierbij kan de hoogte gaan tot zelfs 15 × 25 of 375 cM.

De volgende standvink draagt nu 2 × 15000 of 30000 Kg., en ook deze is, 25 bij 25 cM. metende, ruim bestand. De derde is nu belast met 45000 Kg. en nu zijn die afmetingen niet meer voldoende, omdat 37500 minder dan 45000 is. Men deelt nu 45000 door 60 en vindt $\frac{45000}{60} = 750$. Trekt men nu uit 750 den tweeden machtswortel, dan vindt men zeer nabij 28 cM., en deze dwarsafmetingen, altijd eene in doorsnede vierkante stijl aannemende, dient nu de standvink te hebben.

Eindelijk drukt op den benedensten standvink de last van 60000 Kg., en deze door 60 deelende hebben wij 1000 voor quotient. De tweede machtswortel uit 1000 is nu nabij 32 cM. Langs dezen weg zal men zeer gemakkelijk de zwaarte der standvinken kunnen bepalen.

78. Brengen wij deze afmetingsbepaling in verband met het beginsel waarvan wij uitgingen, om de moerbalken geene mindere afmetingen te geven dan de breedte der standvinken, dan zullen, zoo er tal van verdiepingen bestaan, de benedenste moerbalken afmetingen bekomen die verre van de meest geschikte zijn, daar toch de belasting op elk der moerbalken dezelfde blijft.

Wij gingen bij de bepaling van de breedte der standvinken en moerbalken even groot te nemen, van de gedachte uit, dat men de gewoonlijk gebruikte constructie volgt, d i. de stijlen aan de moerbalken of de bijkomende zadelstukken, en ook de karbeels met deze, door pen en gat verbindt. Geeft men nu aan de karbeels mindere afmetingen, zoodat deze de moerbalken niet over de geheele breedte ondersteunen, dan bestaat er gevaar, dat op den duur bij de breedte der karbeels af, de moerbalken volgens de lengte afscheuren, of ten minste langs-scheuren bekomen. Zijn de zolders aan schokkende bewegingen onderworpen, dan is dit te eerder te verwachten, en alzoo stellen wij die bepaling voor dergelijke gevallen volstrekt noodig.

Verkrijgen nu, bij het volgen dier gewone constructie, de moerbalken ongeschikte afmetingen, dan moet in het geopperde gevaar voorzien worden door de constructie te wijzigen. Eene zeer geschikte wijziging geeft het gebruik van ijzeren schoenen, voorzien van breede platen of flenzen welke met bouten en beugels aan de moerbalken verbonden worden. Deze kunnen zeer goed van gegoten ijzer worden genomen en in eene lengte van de flenzen gelijktijdig de schoenen voor het opnemen van den standvink en der beide karbeels in een enkel stuk bevatten. Wij treden in geene bizonderheden dezer constructie, omdat wij dit rekenen buiten ons bestek te liggen, doch merken aan, dat dit zelfde bezwaar dan ook bij de stijlen bestaat, waarbij dan de karbeels in dergelijke schoenen moeten dragen. Deze kunnen gevoegelijk zoodanig ingericht worden, dat eene zakking van dezelve onmogelijk is.

79. De karbeels ondergaan als steunpunten gevende voor de verkorting der vrijdragende lengte van de moerbalken, aanzienlijke drukkingen. Wij kunnen, zonder te veel van de waarheid af te wijken, de moerbalken als gelijkmatig met de daarop rustende belasting belast denken, wanneer wij de totale belasting van deze, ten overvloede nog met het aantal balken tusschen de standvorsten, met 1 vermeerderd, vermenigvuldigen, en dit product door dat aantal balken deelen. De belasting op den moerbalk was in ons laatst gekozen voorbeeld 3 × 10 × 800 of 24000, het aantal balken tusschen de standvinken op den moerbalk dragende is 5 en wij brengen dan den moerbalk als met $\frac{6}{5}$ × 24000 Kg. gelijkmatig belast in rekening, dus als met 28800 Kg. De moerbalk kan nu verder beschouwd worden als op 4 steunpunten te dragen, waarvan twee, elk op den afstand van 90 cM. uit het midden der standvinken gelegen zijn, terwijl de afstand van de draagpuuten der karbeels 120 cM. is. De afstand hier met 90 cM. aangegeven, geeft nu voor de totale lengte door 300 gedeeld, $\frac{90}{800}$ of 0,3.

J. G. J. VAN ROOSMALEN.

(*Wordt vervolgd.*)

WONING VAN DEN HOOFD-DIREKTEUR

DER RIJKS-MUSEUM-GEBOUWEN TE AMSTERDAM.

Architekt P. J. H. CUYPERS.

(*Vervolg van bladz.* 36.)

Op plaat XII en XIII is het bovenlicht voorgesteld, dat den hoofdingang versiert en de vestibule verlicht.

In het midden is het schild der st. Lucasgilden; een blauw veld belegd met 3 zilveren schildjes waarboven de gevleugelde stierenkop, het traditioneele wapen der Nederlandsche kunstenaren.

Het is gekroond met de kroon in den vorm van den Hollandschen tuin en den klimmenden Nederlandschen leeuw.

Twee lauwertwijgen, door een spreukband verbonden, dienen tot achtergrond.

Op deze spreukband staan de woorden „goed" „schoon" en „waar", de drie eigenschappen welke elk kunstvoorwerp in meer, of mindere maten behoort te bezitten.

De kroon, leeuw en stierenkop zijn in transparant goud-geel, de vleugels zilverachtig van toon, de lauwertakken fijn groen, de omslagen van den spreukband rood getint. In zacht harmonisch groen en zeer doorschijnend geel zijn de randen en friezen der omlijsting gehouden, terwijl de ronde bolvormige glazen in smaragd-achtigen toon naast de smalle roode banden het geheel een zeer schitterend aanschijn verleenen.

Dit bovenlicht is uitgevoerd in gebrandschilderd glas in het Atelier van den Heer F. Nicolas te Roermond.

Plaat XIV en XV stelt de betimmering van de zaal op de 1e verdieping voor.

De deuren en lambriseering zijn in eikenhout en worden glad en met was opgewreven.

De bovenlichten der vensters zullen met gebrand glas, op de wijze als het bovenlicht in de vestibule, versierd worden.

De schoorsteen is in gepolijst marmer, de lijsten zijn in fijn witten steen gebeeldhouwd.

De haard wordt met tegels bezet, de betimmering van den schoorsteen is gelijk de overige kamerbetimmeringen in eikenhout en wordt gedeeltelijk beschilderd.

Op plaat XXI geven wij de details van de twee kraagsteenen die den bovendorpel van den hoofdingang dragen.

De woorden „ave" (wees gegroet) en „vale" (vaarwel) zijn respectievelijk gericht tot de binnentredenden en tot de vertrekkenden.

NOTA. In de vorige aflevering is onder nummer XIX eene plaat gegeven voorstellende de vestibule in de Direkteurswoning ter hoogte der 1e verdieping.

Deze moet als eene dubbele plaat beschouwd en aldus met XIX en XX genummerd worden.

PROEVE EENER VERZAMELING VAN VOORSCHRIFTEN

VOOR HET BEPALEN DER DWARSAFMETINGEN VAN DE ONDERDEELEN DER BOUWKUNDIGE CONSTRUCTIEN, WELKE DAGELIJKS OP HET GEBIED DER BURGERLIJKE BOUWKUNDE VOORKOMEN.

(*Vervolg van bladz.* 48.)

Om nu den druk op de karbeels te vinden hebben wij de volgende tamelijk ingewikkelde berekening te volgen:

Men begint met de waarde van de eenheid gedeeld door $4 \times 0{,}3$ te nemen Deze is $\frac{1}{1{,}2}$. Hierbij telt men het $\frac{1}{4}$ van de tweede macht van 0,3 dus $\frac{0{,}09}{4}$ of 0,0225 dan daarbij nog $\frac{3}{2}$ van 0,3 of $1{,}5 \times 0{,}3$ zijnde 0,45.

Wij hebben alzoo voor de som van die drie waarden omdat $\frac{1}{1{,}2} = 0{,}8333$ is het bedrag 1,3058.

Dit bedrag trekt men van de standvastige waarde 1,5 af, en behoudt dan $1{,}5 - 1{,}3058$ of 0,1942.

Dit getal deelt men nu door $3 - 4 \times 0{,}3$, zijnde ook 3 hier een standvastig getal. Dit verschil geeft $3 - 1{,}2$ of 1,8

Men deelt nu dit getal 1,8 op 0,1942 en vindt dan $\frac{0{,}1942}{1{,}8} = 0{,}108$. Eindelijk vermenigvuldigt men de belasting 28800 met dit getal 0,108 en vindt dan 3110 Kg, Met dit gewicht wordt nu elk der standvinken gedrukt. Dit geeft voor de beide standvinken 6220 Kg. en er blijft alzoo voor den druk op de beide karbeels te zamen 28800—6220 of 22580, zoodat de verticale druk op elk van deze 11290 Kg. bedraagt. Staan nu de karbeels in den 3, 4 en 5 steek, dan vindt men den druk welke elk der karbeels in de richting der lengte te lijden heeft door $\frac{5}{4}$ van de gevondene 11290 te nemen en men heeft dan ruim 14100 of nabij 14200 Kg. Heeft nu het karbeel de breedte van 23 cM. dan vindt men de andere dwarsafmeting door 25×60 op 14200 te deelen. Het quotient geeft, nabij 10 cM. Deze afmeting moet nu wederom het $\frac{1}{15}$ van de karbeellengte zijn en deze kan dus 15×10 of 150 bedragen; zoodat in dit opzicht de afmetingen van het karbeel voldoende zoude zijn; er komt hier echter nog eene andere omstandigheid bij. De karbeels stooten zoo bij den moerbalk als bij den standvink langshouts tegen deze. Heeft men nu eene verbinding met pen en gat gekozen, dan zal men in den regel weinig kunnen rekenen op de dichte aanraking van de pennen met de bodems der gaten, zoodat de drukkingen hoofdzakelijk door de borsten der draag- en stoottanden moeten geleden worden.

Men heeft nu te zorgen dat het eindelingshout der stukken niet in het langshout der balken en standvinken dringt, en dit dus niet door die drukking gekwetst wordt. Voor het geval dat wij hier behandelen zal men ten minste op een weerstand van 35 Kg. per cM. kunnen rekenen. Heeft nu de pen $\frac{1}{3}$ der hout-afmeting, in ons geval 8 cM. dan blijft er voor de borsten eene gezamenlijke breedte van 17 cM. Bij het volgen van den 3, 4 en 5 steek wordt de lengte der borsten minstens $\frac{5}{3}$ van de andere dwarsafmeting der karbeels. Deelen wij nu de drukking volgens de lengte der karbeels, waarvoor wij 11290, stel 11300 Kg. vonden, door 35 malen de overblijvende breedte van de borsten, dus door 35×17, gevende 595, dan vinden wij $\frac{113000}{595}$ of nagenoeg 20. Nu moet de afmeting van het karbeel, waarvoor wij 10 cM. vonden, zoodanig gewijzigd worden dat deze $\frac{3}{5}$ van de gevondene 20 cM. wordt, dus $\frac{3}{5} \times 20$ of 12 cM., waarmede dan ook in dit opzicht de afmetingen der karbeels bepaald zijn. Gewoonlijk zal men echter de hier als voldoende gevondene afmetingen te gering bevinden voor het verkrijgen van bekwame pennen. De praktijk vordert alzoo hier, de gewone constructie volgende, belangrijke afwijkingen van hetgeen de theorie geeft; en de breedte der karbeels moet dan ook wel degelijk er naar geregeld worden, dat men bekwame voldoend op te sluiten pennen verkrijgt; en toch zijn de resultaten der theorie van belang, doordien zij ons kunnen overtuigen of wij gelijktijdig aan alle eischen voldaan hebben.

80. De hevige drukkingen welke de benedenste standvinken van een gebouw aldus geconstrueerd te lijden hebben, werken bij gewone constructiën terug op de ondervlakken der moerbalken, en deze moeten gevolgelijk voor de boven besprokene kneuzingen bewaard worden. Hierop vindt men bij oudere bouwwerken te weinig gelet, en dit is dikwijls zeer duidelijk bij de bestaande toestanden op te merken. De gewone constructie geeft geene gelegenheid om redelijker wijze hierin te voorzien, alleen kan men den weerstand tegen dat kneuzen vergrooten door het bezigen van eiken, en dan hard eiken zadelstukken, waarin dan de standvinken en karbeels gelijktijdig verbonden worden, en welke dan ook hiervoor de vereischte lengte moeten hebben, bij zoo veel dikte als noodig is om de verbindingen met voldoende pennen te bewerken. Ten einde alle mogelijke verschuivingen van de zadelstukken te voorkomen, dient men deze met bouten en volgbeugels aan de moerbalken te verbinden.

81. Staan de standvinken zeer wijd uit elkander, en heeft men met zeer zwaar belaste zolders te doen, dan zal men in hoofdzaak, de gewone constructie aanhoudende, deze toch in de bizonderheden dienen te wijzigen.

Stellen wij het zeer exceptioneele geval, dat het gebouw eene binnenwijdte van 12 M. heeft, en de zolder met 1000 Kg. per M.² moet belast worden Stellen wij de balken door een enkel moergebint ondersteund, en dat de moerbalken tusschen de steunpunten welke de karbeels geven, eene vrijdragende lengte van 320 cM behouden, waarbij dan de standvinken 500 cM. van midden tot midden uit elkander staan. Stellen wij verder nog dat het gebouw drie dergelijke zolders bevat, en dat de druk der bekapping en dekking op de muren is overgebracht, zoodat het moergebint deze niet te dragen heeft, of althans een betrekkelijk gering gedeelte van deze.

De belasting van een zoldervak tusschen twee standvinken is nu $5 \times 12 \times 1000$ of 60000 Kg. Hiervan draagt de moerbalk $\frac{5}{8}$ dus $\frac{5}{8} \times 60000$ of 37500 Kg. en de onderste standvinken zijn dus met 3×37500 of 112500 Kg. belast.

De deeling $\frac{112500}{60}$ geeft 1875, en hieruit de tweede machtswortel trekkende vindt men voor de zwaarte dezer standvinken circa 43 bij 43 cM.

Volgen wij nu geheel en al de gegevene voorschriften, dan moeten de moerbalken de breedte van 43 cM. verkrijgen.

De zolderbalken op 50 cM. afstand liggende, zijn er 9 tusschenbalken, en moeten wij alzoo deze met $\frac{37500 \times 10}{9}$ of met nagenoeg 41700 Kg. belast denken.

Het gedeelte tusschen de karbeels, $\frac{320}{500}$ van de totale lengte zijnde, is dit te rekenen als belast met $\frac{16}{25} \times 41700$. gevende 26688; stellen wij 26700 Kg.

Het gegevene voorschrift volgende, hebben wij nu $\frac{26700 \times 320}{100 \times 43}$ of nabij 1988, en hieruit den vierkantswortel trekkende vindt men nabij 45 cM., zoodat wij hier moerbalken van 43 cM. breedte bij 45 cM. hoogte zouden behoeven.

Men kan nu door de constructie te wijzigen tot geheel andere dwarsafmetingen geraken. Deze wijziging stellen wij ons als volgt voor:

Wij geven de moerbalken de breedte van 25 cM. Volgen wij dan het gegevene voorschrift, dan hebben wij $\frac{26700 \times 320}{100 \times 25}$ gevende: 3317,60. Hieruit den vierkantswortel trekkende, vindt men nagenoeg 58 cM. Om nu in geene omslachtige berekeningen te vervallen, raden wij aan, den moerbalk te doen bestaan uit een doorgaanden balk van $\frac{58}{2}$ of 29 bij 25 cM., doch voor zoo verre deze tusschen de beide steunpunten der karbeels reikt te verdubbelen; de beide stukken met klossen en bouten, waarbij de klossen zwaar 10 bij 10 cM., op 30 cM. van midden tot midden uit elkander geplaatst, op elkander sluitende, te verbinden.

Nemen wij nu de karbeels van 25 bij 25 cM., dan kunnen deze veilig $25 \times 25 \times 60$ of 37500 Kg. dragen. De loodrechte druk op de karbeels als steunpunten is nu te vinden volgens het voorschrift van § 72.

Wij hebben dan $\frac{90}{500}$ of 0,18, vervolgens $\frac{1}{4 \times 0{,}18} = \frac{1}{0{,}72}$. Hierbij $\frac{1}{4} \times 0{,}18 \times 0{,}18$ tellende, vindt men omdat $\frac{1}{0{,}72}$ nabij $1{,}38889 \times 0{,}0081$ of 1,39699, hierbij nog $\frac{3}{2}$ van $\frac{9}{50}$ of 0,27, gevende dan te zamen 1,66699. Deze waarde van 1,5 aftrekkende, komt er 0,16699, te kort

Deze waarde door $3 - 4 \times \frac{9}{50}$ of door $3 - 0{,}72$, dus door 2,28 deelende, vindt men dan $\frac{0{,}16699}{2{,}28}$ of circa 0,0732. De belasting van den totalen balkslast is nu 26700, en dit getal met 0,0732 vermenigvuldigende vinden wij voor product ruim 1954.

Het getal 0,16699 was een te kort, en dit zoo zijnde, oefenen de einden der moerbalken bij de stijlen eene drukking van beneden naar boven uit.

Op elk der karbeels drukt nu niet alleen de helft der totale belasting van den moerbalk, maar daarbij tevens nog de gevondene drukking van 1954 Kg. In ons geval is dan de totale druk op een der karbeels altijd in de verticale richting, dus $\frac{26700}{2} \times 1954$ of 15804 Kg.

Volgens de richting hunner lengte worden de karbeels gedrukt met $\frac{5}{4} \times 15804$ Kg., dus met 19755 of circa 19800 Kg., en de afmetingen 25 bij 25 zijn dus zeer ruim voldoende.

Het door ons gekozen voorbeeld geeft voldoende aanleiding tot eenige nadere algemeene beschouwingen. Beginnen wij met een blik te werpen op de invloeden welke de menigvuldige wijzigingen in de belasting der zolders van gebouwen, die wij hier in beschouwing namen, kunnen hebben, dan moeten wij erkennen dat de theorie niet bij machte is deze alle in volkomenheid aan te geven en te verklaren; doch met recht mogen wij ook vaststellen dat hetgeen zij ons leert maar niet,

zoo aphoristisch, ik aarzel niet te zeggen pédant, als van geene waarde moet geacht worden. Er doen zich bij onze bouwwerken dikwijls niet altijd dadelijk gevaarlijke, maar toch altijd ongewenschte defecten op, welke op onze ervaring afgaande, ons onverklaarbaar voorkomen, en dikwijls geeft de theorie nu het middel aan de hand, om ons die oorzaken, zoo niet volledig, dan toch ten minste met eenige zekerheid te leeren kennen, en dit is van zeer veel waarde.

De gedurig in richting veranderende drukkingen zal men wel als zeer ongewenscht bij onze bouwwerken erkennen, vooral wanneer deze snel wisselend veranderen en daarbij hevige schokken in het spel komen. De theorie leert ons nu, dat wij de schadelijke uitwerkselen dier schokken verminderen, door de massa's aan welke zij zich mededeelen, zoo veel mogelijk te vergrooten ; van hier dan het noodzakelijke van koppelende verbindingen van voldoende stevigheid, om tot dat doel te geraken.

Het is mij herhaaldelijk in mijne praktijk voorgekomen, dat sommige bijgevoegde stukken, omdat zij voor het directe draagvermogen inderdaad niet noodig waren, hierom voor overtolligheden verklaard werden, en dit door personen, wier praktische kennis zeer veel beteekende. Die stukken hadden alleen het hier beoogde ten doel, en deden het bewijzen van dien dienst ook voldoende kennen.

Op grond van deze bemerkingen, is het bij zwaar belaste zolders, gesteund door moergebindten, en waarbij eene gedurige afwisseling in de belasting plaats heeft, een stellig vereischte, dat, ter plaatse der muren, de balklagen der onderscheidene verdiepingen zoodanige koppeling verkrijgen, en dat wanneer de standvinken niet doorloopen, doch van verdieping tot verdieping uit enkele stukken bestaan, ook deze onderling moeten gekoppeld worden.

Wij kunnen ons met geene bizonderheden van constructie inlaten, omdat dit ons opstel tot een zamenstel van bouwkunstige constructieleer zoude veranderen, waaraan wij minder behoefte hebben, dewijl er over dit onderwerp degelijke geschriften genoeg bestaan, tot wier omwerking ik mij trouwens onbevoegd reken. Mijn doel is toch alleen voor zoover mij mogelijk is, eenige toepassingen der theorie onder het bereik te stellen van hen, die ik bij mijn inleidend overzicht duidelijk genoeg heb aangewezen.

Ik veroorloof mij bij herhaling de aanmerking, dat in geen geval moet verzuimd worden te zorgen, dat wanneer men b. v. karbeels van geringere afmetingen dan de moerbalken of standvinken bezigt, deze laatste over de geheele breedte der aanrakingsvlakken den druk dier karbeels moeten opnemen, om daardoor het afscheuren der niet onmiddelijk gedrukte houtvezels te voorkomen. De structuur van het hout vordert gebiedend dien maatregel, en dit niet anders kunnende, dan voorzien wij hierin door aanwending van bizondere constructieve middelen. De structuur geeft toch dat de houtvezels overdwars belangrijk minder zamenhangen dan de vezeldeeltjes zelve, en dus bij hevige schokken die afscheuring op den duur te verwachten is.

Bij het gebruik van in de hoogte doorloopende standvinken, moeten deze in de dwarsafmeting loodrecht op de richting der moerbalken uit twee stukken zijn zamengesteld en door uitkeepingen moeten deze de moerbalken omgeven, zoodat die balken daar volhouts doorheen gaan. Het is nu niet voldoende die stukken geheel onverbonden te laten. — Eene enkele verbinding door bouten zouden wij onvoldoende achten, en daarbij in ieder geval behoorlijke volgbeugels bezigen, door knevels of andere middelen tegen elke mogelijke afzakking verzekerd.

Het voorstel deze door uittandingen te verbinden is practisch minder aan te bevelen, alleen zoude eene hoogst nauwkeurige bewerking, en het gevolgelijk innig passende der vertanding hier het gewenschte uitwerksel kunnen geven. Bij de uitvoering valt hierop niet met zekerheid te rekenen, en is ook het houtverlies hier belangrijk, waarom wij aan het eenvoudig vlak op elkander werken, met de genoemde ijzerwapening, de voorkeur meenen te moeten geven. — Men zoude de weinige sluiting der tanden door wiggen kunnen bevorderen, doch de krimping van het hout, hoe gering ook, geeft hier onzekerheid.

In geval de moerbalken door aangelaschte stukken moeten verlengd worden, moeten de sleutel- of zadelstukken in geen geval ontbreken, en alle zamengestelde laschconstructiën, die meer speculatief aardig dan praktisch vertrouwd zijn, eenvoudig ter zijde gelaten worden. 20)

---

20) Stellen wij de hoogte van den standvink of stijl $=$ h en de kleinste dwarsafmeting d, terwijl de modulus van de veerkracht 130000 is. Stellen wij verder dat de rekking, welke de houtsoort op de eenheid van lengte kan ondergaan, $\frac{1}{780}$ van deze is, dan zal de belasting per cM.², tot aan de veerkrachtsgrens gaande, 166 of $\frac{180000}{780}$ Kg. zijn.

Wij hebben nu volgens de theorie der veerkrachtige staven $\frac{d}{h} = \sqrt{\frac{12}{\pi^2}} \times \frac{1}{780}$ en voor π stellende 3,14, vinden wij $\frac{d}{h} = \frac{1}{25}$, zoodat de kleinst geoorloofde dwarsafmeting door ons al vrij groot genomen is. Wij meenden hier de grens der veerkracht niet te dicht te moeten naderen, om zeker te zijn dat ook bij vermindering van het veerkrachtig vermogen geen gevaar te vreezen is.

De gevondene waarde $\frac{1}{25}$ is vrij onzeker, en daarom is het eene rede te meer hier voorzichtig te zijn. Op buigingen bij stijlen en schoren bij houtconstuctiën te rekenen voor stijlen enz. meenen wij niet te moeten aanraden. Men kan dit ontgaan door de mogelijkheid daarvan te voorkomen met de dwarsafmetingen groot genoeg te nemen, of anders door de lengte der stijlen te verkorten en dus op de punten waarbij in onverkorte lengte de buiging zoude vallen, of ten minste in de nabijheid van deze, die buiging door bizondere constructiën onmogelijk te maken.

In § 72 stelden wij de vroeger bepaalde herleiding der belasting van balken, op punten die gelijk ver uit elkander liggen en dan met gelijke gewichten op deze. Is het aantal ondersteunde balken n en de gezamenlijke belasting op den moerbalk $=$ P, dan moet $\frac{n+1}{x}$ P als gelijkmatig verspreide belasting in rekening gebracht worden.

82. Er blijft ons nog over te bepalen welke verzwaringen aan de zolderbalken moeten gegeven worden, in geval deze nog de einden van raveelbalken te dragen hebben.

Bij zeer zwaar belaste zolders zouden wij aanraden ter weerszijden van elk der standvinken zolderbalken te leggen, zoodat deze op voorloeven gekeept, den standvink insluiten. De balken kunnen dan met bouten enz. daaraan verbonden worden. Neemt men die balken doorloopend uit een enkel stuk, dan is met deze eene stevige verankering van het onderslagsgebint met de muren te verkrijgen.

Geeft men nu, in geval men eene opening uit te raveelen heeft, voor het eene einde van den raveelbalk deze dubbele balk tot steun, en legt men bij het andere einde van dien balk mede eene verdubbelde zolderbalk, dan kan men met stroppen enz. den raveelbalk, aan deze hangende, ondersteunen, terwijl dan de kreupele balken met hunne afgezette einden op den raveelbalk dragen, in welke gevallen geene verzwaring der zolderbalken noodig is. — Hoewel eenigszins meer kostbaar, zouden wij deze constructie ook om de betere bevestiging van den raveelbalk aanraden, waarbij dan echter de verbinding met stroppen, die voorzorgen eischt, welke een hangende ondersteuning in ieder geval vordert, doch waaraan met alleszins voldoende zekerheid kan voldaan worden.

Om nu den druk op de steunpunten, welke de standvinken geven te bepalen, is aangenomen dat de balk met 2 × 90 of 1,80 cM. door deze verkort wordt; zullen de karbeels geene ruimteverlies geven, dan zullen zij niet wel langer kunnen genomen worden. Die druk is nu bepaald volgens de formule van Eitelweijn, voor het geval dat de balk gelijkmatig belast, en behalve aan de einden, nog ondersteund wordt door twee op gelijke afstanden van die einden geplaatste steunpunten. Deze formule is, eene gelijkmatige belasting veronderstellende, wanneer de druk op elk der karbeels D is, $D = \frac{n^2 + 3n - 1}{n} \times \frac{P}{8}$;

waarin n gelijk is aan den afstand der steunpunten, welke de karbeels geven tot het midden der standvinken, gedeeld door de totale balkslengte. P is de totale gelijkmatig verspreide belasting over den balk. Dit gewicht, van de helft der totale belasting afgetrokken, geeft den druk op elk der steunpunten van de karbeels in de verticale richting.

De druk volgens de lengte der karbeels vindt men nu gemakkelijk door de toepassing van het parallelogram van krachten. Ontbinden wij toch den verticalen druk in twee krachten, eene horizontale en eene andere volgens de lengtestrekking van het karbeel, dan is de hoek van het karbeel met den stijl α noemende de druk volgens die lengtestrekking $D_{//} = D_{/} \times \text{Sec } \alpha$, zijnde $D_{//}$ de druk volgens het karbeel en $D_{/}$ de gevondene verticale, Nu is, de lengte van het karbeel L noemende, $L = \frac{4}{5} L \times \text{Sec } \alpha$. dus $\text{Sec } \alpha = \frac{5}{4}$ en $D_{//} = \frac{5}{4} D_{/}$.

De weerstand tegen de indrukking der penborsten is gesteld op 35 Kg. per cM.²; overigens behoeft het in § 72 aangegevene geene nadere toelichting.

In geval de waarde voor D in de boven gegevene formule negatief wordt, blijkt hieruit, dat de verbinding bij de standvinken tracht op te ligten, waardoor dan de aangehaalde grootere beasting op de stermpunten der karbeels, in § 74 genoemd, ontstaan. Ook dit behoeft geene nadere opheldering.

Een bezwaar tegen deze constructie is, dat men den raveelbalk met het eene einde dan steeds zal moeten doen dragen ter plaatse waar een standvink staat, of anders zich nog een tweede balkverdubbeling zal moeten getroosten. — Dit bezwaar is echter niet zeer groot, en de meerdere kosten zijn van weinig beteekenis.

83. Wil men deze constructie niet volgen, dan moeten in verreweg de meeste gevallen de balken, welke de einden van den raveelbalk dragen, verzwaard worden, en wij zullen nu te bepalen hebben hoe men die verzwaring berekenen kan. Hiertoe is noodig dat wij bepalen, welken druk den raveelbalk te lijden heeft. Deze bepaling vordert eene tamelijk ingewikkelde berekening.

Wij beginnen met den afstand van den raveelbalk uit den muur, van de totale wijdte van het gebouw af te trekken. Stel de wijdte van het gebouw was 10 M. en de raveelbalk lag 1,5 M. uit den muur, dan is de overblijvende lengte van den balk 8,5 M. De afstand van den moerbalk tot den raveelbalk is nu 3,5 M. Men bepaalt nu de verhouding van dezen afstand tot de totale lengte 8,5, gevende $\frac{35}{85}$ of $\frac{7}{17}$. Stellen wij de belasting op den zolder te zijn 700 Kg. per M.², dan is, de afstand der balken 50 M.aannemende, $\frac{850 \times 700 \times 50}{10000}$ of 2975 Kg. de totale belasting van den balk. Men neemt nu van $\frac{7}{17}$ de tweede macht, gevende $\frac{49}{289}$. Hierbij telt men 3 malen dezelfde waarde $\frac{7}{17}$ dus $\frac{21}{17}$. Van deze som trekt men de eenheid af, men heeft dan $\frac{49}{289} \times \frac{21}{17} - 1$ of $\frac{117}{289}$. Men deelt nu de totale belasting van den kreupelen balk door 8 en vindt dan nagenoeg 273, en nu is de druk van het einde van den kreupelen balk op den raveelbalk $\frac{117}{289} \times 273$, mits nog gedeeld door $\frac{7}{17}$, en alzoo $\frac{117}{289} \times \frac{17}{7} \times 273$ of nabij 270.

Is de druk die door den kreupelen balk op den raveelbalk wordt uitgeoefend bekend, dan lijdt de balk welke den moerbalk draagt, ter plaatse waar die raveelbalk daarop rust, de helft van den aldus gevondenen, en zoo er meer kreupele balken aanwezig zijn, wordt de druk op dat punt zoo veel malen grooter als dat aanta kreupele balken bedraagt. Stellen wij in ons geval, dat de raveelbalk drie kreupele balken te dragen had, dan is de gezamenlijken druk van die kreupele balken op de raveelbalken 3 × 270 of 810 Kg.

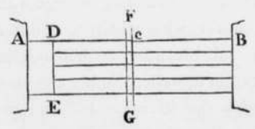


Fig. 18.

Zij nu fig. 18 de schets van het door ons gestelde geval, en daarin A C D een balk die over de totale gebouwwijdte doorloopt, en een der einden van den raveelbalk draagt; zij alzoo A C $=$ 500 cM. A D $=$ 150 cM., dan is de belasting over het gedeelte A D verspreid $\frac{50 \times 150 \times 700}{2 \times 10000}$ of nagenoeg 263 Kg.

De belasting in D is $\frac{3 \times 270}{2}$ of 405 Kg. en die over D C verspreid dan $\frac{350 \times 50 \times 700}{10000}$ of 1225 Kg.

Deze drukkingen moeten nu wederom naar het midden van A C worden overgebracht. Hiertoe neme men den druk over A D verspreid of 263, vermenigvuldige deze met de helft van A D, dus met $\frac{150}{2}$ of 75, en vindt dan 263×75. Dit product deelt men door de helft van A C of 250, en vindt dan $\frac{263 \times 75}{250}$ of 78,9 stel 79 Kg. De druk op D naar het midden van A C overbrengende, hebben wij $\frac{810 \times 150}{250}$ of 486 Kg. De druk over D C verspreid naar het midden van A C brengende, hebben wij $\frac{1225 \times 175}{250}$, waarbij 175 de helft van D C en 250 juist de helft van A D zijn, dus 857,5 stel 858. Wij hebben dan voor de gezamenlijke drukkingen naar het midden overgebracht, het volgende:

$$79 + 486 + 858 \text{ of } 1423 \text{ Kg.}$$

De totale belasting op den zolderbalk is $\frac{50 \times 700 \times 500}{10000}$ of 1750 Kg., en deze naar het midden overbrengende, hebben wij daarvan de helft of 875 Kg.

Is nu aangenomen dat de balken de verhouding van 5:7 zullen hebben, en op den afstand van 50 cM. zullen gelegd worden, dan zullen deze voor dwarsafmetingen moeten hebben, 25 hoogte en nabij 17 breedte. Nu is $\frac{500}{20}$ of $\frac{1}{20}$ der lengte juist 25, en zal dus ook de stijfheid van den balk voldoende zijn

Men heeft nu eenvoudig de breedte 17 te vermenigvuldigen met de belasting die wij ons moeten voorstellen in het midden van den balk A C te werken. Wij hebben dan 1423×17 of 24191, en dit product door de halve eigenlijke zolderbalksbelasting te deelen, dus door 875. Wij vinden dan $\frac{24191}{875} = 27$, zoodat, in dit geval, de meerdere breedte aan den balk A C te geven, minstens 10 cM. bedraagt.

Nemen wij deze noodzakelijke verbreeding in aanmerking, dan gelooven wij daarin eene aanbeveling te mogen zien voor de boven door ons gestelde constructie, en meenen gerustelijk ter vermijding van nutteloozen omslag in dit opstel deze als constructie-type hier te mogen voorstellen, en verdere gewoonlijk voorkomende uitraveelingen stilzwijgend te kunnen voorbijgaan.

Men bedenke echter wel, dat wanneer een kreupele balk slechts gedeeltelijk belast is, deze belasting allicht zoodanig kan zijn, dat de einden op den raveelbalk dragende, in plaats van door de belasting neergedrukt te worden, daardoor in tegendeel zich trachten op te ligten. Het is niet noodig dit geval bizonder te behandelen, of daaromtrent berekeningen in te stellen, in het algemeen zal men wel doen, de einden der kreupele balken tegen de mogelijkheid van een opligten te verzekeren, b. v. door beugels. 21)

21) Het tot en met § 76 aangegevene is in het voorgaande genoegzaam toegelicht om dit niet verder te behoeven.

84. In enkele gevallen kunnen de gebouwen wier zolders hoogst aanzienlijke lasten te dragen hebben, van zoodanige wijdte zijn, dat men de zolderbalken door twee moergebinten dient te ondersteunen, zoo men althans in geene overdrevene dwarsafmetingen van die zolderbalken wil vervallen. In den regel staan de moergebinten dan zoodanig, dat zij de wijdte van het gebouw in drie gelijke deelen verdeelen. Men zal wel hoogst zeldzaam, zoo immer, het plaatsen van drie of meer dergelijke moergebinten noodig hebben, weshalve wij ons bepalen bij het geval, dat er twee van deze moeten geplaatst worden.

In dit geval heeft men te rekenen, dat de totale belasting gelijkmatig door een zolderbalk gedragen, op elk der moerbalken met $\frac{11}{30}$ van haar geheel drukt, en elk der muren $\frac{2}{15}$ van die belasting te dragen heeft. Had men b.v. een gebouw van 15 M. of 1500 cM. wijdte, lagen de balken op 5 d.M. van midden tot midden uit elkander, en was de zolderbelasting 800 Kg. per M².., dan draagt ieder zolderbalk $\frac{1500 \times 50 \times 800}{10000}$ of 6000 Kg., en hiervan drukt nu op elk der moerbalken 2200 Kg. Men lette bizonder op de ontzettende zware drukkingen welke hierbij de standvinken te dragen hebben. Stonden deze b. v. 3. M. uit elkander, dan was de druk van ieder zoldervak op den standvink 6×2200 of 13200, en zoo er nu vier zolders aanwezig zijn, is de druk op de onderste standvinken 4×13200 of 52800 Kg. Vooral bij het fundeeren van dergelijke gebouwen op min of meer twijfelachtige bouwgronden zij men ten uiterste voorzichtig, dewijl toch, al volgt ook geene dadelijke instorting, eene maar eenigszins beteekenende verzakking, voor de soliditeit van het gebouw zeer nadeelig is. Wij hopen in een afzonderlijk N°. van ons opstel, bizonder de fundeeringen te behandelen, doch meenden ons diens ondanks gerechtigd om hierop bizonder te wijzen. 22)

85. Zijn deze drukkingen bekend, dan kan men de afmetingen van de standvinken, karbeels, moerbalken enz. naar de gegeven voorschriften berekenen, en is dus een herhaling hiervan onnoodig, zoo ook aangaande de gewoonlijk voorkomende uitraveelingen, wanneer deze eenen enkelen raveelbalk hebben.

Wij dienen echter nog het geval te behandelen waarbij door twee raveelingen eene opening wordt uitgespaard.

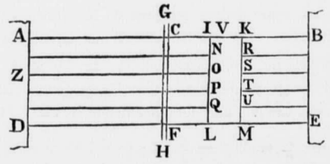


Fig. 19.

Nemen wij het geval vastgesteld in fig. 19 Wij hebben de doorgaande balken A B in C en D E in F door den

22) De hierbij aangegevene drukking op de moerbalken zijn wederom genomen naar de formule, daarvoor door Eytelwijn gegeven.

moerbalk GH ondersteund. Op AB dragen bij I en K, op D E bij L en M, de einden der raveelingen en bij N, O, P en Q de einden van vier kreupele balken op den raveelbalk L I, en bij R, S, T en U die der vier overeenkomstige op den raveelbalk M K.

Van deze laatsten is de belasting bij elk, het gewicht van een zoldervak ter lengte dier balken en ter breedte van den afstand der zolderbalken. De lengte dier balken zullen wij, om een voorbeeld te kiezen, stellen te zijn 2 M., en zoo nu de zolderbelasting 800 Kg. per M.² bedraagt, hebben wij $\frac{200 \times 50 \times 800}{10000}$ of 800 Kg. voor de belasting van elk dier kreupele balken. De vier kreupele balken wegen dan met $\frac{4 \times 800}{2}$ of met 1600 Kg. op den raveelbalk, en de balken A B en D E zijn dan met de helft daarvan of met 800 Kg. op elk der punten K en M belast. Over het gedeelte I K druk nu eene belasting gelijk aan die van het halve zoldervak dat I K tot lengte heeft. Deze druk is dan $\frac{100 \times 50 \times 800}{20000}$ of 200 Kg.

Om den druk op de punten N, O, P en Q te bepalen heeft men nu wederom het voorschrift in § 76 gegeven te volgen. Wij vinden voor den afstand I C of dien van den raveelbalk tot den moerbalk 200 cM. De rest van den totalen zolderbalk is dus NZ of 700 cM. De verhouding van IC tot IZ is nu $\frac{200}{700}$ of $\frac{2}{7}$. De belasting op den totalen kreupelen balk IZ is $\frac{700 \times 50 \times 800}{10000}$ of 2800 Kg. De tweede macht van $\frac{2}{7}$ is $\frac{4}{49}$. Het drievoud van $\frac{2}{7}$ is $\frac{6}{7}$ en alzoo $\frac{4}{49} + \frac{6}{7}$ te zamen $\frac{46}{49}$. Hiervan moet nu de eenheid afgetrokken worden en men verkrijgt dan $\frac{46}{49} - 1$ of $\frac{46}{49} - \frac{49}{49}$ zoodat er voor die aftrekking $\frac{3}{49}$ te kort komt. Men deelt nu de belasting 2800 van den balk NZ, door 8 en vindt dan 350 Kg.; waaruit dan volgt dat de belasting van den balk NZ, het einde N, met 350 Kg. tracht op te ligten. Het gezamenlijke opligtende vermogen der vier kreupele balken is alzoo 1400 Kg. en de balk AB zal nu met de helft van dit gewicht of 700 Kg. bij I geligt worden. Over I C drukt wederom 800 Kg. en de totale werkelijk drukkende belasting is alzoo:

$800 + 800 + 200 - 700 + 800$ of 1900 Kg. zoodat de balk in dit geval minder belast is, dan de eigenlijke zolderbalken zonder bizondere belastingen.

Wij moeten nu deze drukkingen naar het midden V van den balk overbrengen en hebben van de drukking over BK verspreid, de helft van BK of $\frac{100 \times 800}{250} = 320$. De druk bij K naar dat midden overbrengende hebben wij $\frac{800 \times 200}{250}$ of 640, toevallig geeft den druk op CI naar het midden overgebragt dezelfde als die van BK alzoo wederom 320. De druk op het gedeelte KI kunnen wij als over de helft in het midden werkende, dus daar op 100 Kg. aannemen. Ook nu de ligting bij I naar het midden overbrengende, hebben wij daar eene ligting van 560 Kg.

De gezamenlijke tot het midden V overgebragte drukkingen zijn dus $320 + 640 - 320 + 100 - 560$ of 820 Kg. De belasting van den zolderbalk is $\frac{50 \times 500 \times 800}{10000}$ = 2000 Kg. en deze naar het midden overgebracht, geeft 1000 Kg., zoodat de balken AB en ED voor dit geval geene verzwaring behoeven.

Er mogen intusschen bij de mogelijke wisselingen in de belasting der zolders, geene zorgen voor eene duurzame soliditeit voorbij gezien worden, weshalve wij de constructie der ondersteuning van de raveelbalken die wij vroeger beschreven, hier, al geeft zij ook iets overdrevens, ten zeerste aanbevelen. In verreweg de meeste gevallen zullen dan de hier ingestelde berekeningen overtollig worden; en mogt men dan ook al eens meer geven dan volstrekt noodig is, dan zal dit eene te onbeduidenden invloed op het kostenbedrag hebben, om daarin bezuinigingen te betrachten. Volgen wij deze constructie, dan mogen wij alle verdere voorschriften voor de gewone gevallen te geven overtollig achten, ook voor die gevallen waarbij de balklagen door twee onderslags- of moergebinten gesteund worden; is dit dan het geval, en ter vermijding van langwijlige berekeningen nemen wij aan ons bij die constructie te kunnen bepalen. Er zouden dan nog wel gevallen kunnen gevonden worden, waarbij de voorgestelde verdubbeling der zolderbalken nog onvoldoende zoude wezen, doch deze komen bij constructiën, als wij bij dit opstel op het oog hebben, niet voor.

86. Er rest ons nu nog te behandelen de gevallen waarbij men de standvinken door zuilen van gegoten-, de zolderbalken door die van getrokken- en de moerbalken door balken uit plaatijzer, en dan door klinking tot een geheel gebracht, wil vervangen.

Het zal ter nauwernood noodig zijn hier op te merken, dat voor de eigenlijke moer- en zolderbalken het gegoten ijzer in geen geval moet gebezigd worden.

Aangaande deze constructie meenen wij in het algemeen te kunnen opmerken, dat ingeval de zolderbalken van gewoon getrokken ijzer genomen worden, het raadzaam te achten is, om ingeval de zolders zwaar belast en deze aan hevige schokken kunnen blootgesteld zijn, de zolderbalken tusschen den moerbalk en den muur, of tusschen twee opvolgende moergebindten door eene koppeling over de lengte van het gebouw te verbinden, en dit met het oog op de omstandigheid, dat de dan betrekkelijk geringe massa der balken, in vergelijk van hun draagvermogen, den onvoldoenden weerstand zonder die strooken bestaande, te gemoet komt; terwijl ook de minder zekere verbinding van de zolderdeelen op de balken vordert, dat men de werking van zoodanige strooken met meer zekerheid over een grootere zolderoppervlakte verspreidt. Voor deze koppelingen kan men I ijzers doen dienen, welke aan de flenzen der zolderbalken kunnen geklonken worden en dan nog insgelijks met hoek-

lappen tegen de middenribben der zolderbalken. Men kan hiervoor hoekijzer van de meest gebruikelijke dikte nemen, en deze op afstanden van 1 M. aanbrengen, doch dan tevens zoodanig, dat zij daarbij aan deze en gene zijde van den balk in het verband verspringen.

De moerbalken kunnen van den vorm zijn als wij vroeger daarvoor bij de bebalking met moer- en kinderbalken aangaven, en wanneer wij dan de vroeger gegevene voorschriften ter bepaling der dwarsafmetingen volgen, zullen ook deze gemakkelijk te bepalen zijn. Het komt er alzoo alleen op aan vast te stellen, welke belastingsgrootten nu in rekening moeten gebracht worden.

De zuilen van gegoten ijzer kunnen gevoegelijk den hollen cylinder of zeer flaauw hellenden kegelvorm, d. i. bovenwaarts verdunnende, vekrijgen. De stukken welke de karbeels der houtconstructie vervangen, kunnen zeer goed van gegoten ijzer genomen worden, waarbij dan de verbinding met de zuil op tal van wijzen kan geschieden; terwijl de ribben welke de dienst der karbeels doen, verschillend gevormd kunnen zijn. Wij meenen hierbij in het algemeen te moeten aanbevelen, de eigenlijke zuilen met de kapiteelen niet hooger te nemen dan volstrekt noodig is, en deze met niet te korte stiften aan de genoemde kraag- of karbeelstukken te verbinden. Elk dezer stukken heeft dan een koker, welke de stift van de zuil wel passend omgeeft, en kan met schroeven daaraan verbonden worden. Het geheele kraagstuk houdt een flens ter breedte van den moerbalk, en is aan de onderflens van dezen stevig met schroeven verbonden, de karbeels zijn dan driehoekig trapeziumvormige ribben, die met den koker welke de zuilstift omvat, en de genoemde flens uit een enkel stuk gegoten zijn. Men geeft aan die ribben bij de gewone constructie liefst den rechtlijnig begrensden vorm, en zoo men wil, daaraan spaaropeningen, die dan van versterkingsranden kunnen voorzien worden. Men zorge voor een juist passen, en gevolgelijk keurige bewerking al mogt dit ook eenigermate kostenbezwarend zijn Voor gevallen dat men den vorm meer architectonisch decoratief of symboliek wil behandeld hebben, wijzige men dien overeenkomstig de constructie, doch helpe door in- of overvallenden onderdeelen steeds den dienst der verbindende bouten. Wij kunnen onmogelijk hier in in verdere bizonderheden treden, dewijl deze geheel buiten den weg liggen van ons opstel

87. Wij meenen met de behandeling van een enkel bepaald voorbeeld hier, al wat overeenkomstig onze bedoeling van ons kan gevorderd worden, te kunnen afdoen, en stellen ons voor, een zolder. belast met 800 Kg. per M.^{2} zich uitstrekkende over eene gebouwwijdte van 10 M., en waarbij de balklaag op het midden gesteund wordt door een ijzeren moergebintwerk. Wij beginnen met uit de ons beschikbaar gegevene balken eene keuze te doen, en stellen dat deze keuze viel op balken van de volgende afmetingen.

De totale buitenwerksche hoogte van buitenkant boven- tot buitenkant benedenflens 22 cM. De breedte van elk dezer flenzen 6,8 cM, de dikte van deze 1 cM. en de dikte van den middenrib 1,6 cM.

Bij de lengte van 500 cM. en eene eenvoudige ondersteuning aan de einden, kan men bij het aannemen van een vijfvoudige zekerheid rekenen op het volgende draagvermogen.

De derde macht van de totale hoogte is $22 \times 22 \times 22$ of 10648. Dit getal vermenigvuldigd met de flensbreedte 6,8 geeft 72406. De binnenwerksche hoogte, d. i. die tusschen de flenzen, bedraagt 22 — 2 of 20 cM, en de derde macht daarvan is $20 \times 20 \times 20$ of 8000. Verminderen wij de breedte der flenzen met de dikte van de middenrib, dan hebben wij 6,8 — 1,6 of 5,2, en dat verschil met 8000 vermenigvuldigende, heeft men 41600.

Men neemt 72406 — 41600 of 30806. Dit getal met 8×800 of 6400 vermenigvuldigende, en dan door $6 \times 500 \times 22$ of 66000 deelende, heeft men $30806 \times \frac{64}{660}$ of 2987. Dit is nu de belasting welke de balk onder de gestelde voorwaarden kan dragen. Deelen wij deze door 800, dan heeft men $\frac{2987}{800}$ of ruim 3,7, hetwelk nu het aantal M.^{2} is dat de balk kan ondersteunen, dus 37000 cM.^{2} Deelen wij nu eindelijk door 500, dan hebben wij 74 cM. voor den afstand, waarop men deze balken kan leggen.

Wij meenen aangaande den moerbalk niet op eene bizondere ondersteuning van dien balk voor de kraag- of karbeelstukken te moeten rekenen, en stellen deze dan eenvoudig door de zuilen ondersteund voor, doch nemen daarbij aan, dat zij als genoegzaam bevestigd kunnen beschouwd worden, om daaraan een meerder draagvermogen toe te kennen, dan hetgeen zij bij eene eenvoudige ondersteuning zouden hebben.

Stellen wij nu den afstand der zuilen op 300 cM, dan mogen wij aannemen, omdat $4 \times 74 = 296$ is, dat elke moerbalk, behalve dadelijk bij de zuilen, nog drie tusschenbalken te dragen heeft.

De totale belasting op het zoldervak tusschen twee opvolgende zuilen is nu $\frac{300 \times 1000 \times 800}{10000}$ of 24000 Kg. en hiervan draagt nu de moerbalk $\frac{5}{8}$ of 15000 Kg. Hoewel hierbij ruim genoeg rekenende, veronderstellen wij dat die last op de drie draagpunten van de zolderbalken neerkomt, en hebben dan $\frac{4}{3} \times 15000$ voor de belasting, welke wij als gelijkmatig over den moerbalk verspreid in rekening hebben te brengen. Wij vinden hiervoor $\frac{4 \times 15000}{3}$ of 20000 Kg.

Stellen wij nu de hoogte van den moerbalk op 35 cM, verder dat deze den vroeger daarvoor gestelden kokervorm verkrijgt, en dat daarbij de onder- en bovenplaten de breedte van 25 cM. verkrijgen, dat de ijzerdikte van het daarbij gebruikte plaat- en ⌙ ijzer doorgaande 1 cM. is, dan hebben wij de volgende in te stellen berekeningen.

De totale hoogte 35 cM. tot de derde macht gebracht

en met de breedte der boven- of onderplaat vermenigvuldigd, geeft $35 \times 35 \times 35 \times 25$ of 1071875.

Dit getal neme men 7000 malen en vindt dan 7503125000 (a).

Vervolgens vermenigvuldige men de hoogte 35 van den balk met de lengte 300, neme dit product 6 malen en vermenigvuldige het dan nog met de totale belasting van den moerbalk

Wij hebben dan $6 \times 35 \times 300 \times 20000$, en dit is 1260000000 (b).

Van het getal dat wij (a) merkten, trekke men nu dat gemerkt (b) af. Men heeft dan

7503125000 — 1260000000 of 6243125000.

Dit laatste getal deele men nu door de aangenomen bovenplaatsbreedte 25, verminderd met 2, dus door 23 malen 7000 of 161000. Het quotient geeft 38777, en hieruit den derden machtswortel trekkende, vinden wij circa 32.

Deze is nu de hoogte tusschen de beide boven- en benedenplaten binnenwerks. Wij vinden, deze van de aangenomene hoogte 35 aftrekkende, 35 — 32 of 3 cM.

Men zal nu de beide platen elk 15 mM. dikte moeten geven. De flenzen stelle men 6 cM. breed. Men heeft dan 12 cM. voor de beide uitstekende flenzen, 2 cM. voor de dikte der opstaande platen en dus 11 cM. voor de holle inwendige ruimte.

Men merke wel op, dat deze regel eenigszins afwijkt van de in § 63 van een soortgelijk geval gegeven. Deze afwijking meenden wij noodig, omdat in ons laatste geval ten minste op eene zekere mate van bevestiging kan gerekend worden, en wij meenen hierom het draagvermogen in rede van 10 tot 8 of 5 tot 4 grooter te mogen nemen. 23)

88. De afmetingen der zuilen, geven vooral wanneer men holle zuilen kiest, en dit meenen wij onvoorwaardelijk te moeten aanraden, aanleiding tot zeer lastige berekeningen, welke zelfs buiten het bereik van velen hunner zullen vallen, waaarvoor wij dit opstel hoofdzakelijk bestemden. Nemen wij nu als eenen algemeenen regel aan dat de ijzerdikte der holle zuilen $\frac{1}{10}$ van de buitenwerksche middellijn moet zijn, en dat de verlangde zekerheid eene zesvoudige zal wezen. Wij stellen nu de hoogte, in den regel tusschen 3,5 en 2 M. te zullen vallen. Men neme nu de middellijn en wel de buitenwerksche in geen geval minder dan $\frac{1}{25}$ der hoogte, liever nog $\frac{1}{20}$ en ingeval de hoogte zeer gering is betrekkelijk nog grooter, b. v. bij 2 M. hoogte $\frac{1}{15}$. Men regele dan de ijzerdikte als of de middellijn $\frac{1}{20}$ ware.

Om nu bovengenoemde nauwkeurige doch te omslachtige berekeningen te vermijden, neme men de belasting welke de kolom zal te dragen hebben en vermenigvuldige die met het $\frac{1}{100}$ van de tweede macht der zuilenhoogte in cM. Is b.v. de zuilenhoogte 300 cM., dan heeft men voor een zolder de belasting op den standvink, $\frac{5}{8} \times \frac{300 \times 1000 \times 800}{10000}$ of 15000 Kg. Wij hebben alzoo, wanneer er 4 zolders aanwezig zijn, op de onderste zuilen eene drukking van 60000 Kg. De aangegevene vermenigvuldiging geeft nu $\frac{300 \times 300 \times 60000}{100}$ of 54000000.

Men stelt nu de buitenwerksche middellijn $= \frac{1}{20}$ der hoogte, alzoo 15 cM.; stellen wij dan de ijzerdikte van de zuil $\frac{1}{10}$ van de middellijn, dan heeft de kolom eene holte van 12 cM., zijnde $15 - \frac{2 \times 15}{10}$.

Men brenge nu 15 tot de vierde macht, gevende $15 \times 15 \times 15 \times 15$ of 50625. Hiervan trekt men af de vierde macht van 12, dus $12 \times 12 \times 12 \times 12$ of 20736. Het verschil is 29889. Dit verschil vermenigvuldige men met het standvastige getal 10676, en wij vinden dan $29889 \times 10676 = 309094964$.

Het gevonden getal 54000000 neme men nu 6 malen omdat men eene zesvoudige zekerheid wil. Men vindt dan 324000000. Omdat nu dit getal grooter is dan 309094964, heeft men geene zesvoudige zekerheid. Had men zich met eene vijfvoudige zekerheid vergenoegd, dan had men 54000000 met 5 te vermenigvuldigen gehad en zoude dan gevonden hebben 270000000 en de zuilafmeting was dan ruim voldoende geweest. Men neme nu in aanmerking, dat om de berekening te vereenvoudigen, de door ons verkregene uitkomst welke het getal 309094964 gaf, nog altijd te groot is, en men zal dus weldoen in dergelijke gevallen waarbij die uitkomst in het tweede cijfer van voren van het benoodigde, in ons voorbeeld 324000000, verschilt, de zuil een cM. meer middellijn te geven. Is het verschil in het tweede cijfer meer dan 5, dan herhale men de berekening, op 1 cM. meer middellijn, en zoo men nu nog op hetzelfde verschijnsel stoot, voege men dan bij die vergroote middellijn nog 1 cM. Men zal echter bij eenigen praktischen takt, slechts zelden eene herhaalde berekening behoeven intestellen. Was integendeel de uitkomst omgekeerd geweest, dan handele men met eene vermindering van de middellijn op dezelfde wijze.

In dit gebouw zullen nu de hooger staande, minder belaste zuilen, mindere afmetingen kunnen hebben. Wij raden aan de grootte van de buitenwerksche middellijn te houden op $\frac{1}{20}$ der hoogte, en nu de holte grooter te nemen.

Om nu deze holte te bepalen, zullen wij het te geven voorschrift toepassen op de zuil van de onmiddelijk hooger liggende verdieping. Deze is belast met 45000 of 3×15000. Men neme wederom $\frac{300 \times 300}{100} \times 45000$,

23) De formule waarnaar de afmetingen hierbij bepaald zijn, is dezelfde als die van § 63, alleen met dit verschil dat $P = 10 \frac{bh^3 - (b-d)(h-2d')^3}{6hl} \times 700$ is.

gevende 40500000. Dit getal neme men, zesvoudige zekerheid willende, 6 malen, en wij hebben dan 243000000.

De buitenwerksche middellijn wederom op 15 cM. stellende, nemen wij hiervan de vierde macht, gevende zooals wij boven zagen, 50625. Dit getal vermenigvuldigen wij met 10676, waarbij wij dan vinden 540472500. Van dit getal trekken wij af het pas gevondene 243000000 en wij hebben dan 540472500 — 243000000 of 297472500.

Deze uitkomst deelen wij door het reeds aangehaalde standvastige getal 10676 en wij vinden dan voor quotient 27863. — Hieruit trekken wij den tweeden machtswortel en vinden dan voor de naaste kleinere waarde, in geheele getallen 194. Hieruit nogmaals den vierkantswortel trekkende, vinden wij wederom den naast kleineren geheelen nemende 13 cM., en deze is nu de middellijn van de holte dier zuilen, zoodat de ijzerdikte wordt $\frac{15 - 13}{2}$ of 1 cM.

De hooger staande zuilen zouden, op dezelfde wijze berekend, veel meer holte geven. Wij meenen echter te moeten aanraden de ijzerdikte der zuilen in geen geval minder dan 1 cM. te doen zijn. Ook meenen wij te mogen en moeten aanraden, de kernvorm der zuilen cilindriesch te nemen, en deze in de richting van de moerbalken en loodrecht op deze met versterkingsribben te voorzien, welke men dan door holle aanloopen met de zuilen kan verbinden. Men zorge voor eene soliede verankering van het moergebint met de zijmuren, bedenkende dat het gegoten ijzer alleen een degelijk materiaal is om verticale drukkingen te weerstaan, of in het algemeen van drukkingen volgens de lengte der stukken deze daarbij vrij van buiging blijvende, en die verticale richting der werkzame drukkingen moet alzoo met de meeste zorg verzekerd worden. Voegen wij nu hierbij wat wij aangaande de wisseling der belasting, toen wij de houtconstructiën behandelden, aanhaalden, vooral ook ten aanzien van somtijds te verwachten hevige schokken, dan meenen wij ook voor deze ijzerconstructiën daarop bizonder te moeten wijzen, en daarbij nog bizonder op de mindere massa der ijzerconstructiën als gevolg van het betrekkelijk veel grooter draagvermogen van het ijzer. Het ligt niet in ons bestek deze zaak speciaal te behandelen, doch wij meenen er vooral op te moeten wijzen dat het in standhouden van het muurwerk, vooral bij nieuwe muurwerken, hier wel degelijk een bepaald terugzien op het hier en daar aangestipte vordert. Aan geene voorschriften, welke bepaalde afmetingen geven voor hetgeen die voorzieningen vorderen, is hier te denken, omdat de theorie hier geene voldoende punten van uitgang oplevert, die bepaald genoeg zijn om tot grondslagen van dergelijke voorschriften te dienen, en dus opmerking en ervaring, gepaard met wenken als de weinige, die wij konden geven, eigenlijk moeten beslissen; terwijl nog de zorgvuldige technische behandeling van het daarbij voorkomende, van het uiterste belang is. 24)

89. Wij hebben bij balklagen, als die welke wij in de laatste §§ behandelden, gevallen, waarbij ook uitgeraveelde openingen voorkomen. De berekening der belastingen welke de balken die den raveelbalk te dragen hebben, moeten weerstaan, kunnen wederom naar de gegevene voorschriften berekend worden. Zijn die belastingen bekend, dan zal men bevinden dat in vele gevallen de afmetingen der getrokken balken, voor de zolderbalken gekozen, te gering van afmetingen zijn. Men zal in die gevallen of balken van meer draagvermogen moeten kiezen, of door eene bizondere constructie het draagvermogen van de eerste moeten vergrooten.

Kiest men voor de meer belaste balken dezulke, welke grootere afmetingen hebben, dan bepaalt men naar aanleiding van de vroeger hiervoor gegevene voorschriften, wat de dus gekozen balk dragen kan, en men zal dan kunnen beslissen of deze al of niet voldoende is. Gewoonlijk is het gewicht der beschikbare ijzeren balken per strekkende Meter opgegeven, en men beproeft nu de zwaardere, die onmiddelijk in de opgaven op die volgen, welke voor zolderbalken gekozen zijn. Natuurlijk bedoelen wij hier de opvolgende in gewichtsgrootte.

Het kan gebeuren, dat men redenen heeft door eene bizondere constructie bij de hier bedoelde het draagvermogen te vergrooten. De bedoelde constructie kan nu op het eenvoudigst bestaan in het verzwaren van de middenrib, waartegen men ter weerszijden zich voorstelt een plaat van zekere dikte te klinken; en het komt er dan alleen op aan te bepalen, hoe dik die aangeklonken platen dienen genomen te worden.

Stellen wij als voorbeeld een balk, die als zolderbalk belast, te dragen heeft 2000 Kg., dat de flenzen van de gekozene balk de dikte hebben van 1 cM. Dat verder de bizondere belasting van den balk die van 2000 Kg. brengt tot 3100, en dat de buitenwerksche hoogte van den gekozen balk 22 cM. is, de binnenwerksche hoogte tusschen de flenzen is dan 20 cM.

Wij vinden nu de dikten der op te klinken platen door het volgende voorschrift. Men vermenigvuldige de bijkomende belasting, na deze door 100 gedeeld te hebben, met 3 malen de totale balkshoogte, dus in ons geval 22 met 3, en dan nog met de balkslengte welke

24) De formule welke Hogdkinson voor de bepaling van de middellijn van holle ijzeren kolommen geeft is

$$P = 10676 \frac{d^{3,7} - d_{,}^{3,7}}{l^{1,7}}.$$

Hier is P uitgedrukt in Kg., d en $d_{,}$ zijn dit in cM. en l in dM. Wij hebben deze formule veranderd in $6\,P = 10676 \times \frac{d^4 - d_{,}^4}{\left(\frac{l}{10}\right)^2}$ waarbij nu ook l in cM. is uitgedrukt.

De formule van Hogdkinson is zonder gebruik der logarithmen niet en met dit nog zeer moeielijk te behandelen. Wij meenden ons, de gekozene afwijking zonder bezwaar voor de praktische toepassing te kunnen veroorloven, en dit te meer dewijl toch voor de toepassing eene vijfvoudige zekerheid desnoods voldoende te achten is en bij de gewone gevallen wij deze altijd ruim behouden. Verder is $d_{,} = 0{,}8\ d$ gesteld, en dan zijn zeer gemakkelijk de door ons gegevene voorschriften uit deze formule af te leiden.

wij 500 cM. stellen. Wij hebben voor bijkomende belasting 1100 Kg. en na deeling door 100, dus 11. Nu is $11 \times 22 \times 3 \times 500 = 363000$

Men neemt vervolgens de derde macht van de hoogte tusschen de flenzen, in ons geval die hoogte 22 — 2 of 20 zijnde, alzoo $20 \times 20 \times 20$ of 8000, en vermenigvuldigd deze met 28, gevende hier 224000

Eindelijk deelt men 363000 door 224000 en vindt dan $\frac{363}{224}$ of nabij 1,6. De beide aan te klinken platen moeten nu de gezamenlijke dikte van 1,6 cM. en dus elk die van 8 mM. hebben.

Dit voorschrift volgende zal men voor ieder geval balken verkrijgen, welke de opgegevene belasting met volkomene veiligheid kunnen dragen. 25)

90. Bij het gebruik van ijzeren balken, is de bevestiging der houten vloer- of zolderdeelen op deze altijd minder gemakkelijk en zeker, dan bij dat van houten balken. Eene zooveel mogelijk volkomene bevestiging van deze is voor zwaar belaste, en aan hevige schokken blootgestelde vloeren zeer aan te raden. Wil men die deelen onmiddelijk op de ijzeren balken bevestigen, en tevens de gelegenheid geven, dat de zolder provisioneel gelegd wordt, om deze later te kunnen verdrijven, dan heeft deze op zich zelve hoogst eenvoudige verbinding eigenaardige bezwaren. Wil men nu eene verbinding zonder tusschenkomst van houten onderleggers, aan of op de ijzeren balken verbonden, dan zal men te zorgen hebben, dat dusdanig verdrijven onnoodig wordt, en dan wordt de keuze van zeer drooge en vaste deelen eene noodzakelijkheid.

Men bezigt vooral ter weering van brandgevaar, in sommige gevallen gemetselde en met pleister of eenige andere dekking overtrokken vloeren. Wij kunnen omtrent deze constructiën in geene bizonderheden treden, en merken dan ook alleen aan, dat men het meerdere gewicht waarmede de balken daardoor belast worden eenvoudig in rekening heeft te brengen; blijvende overigens de bepaling der afmetingen, of liever de keuze der beschikbare balken behoudens de meerdere belasting, dezelde.

91. Wij gelooven hiermede ook het onderwerp der balklagen in magazijnen enz. voldoende behandeld te hebben. Wij zouden hierbij nog te voegen hebben den invloed der meerdere belasting, ten gevolge van de lasten die uit de ondersteuning der bekapping door enkele balken moeten gedragen worden, doch vertrouwen, dat men deze naar aanleiding der gegeven voorschriften zal kunnen bepalen, en dan overeenkomstig of de afmetingen of zoo noodig de keuze der beschikbare ijzeren balken, wanneer men deze laatsten wil, vast te stellen, en wij mogen dan van eene verdere uitbreiding van dit onderwerp afzien.

92. Er rest ons nu nog aan te geven, hoe de balken die als hijschbalken met het eene einde uitsteken, balkonbalken enz. in afmetingen moeten bepaald worden.

Heeft men met een uitstekenden hijschbalk te doen, dan komen daarbij verschillende gevallen voor.

Het eenvoudigste is dat, waarbij aan den uitstekenden balk een takel bevestigd wordt, waarmede men eene op te brengen last ligt. Hijscht men ligte lasten over eene enkele schijf, dan zal men ter plaatse van den haak welke de schijf houdt, zich moeten voorstellen eene belasting gelijk aan het dubbel van de te ligten last te werken. In deze gevallen zijn de lasten niet groot en zelden meer dan 50 Kg., wanneer zij dadelijk uit de hand geligt worden, in alle gevallen zelfs belangrijk minder.

Heeft men zwaardere lasten te ligten, en bezigt men daarbij een takel van meer schijven, dan telt men het aantal touweinden waaraan de last hangt, deelt die last door dat aantal en voegt het verkregene quotient bij de grootte der te ligten last om den druk te bepalen, welke de balk te lijden heeft, ter plaatse waar de takel hangt. Had men b. v. een last van 300 Kg. te ligten, en bezigde men een takel van 2 en 3, dan hing de last aan 5 touwen. Deelen wij nu 300 door 5, dan vinden wij 60, en de balk zal nu ter plaatse waar het takel hangt met 360 Kg. belast zijn. Men moet hierbij nog op de meerdere grootte van de macht rekenen, ten gevolge van de omstandigheid, dat deze gelijktijdig de wrijging enz. moet overwinnen. Men kan hiervoor met het oog op de bepaling der afmetingen 30 % van den eigenlijk te ligten last rekenen en dus 90 Kg. voor ons geval, zoodat wij de balk als met 360 + 90 of 450 Kg. ter genoemder plaatse moeten belast denken.

Liep hierbij de looper over een lier of ander bijkomend toestel, dan blijft de berekening van den last nog altijd dezelfde, dewijl hier de spanning in den looper alleen in aanmerking komt, zoodat men in dergelijke gevallen alleen op het aantal takeltouwen, waaraan de last hangt, te letten heeft.

Stellen wij nu dat b. v. door middel van een takeltuig aan een uitstekenden hijschbalk lasten moeten geligt worden, dan moet men om de afmetingen van den balk te bepalen weten, welke de grootste te verwachten

25) Het draagvermogen van een getrokken ijzeren balk bij 5 voudige zekerheid geeft ons de daarvoor aangenomene formule $P = 8 \frac{b\,h^3 - (b-d)\,h-d_{,})^3}{6\,h\,l} \times 800$.

De verdikking van den middenrib geeft de bijvoeging van een balk van rechthoekige doorsnede, breed als de dikte der beide platen te zamen en in hoogte gelijk aan de hoogte van den balk tusschen de flenzen. Is nu de binnenwerksche hoogte tusschen de flenzen $(h-d_{,})$, zijnde $d_{,}$ de gezamenlijke dikte der beide flenzen, welke wij = 2 cM. stelden, dan wordt deze hoogte h — 2.

Is nu de weerstand bij de hoogte $\frac{1}{2}$ h in de buitenste vezels 700 Kg. per cM.^{2}, dan is deze op de hoogte $\frac{1}{2}$ (h—2) uit de neutrale as rekenende $\frac{\frac{1}{2}(h-2) \times 700}{\frac{1}{2}h}$ alzoo $\frac{h-2}{h} \times 700$.

Stellen wij nu de gezamenlijke dikte der platen, aan den middenrib vast te klinken $d_{,,}$ dan vinden wij voor het draagvermogen van die platen, dit P$'$ noemende:

$$P' = 8 \frac{d_{,,}(h-2)^2}{6l} \times 700, \text{ of } P_{,} = 4 \frac{d_{,,}(h-2)^2}{3\,h\,l} \times 700.$$

Hieruit $d_{,,}$ oplossende heeft men $d'' = \frac{\frac{P'}{100} \times 3\,h\,l}{28\,(h-2)^3}$,

welke nu het gegevene voorschrift insluit.

In gevallen als deze zal men in den regel de gemiddelde dikte der flenzen van den getrokken balk op 1 cM. voor elk kunnen rekenen. Om rekening te houden met de klinkverbinding is de factor 800 hier gesteld op 700.

last is, die ter ligting of tot ophalen kan voorkomen; stellen wij deze 500 Kg. Nemen wij aan, dat om bizondere omstandigheden, het punt waar het vaste blok aan den balk hangt op 130 cM. buiten den muur waarin de balk draagt moet uitsteken. Aan het losse blok hangt in een strop of eenige andere bevestigingstoestel, de last. Het doode einde van den looper, fig. 20 is aan het losse blok bevestigd. De last hangt aan 5 touweinden en de spanning in den looper is dus $\frac{500}{5}$ of 100 Kg. Op het punt A van den balk AB, werkt dus het vermogen van last en macht, en deze geeft dan daar eene drukking van 600 Kg. De voorzigtigheid vordert nu, dat men ten minste 30 % meerdere kracht ter overwinning der wrijving in rekening brengt en dus de werking in den looper, op 130 Kg. stelt. Wij hebben dan voor den last, bij A op den balk werkende, 630 Kg. Wij nemen nu aan, dat men de verhouding tusschen de breedte en hoogte van den hijschbalk als 5 : 7 neemt, en dan nog moet men hier op minstens 20-voudige zekerheid rekenen. Dit doende vindt men de hoogte van den hijschbalk als volgt:

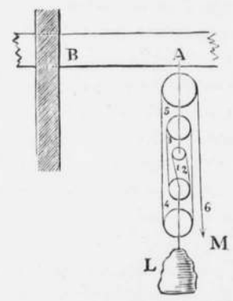


Fig. 20.

Men vermenigvuldigt de belasting bij A met de afstand AB, d. i. met de uitstekende lengte van den balk. Wij vinden hierdoor 630 × 130 of 81900. Dit produkt neemt men 42 malen, gevende 3439800. Men deelt het laatst verkregene getal 3439800 door 150, en vindt daarvoor omtrent 22932.

Hieruit trekt men nu den derden machtswortel en vindt daarvoor nagenoeg 29 cM., zoodat $\frac{5}{7}$ daarvan ongeveer 11 geeft. De hijschbalk verkrijgt nu de hoogte van 29 bij de breedte van 21 cM. 26)

26) Is de belasting P en de uitstekende lengte van den balk l dan hebben wij op 20 voudige zekerheid rekenende:

$20\,P = \frac{bh^2}{6l} \times 600$, en $b = \frac{5}{7}$ h zijnde, wordt deze formule

$20\,P = \frac{5\,h^3}{42\,l} \times 600$ of $\frac{5\,h^3}{42\,l} \times 30 = P$ en $h^3 = \frac{42\,P\,l}{150}$,

dus $h = \sqrt[3]{\frac{42\,P\,l}{150}}$.

Men zal bij den eersten opslag de dus verkregene afmetingen overdreven zwaar achten, en toch meenen wij hier eene twintigvoudige zekerheid te moeten aanraden. De uitgaven voor eenige cM. meerdere afmetingen is betrekkelijk gering, en deze balken kunnen aan allerlei toevallige van hun draagvermogen veel vergende omstandigheden zijn blootgesteld; terwijl bij een onverhoopt breken schromelijke ongelukken zouden kunnen volgen. Ook is de bevestiging in de muren niet zoo volkomen als de theorie veronderstelt, en moet ook op de grootte der buiging gelet worden.

Wij hebben tot berekening der buiging de formule

$$u = \frac{4\,l^3}{130000\,bh^3} \times P.$$

Zetten wij in deze formule de waarden, die het voorbeeld in den tekst gekozen geeft, dan hebben wij $u = \frac{4 \times (130)^3 \times 630}{130000 \times 21 \times (29)^3}$ of $u = 0{,}08$ cM, dat is hoogstens 1 mM., zoodat de buiging zeer gering is, veel geringer, dan wij behoudens eene voldoende stijfheid bij de zolderbalken meenden te kunnen toelaten, en toch achten wij eene 20 voudige zekerheid volstrekt niet overbodig.

In de figuur is het takeltuig duidelijkheidshalve geteekend, alsof de schijven in de blokken boven elkander staan. In de praktijk zal men, om hooger te kunnen hijschen, liever de schijven in de blokken naast elkander nemen; de zaak blijft echter dezelfde.

93. Steken de balken vrij buiten een gevelmuur uit, dan moet de bevestiging in de muur met die voorzorg geschieden, welke deze zoo volkomen mogelijk maakt, d. i. men moet zeker zijn, dat het in de muur stekende balkeinde volstrekt niet kan oprijzen. Is nu die munr betrekkelijk dun, dan is het raadzaam de balk binnenwaarts in het gebouw te laten doorschieten en daar met het andere einde te verbinden met een balk of balkstuk, welke de oprijzing van dat binnenwaarts doorschietende einde belet. Wij hebben in fig. 21 een ruwe schets

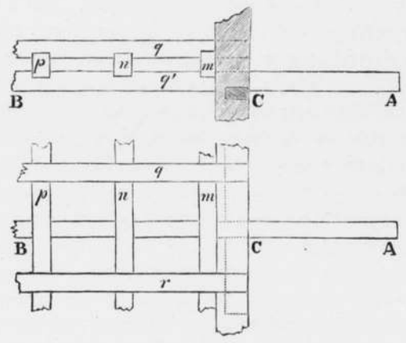


Fig. 21.

gegeven van de wijze waarop wij ons die verzekering tegen het oprijzen denken. A B is de hijschbalk die over de lengte A C buiten de muur uitsteekt, m, n en p zijn balken tot eene balklaag van het gebouw behoorende. Over deze zijn de balken q en r gelegd en onder deze over de onderkanten der balken m, n en p, met deze andere dergelijke dwarsbalken verbonden, onder de balken m, n en p door is nu de hijschbalk gelegd en daarmede is de laatste op het stevigst verbonden. Wij gelooven dat bij eene goed bewerkte verbinding met keepen op voorloeven, verzekerd door bouten en stroppen eene opligting van het binnenwaarts doorschietende einde van den hijschbalk hierbij redelijker wijze onmogelijk mag geacht worden; terwijl bij eventueel voorkomende schokken, de werking van deze over eene zeer aanzienlijke massa wordt verspreid, en dit dient vooral in aanmerking te komen. In de figuur is bij C onder den hijschbalk een in den muur gemetselden onderlegger aangegeven. Ik meen die te moeten aanbevelen, dewijl deze om de daarin bestaande veerkraeht, de mogelijk voorkomende schokken minder schadelijk maakt.

94. Voor het geval dat de last wordt opgehaald met een windas binnen het gebouw geplaatst, hangt dikwijls aan den hijschbalk eenvoudig een leihoofd of leischijf en loopt de looper over deze heen in de horizontale richting overgebracht, dadelijk op de rol van de windas. (Zie de schets hiervan in fig. 22.)

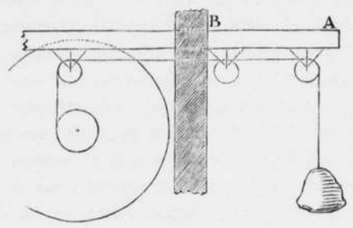


Fig. 22.

Ook nu is de spanning in den looper ruim zoo groot als de zwaarte van den last, en wij moeten nu aannemen dat de hijschbalk AB met den last, loodrecht benedenwaarts trekkende, belast is en buitendien nog evenveel in de rigting der lengte getrokken wordt, zoodat hier die balk tegen een naar binnen trekken moet verzekerd worden. Men bedenke wel, dat hier volstrekt niet geheel alleen op den weerstand van den gevelmuur te rekenen valt, en deze niet altijd tegen de hier werkzame krachten zoude bestand zijn. Het is nu niet alleen noodig den balk binnenwaarts te laten doorschieten, maar ook dezen op twee of meer zolderbalken bevestigd hebbende, deze laatsten door ze te koppelen, tegen zijdelings doorzetten te vrijwaren. — Eene te zwakke verbinding in dien zin geeft hoogst nadeelige werkingen op de gevelmuren, die zich maar al te dikwijls doen kennen. — Wij kunnen onmogelijk alle gevallen van meer bizonderen aard hier aanhalen, en nog veel minder behandelen, en moeten ons vergenoegen met eenvoudig op een enkel van deze te wijzen. In ieder geval als dit, zal men eene twintigvoudige zekerheid in rekening houdende, mogen rekenen aan de redelijke eischen van zekerheid en veiligheid voldaan te hebben.

95. Een ander geval is dat, waarbij binnen het gebouw een hijschtoestel is geplaatst, en hiertoe de noodige openingen door luiken gedicht in de zolders zijn aangebracht. De groote verscheidenheid in de inrichting van deze toestellen maakt het ondoenlijk om ook voor dit geval ten allen tijde voldoende voorschriften ter bepaling der afmetingen te geven. Men merke in ieder geval op, dat de balk waaraan het takeltuig of een eenvoudig leihoofd hangt, bij het aanwezig zijn van een takel, den last vermeerderd, met de spanning in den looper, en dat bij een enkel leihoofd die spanning gelijk aan den last zelve is; zoodat de balk dan ruim de dubbele grootte van den last te dragen zal hebben. Vooral lette men op eene soliede bevestiging van dien balk, wanneer deze, zoo als nog al eens het geval is, aan de bekapping is vastgemaakt. Wij moeten in het algemeen zoodanige bevestiging ontraden, en aanbevelen daarvoor in de plaats, bizondere stoelen te stellen, die uit stevige bintwerken zijn zamengesteld, en zonder verbinding met den kap op de balklaag rusten, welke gebinten dan zoodanig kunnen ingericht worden dat zij tevens de hijschtoestellen b. v. lieren enz. dragen. Wij hopen in een later nummer afzonderlijk, de meer werktuigkundige constructiën, waarmede ook de bouwkunstenaar eenigszins vertrouwd dient te zijn, te behandelen, en verschuiven tot dan, de verdere behandeling van dit onderwerp.

96. Het ligt niet binnen het bestek dat wij ons voorschreven, de zwevende vloeren (tribunes enz.) te behandelen, welke toch niet tot de alledaagsch voorkomende bouwkundige constructien te rekenen zijn. Eenigermate daarmede overeenstemmende hebben wij de uitstekende balkons bij onze gebouwen.

Stellen wij bij deze de ondersteuning te bestaan uit de verlenging der zolderbalken, of om de richting der balken in de balklaag, uit altijd daaraan verbondene, afzonderlijke balken, en wij dienen nu de afmetingen van deze te bepalen.

Zijn het de einden van uitstekende zolderbalken, dan zullen deze in den regel, omdat de vloer van het balkon lager moet liggen dan die van het aangrenzende vertrek, voor dat uitstekende einde eene mindere hoogte moeten verkrijgen. Hoewel nu in den regel de beide buitenste balken door consoles ondersteund worden, raden wij aan daarop niet te rekenen. Wij beschouwen dan de balken in dit geval als gelijkmatig over de uitstekende einden met 300 Kg. per M² belast, en vinden nu de hoogte welke zij moeten behouden als volgt.

Stel de zolderbalken van het gebouw hebben de hoogte van 24 cM. bij eene breedte van 10 cM. en liggen 66 cM. uit elkander, doch dat het balkon een uitsprong der balken van 80 cM. vordert. De belasting op een balkeinde is dan $\frac{66 \times 80 \times 300}{1000}$ of circa 158 stellen wij 160 Kg.

Men heeft nu in de eerste plaats te zorgen, dat de hoogte van den uitstekenden balk $\frac{3}{26}$ van de lengte is. Deze lengte 80 cM. zijnde, zoude men circa 10 cM. hoogte voor die uitstekende einden behoeven. Was in eenig ander geval die uitstekende lengte 120 cM. geweest, dan had men $\frac{3}{26} \times 120$ of circa 14 cM. voor hoogte moeten houden. De doorbuiging is hier zeer gering, zijnde $\frac{1}{500}$ der lengte dus, of $\frac{80}{500}$ cM. of $\frac{120}{500}$ alzoo in het eerste geval nog geen 2 mM.. in het tweede $\frac{120}{500}$ en alzoo nabij 2,5 mM. Het ligt in den aard der zaak dat hier de doorbuiging slechts zeer gering mag zijn.

Men beproeve nu wat de balk bij deze hoogte en de breedte der zolderbalken kan dragen, en men vindt dan dit gewicht als volgt.

Men vermenigvuldigt de breedte met de tweede macht der hoogte, gevende in ons geval de hoogte 10, dan zetten wij over dit product 24 × 100. Men neemt deze nu gevondene 2400, 20 malen gevende 20 × 2400 o 48000, en dit laatste product nu door de uitstekende lengte 80 deelende, heeft men $\frac{68000}{80} = 600$; zoodat hier de uitstekende balkeinden zeer goed voor ondersteuning van een uitstekend balkon kunnen dienen, en dit dan ook meestal het geval zal wezen. Nemen wij aan, dat eene uitkeeping van 7 cM. ter vermindering

der uitstekende hoogte voldoende is, dan hangt het van de afmetingen der zolderbalken af of deze constructie al of niet kan worden toegepast. Men berekent nu naar het gegeven voorschrift de hoogte der uitstekende einden. is deze te groot om, 6 à 7 cM. van de zolderbalkhoogte afnemende, de gevondene hoogte daaraan te doen behouden, dan moet men afzonderlijke balkonbalkjes leggen.

De hoogte van deze neme men in geen geval minder dan $\frac{3}{26}$ van de uitstekende lengte. Was deze b v. 130 cM. dan moest die hoogte $\frac{3 \times 130}{26}$ of $\frac{390}{26}$ d. i. 15 cM. zijn. De breedte vindt men nu als volgt: Men deelt de viervoudige belasting door de uitstekende lengte, het quotient geeft de breedte der balkjes. De balksafstand 50 cM. stellende is de belasting op een balkje $\frac{50 \times 130 \times 30}{10000}$ of 195 Kg. Wij hebben nu $\frac{4 \times 195}{130}$ of circa 7 cM. en balkjes van 7 Kg. 15 cM. zouden dus voldoende zijn. Had men nu zolderbalken van 10 bij 21, dan zoude men de einden met behoud van 15 cM. hoogte kunnen doen uitsteken. Mogt deze balksafstand niet met de frontbreedte van het balkon overeenstemmen dan kan men op deze breedte nog wederzijds een balkje leggen, en zoo men dit noodig oordeelt elk op eene kort raveelbalkje, dragende met de balklaag verbinden, welke verbinding wij ten allentijde zouden aanbevelen.

Had men eene te groote hoogte verkregen, zoodat men van de uitstekende balkeinden geen 6 à 7 cM. konde afnemen, dan moest men afzonderlijke balkonbalkjes leggen, waarvan de afmetingen naar de gegevene voorschriften kunnen bepaald worden. Men late deze door de muren heenschieten en verbinde de dan doorschietende einden aan de zolderbalken. Mogt de hoogte te groot zijn om daardoor te veel beneden den onderkant der zolderbalken door te hangen, dan kan, zoo men wil, bij de binnenwaarts doorschietende einden van die hoogten zooveel afgenomen worden, dat zij met de onderkanten der zolderbalken strooken of niet meer doorhangen dan kan worden toegelaten.

Loopen de balken in eene richting loodrecht op de balkonbalkjes, dan is men verpligt bijzondere balkonbalkjes te leggen. De afmetingen van deze kunnen wederom naar de gegevene voorschriften bepaald worden; ook nu is het aan te raden de einden binnenwaarts te laten doorschieten, en aan de balklaag te verbinden. Hindert hierbij de strijkbalk, dan neme men deze door uitraveeling weg, legge op den eerstvolgenden zolderbalk en met de andere einden in den muur korte steekbalkjes, waaraan nu de binnenwaarts doorschietende einden der balkonbalkjes kunnen verbonden worden. Over deze steekbalkjes legt men dan langs den muur een daarover gekeepte strook voor strijkbalk dienende, ten einde daarop de einden der zolderplanken te kunnen bevestigen. In elk der genoemde gevallen is het af te raden de balkonbalkjes zonder verdere verbinding in de muren te leggen. 27)

27) Het draagvermogen van een balk met het eene einde bevestigd en over de uitstekende lengte gelijkmatig belast, wordt, onze aangenomene letternotatie behoudende, en op eene tienvoudige zekerheid rekenende, voorgesteld in de formule:

$$P = \frac{2\,bh^2}{6l} \times 60, \text{ dus } P = \frac{20\,bh^2}{l}.$$

Nemen wij eene buiging aan $\frac{1}{500}$ der lengte aan dan hebben wij $\frac{1}{500} = \frac{3\,l^3}{2 \times 13000\,bh^3} \times P$, waaruit P opgelost zijnde, gevonden wordt $P = \frac{2600\,bh^3}{15\,l^2}$.

Wij hebben alzoo $\frac{20\,hh^2}{l} = \frac{2600\,bh^3}{15\,l^2}$,

dus $300\,l = 2600\,h$ en $h = \frac{3}{26}\,l$.

Hieruit volgt $P = \frac{20\,b \times 9\,l^2}{676\,l}$ of $P = \frac{180\,l}{676} \times b$. Nu is $\frac{180}{676}$ gelijk aan 4 genomen, en wij hebben dan $\frac{4\,P}{l} = b$.

Op de formulen $h = \frac{3}{26}\,l$ en $b = \frac{4\,P}{l}$ berusten nu de gegeven voorschriften.

97. Wij mogen aannemen, dat men de gewapende balken die vroeger nogal gebruikt werden tegenwoordig zal vervangen door anderen, die men, zoo hiervoor geene balken van getrokken ijzer beschikbaar zijn, van aan elkander geklonken plaat- en vormijzer zal nemen. Het valt niet te betwijfelen, dat deze verwisseling alleszins is aan te raden, en wij zullen daarom in geene behandeling, vooral niet van de kunstbalken uit verschillende stukken zamengesteld, behoeven te treden. Wij gaan die dan ook stilzwijgend voorbij.

98. Er kunnen echter gevallen voorkomen, waarbij de balken met voordeel door een spanwerk van ijzer in draagvermogen en stijfheid kunnen vergroot worden, en waarbij het dienstig is hiervan gebruik te maken.

De hoofdzakelijke inrichting der constructie van deze balken hebben wij in fig. 23 geschetst. Aan den balk AB

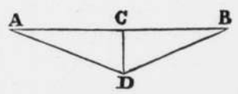


Fig. 23.

is een druk- of steunstang CD verbonden, en de op D overgebrachte drukking wordt door de span- of trekbanden naar A en B overgebracht.

Het kan nu van belang zijn de afmetingen van zoodanig spanwerk te bepalen. — Een bepaald voorbeeld kiezende, stellen wij den balk AB lang 800 cM., zwaar 20 bij 30 cM. en belast met 5000 Kg.; en wij stellen op den voorgrond, dat die balk onder de genoemde belasting niet meer dan $\frac{1}{500}$ der lengte, en dus $\frac{800}{500}$ of 1,6 cM. mag doorbuigen, waarbij wij dan de belasting veronderstellen gelijkmatig over de balkslengte verspreid te zijn.

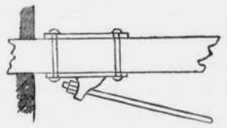


Fig. 24.

Wij hebben in fig. 24 de constructie van dit spanwerk aangegeven, en merken ten dien aanzien op, dat gerekend is op de mogelijkheid, de spanning in de wederzijds aangebrachte spanstangen door de aanwezige stelschroeven te kunnen regelen. — Wij kozen een bepaald voorbeeld van constructie, dat echter naar verkiezing en omstandigheden kan gewijzigd worden, eene verdere verklaring dan die welke de figuur geeft, meenen wij overtollig te zijn.

Wij stellen in fig. 23 de afstand CD te zijn 40 cM.

De balk AB biedt tegen eene buiging een weerstand welke de werking van het spanwerk ten goede komt, en deze moet in de eerste plaats bepaald worden. Men

vindt de belasting, welke noodig is om AB tot $\frac{1}{500}$ der lengte te doen doorbuigen, door de volgende berekening.

De derde macht van de balkshoogte 30 vermenigvuldigt men met de balksbreedte 20, en vindt dan $30 \times 30 \times 30 \times 20$ of 540000. Dit product deelt men door de tweede macht der balkslengte of door 800×800, d. i. door 640000, men heeft dan $\frac{540000}{640000}$ of $\frac{54}{64}$ d. i. $\frac{27}{32}$. Deze waarde vermenigvuldigt men met het standvastige getal 1664, en vindt dan $\frac{27}{32} \times 1664$ of 1404 Kg.; stellen wij hierover als zeer nabijkomende 1400 Kg., altijd het mindere nemende.

Er blijft nu van de belasting 5000 over, 5000—1400 of 3600 Kg., die nu door het spanwerk in evenwicht moet gehouden worden.

De lengte van die trek- of spanstang AD vindt men nu door de hoogte CD of 40 tot de tweede macht te brengen, daarbij te tellen de tweede macht van AC of 400×400, en daaruit die van de tweede machtswortel te trekken. Wij vinden alzoo $400 \times 400 + 40 \times 40$ of 160000 + 1600 of 161600, en na het trekken van den tweeden machtswortel, nagenoeg 402 cM.

De spanning of trekking welke nu AB te weerstaan heeft, vindt men als volgt.

Men vermenigvuldigt de helft der overblijvende belasting 3600 dus 1800 met de lengte van AD, en vindt dan in ons geval 1800×402. Dit product deelt men door de grootte van CD, of 40 in ons voorbeeld, en heeft dan $\frac{18000 \times 402}{40}$ of 18090, en met dit zeer belangrijk vermogen worden nu de stangen AD en CD getrokken.

Neemt men nu aan, dat deze stangen, om veilig weerstand te bieden, hoogstens met 800 Kg. per cM.² mogen getrokken worden, dan vindt men $\frac{18090}{800}$ deelende, voor quotient 23, en de stangen AD en CD zullen nu 23 cM.² doorsnede moeten hebben.

Kiest men nu ronde stangen voor AD en CD, dan vinden wij de middellijn van deze als volgt: Men neemt de oppervlakte 23, in ieder geval 14 malen, gevende 14×23 of 322 en deelt dit door 11 dus is $\frac{322}{11} = 29,28$. Deze deeling moet ten minste twee á drie decimalen voortgezet worden; uit dit quotient den vierkantswortel trekkende heeft men zeer nabij 5,4 cM. of 54 mM. voor de dikte van de stangen AD en ED. De stang of stijl CD heeft te dragen de vroeger gevondene 3600 Kg. en deze geve men liefst geene mindere dikte dan $\frac{1}{15}$ der hoogte, dus circa 3 cM. De oppervlakte is dan $\frac{11}{14} \times 3 \times 3$ cM² of ruim 6 cM². De stang mag met niet meer dan 7 Kg. per M² belast zijn, en zoude dus 7×700 of 4200 Kg. gewigt kunnen dragen. Men neme ze zonder berekening liefst, ter dikte van de trekstangen, wanneer deze naar de opgegeven berekening eene grootere dwarsdoorsnede krijgen, dan de drukstang CD eigenlijk zoude vorderen, en daaraan op het midden nog altijd eene zwelling van 1 cM. De verbinding van het spantoestel met den balk kan op verschillende, en dus andere dan de aangegeven wijze geschieden. Men zorge hierbij, dat door aan de stangen AD en BD gewerkte schroefdraden met moeren, deze zoodanig kunnen gespannen worden, dat de balk, de verlangde doorbuiging en niet meer verkrijgt. Door het aanhalen der schroeven kan de stijfheid van den balk in de vereischte mate geregeld worden. Hierbij drage men zorg, dat de deelen die het dadelijk verband der stangen geven, tegen een onverhoopt verbreken of afscheuren, voldoenden weerstand bieden, en er dus ruim zooveel oppervlakte ijzer moet afgescheurd of verbroken worden, als de doorsnede der stangen houdt.

Vallen de stangen AD en BD te zwaar uit, dan kan men daarover zeer goed twee stangen bezigen, die dan eenigszins ruim, te zamen de doorsnede van de berekende enkele stangen moeten hebben. Deze bezigende, lette men vooral op de gelijke spanning van beide stangen, dewijl eene belangrijke ongelijkheid in deze een verbreken van het spanwerk ten gevolge zoude kunnen hebben.

98. Zijn de balken zeer lang, dan is het te verkiezen, het spanwerk met twee stijltjes te construeeren in den zin als de schets in fig. 25 aangeeft.

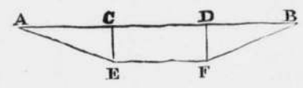


Fig. 25.

Na wederom bepaald te hebben welk gedeelte der belasting door den balk wordt in evenwicht gehouden, en wel door den weerstand van deze tegen de toegestane buiging van $\frac{1}{500}$ der lengte, neme men aan, dat het spanwerk de nog overblijvende belasting te weerstaan heeft. Stellen wij den balk door de punten C en D, waar hij door de drukstangen ondersteund wordt, in drie gelijke deelen gedeeld, en nemen wij wederom een bepaald voorbeeld

Zij de balk AB 10 M. lang en belast met 6000 Kg. Wij hebben dan het voorschrift van § 90 volgende en de balk 25 bij 40 cM. stellende:

$\frac{40 \times 40 \times 40 \times 25}{1000 \times 1000}$ of 1,6 en $1,6 \times 1664$ of 2662,4 waarvoor wij 2660 stellen; dit is dan de belasting noodig om den balk $\frac{1}{500}$ der lengte of 2 cM. te doen doorbuigen; op de drukstangen weegt dan 6000—2660 of 3340, en dus op elk 1670 Kg.

Wij vinden de lengte van de stang AB nu, door de hoogte van CE wederom 40 cM. stellende als volgt:

AC is $\frac{1000}{3}$ of $333\frac{1}{3}$ stel 334 cM. De tweede macht hiervan is 111556, De tweede macht van 40 is 40×40 of 1600 en alzoo 11556 + 1600 = 112556.

Hieruit de tweede machtswortel trekkende vindt men nabij 336 cM. Men vindt nu de trekspanning in den stang AE als volgt.

De belasting 1670 vermenigvuldigt men met de lengte van den stang AE en vindt dan 1670×336, en deelt vervolgens dit product door de lengte van den drukstang CE of door 40. Men heeft dan $\frac{1670 \times 336}{40}$ of 14028 Kg. van die trekspanning. Deelen wij nu 14028 door 800 dan vinden wij nabij 18 cM² voor de doorsnede welke de stang AE zal moeten hebben.

Nu is $\frac{14 \times 18}{11} = 22{,}91$ en hieruit den vierkantswortel trekkende heeft men nagenoeg 4,8 cM. voor de dikte der stangen AE en FB. Om nu de spanning in de stang E F te bepalen handelt men als volgt.

Men vermenigvuldigt de belasting op C E, 1660 met de lengte van A C of 334 en deelt dit door de lengte van C E of 40, men vindt dan $\frac{1660 \times 334}{40} = 13861$ Kg. voor de spanning in E F. Stellen wij hiervoor 13870. Deelen wij nu dit getal door 800, dan vinden wij wederom zeer nabij 18 cM., zoodat ook E T de dikte van 4,8 cM. zal moeten verkrijgen. In het algemeen zal men mogen aannemen, dat aan de trekstangen A E, E T en F B eene doorgaande gelijke dikte kan gegeven worden.

Het overige behoeft nu geene nadere toelichting Wij dienen hierbij echter aan te merken, dat, zuiver theoretisch gezien, wij bij deze voorschriften voor de trekstangen zwaardere afmetingen verkrijgen dan deze eigenlijk behoeven. Wij meenden echter, om in alle toevalligheden te voorzien, hier te moeten zorgen, dat de weerstand ook voldoende is in geval de balk aan schokken kan zijn blootgesteld, en schroomden hier, op een volstrekt waar en dan genoegzaam draagvermogen te rekenen. — Bizonderheden van constructie laten wij ter zijde.

Door de drukstangen meer hoogte te geven, wordt de spanning in de trekstangen zeker minder, doch de beweeglijkheid van het zamenstel wordt dan ook grooter. Bij de toepassing kunnen gevallen voorkomen, waarbij door eene dwarskoppeling bij verschillende aldus gewapende balken, een verzetten in de zijdelingsche richting kan voorkomen worden, b. v. wanneer men deze constructie op brugliggers wilde toepassen. In die gevallen kan het in aanmerking komen de drukstangen langer te nemen.

100. Wij zullen onze behandeling der balksafmetingen besluiten met ten slotte terug te komen op de aanwijzing der grenzen van het gewaagde, waarvan het overschrijden of zelfs het te dicht te naderen, voor den bouwkunstenaar eene onverantwoordelijke handeling zoude zijn, ook dan nog, wanneer alleen onkunde hier als oorzaak in het spel komt.

Bij zwaar belaste zolders en vloeren is ook het maar eenigszins gewaagde reeds dadelijk absoluut aftekeuren. Bij bouwwerken van anderen aard en bestemming kunnen redenen voorkomen, die ons verplichten minder te geven dan onze voorschriften eischen. Wij zullen ons bepalen bij het aangeven der afmetingen van balken, waarbij men voor woonhuizen de grens van het gewaagde te nabij komt, om zich niet aan dat onverantwoordelijke bloot te stellen.

101. Wij nemen aan dat, wat het draagvermogen betreft, bij eene belasting die $\frac{166}{60}$ van de door ons aangenomene bedraagt, de balk tot aan de uiterste grens van het draagvermogen belast is, d.i. zooveel, dat bij eene meerdere, de grens der veerkracht van den balk overschreden wordt en eene zoodanige belasting zal op den duur het breken van den balk ten gevolge moeten hebben. Natuurlijk kan men in de praktijk, deze getallen aannemende, zoover niet gaan, en wij stellen de grens van het gewaagde niet te nabij die van het voldoende, wanneer wij het $\frac{120}{60}$ voor het meerdere draagvermogen nemen, waarbij het werkelijk gewaagde begint te bestaan. Hierbij zullen nu, wanneer men dezelfde balksafmetingen bezigt, de balksafstanden zich verdubbelen. Nu zal men b. v. voor balken van 700 cM. vrijdragende lengte in woonhuizen nemen 0,11 × 700 of 77 cM., als de voorgeschrevene balksafstand en deze uiterlijk kunnen verdubbelen en op 154 cM. stellen. Ook bij minder wijde spanningen, b. v. die van 400 cM., zoude men de afstand 44 cM. kunnen vergrooten tot 88 cM., en dan balken van b. v. 10 bij 15 op dien afstand leggen, en men zoude dan inderdaad de grens van het gewaagde al zeer dicht naderen, en hierbij zoude de doorbuiging reeds $\frac{1}{250}$ der lengte of $\frac{400}{250}$ cM. of 16 mM. zijn, hetgeen hoogst nadeelig moet geacht worden. Toch zijn er voorbeelden genoeg aan te wijzen waarbij men tot die uitersten gegaan is. Heeft men naar de gegevene voorschriften de balken voor een woonhuis bepaald, en besluit men die verder uit elkander te leggen dan die voorschriften voor balksafstand geven, dan zal men den balk in rede van dien grooteren afstand meer belasten, en deze zal dan ook in diezelfde rede meer doorbuigen. Had men b. v. een balksafstand van 60 cM. en bracht men die op 80, dan zoude men den balk in rede van 80: 60 meer belasten, en dus in rede van 4: 3; terwijl dan ook de balk in plaats van $\frac{1}{400}$ nu $\frac{4}{3} \times \frac{1}{400}$ of $\frac{1}{300}$ der lengte zal doorbuigen, en dus veel minder stijf zijn.

Men zal zich, dit in aanmerking nemende, rekenschap kunnen geven van hetgeen men daardoor nadeeligs vooral ook aan de stijfheid toebrengt; en wij hebben die grootte van het gewaagde dan ook alleen aangewezen, als eene maatstaf van beoordeeling, ten einde ten minste eenigermate te kunnen bepalen wat en hoeveel men waagt. Wij stelden de eischen bij deze voorschriften volstrekt niet te hoog, en onthielden ons wel degelijk van elke overdrijving in die richting. Waarom wij meenen te mogen zeggen, dat naar onze overtuiging, het minder nemen dier afmetingen eene zekere mate van insoliditeit aan het bouwwerk geeft, die zich spoediger zal doen opmerken, dan men ook bij de volslagenste onverschilligheid ten opzichte der soliditeit zoude wenschen.

Wij meenen hiermede het behandelen der afmetingen van de balken, die bij de alledaagsch voorkomende werken tot vorming der balklagen gebezigd worden, te kunnen besluiten. Wij zouden daarbij nog eenige wenken te voegen hebben aangaande de afmetingen welke men aan bouten, koppelijzers enz. tot verbinding en wapening van balken enz. te geven heeft.

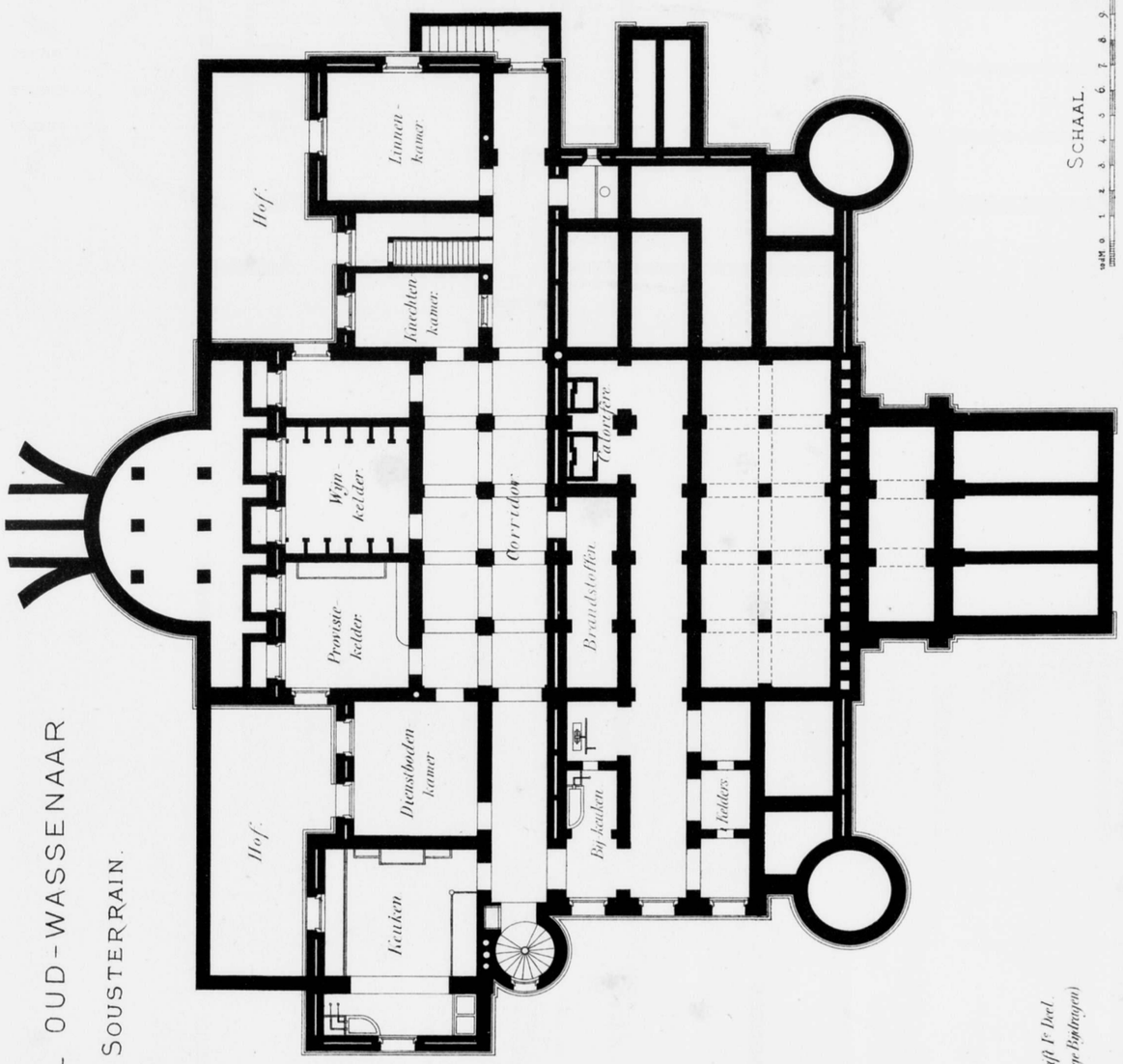
Wij zullen evenwel de behandeling van dit onderwerp tot een volgend opstel uitstellen.

J. G. J. VAN ROOSMALEN.

PLAAT I.

C. MUYSKEN
ARCHITECT

PHOTOLITH. WEGNER & MOTTU, AMST.



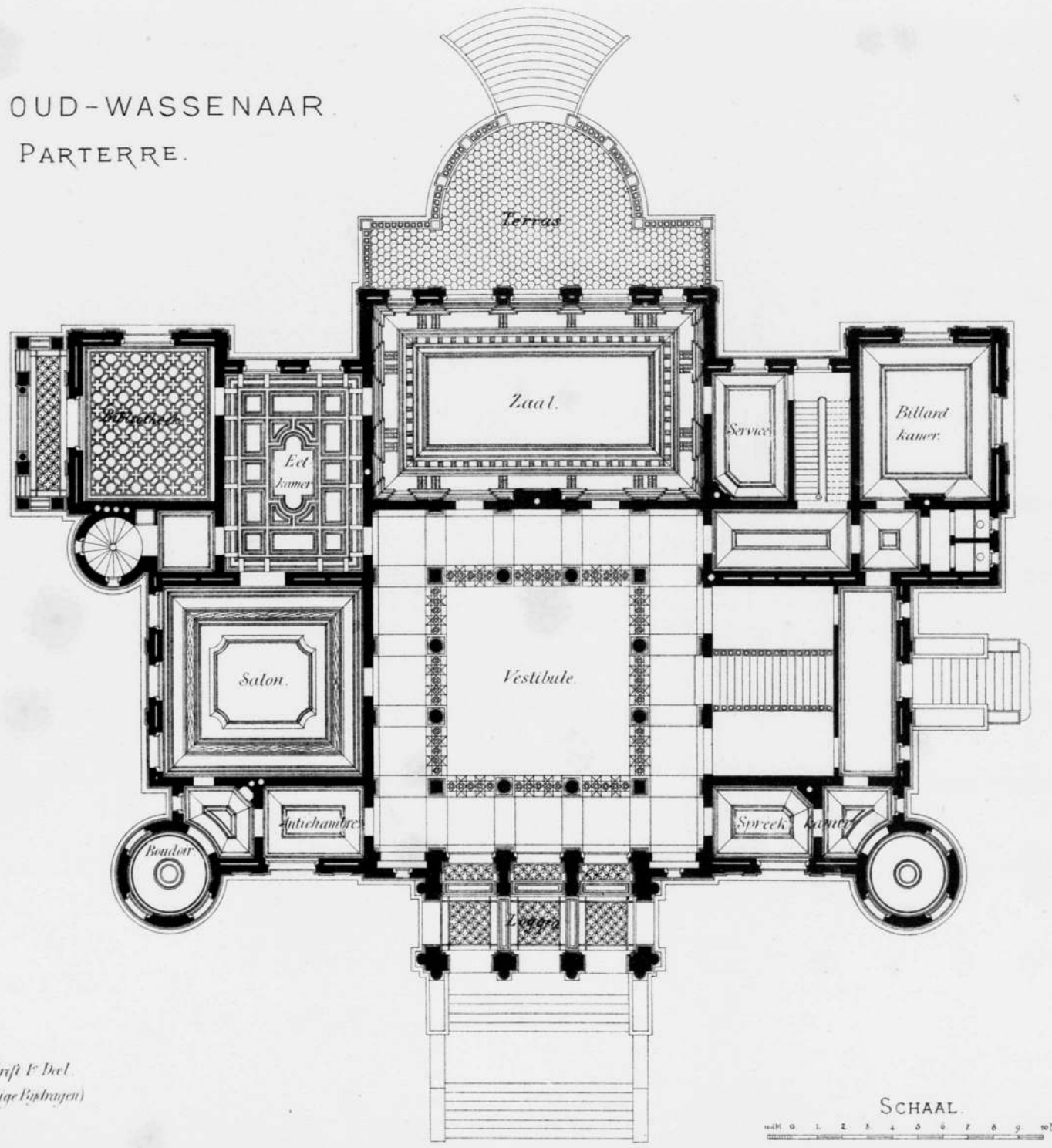
KASTEEL OUD-WASSENAAR

SOUSTERRAIN.

Bouwkundig Tijdschrift 1e Deel.
(Deel 2de der Bouwkundige Bijdragen)

KASTEEL OUD-WASSENAAR.

PARTERRE.



SCHAAL.

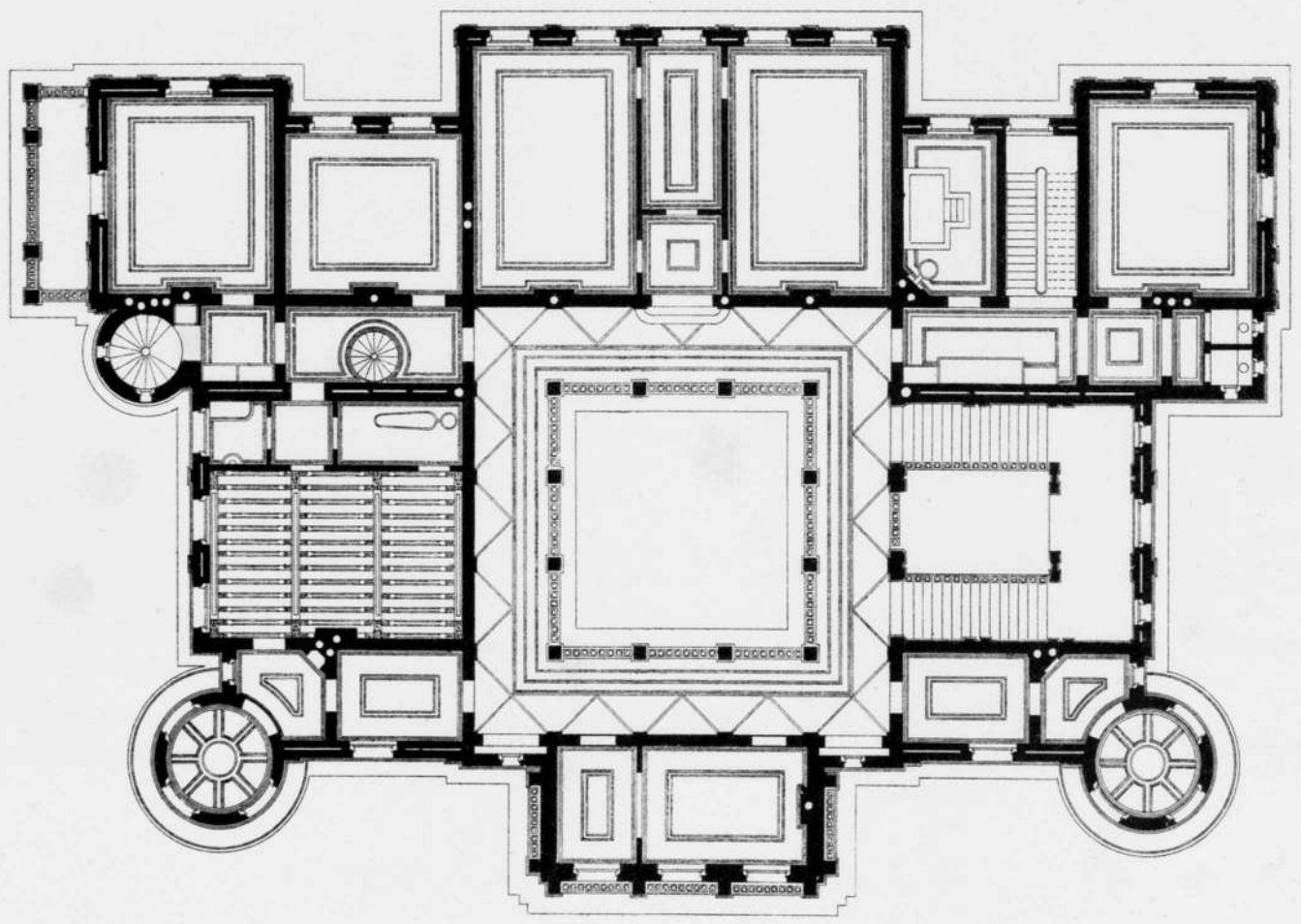
Bouwkundig Tijdschrift 1e Deel.
(Deel 27 der Bouwkundige Bijdragen)

C. MUYSKEN,
ARCHITECT.

PHOTOLITH. WEGNER & MOTTU, AMST.

KASTEEL OUD-WASSENAAR.

VERDIEPING



SCHAAL.

1/125 N. 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 M.

Bouwkundig Tijdschrift I^e Deel.
(Deel 21 der Bouwkundige Bijdragen)

C. MUYSKEN.
ARCHITECT.

PHOTOLITH. WEGNER & MOTTU, AMST.

KASTEEL OUD-WASSENAAR.

HOOFD-GEVEL.



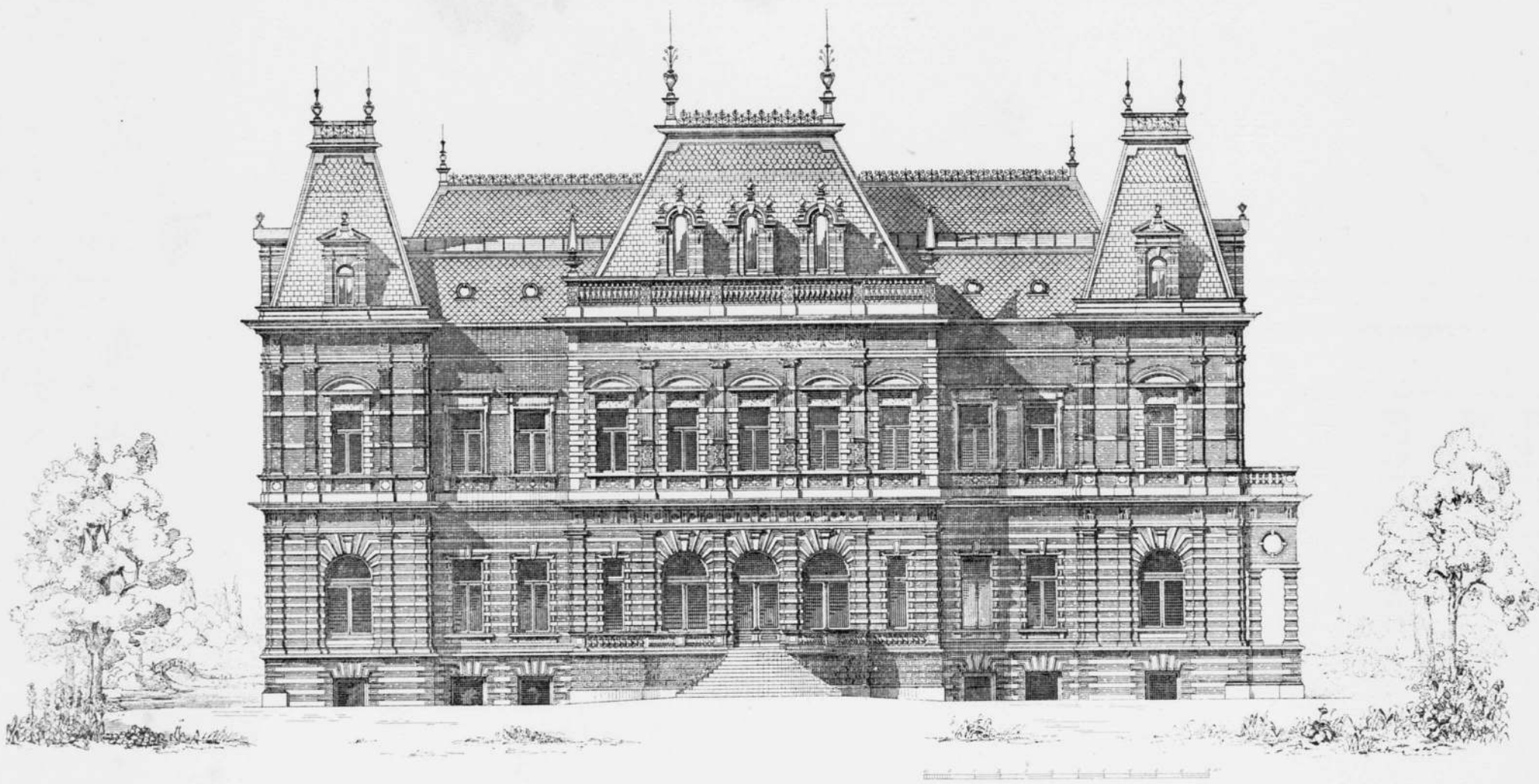
C. MUYSKEN,
ARCHITECT

Bouwkundig Tydschrift I^e Deel.
(Deel 27 der Bouwkundige Bijdragen)

PHOTOLITH. WEGNER & MOTTU, AMST.

KASTEEL OUD-WASSENAAR.

ACHTER-GEVEL.



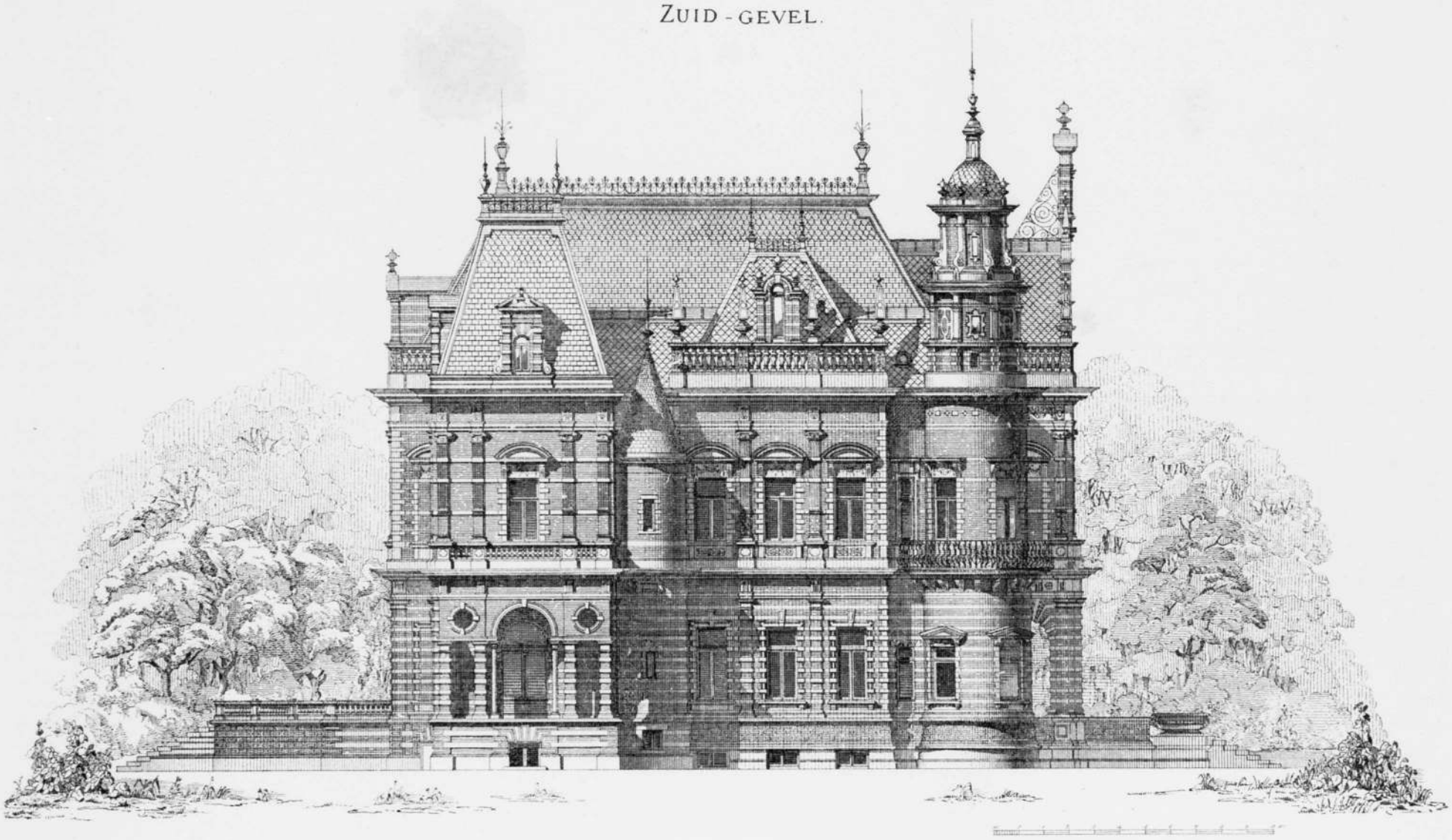
C. MUYSKEN,
ARCHITECT

Bouwkundig Tydschrift 1e Deel
(Deel 27 der Bouwkundige Bijdragen)

PHOTOLITH. WEGNER & MOTTU, AMST.

KASTEEL OUD-WASSENAAR.

ZUID-GEVEL.



C. MUYSKEN
ARCHITECT.

Bouwkundig Tijdschrift 1e Deel.
(Deel 27 der Bouwkundige Bijdragen)

PHOTO LITH. WEGNER & MOTTU AMST.

KASTEEL OUD-WASSENAAR.

NOORD-GEVEL.



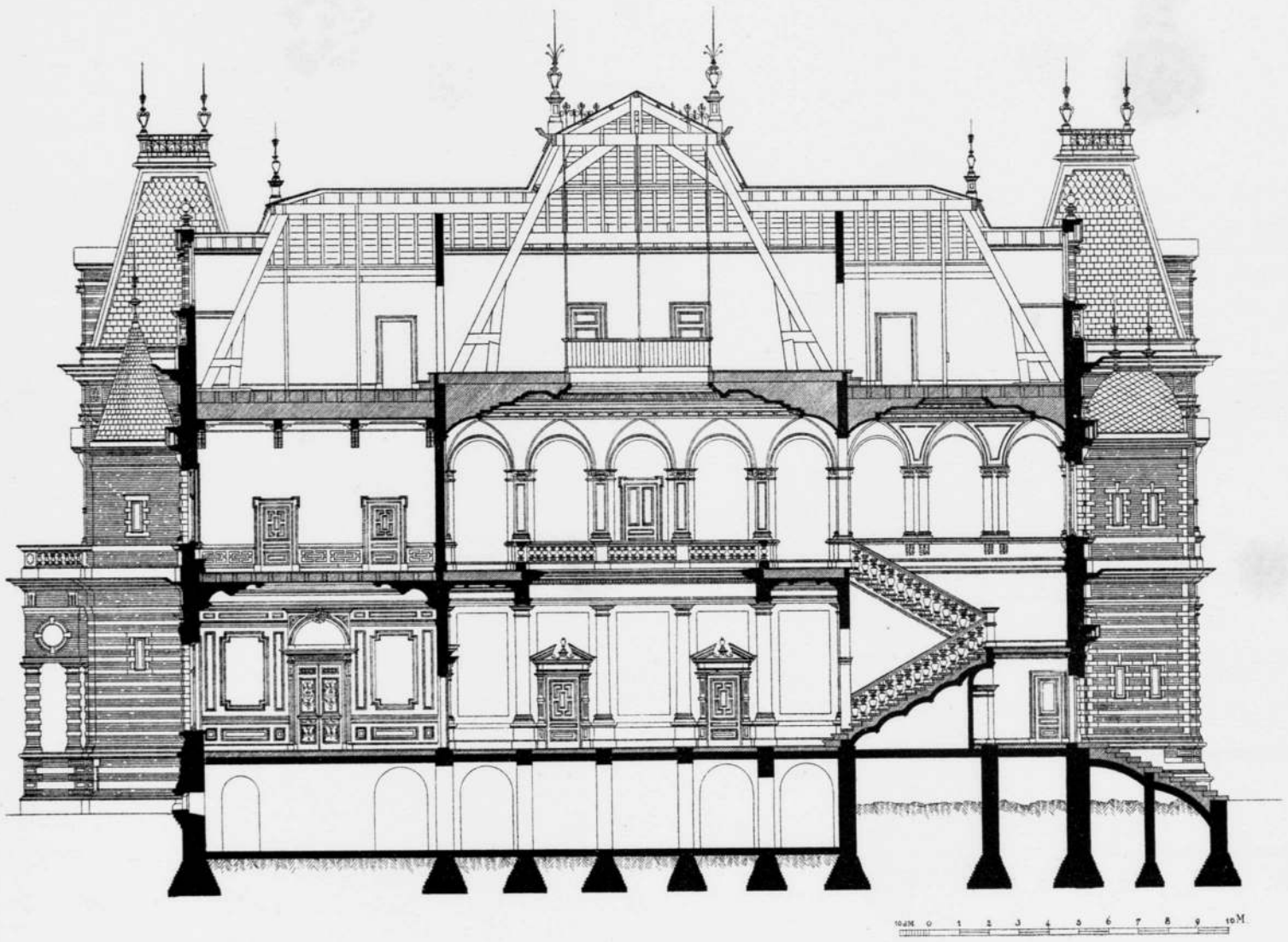
C. MUYSKEN
ARCHITECT.

Bouwkundig Tijdschrift I Deel
(Deel 27 der Bouwkundige Bijdragen)

PHOTO LITH. WEGNER & MOTTU. AMST.

KASTEEL OUD-WASSENAAR.

Lengte doorsnede.



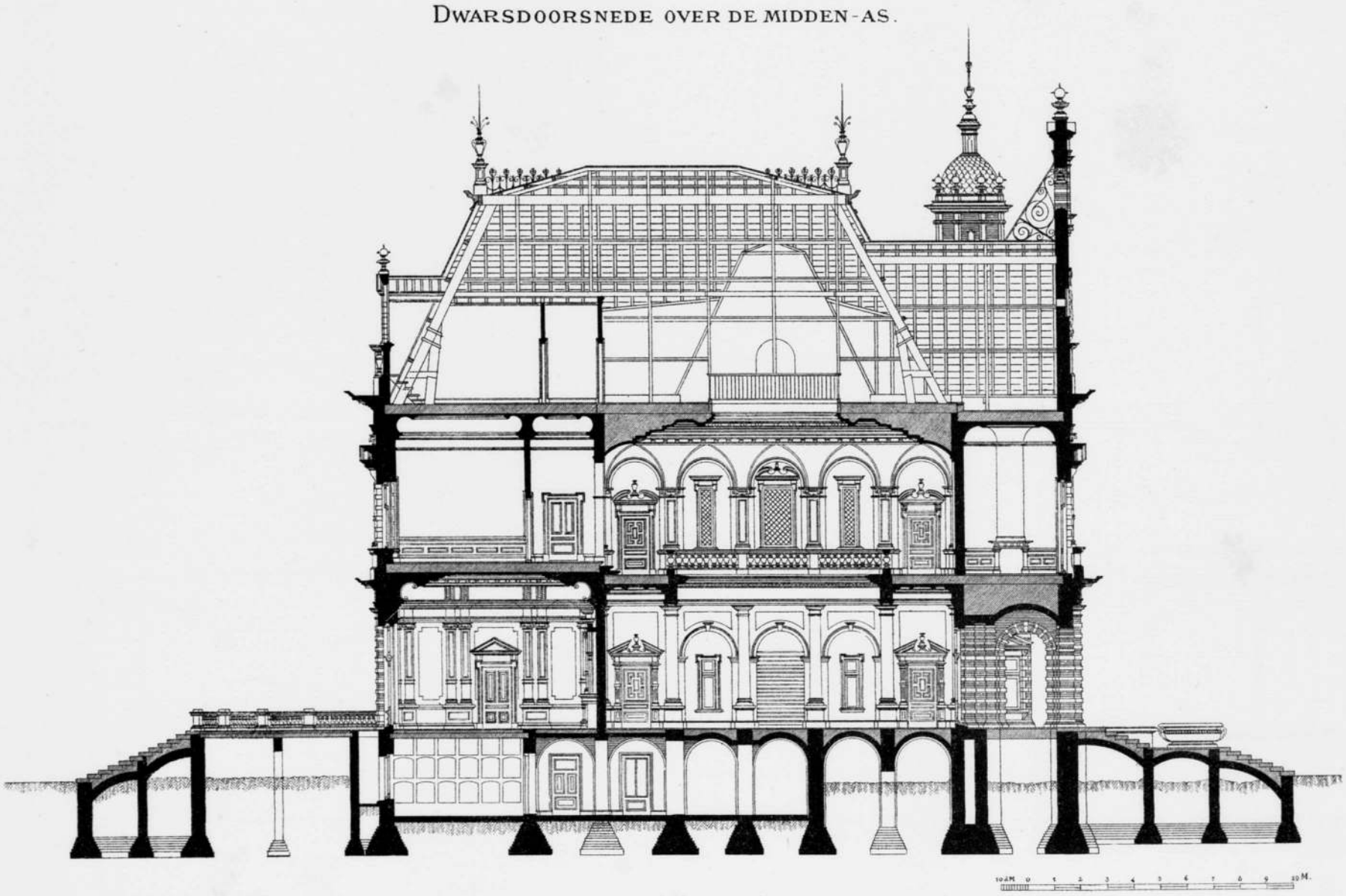
C. Muysken
Architect.

Bouwkundig Tydschrift 1e Deel.
(Deel 27 der Bouwkundige Bijdragen.)

Photo Lith. Wegner & Mottu Amst.

KASTEEL OUD-WASSENAAR.

DWARSDOORSNEDE OVER DE MIDDEN-AS.



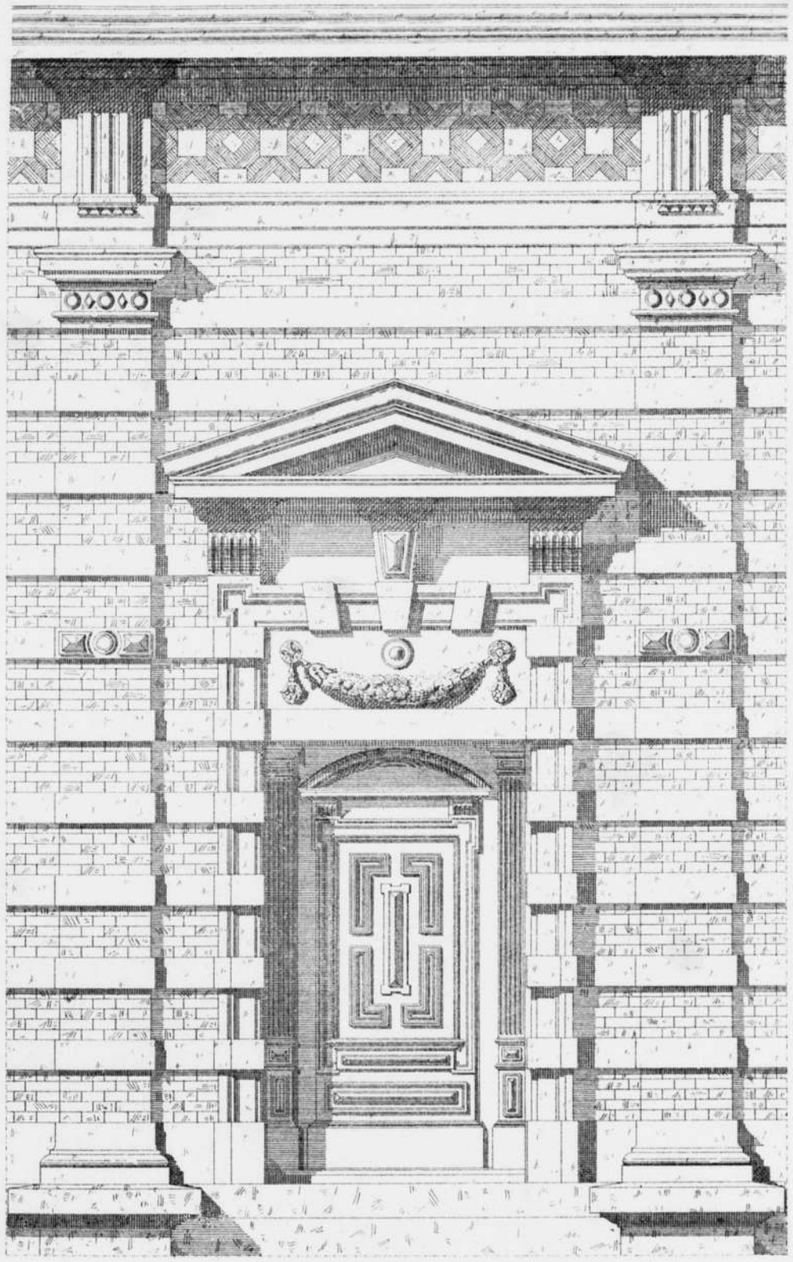
C. MUYSKEN
ARCHITECT.

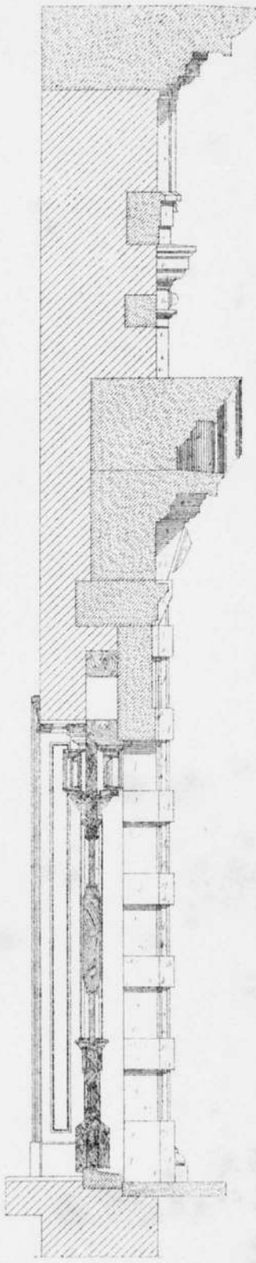
PHOTO LITH. WEGNER & MOTTU AMST

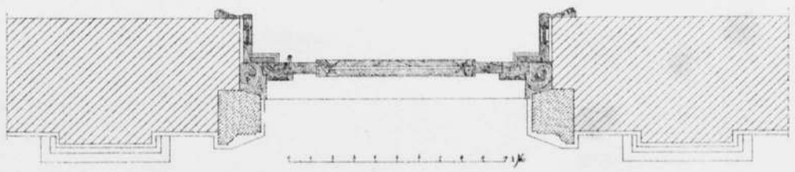
Bouwkundig Tijdschrift I^e Deel.
(Deel 27 der Bouwkundige Bijdragen)

KASTEEL OUD-WASSENAAR.

INGANG-NOORDGEVEL.







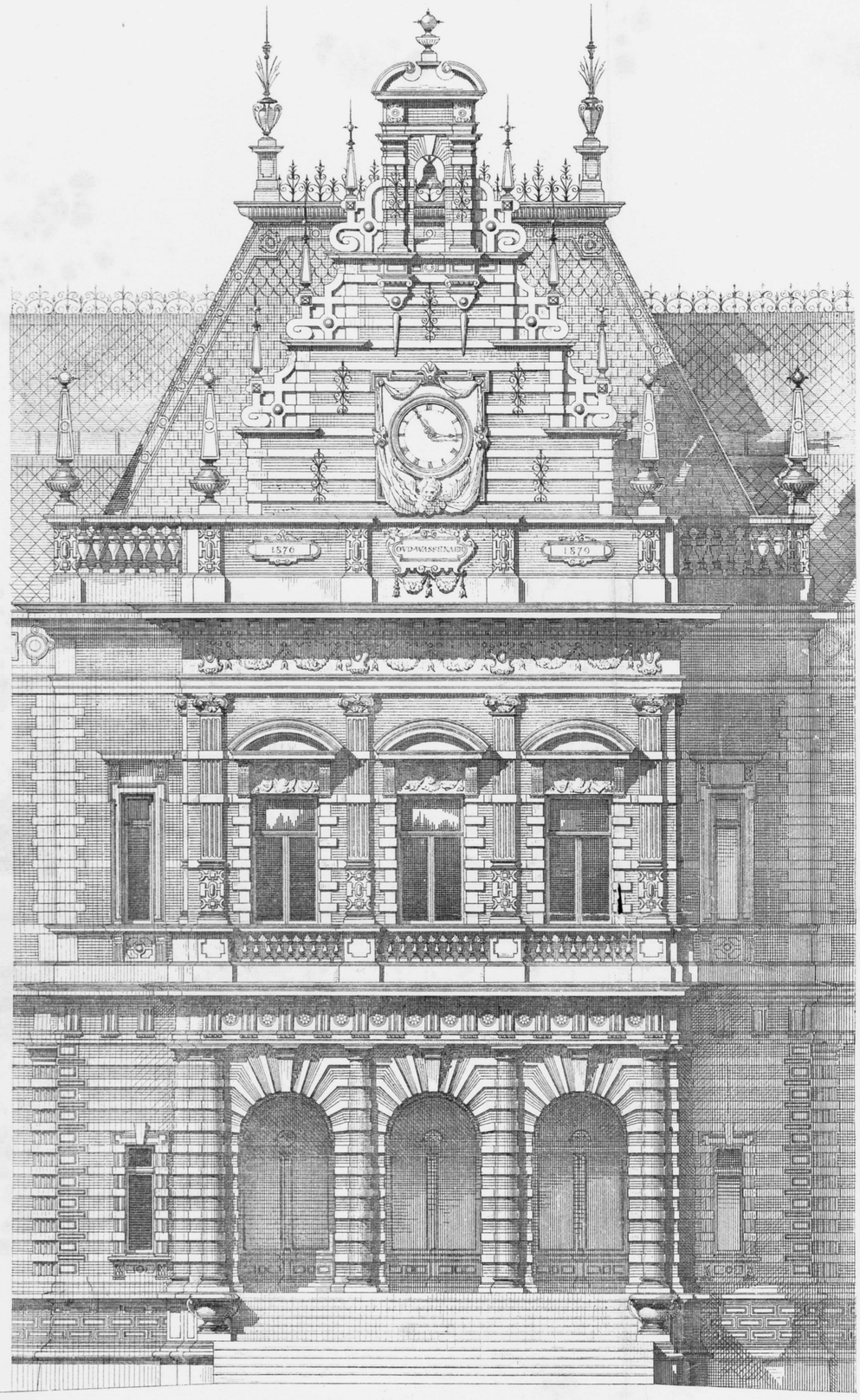
Bouwkundig Tijdschrift I^e Deel.
(Deel 27 der Bouwkundige Bijdragen)

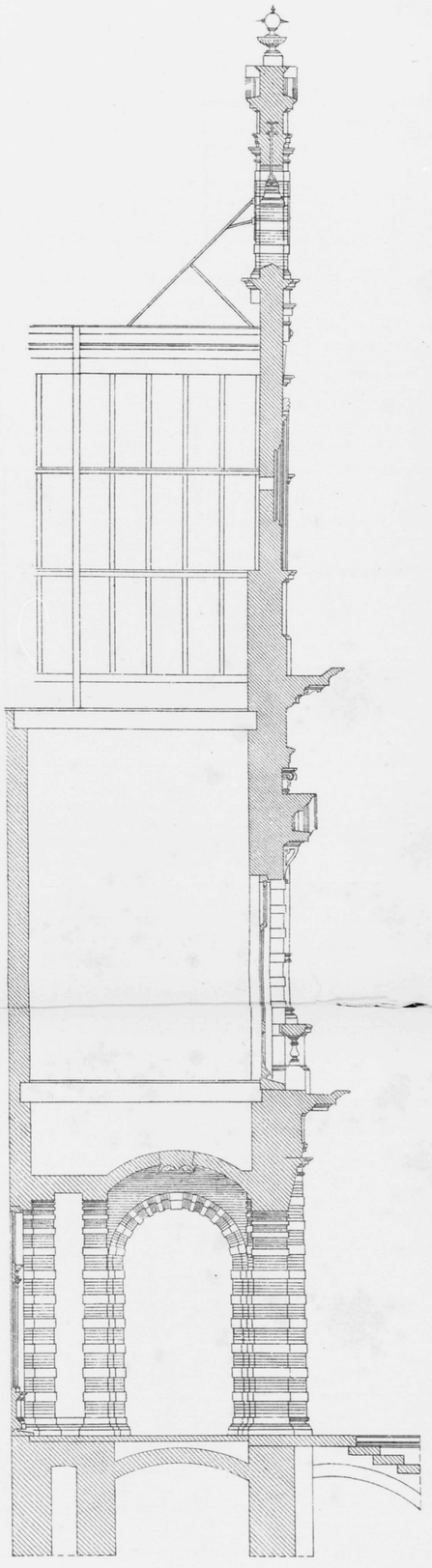
C. MUYSKEN
ARCHITECT.

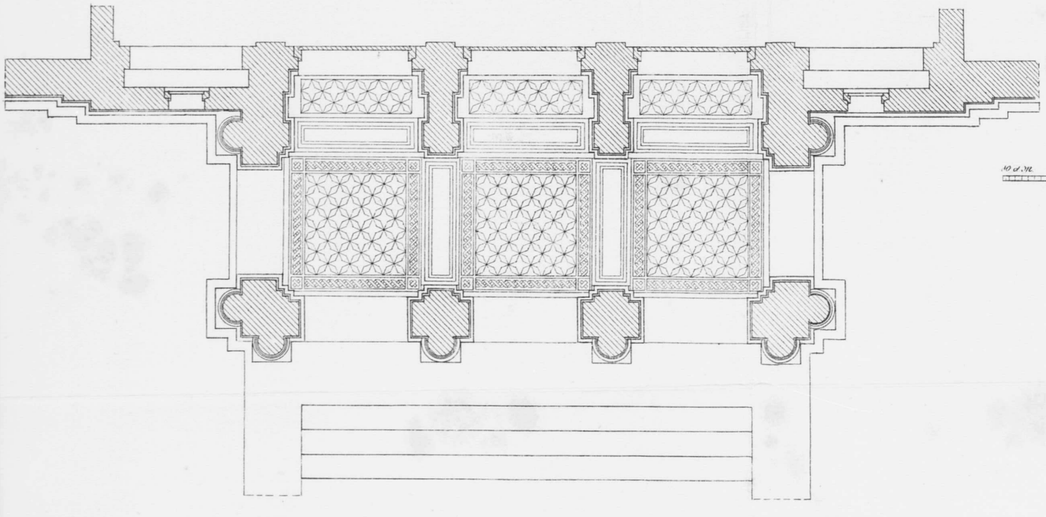
PHOTO LITH. WEGNER & MOTTU AMST.

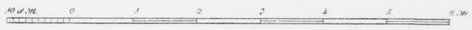
KASTEEL OUD-WASSENAAR.

DETAIL HOOFD-GEVEL.









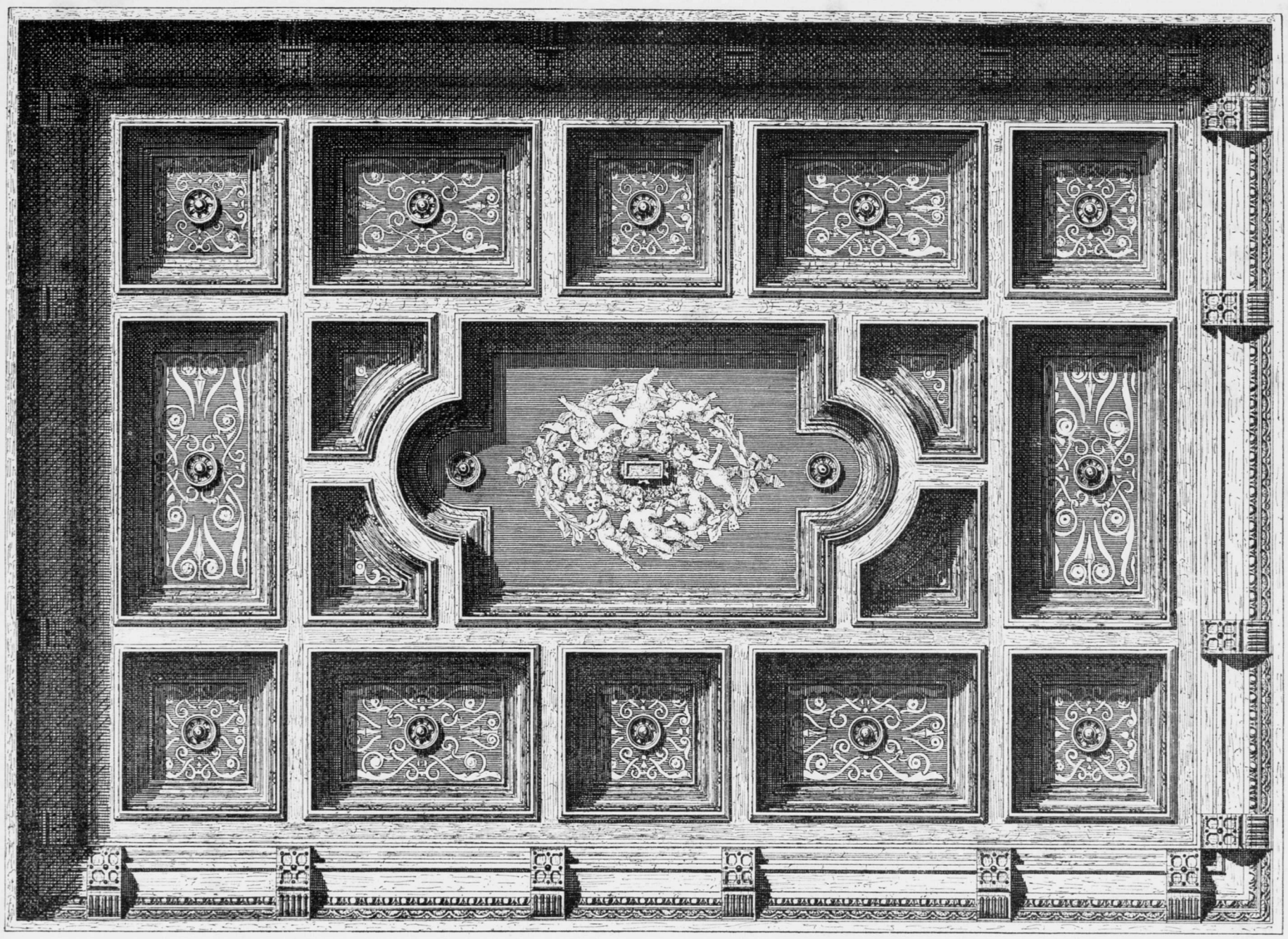
Bouwkundig Tijdschrift 1e Deel.
Deel 27 der Bouwkundige Bijlagen.

C. MUYSKEN
ARCHITECT.

PHOTO-LITH. WEGNER & MOTTU AMST.

KASTEEL OUD-WASSENAAR.

PLAFOND EETKAMER.

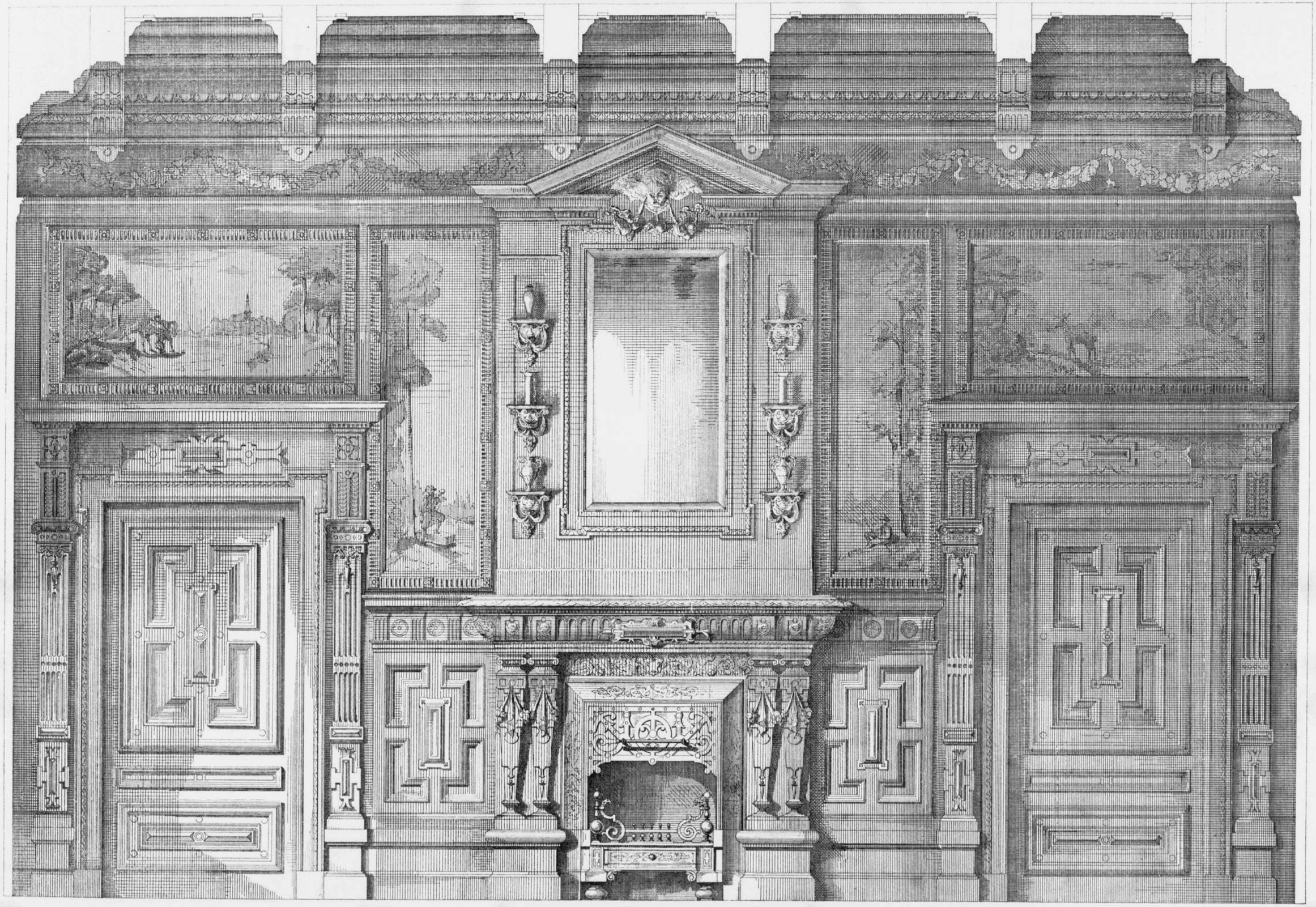


Bouwkundig Tijdschrift I^e Deel.
(Deel 27 der Bouwkundige Bijdragen)

C. MUYSKEN
ARCHITECT.

KASTEEL OUD-WASSENAAR.

Betimmering der Eetkamer.



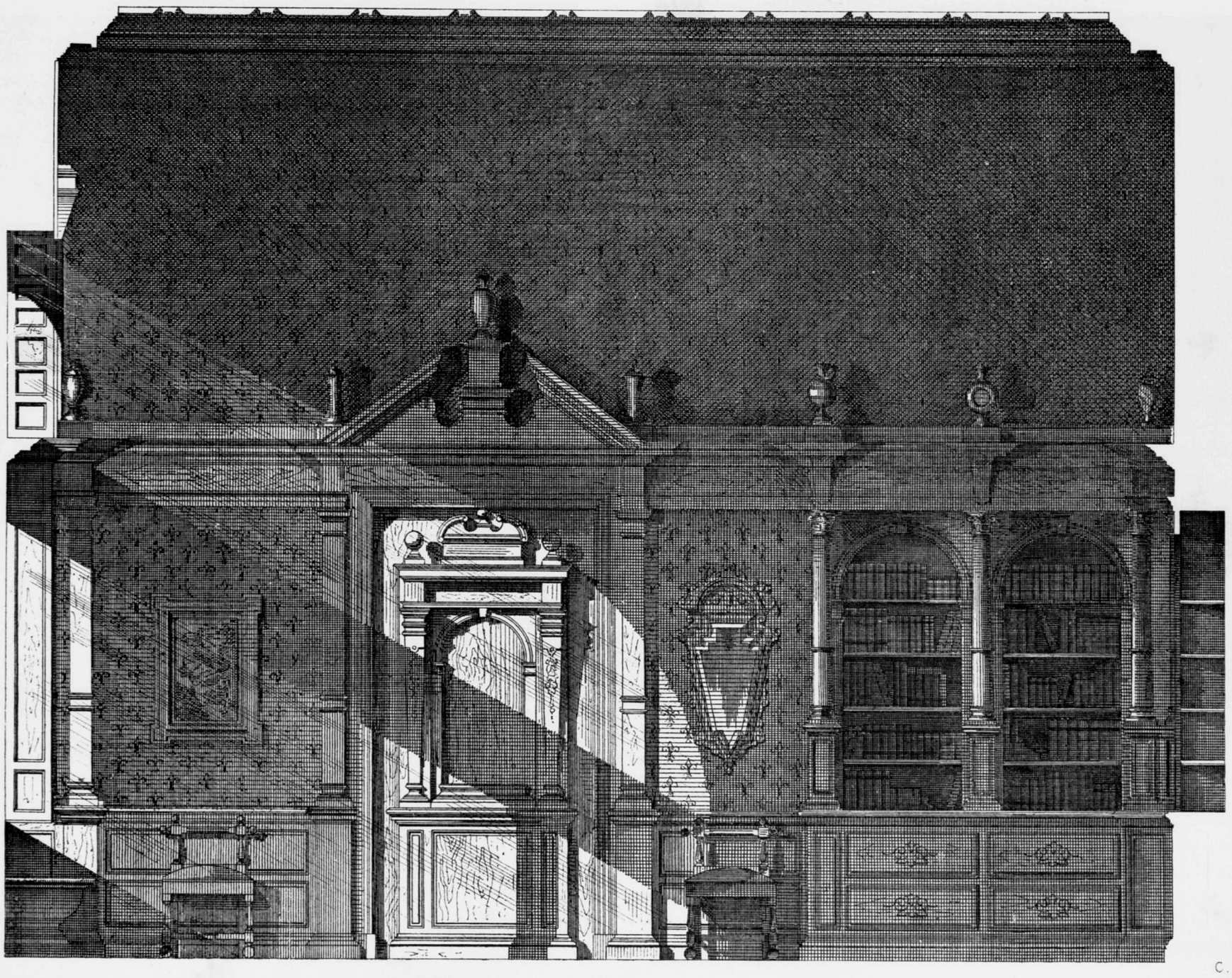
Bouwkundig Tijdschrift 1e Deel.
Deel 27 der Bouwkundige Bijdragen.)

C. MUYSKEN
ARCHITECT.

PHOTO LITH. WEGNER & MOTTU AMST.

KASTEEL OUD-WASSENAAR.

BETIMMERING DER BIBLIOTHEEK.



10 dM. 0 1 M.

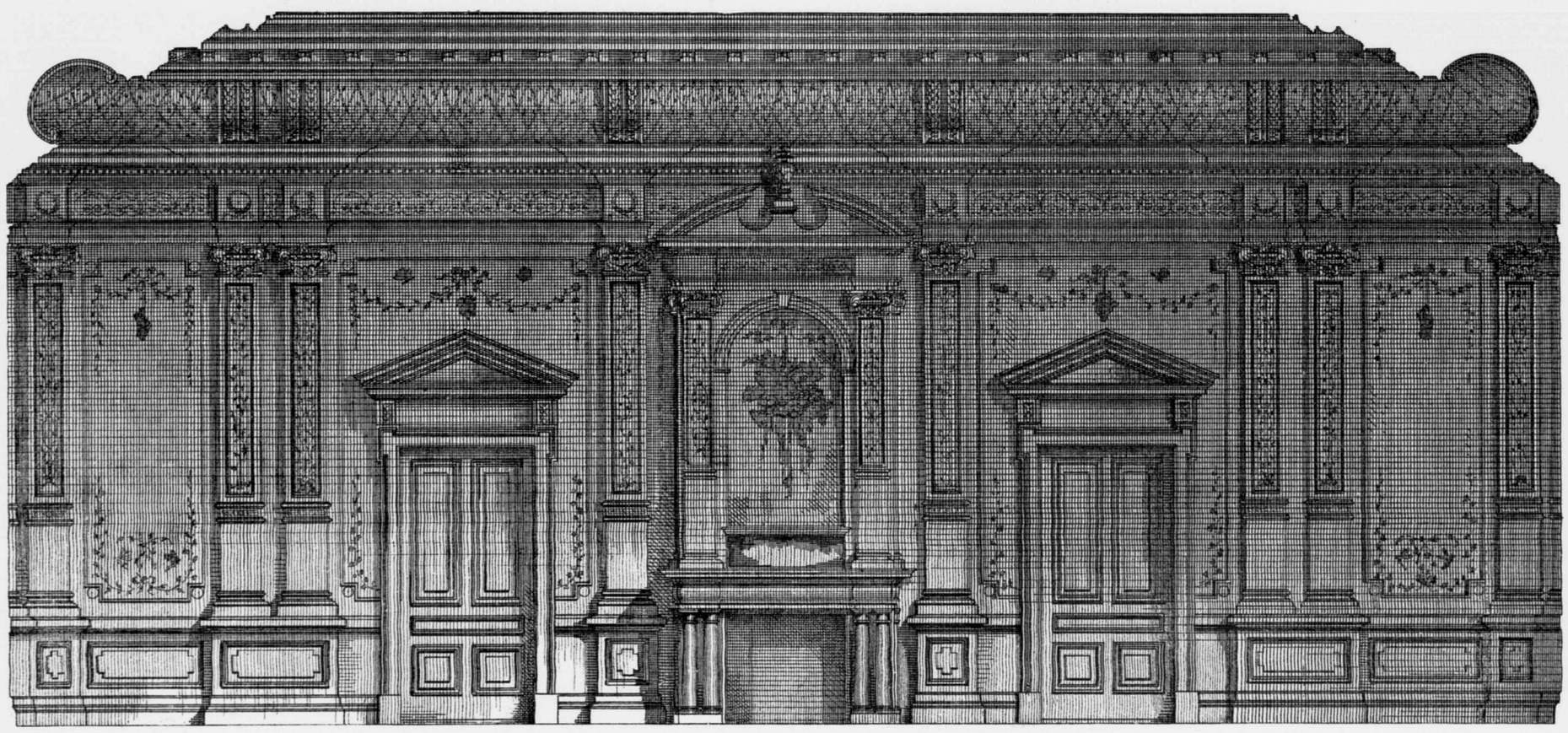
C. MUYSKEN
ARCHITECT.

Bouwkundig Tijdschrift I^e Deel.
(Deel 27 der Bouwkundige Bijdragen)

PHOTO LITH. WEGNER & MOTTU AMST.

KASTEEL OUD-WASSENAAR.

WAND-DECORATIE VAN DE GROOTE ZAAL.



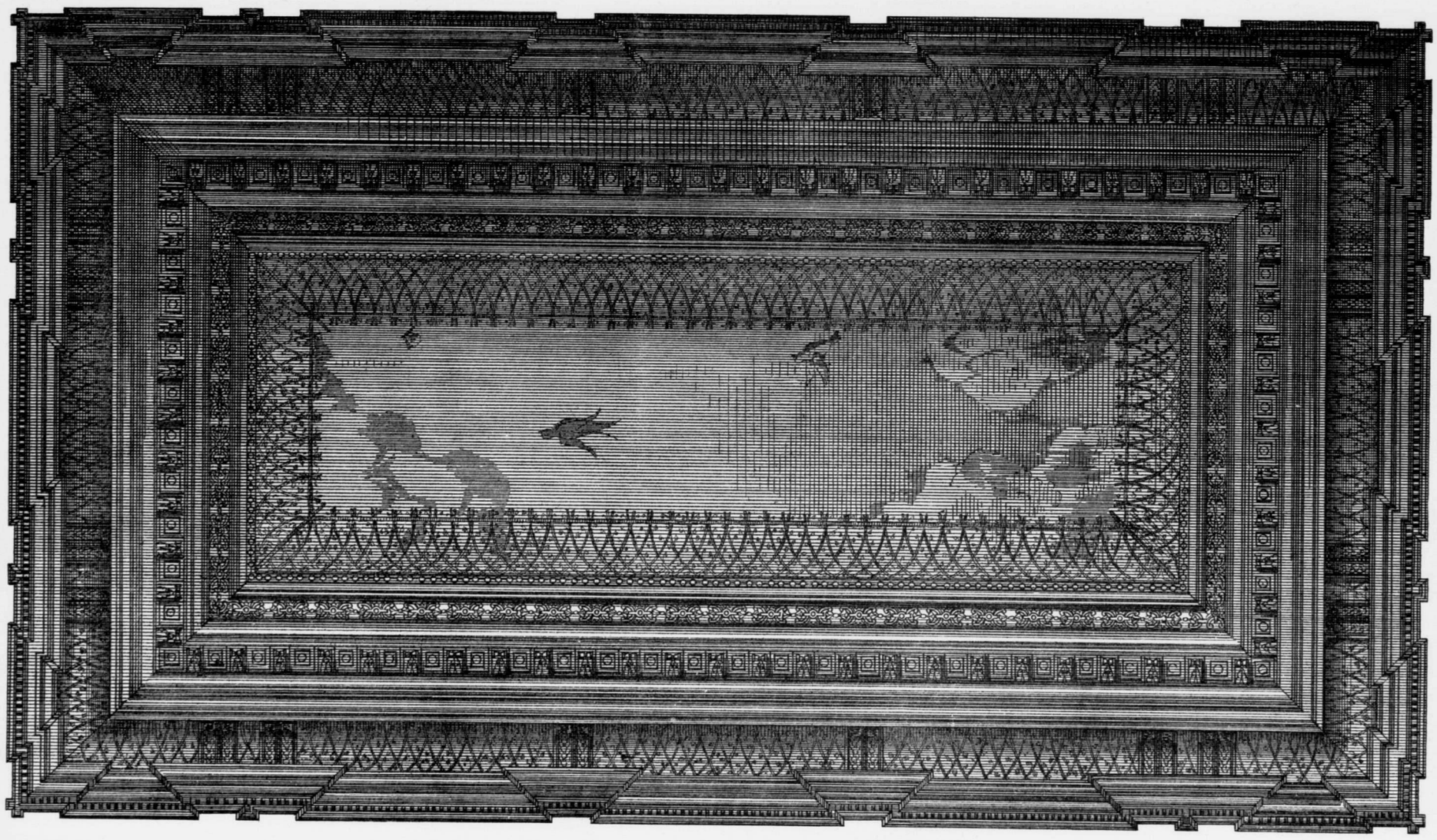
Bouwkundig Tijdschrift I^e Deel.
(Deel 27 der Bouwkundige Bijdragen)

C. MUYSKEN
ARCHITECT.

PHOTO LITH. WEGNER & MOTTU AMST.

KASTEEL OUD-WASSENAAR.

PLAFOND VAN DE GROOTE ZAAL.

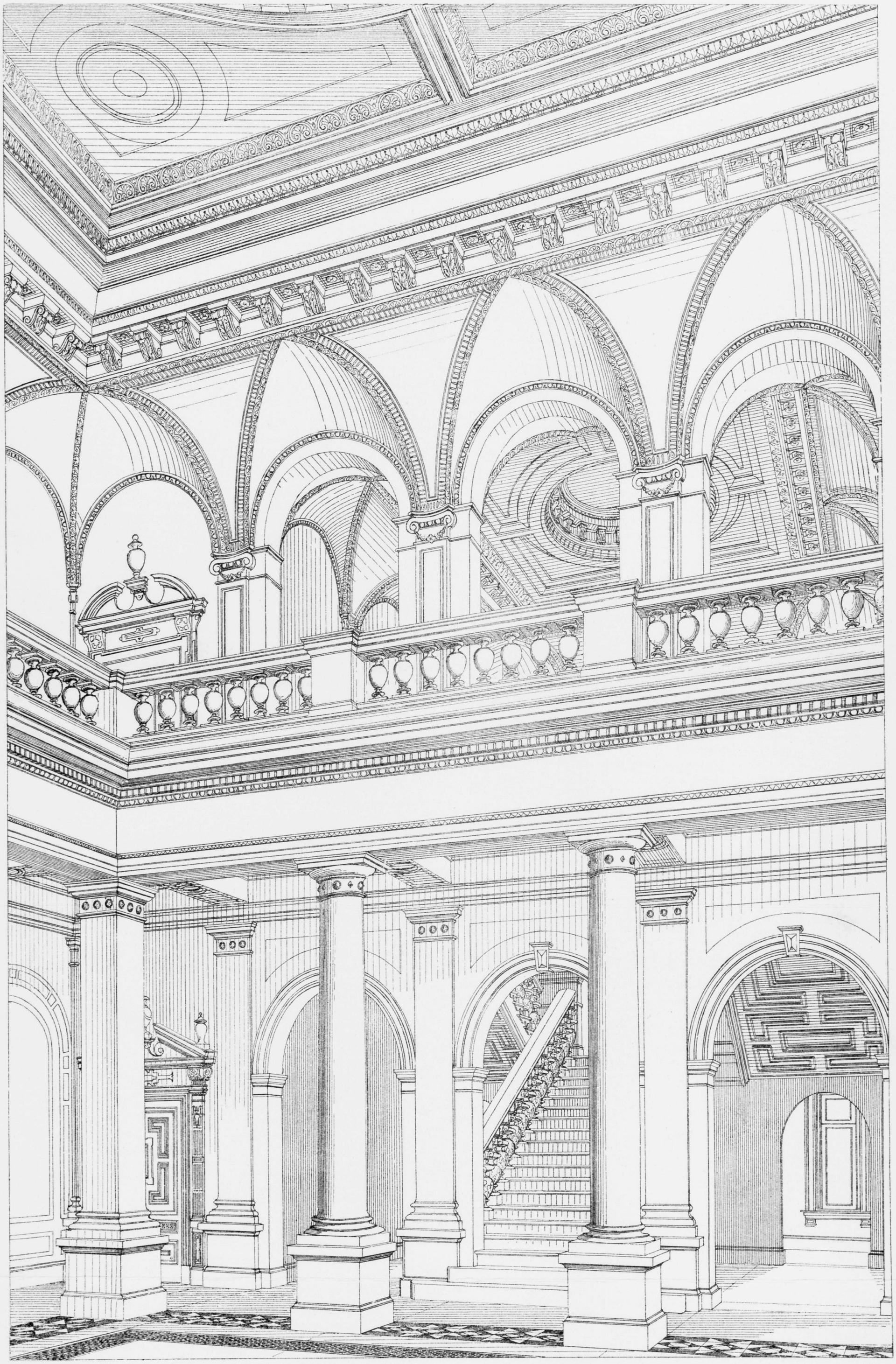


C. MUYSKEN
ARCHITECT.

PHOTO LITH: WEGNER & MOTTU AMST.

KASTEEL OUD-WASSENAAR.

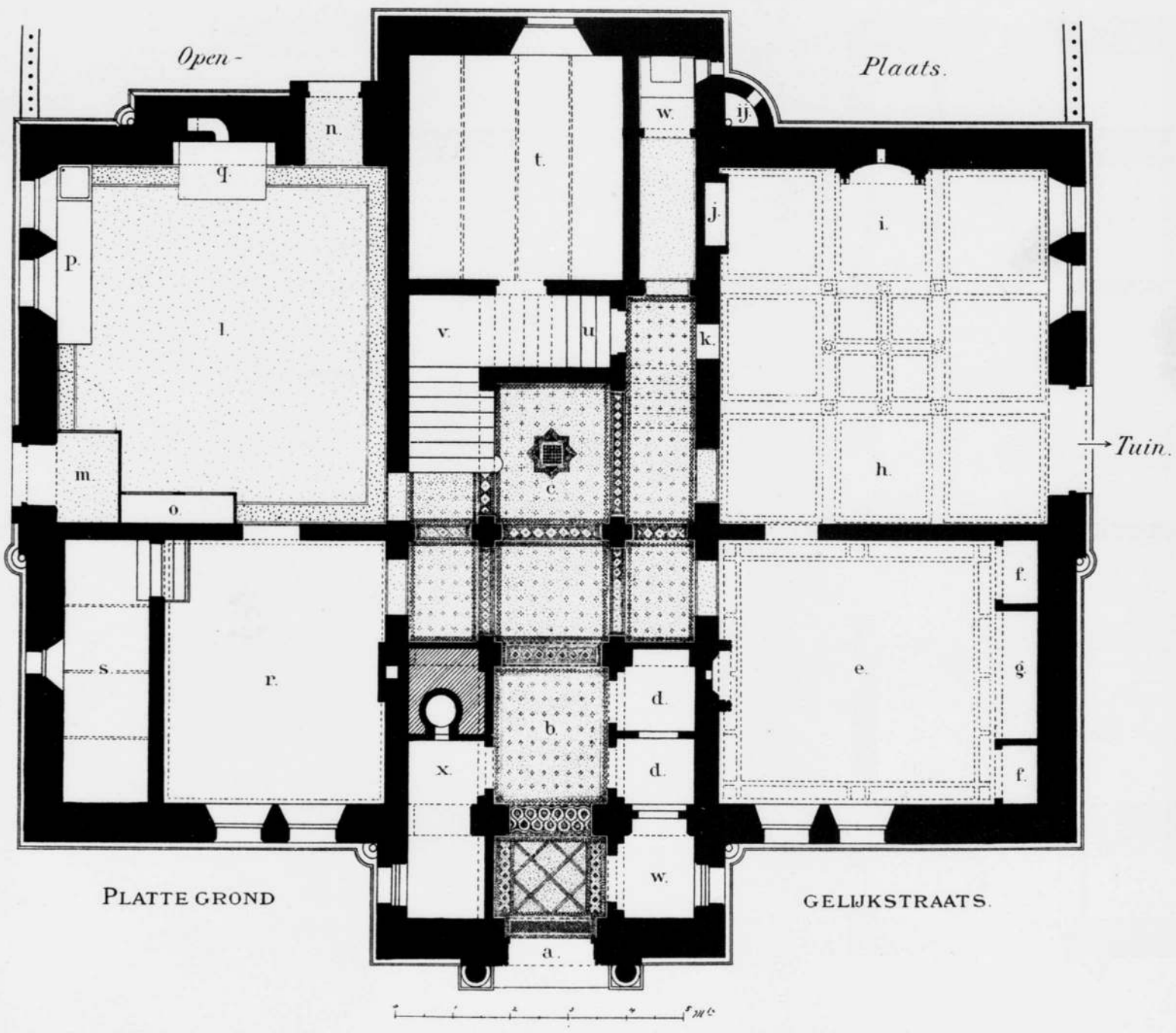
Vestibule en Trappenhuis.



Bouwkundig Tijdschrift I^e Deel.
(Deel 27 der Bouwkundige Bijdragen.)

C. Muysken
Architect.

Photo Lith. Wegner & Mottu Amst.



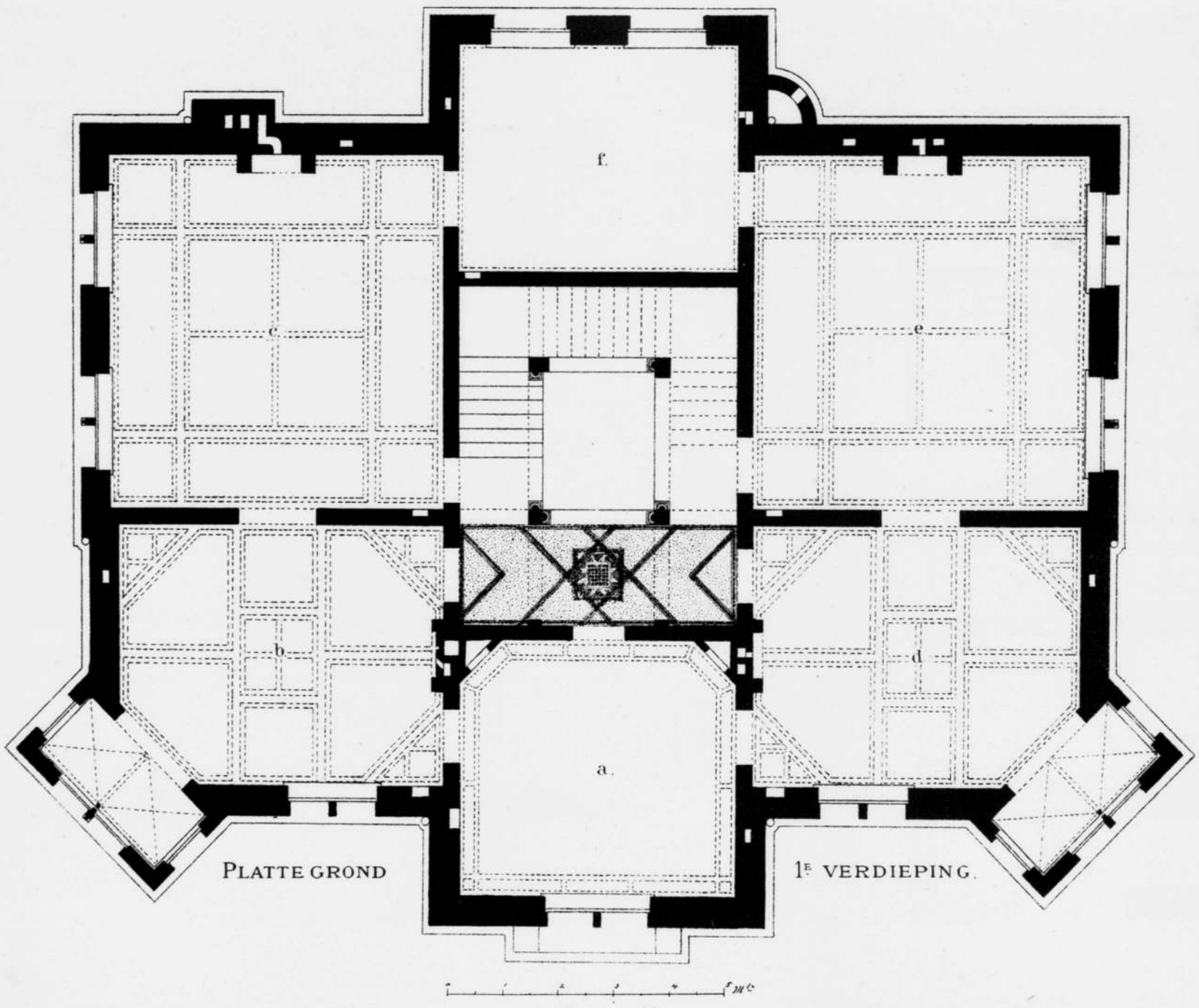
PLATTE GROND GELIJKSTRAATS.

WONING V. D. HOOFD DIRECTEUR DER RIJKS-MUSEUM GEBOUWEN TE AMSTERDAM.

Bouwkundig Tijdschrift I^e Deel.
(Deel 27 der Bouwkundige Bijdragen)

P. J. H. CUYPERS
ARCHITEKT.

PHOTO LITH. WEGNER & MOTTU. AMST.

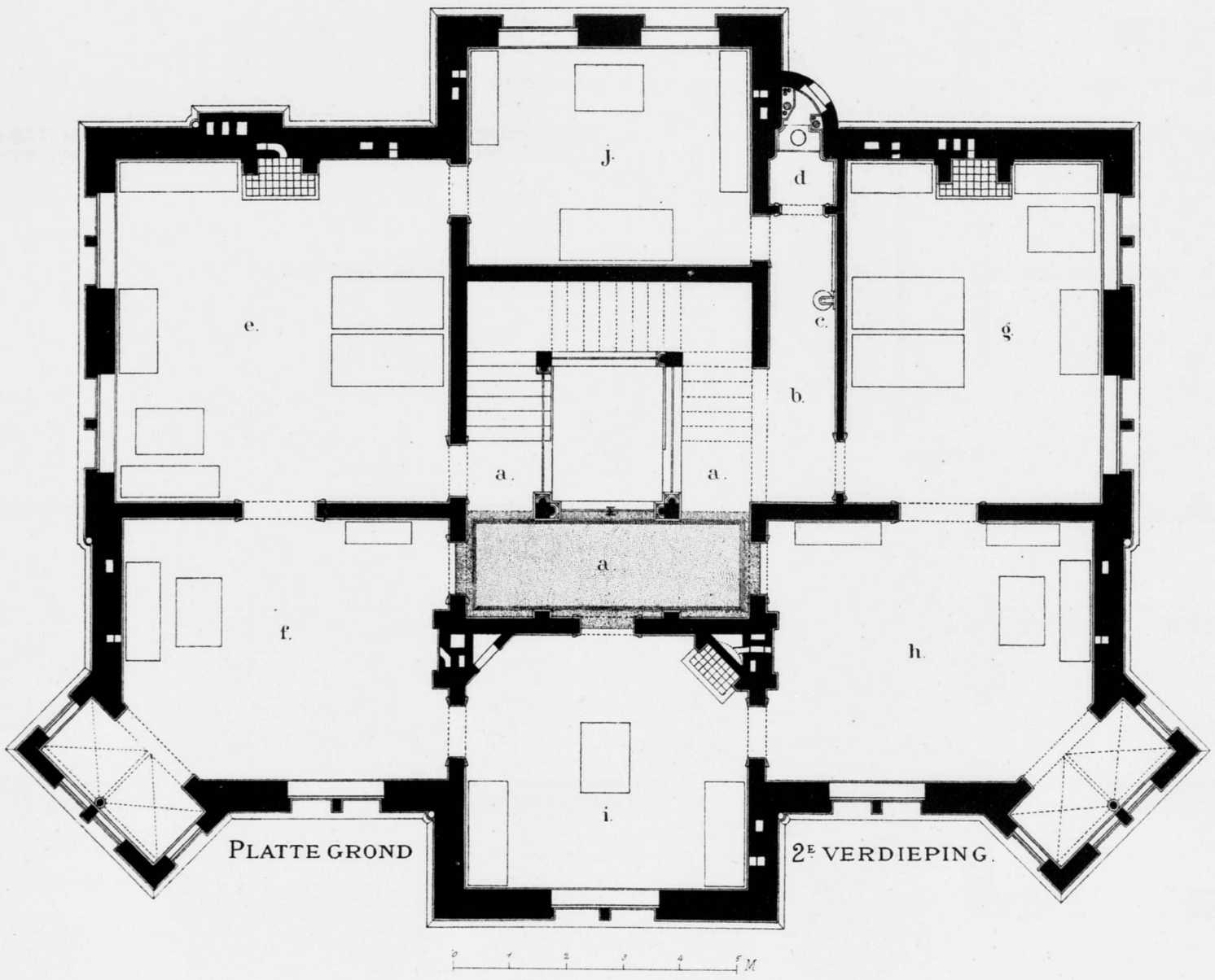


WONING V D. HOOFD DIRECTEUR DER RIJKS-MUSEUM GEBOUWEN TE AMSTERDAM.

Bouwkundig Tijdschrift 1e Deel.
(Deel 25 der Bouwkundige Bijdragen)

P J H CUYPERS
ARCHITEKT.

PHOTO LITH. WEGNER & MOTTU AMST.

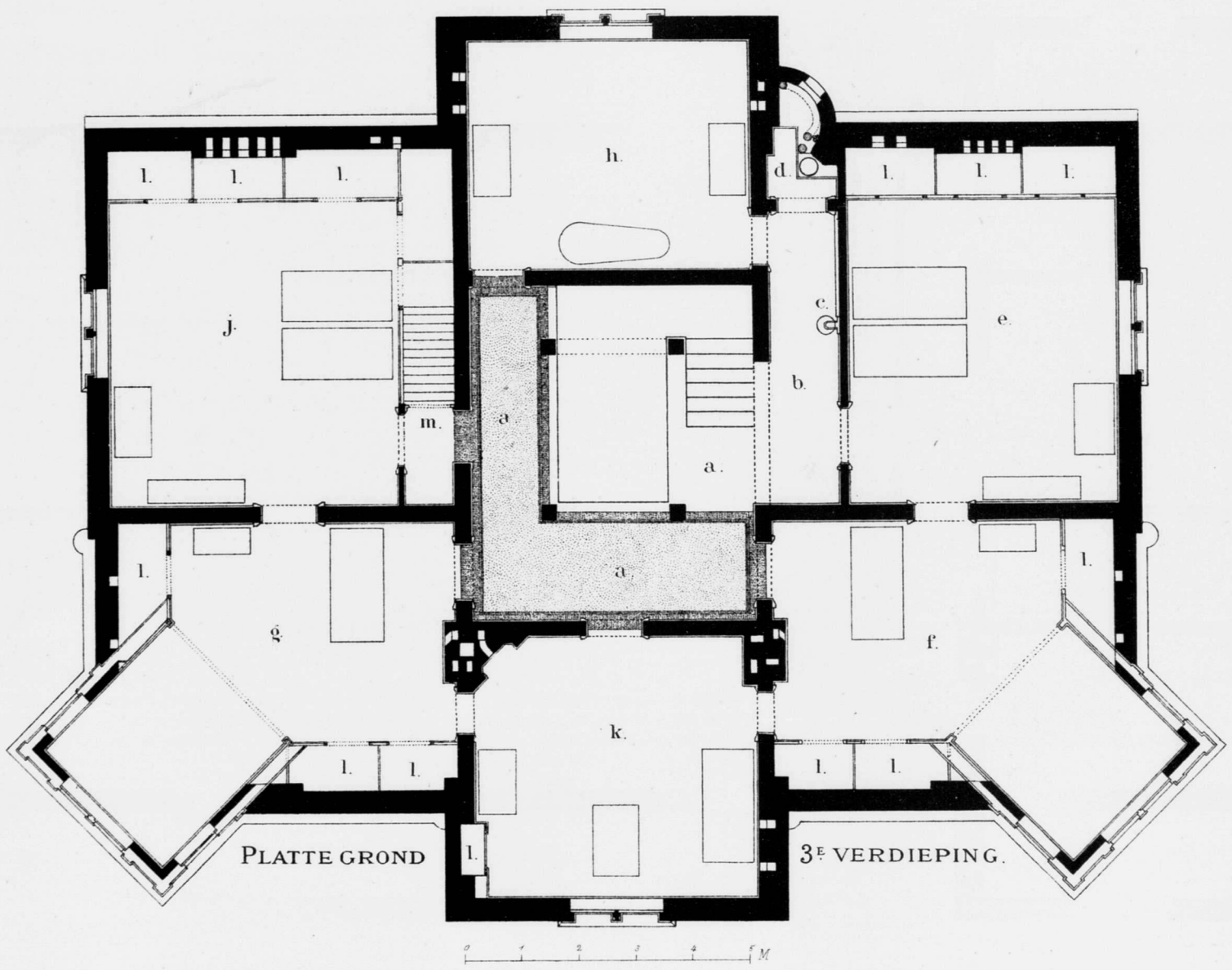


WONING V. D. HOOFD DIRECTEUR DER RIJKS-MUSEUM GEBOUWEN TE AMSTERDAM.

Bouwkundig Tijdschrift 1e Deel.
(Deel 27 der Bouwkundige Bijdragen)

P. J. H. CUYPERS
ARCHITEKT.

PHOTO LITH. WEGNER & MOTTU AMST.

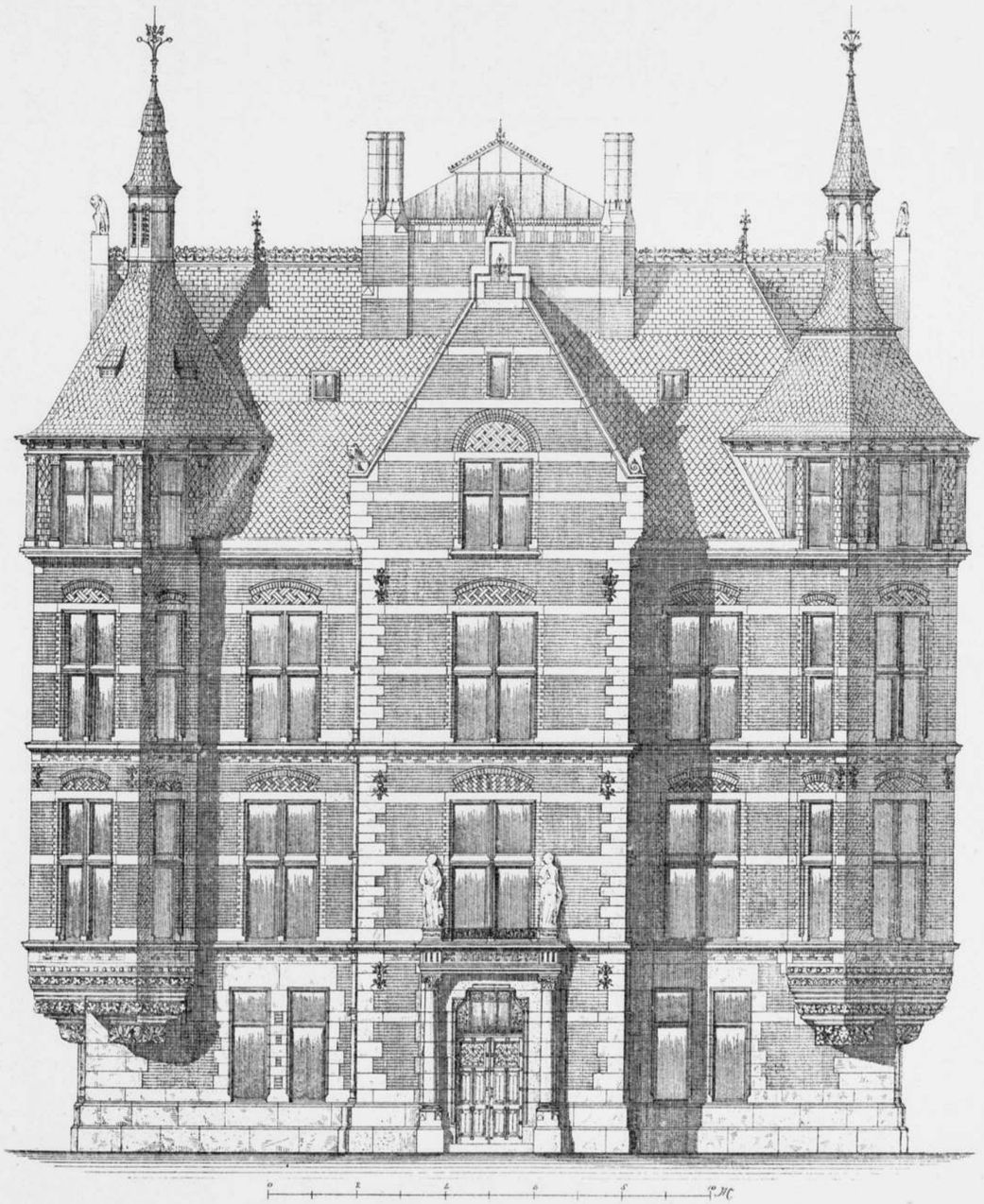


WONING V. D. HOOFD DIRECTEUR DER RIJKS-MUSEUM GEBOUWEN TE AMSTERDAM.

Bouwkundig Tijdschrift 1e Deel.
(Deel 27 der Bouwkundige Bijdragen)

P. J. H. CUYPERS
ARCHITEKT.

PHOTO LITH. WEGNER & MOTTU. AMST.



ZUIDELIJKE GEVEL.

WONING V.D. HOOFD DIRECTEUR DER RIJKS-MUSEUM GEBOUWEN TE AMSTERDAM.

Bouwkundig Tijdschrift 1e Deel.
(Deel 27 der Bouwkundige Bijdragen)

P.J.H. CUYPERS
ARCHITECT.

PHOTO LITH. WEGNER & MOTTU AMST.



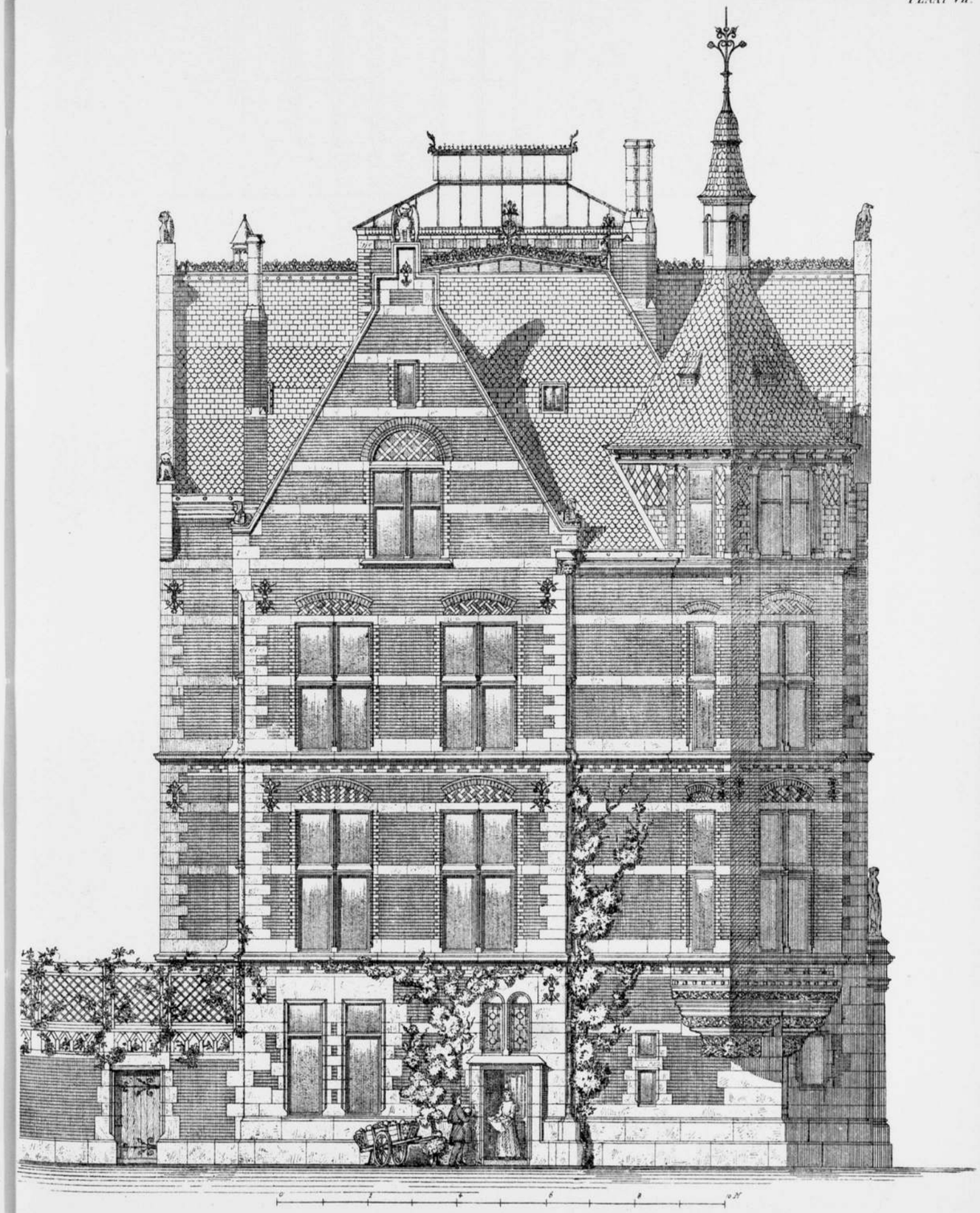
OOSTELIJKE GEVEL.

WONING V.D. HOOFD DIRECTEUR DER RIJKS-MUSEUM GEBOUWEN TE AMSTERDAM.

Bouwkundig Tijdschrift 1ste Deel.
(Deel 27 der Bouwkundige Bijdragen)

P.J.H. CUYPERS
ARCHITEKT.

PHOTO LITH. WEGNER & MOTTU. AMST.



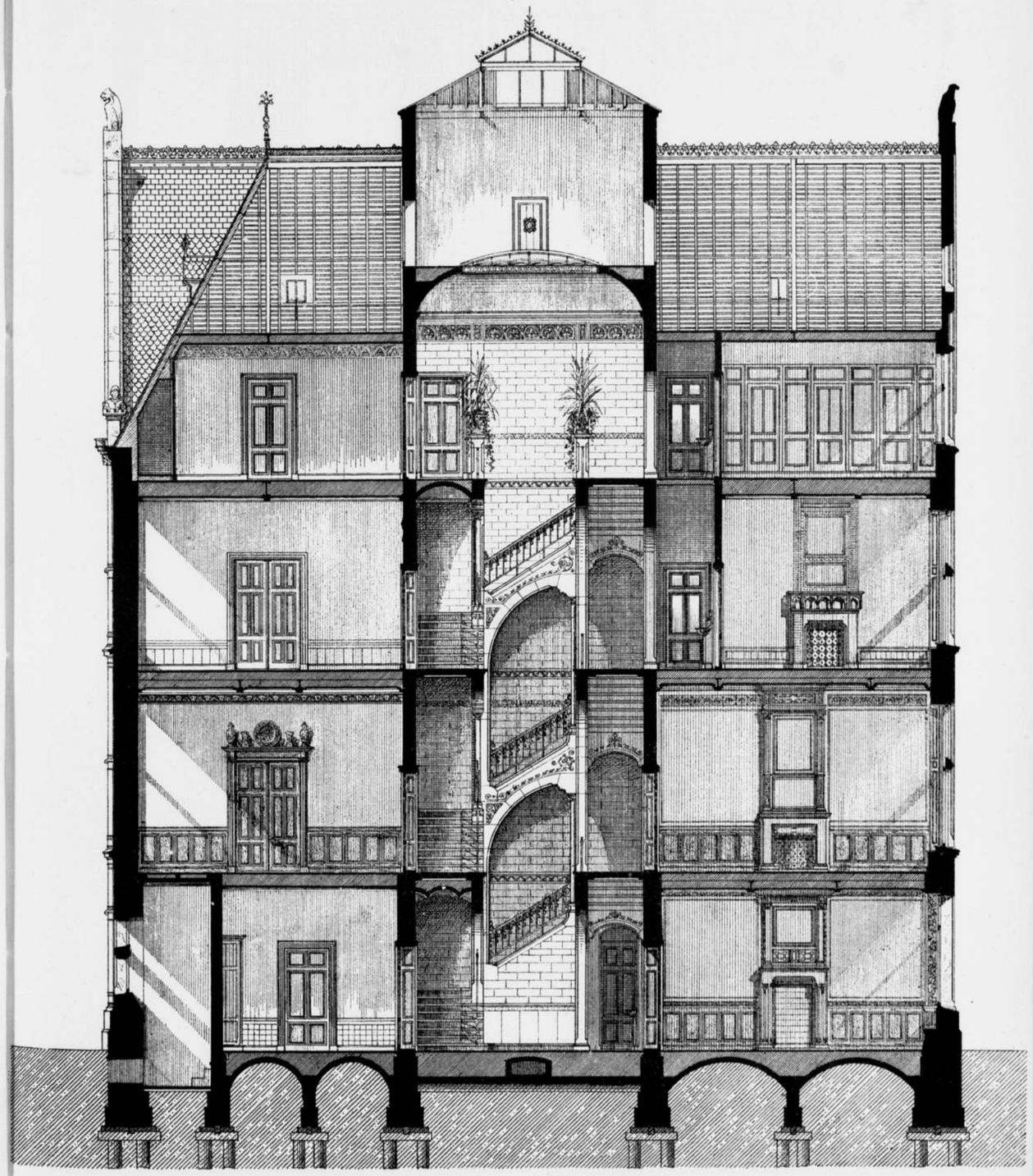
WESTELIJKE GEVEL.

WONING V.D. HOOFD DIRECTEUR DER RIJKS-MUSEUM GEBOUWEN TE AMSTERDAM.

Bouwkundig Tijdschrift I^e Deel.
(Deel 27 der Bouwkundige Bijdragen)

P.J.H. CUYPERS
ARCHITEKT.

PHOTO LITH. WEGNER & MOTTU AMST.



0 2 4 6 8 10 M.

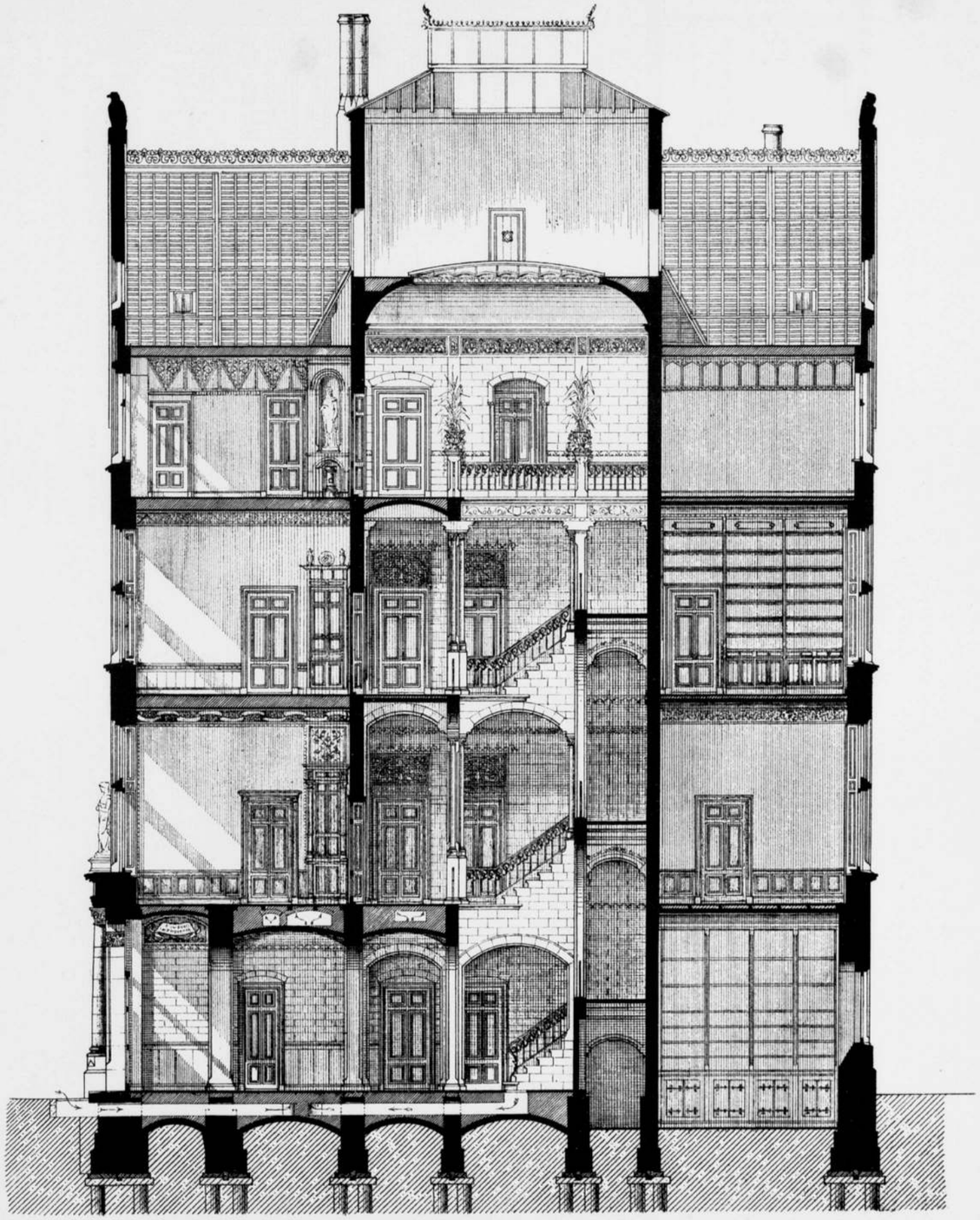
DOORSNEDE.

WONING V.D. HOOFD DIRECTEUR DER RIJKS-MUSEUM GEBOUWEN TE AMSTERDAM.

Bouwkundig Tijdschrift 1ste Deel.
(Deel 27 der Bouwkundige Bijdragen)

P.J.H. CUYPERS
ARCHITEKT.

PHOTO LITH. WEGNER & MOTTU AMST.



DOORSNEDE.

WONING V.D. HOOFD DIRECTEUR DER RIJKS-MUSEUM GEBOUWEN TE AMSTERDAM.

P.J.H. CUYPERS
ARCHITECT.

Bouwkundig Tijdschrift I Deel
(Deel 27 der Bouwkundige Bijdragen)

PHOTO LITH. WEGNER & MOLTO. AMST.

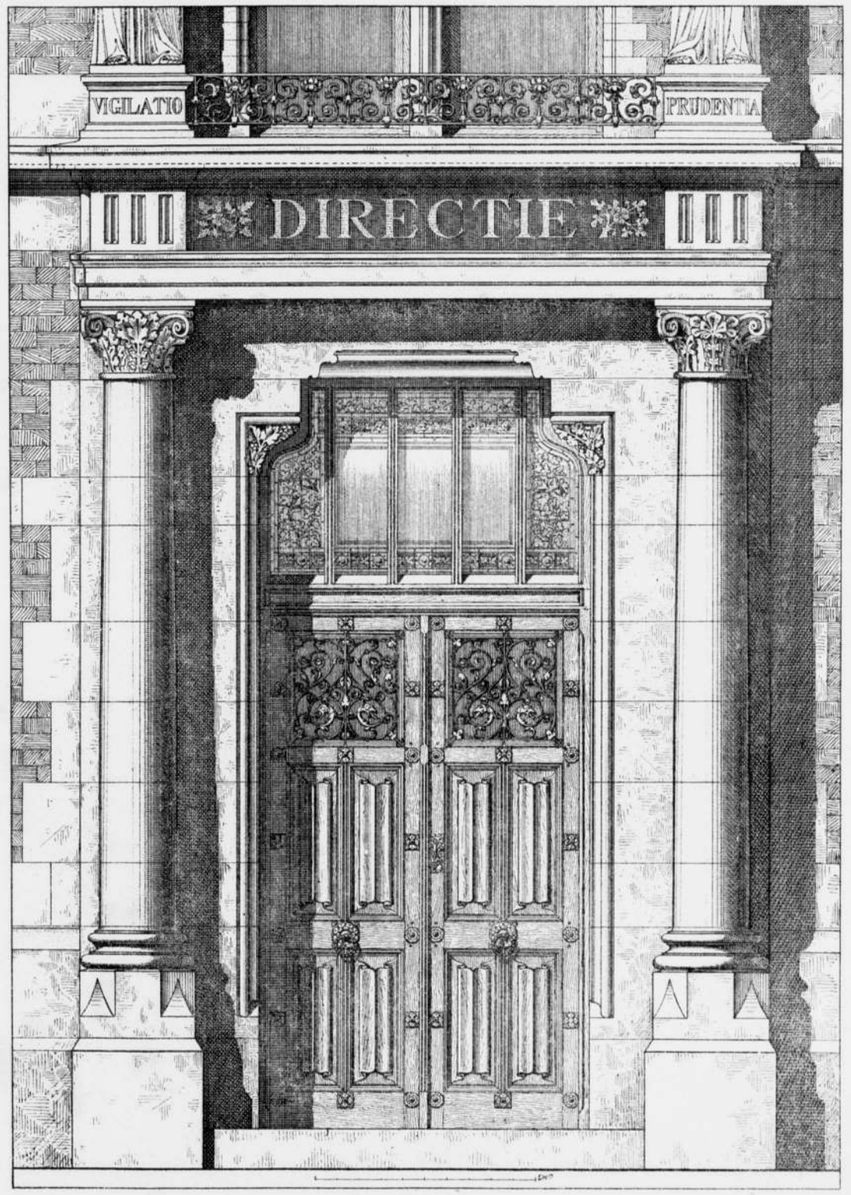


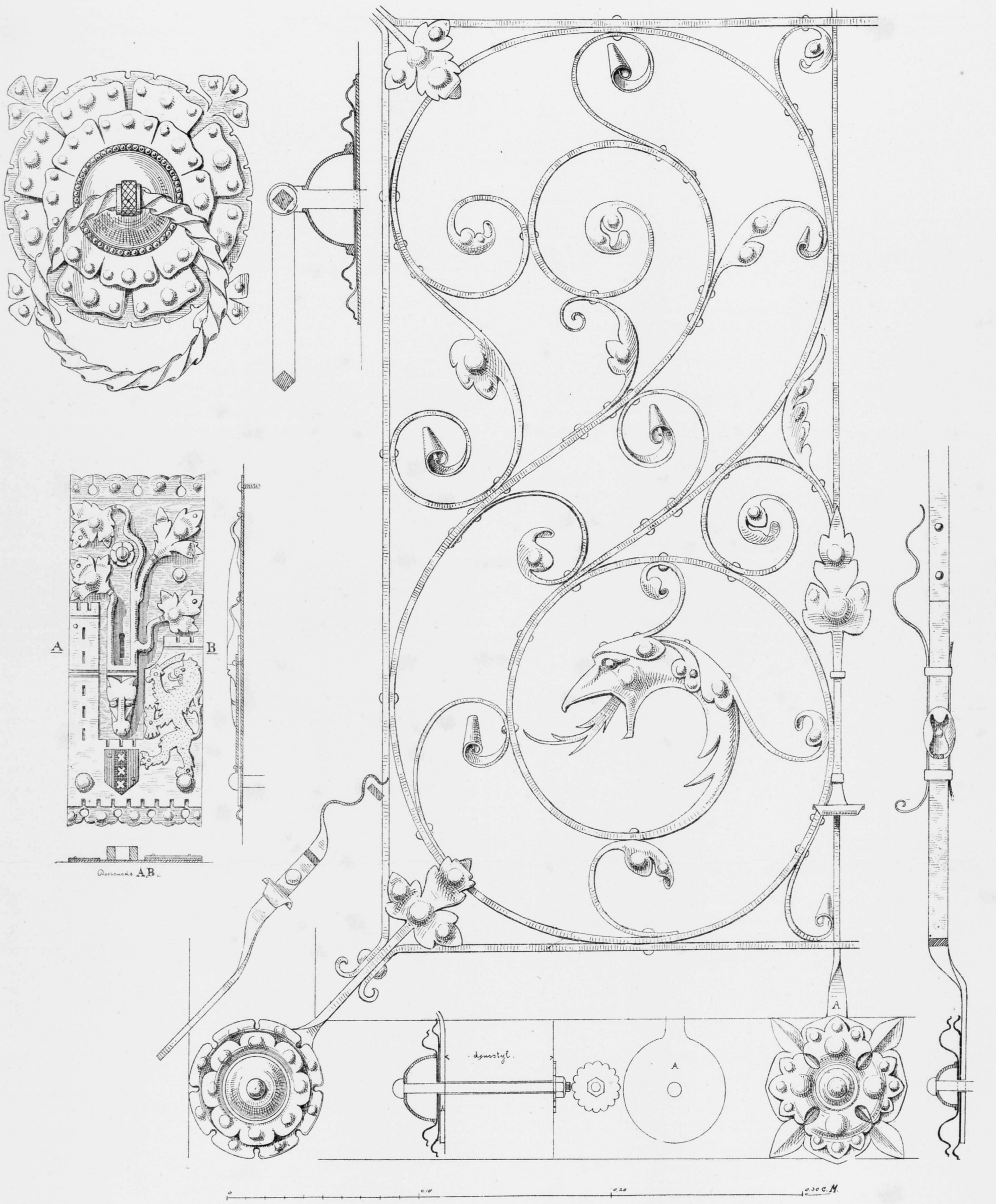
PHOTO-LITH. WEGNER & MOTTU AMST.

HOOFD-INGANG.

WONING V.D. HOOFD DIRECTEUR DER RIJKS-MUSEUM GEBOUWEN TE AMSTERDAM.

Bouwkundig Tijdschrift 1e Deel
(Deel 27 der Bouwkundige Bijdragen)

P J H CUYPERS
ARCHITEKT.



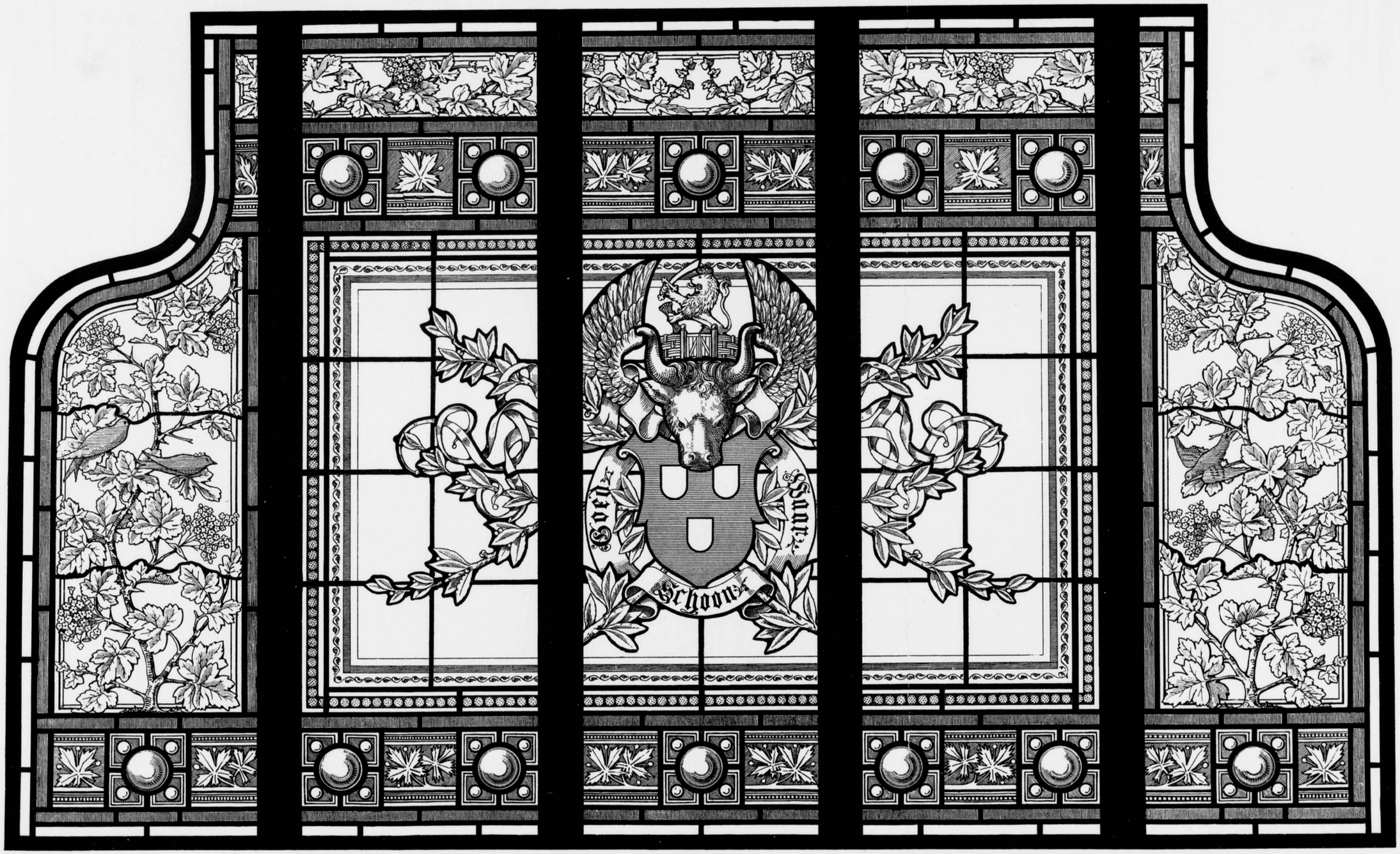
DETAILS IJZERWERK VAN DEN HOOFD-INGANG.

WONING V. D. HOOFD DIRECTEUR DER RIJKS-MUSEUM GEBOUWEN TE AMSTERDAM.

Bouwkundig Tijdschrift I^e Deel.
(Deel 27 der Bouwkundige Bijdragen)

P. J. H. CUYPERS
ARCHITEKT.

PHOTO LITH. WEGNER & MOTTU AMST.



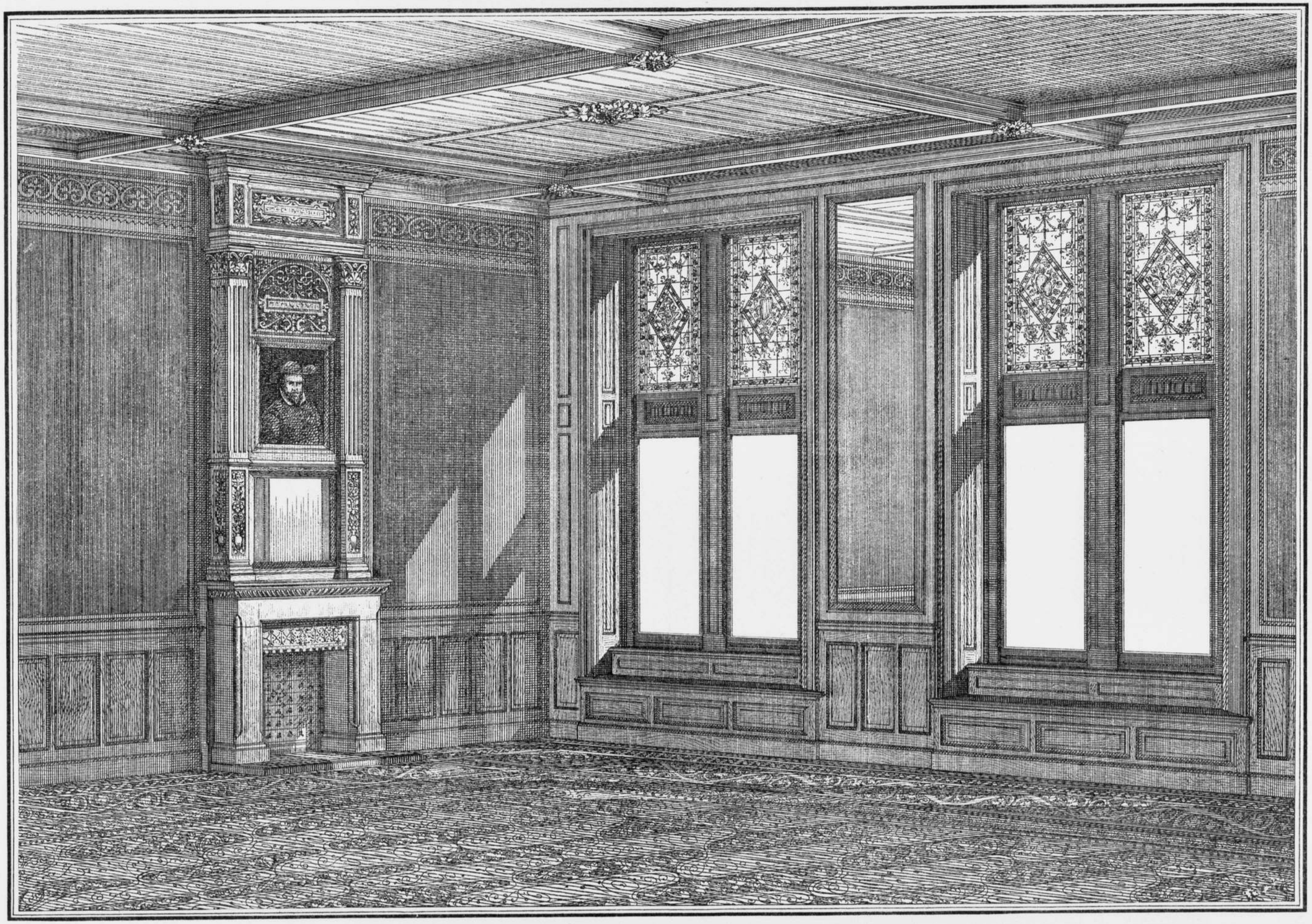
BOVENLICHT VAN DEN HOOFD-INGANG

WONING V. D. HOOFD DIRECTEUR DER RIJKS-MUSEUM GEBOUWEN TE AMSTERDAM.

P. J. H. CUYPERS
ARCHITEKT.

Bouwkundig Tijdschrift I^e Deel.
(Deel 27 der Bouwkundige Bijdragen)

PHOTO LITH. WEGNER & MOTTU AMST.



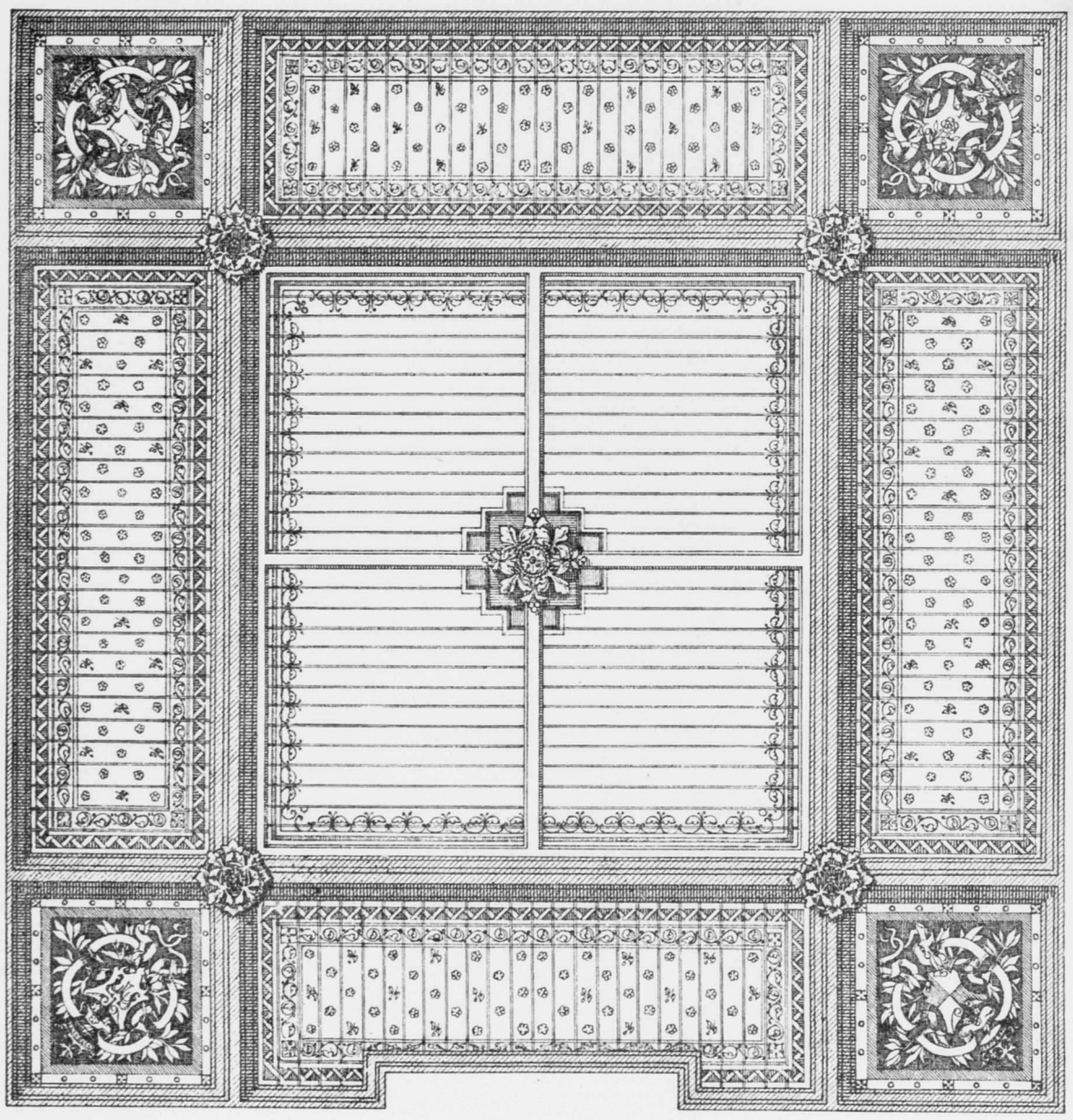
ZAAL OP DE 1E VERDIEPING.

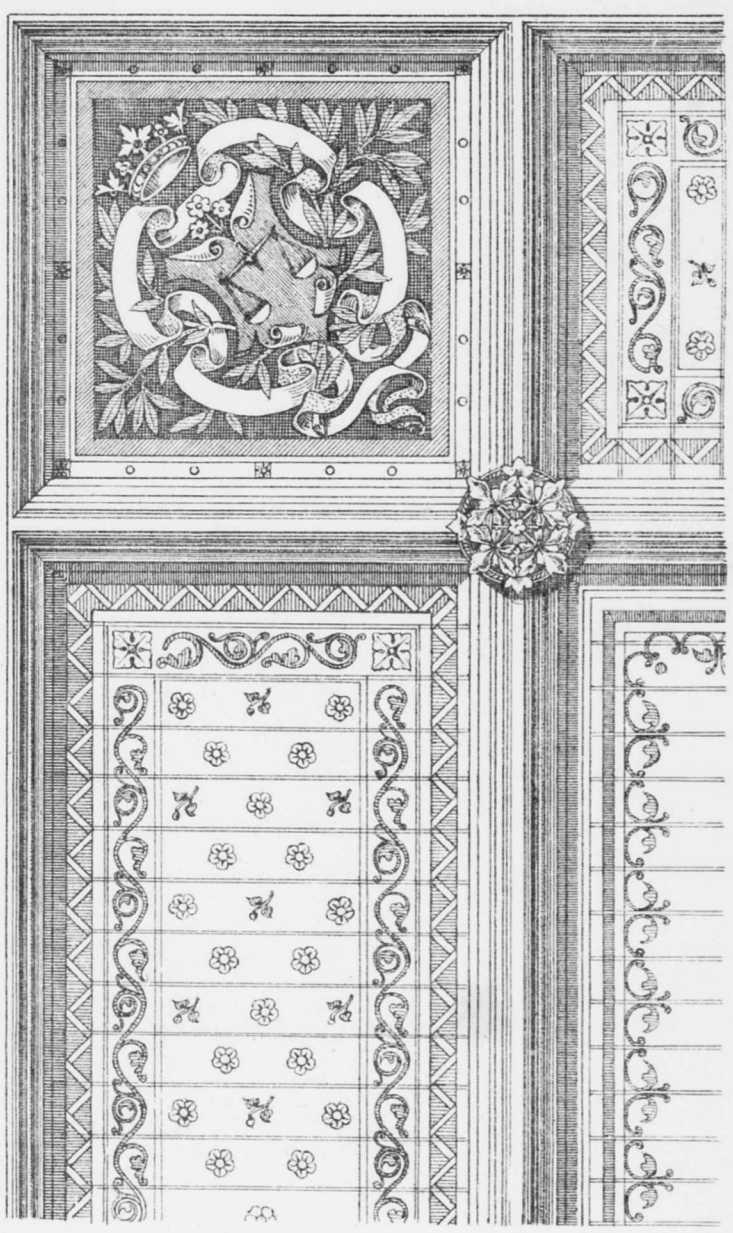
WONING V. D. HOOFD DIRECTEUR DER RIJKS-MUSEUM GEBOUWEN TE AMSTERDAM.

P. J. H. CUYPERS
ARCHITEKT.

PHOTO-LITH. WEGNER & MOTTU. AMST.

Bouwkundig Tijdschrift I Deel.
(Deel 27 der Bouwkundige Bijdragen.)





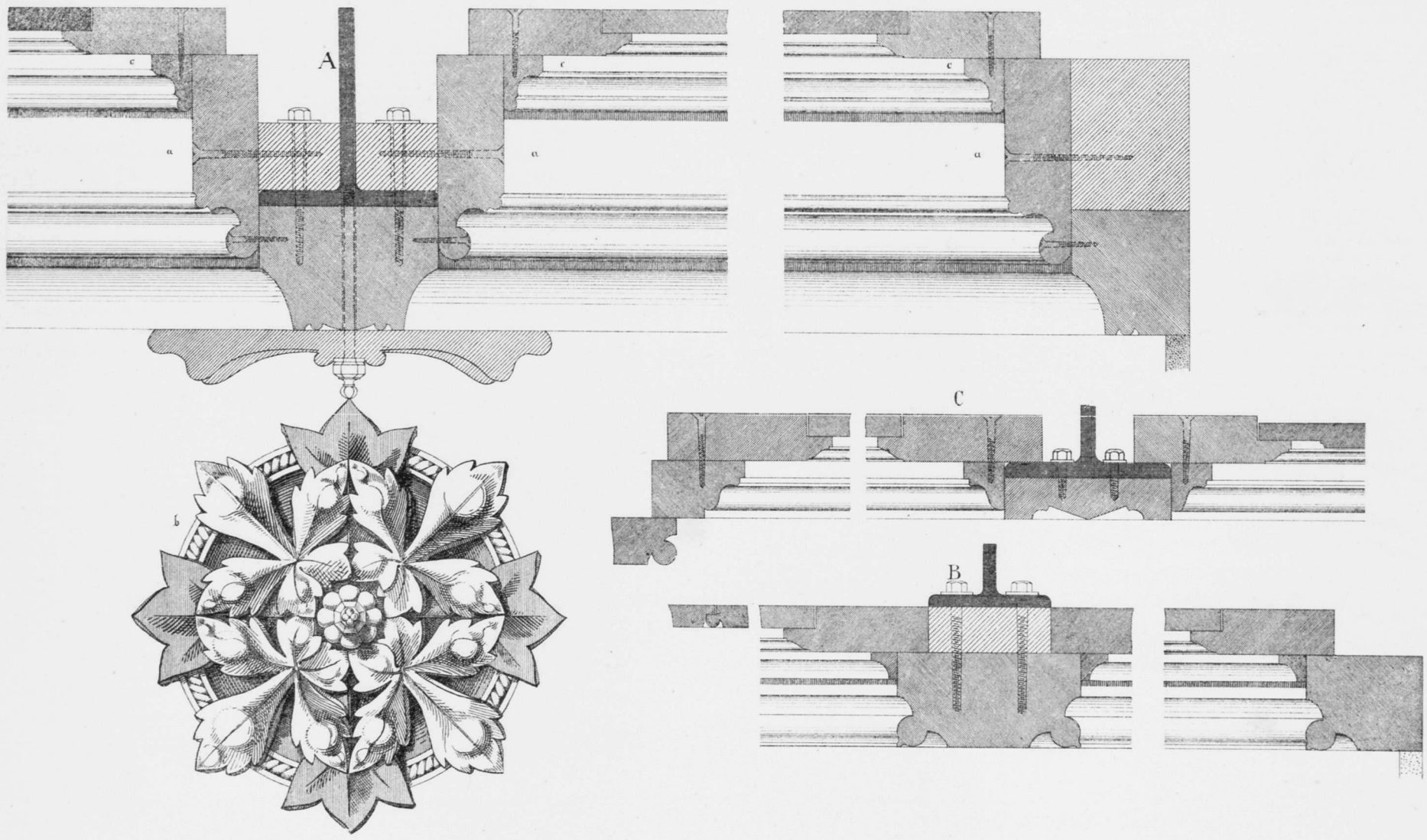
PLAFOND ZAAL 1E VERDIEPING.

WONING V D. HOOFD DIRECTEUR DER RIJKS-MUSEUM GEBOUWEN TE AMSTERDAM.

Bouwkundig Tijdschrift 1e Deel.
(Deel 27 der Bouwkundige Bijdragen)

P J H CUYPERS
ARCHITEKT.

PHOTO LITH. WEGNER & MOTTU AMST.



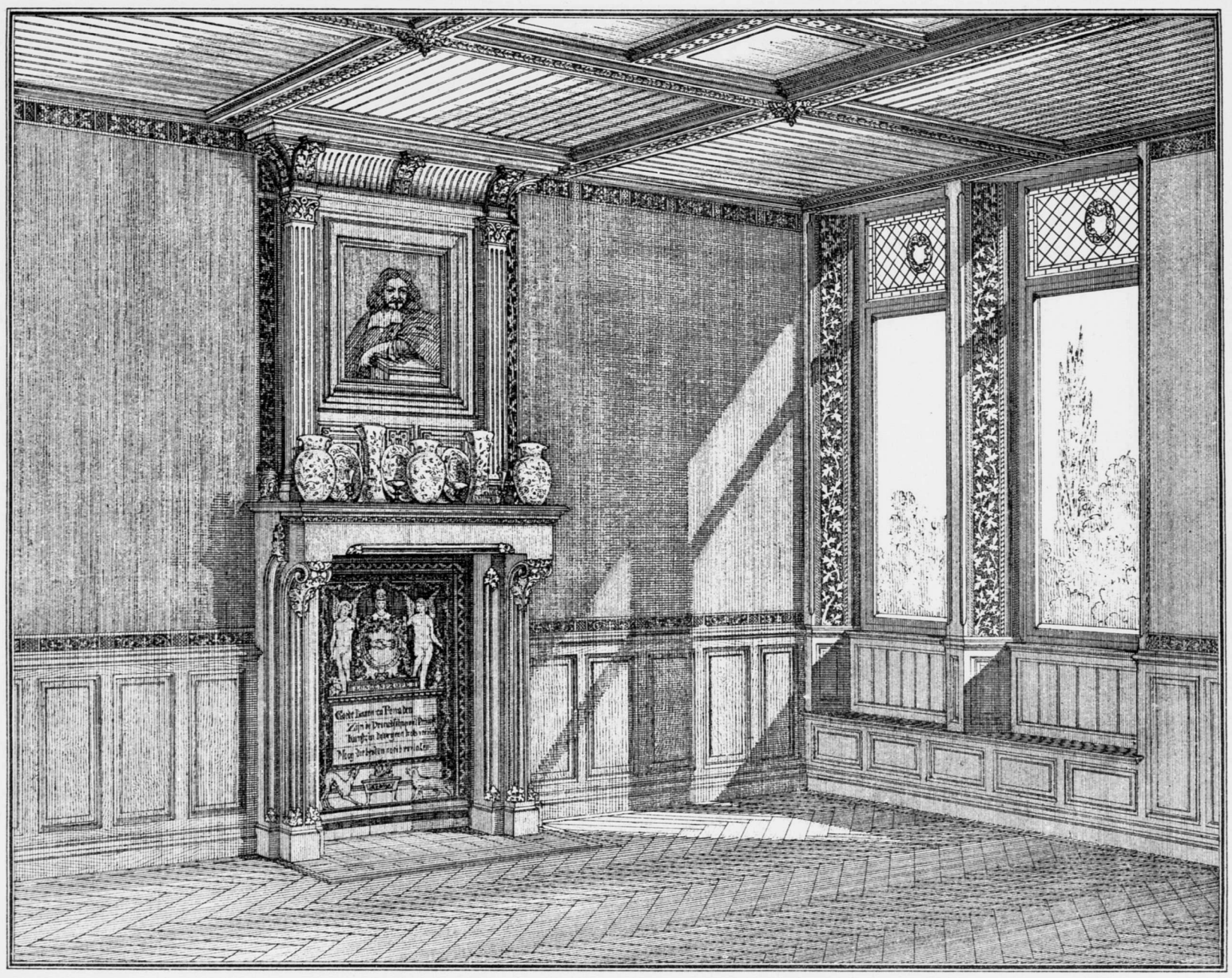
DETAILS DER PLAFOND-BETIMMERINGEN.

WONING V. D. HOOFD DIRECTEUR DER RIJKS-MUSEUM GEBOUWEN TE AMSTERDAM.

Bouwkundig Tijdschrift I^e Deel.
(Deel 27 der Bouwkundige Bijdragen)

P. J. H. CUYPERS
ARCHITEKT.

PHOTO LITH. WEGNER & MOTTU AMST.



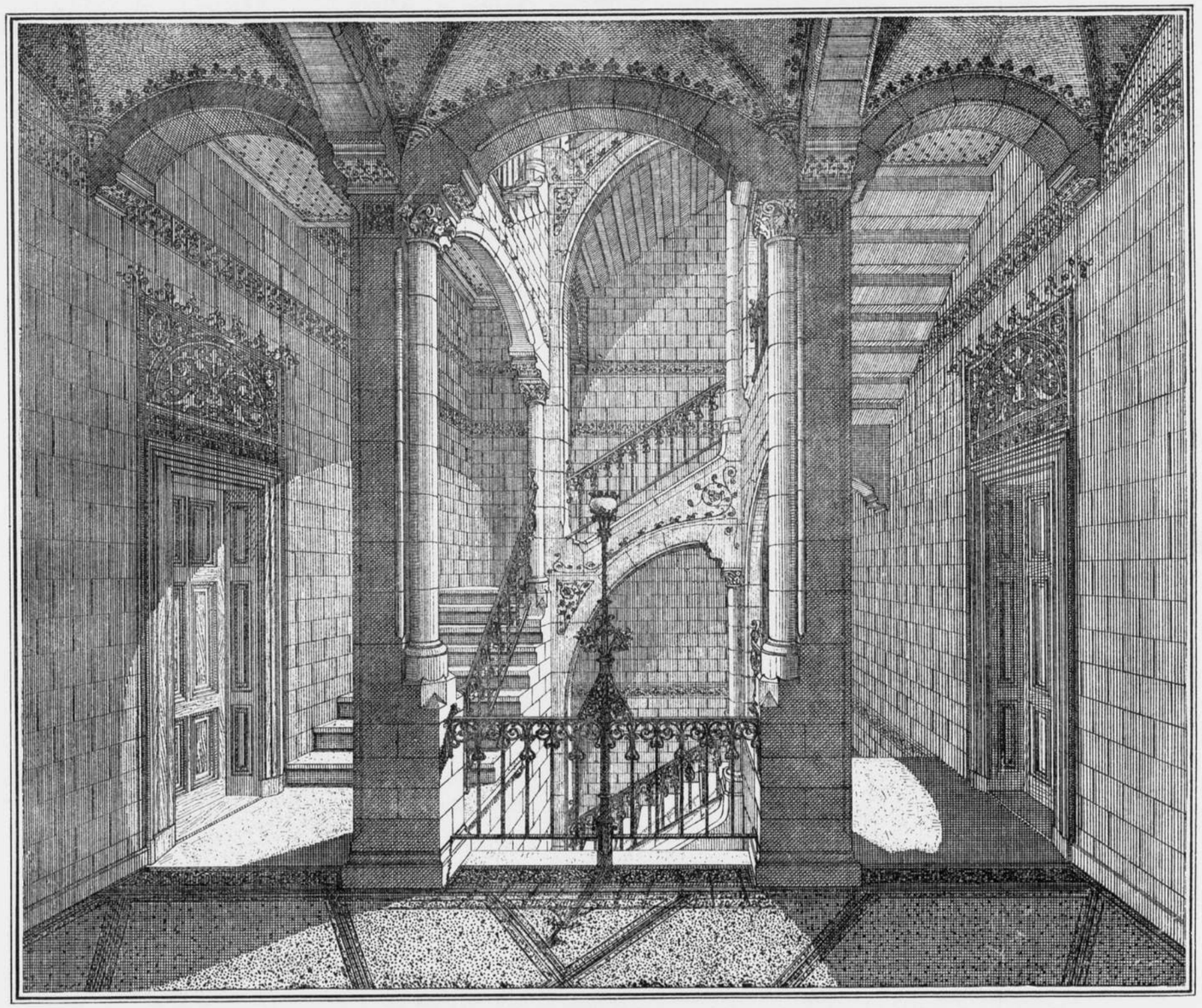
SCHOORSTEEN EETZAAL.

WONING V. D. HOOFD DIRECTEUR DER RIJKS-MUSEUM GEBOUWEN TE AMSTERDAM.

Bouwkundig Tijdschrift I^e Deel.
(Deel 27 der Bouwkundige Bijdragen)

P. J. H. CUYPERS
ARCHITEKT.

PHOTO LITH. WEGNER & MOTTU AMST.



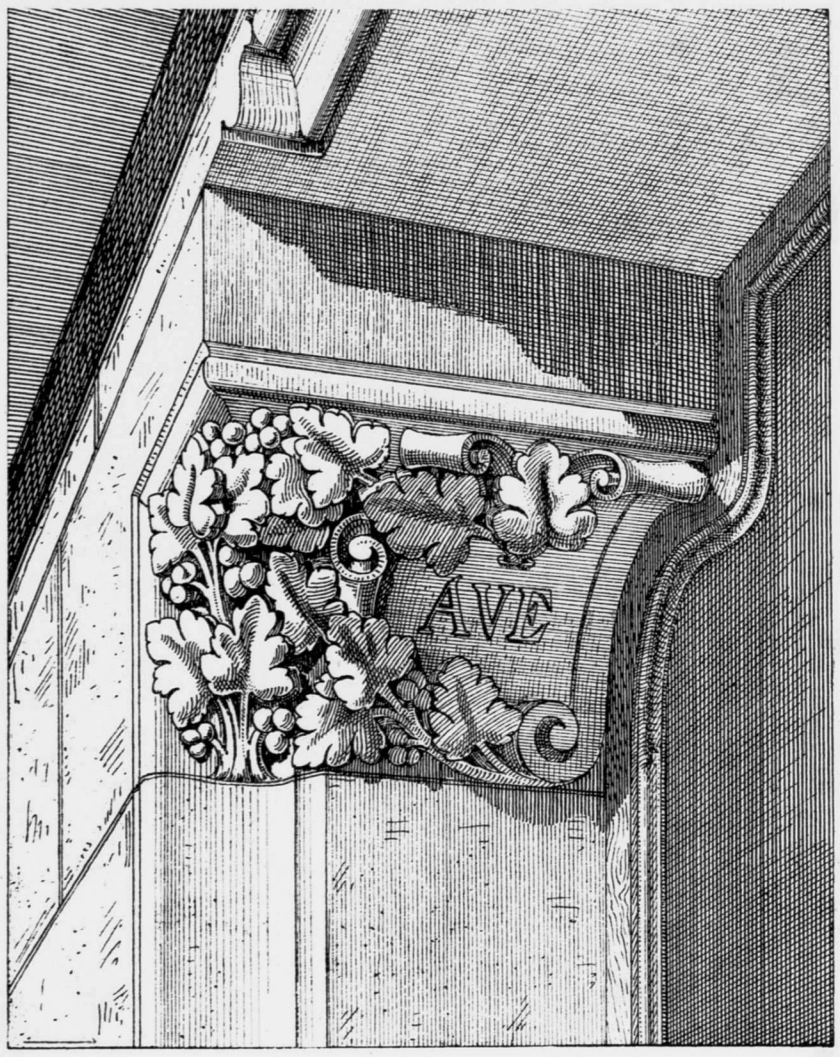
TRAPZAAL OP DE 1E VERDIEPING.

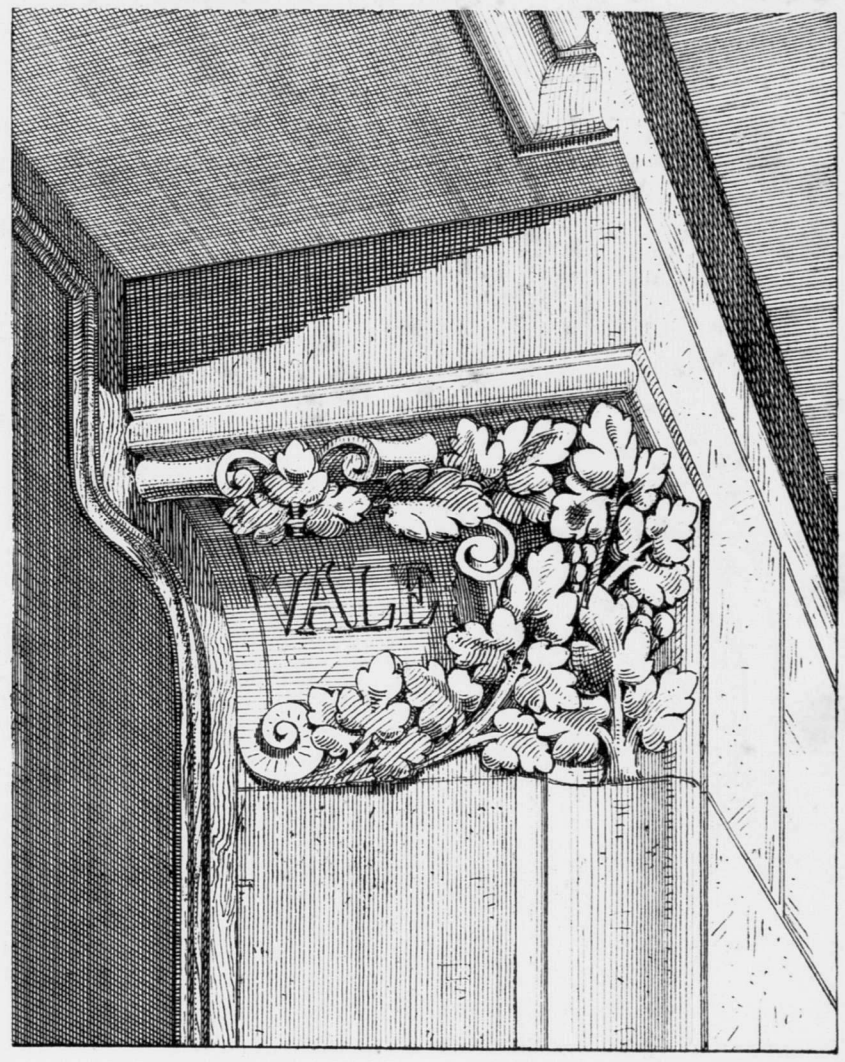
WONING V. D. HOOFD DIRECTEUR DER RIJKS-MUSEUM GEBOUWEN TE AMSTERDAM.

Bouwkundig Tijdschrift 1e Deel.
(Deel 27 der Bouwkundige Bijdragen)

P. J. H. CUYPERS
ARCHITEKT.

PHOTO LITH. WEGNER & MOTTU AMST.





KRAAGSTEENEN.

WONING V. D. HOOFD DIRECTEUR DER RIJKS-MUSEUM GEBOUWEN TE AMSTERDAM.

Bouwkundig Tijdschrift I^e Deel.
(Deel 27 der Bouwkundige Bijdragen)

P. J. H. CUYPERS
ARCHITEKT.

PHOTO LITH. WEGNER & MOTTU AMST.

MAATSCHAPPIJ

TOT BEVORDERING DER BOUWKUNST.

BESCHERMHEER Z. M. DE KONING.

BOUWKUNDIG TIJDSCHRIFT

DEEL II.

DEEL 28 DER BOUWKUNDIGE BIJDRAGEN.



POLYTECHNISCHE SCHOOL

AMSTERDAM

DE ERVEN H. VAN MUNSTER & ZOON.

1882.

INHOUD.

EEN KINDERZIEKENHUIS, door H. P. VOGEL, Architekt . . . . . bladz.: 1.
DE WOON- EN KOETSHUIZEN van Mr. J. J. SCHMOLCK te 's Hage, door H. P. VOGEL, Architekt . . . . . „ 4.
HET GYMNASIUM te NIJMEGEN, door J. J. WEVE, Architekt. . . . . „ 5.
PROEVE EENER VERZAMELING VAN VOORSCHRIFTEN voor het bepalen der dwarsafmetingen van de onderdeelen der bouwkundige constructiën, welke dagelijks op het gebied der burgelijke bouwkunde voorkomen, door J. G. J. VAN ROOSMALEN. „ 9.
DE NIEUWE KERK MET BIJGEBOUW aan den Singel te SCHIEDAM, door E. J. MARGRY, Architekt. . . . . „ 25.
HET MECHANISCH ONDERZOEK NAAR DE EIGENSCHAPPEN VAN MORTELS, door J. A. FREDERIKS. . . . . „ 28.

PLATEN.

EEN KINDERZIEKENHUIS.

1 en 2. I—II. Platte gronden.
3 en 4. III—IV. Platte grond en Voorgevel.

WOON- EN KOETSHUIZEN van Mr. J. J. SCHMOLCK.

5. I. Platte grond v. h. Woonhuis.
6. II. Plan, verdieping v. h. „
7. III. Voorgevel „ „ „
8—11. IV—VII. Detailteekening v. h. Woonhuis.
12. VIII. Plattegronden „ „ Koetshuis.
13. IX. Voorgevel „ „ „

HET GYMNASIUM te NIJMEGEN.

14. I. Parterre.
15. II. Verdieping.
16. III. Lengte-doorsnede.
17. IV. Dwars-doorsnede.
18. V. Voorgevel.
19. VI. Achtergevel.
20—23. VII—X. Detail van den Voorgevel.
24 en 25. XI en XII. Vestibule.
26. XIII. Details.

DE NIEUWE KERK MET BIJGEBOUW aan den Singel te SCHIEDAM.

27. I. Platte grond.
28 en 29. II en III. Voorgevel.
30 en 31. IV. en V. Perspectiefteekening.
32. VI. Details.
33 en 34. VII en VIII. Doorsnede.
35. IX. Doorsnede.
36. X. Details.

HET MECHANISCH ONDERZOEK NAAR DE EIGENSCHAPPEN VAN MORTELS.

37. I. Proefvormen.
38 en 39. II. Toestellen tot het bepalen van den absoluten weêrstand
40. III. Dichtheidsmeters.

DRIE ONTWERPEN OP KUNST-INDUSTRIEEL GEBIED.

41. I. Ontwerp voor een Studeerlamp.
42. II. „ „ „ Studeerlamp.
43. III. „ „ „ Kan.

EEN KINDER-ZIEKENHUIS.

Toen zich na het overlijden onzer Koningin Sophia eene Commissie had gevormd om de stichting van een monument ter Harer eere voortebereiden, kwam het denkbeeld — een Kinder-Ziekenhuis — in de eerste lijn in overweging en werd den ondergeteekende dientengevolge door een lid dier Commissie verzocht, dat denkbeeld te ontwikkelen en door een schetsontwerp toe te lichten.

Ofschoon de bouwsom nog niet met juistheid kon worden opgegeven, werd het aantal der te verplegen kinderen op ongeveer een honderdtal gesteld, terwijl zich daarnaar het geheele gebouw met al zijn eischen moest regelen.

Het ontwerp voorgesteld in Pl. I tot IV was het resultaat zijner overwegingen. In berg- en baksteen uitgevoerd, werd het door hem begroot op ± *f* 200000.

Ofschoon nu dat ontwerp niet ter uitvoering gekomen, doch door een eenvoudig badhuis voor minvermogende kinderen te Scheveningen is vervangen, vond de ondergeteekende het toch niet zonder eenig belang het in dit tijdschrift mede te deelen, en wel voornamelijk om de inrichting van het plan ten overstaan van de eischen aan een dergelijk gebouw verbonden. Redenen waarom hij ook de memorie van toelichting destijds aan het ontwerp gehecht, onveranderd heeft overgenomen, omdat het de grondslagen bevat waarop het berust en deze, in verschillende technische organen verspreid, thans ten gemakke van den lezer daarin beknopt zijn samengevat.

Aan de Hoofdcommissie voor den bouw der
SOPHIASTICHTING.

MEMORIE VAN TOELICHTING.

De ondergeteekende heeft de eer bij het indienen van een ontwerp voor een KINDER-ZIEKENHUIS, de grondslagen mede te deelen, waarop dat ontwerp berust.

Die grondslagen zijn geput uit de voornaamste stichtingen van dien aard in den laatsten tijd, en de gegevens daaromtrent verstrekt door mannen van gezag in Europa.

Tot de eersten daarvan behooren onder anderen de navolgende gebouwen, personen en corporatiën:

„Das Krankenhaus der Diakonissen-Anstalt Bethanien zu Berlin", welk gebouw, onder protectoraat van Hare Keizerlijke Majesteit, bestemd is tot opleiding van ziekenverpleegsters en de verzorging van mannelijke en vrouwelijke zieken.

Het, kort geleden gesticht, hospitaal „Sainte Eugénie et Maison de Santé à Lille", en

„Das neue Garnison-Lazareth zu Tempelhof bei Berlin".

Deze gebouwen hebben geleid, 1°. vóór de stichting, tot historisch onderzoek omtrent de eischen van dergelijke gebouwen en 2°. ná den bouw, tot onderzoek en vergelijking der verkregen resultaten met al die der voorafgaande stichtingen.

De wetenschappelijke personen en lichamen daarmeê belast waren, voor het Bethanien-Anstalt, Th. Stein, Königlich Regierungs- und Baurath" onder leiding van het „Königlich Ministerium der geistlichen, Unterrichts- und Medicinal Angelegenheiten".

Voor het tweede gebouw „l'Administration des hospices de Lille"; une Commission médicale choisie parmi les médicins et les Chirurgiens de Lille; „le Comité des inspecteurs généraux des établissements de bienfaisance"; „la Commission générale des bâtiments civils", terwijl later de bekende generaal Morin op verzoek van „la Commission des arts insalubres" daarover, na een ernstige studie, een hoogst belangrijk rapport uitbracht. Het project was vervaardigd door M. A. Mourcou, architecte des hospices de Lille.

Voor de kennis van het derde gebouw leze men de „Deutsche bauzeitung, 1877" en raadplege de „Evacuations-Pavillons in Bethanien" en het groot „Städtische Krankenhaus im Friedrichshain", bij welke gebouwen dezelfde architekten van het „Garnison-Lazareth", Gropius und Schmieden, betrokken waren.

Overigens zijn zeer belangrijk voor de kennis van dergelijke gebouwen de „Etude sur les hopitaux et sur les ambulances" van Ernest Bosc, een der meest gevierde architekten van onze dagen in Parijs, geschreven naar aanleiding van de werken der voornaamste chirurgen en medici, die aan het hoofd der diensten in de hospitalen te Parijs geplaatst zijn.

Onder deze laatsten acht ik het noodig er eenigen te noemen en tevens hunne meening omtrent enkele hoofdpunten mede te deelen.

In een zeer bekende memorie, ingediend aan de Académie de médicine in 1865, zegt Dr Gallard: „Les constructions d'un hôpital doivent être disposées de façon à ne pouvoir s'abriter mutuellement ni du vent, ni du soleil. Quand les choses seront ainsi, ajoute ce docteur, on n'aura pas à craindre de voir entrer dans une salle l'air évacué de la salle voisine; on pourra dès lors appliquer la ventilation naturelle, qui offre sur toutes les autres cet avantage immense, de fournir l'air

pris non seulement au ras des murs de l'hôpital, comme dans l'appel simple, ou à quelques mètres, soit dans le sens horizontal, soit dans le sens vertical, comme dans la propulsion mécanique, mais l'air apporté de fort loin par l'action des vents".

In een „rapport sur les progrès de la Chirurgie, 1867" drukken zich de HH. Guyon en Labbé aldus uit: „Il suffit d'ailleurs de jeter les yeux sur les communications nombreuses et importantes faites à l'Académie de médicine et à la Société de Chirurgie pendant les discussions, que nous avons déjà rappelées, pour se convaincre que, dans l'esprit de tous, une aération large et rénouvelée est la première des conditions requises pour le traitement des blessés et des operés. La ventilation naturelle est préférable à la ventilation artificielle; il faut reconnâitre sa valeur absolute".

In zijn „Annuaire de 1866" is Dr. Ulysse Trélat ook op dit punt zeer bevestigend.

„Les expériences, dit-il, prouvent d'une manière péremptoire qu'on ne peut impunément renoncer à la lumière du soleil et remplacer le mouvement naturel de l'atmosphère par un ventilateur, ni l'espace par des superpositions d'étages, le mieux sérait de n'avoir qu'un rez-de-Chaussée disposer de façon à bénéficier le plus possible des deux agents naturels de dépuration et de circulation des couches atmosphériques, la pluie et le vent... Que les vents puissent balayer facilement les préaux et les cours et que le soleil puisse baigner la totalité des bâtiments".

Hierop vervolgt de Redactie der „Encyclopédie d'Architecture" zeer te recht: „Donc, ni disposition en cercle ou en carré, car la cour centrale sérait forcement humide et mal ventilée; ni disposition en étoile composée de bâtiments irradiant, d'un centre-commun, comme à la prison de Mazas ou à la prison des Madelonnettes à Paris. Ce mode de construction donne de grandes facilités pour le fonctionnement des services économiques et médicaux, mais il multiplie les angles rentrants et les espaces resserrés où la ventilation est imparfaite, où le soleil ne pénètre pas et où les miasmes s'accumulent. On souhaiterait que plusieurs salles de malades ne fussent jamais superposées, car l'air vicié des salles inférieures pénètre et se répand dans les salles supérieures, soit en remontant par les escaliers qui se transforment souvent en vastes chéminées d'appel, soit en s'élévant le long des murs extérieurs, lorsqu'on ouvre les fenêtres; on exige que les combles ne soient jamais convertis en dortoirs. La chaleur en été, le froid en hiver s'y font sentir avec trop d'intensité.

Ne trouvent graces, ni les galeries établies à chaque étage de façon à doubler toutes les salles d'un promenoir, ni ces galeries de service qui enveloppent complétement le bâtiment.

Ces galeries constituent un obstacle à la libre circulation de l'air et rendent plus ou moins obscures les salles de malades où le soleil ne pénètre plus que difficilement.

Les salles ne recevront qu'un nombre de lits aussi limité que possible. Seize en moyenne, c'est le chiffre qu'indique la „commission d'hygiéne des hopitaux" dans ses instructions de 1865. On leur adjoindra quelques chambres à un ou deux lits". (In het „hopital Sainte Engénie" van één tot vijf toe.)

In de „Etude sur les hopitaux et sur les ambulances" spreekt Ernest Bosc met zeer veel achting over de „Lazareth-Baraques", omdat deze gemakkelijk gesloopt en vernieuwd kunnen worden zonder groote kosten te veroorzaken. Hij raadt dan ook aan, deze vooral op te richten in de tuinen der monumentale gasthuizen, voor de verpleging van besmettelijke zieken.

Schrijver dezes zou hier nog wel bij willen voegen ook een dergelijke baraque te bestemmen voor de behandeling der vuile wasch.

In het bovengenoemd overzicht der Encyclopédie lees ik hieromtrent het navolgende:

»La buanderie devra être éloignée autant que le permettra la disposition des lieux, si l'on ne peut faire blanchir le linge au dehors".

„La salle d'autopsie et la salle des morts devront être placées hors de la vue des malades et la sortie des convois mortuaires devra s'effectuer par une porte spéciale".

Ten opzichte van de afmetingen der ziekenzalen wordt vastgesteld eene hoogte van 4,50 Meter, terwijl voor elk bed wordt gerekend: in het Bethanien-Anstalt op 36 M³ lucht; in het hopital Sainte Eugénie op 54 M³ en in het Garnison-Lazareth op 37-40 M³.

Omtrent de orientatie van het gebouw leest men het navolgende:

„Les bâtiments seront orientés vers l'Est, de façon que les malades récoivent les prémiers rayons du soleil et l'influence favorable de leur douce chaleur, qui réchauffe l'air des salles à l'heure matinale. Tournées vers le Midi, les salles des malades seraient exposées aux ardeurs excessives des jours d'été et en même temps, aux vents froids du Nord, si elles sont percées de fénêtres sur les deux faces".

Aan al deze gegevens is nu het door mij ontworpen plan, in principe, ontleend.

1. Het bevat in hoofdzaak slechts ééne verdieping tot verpleging van zieken, terwijl al de groote zalen aan beide lange zijden door buitengevels zijn begrensd.

De orientatie dier gevels wordt echter door mij, eenigszins afwijkend van het bovenstaande, *Noord-Oost* en *Zuid-West* voorgesteld, opdat de zalen het zonlicht zouden kunnen ontvangen kort ná de opkomst en bijna tot zonsondergang. Dit laatste stel ik alléén voor, om de zonnestralen niet horizontaal in de zalen te doen schijnen, zooals bij eene richting, vlak ten westen, het geval zou zijn.

2. Tusschen en naast deze zalen zijn vertrekken voor de verpleegsters, om, zoowel bij nacht als bij dag, hulp te kunnen verleenen.

3. In het midden en aan de einden van het terrein zijn die zalen begrensd door gebouwen die men tot het zoogenaamd Pavillons systeem zou kunnen rekenen en

die, door breede gangen en portalen, inwendig behoorlijk zijn geventileerd.

In die gebouwen bevinden zich, behalve de reeds genoemde kamers voor de verpleegsters, de kleine ziekenkamers, de badkamers, de keukens tot het bereiden der pappen enz. voor de zieken, de apotheek, het hijschlokaal, de hoofdtrappen en waterclosets.

4. De verdieping, zoogenaamd op den beganen grond, bevat;

Voor de verpleging, in de vleugelgebouwen, nog enkele vertrekken voor reconvalescenten, die nu en dan in den tuin moeten wandelen.

Hun ziekte is niet meer van dien aard, dat de opstijging der lucht schadelijk zou kunnen worden geacht voor de patienten daarboven.

Overigens is deze verdieping bestemd voor de woning der directrice, de apartementen van den geneesheer en de ziekenverpleegsters.

5. In het souterrein zijn de keukens, provisiekelders, dienstbodenvertrekken, brandstofbergplaatsen, enz., terwijl de linker vleugel bestemd is tot het behandelen van het waschgoed, wanneer dat schoon en droog in het gebouw is gebracht.

De rechter vleugel dient voor de bewaring van lijken en zoo noodig ook voor operatie en desinfectie.

6. Het middengebouw bevat ook nog een 2e verdieping die, even als de eerste, tot verpleging van zieken zou kunnen worden ingericht.

Wat de kunstvormen nu der gevels betreft, deze heeft de ontwerper zooveel mogelijk in overeenstemming trachten te brengen, met het doel van het gebouw als Kinder-Ziekenhuis en tevens als monument voor de nagedachtenis dier Vorstin, die zoozeer gewoon was Hare beschermende hand over hulpbehoevende kinderen uittestrekken.

Boven den hoofdingang is Harer Majesteits buste geplaatst, terwijl in den top van het middengebouw, binnen de meest concentrische figuur, den cirkelboog, twee kinderen wijzen op het gekroond geschiedboek of het vorstelijk wapenbord, waarop de liefdedaden staan gegrift van HARE MAJESTEIT SOPHIA, FREDERIKA, MATHILDA, KONINGIN DER NEDERLANDEN, DE GRONDLEGSTER DER SOPHIASTICHTING.

Den Haag, November 1877.

H. P. VOGEL.

Ten slotte nog een enkel woord over dit onderwerp, van lateren datum, en wel van den ingenieur architekt M. E. Lebens, een man die de vruchten van persoonlijk onderzoek en ondervinding over een reeks van jaren, heeft neergelegd in een werk getiteld „Étude sur les hopitaux et particulièrement sur la construction d'un nouvel hopital à Liège."

Die studie is in de eerste plaats sterk gekant tegen het zoogenaamd baraksysteem, dat door vele geneesheeren en hygienisten van den laatsten tijd zoo hoog boven dat der permanente gasthuizen werd aanbevolen, en waaronder ook Ernest Bosc (zie de Memorie) behoorde.

Behalve het goedkoope dezer gebouwen en het verbranden dientengevolge, na afloop van elke hevige epidemie, voeren die heeren vooral het argument aan, dat het sterftecijfer in de permanente hospitalen steeds zooveel grooter is gebleken als in dat der barakken.

De heer Lebens zegt daarop, indien dit laatste dan werkelijk zoo is, waarom richt men dan niet behalve hospitalen, ook woningen, scholen, colleges, kerken, hotels enz. tijdelijk, als barakken, op? De schrijver is van een geheel tegenovergesteld gevoelen en zegt met een ander autoriteit op dat gebied, de heer Sarazin, „Essai sur les hopitaux", dat alleen de gebiedende noodzakelijkheid, als b. v. die bij een oorlog de constructie van zulke tijdelijke hospitalen kan wettigen; buiten die noodzakelijkheid moet het baraksysteem bepaald verworpen worden, omdat de veranderingen van temperatuur daarin een zeer nadeeligen invloed op de zieken kan uitoefenen en alle comfort in zulke gebouwen ontbreekt. Op den langen duur kunnen ze niet anders dan ongezond werken.

De administratie voor de gasthuizen te Luik schijnt met het baraksysteem ook een proef genomen te hebben, evenwel, op grond der verkregen resultaten, geen reden te vinden op dien weg verder voort te gaan.

Doch, vraagt de heer Lebens, indien dan zoowel de permanente hospitalen, als de barakken weinig praktisch zijn, welk systeem zal die ongemakken kunnen overwinnen? en daarop antwoordt hij dat, *in de allereerste plaats, de vorm en aanleg van een hospitaal afhangen van het terrein waarop men het stichten wil en zijn, zoowel theoretisch als praktisch, ook de afmetingen en de bevolking daarvan, ten nauwste daarvan afhankelijk.*

Onze eeuw, zegt hij, vraagt geen gasthuizen meer voor 1000 à 1200 zieken die, behoorlijk uiteengebouwd, met alle vereischte dienstinrichtingen daaraan verbonden, verscheidene kilometers oppervlak zouden vorderen, hetgeen men niet dan buiten de steden en voor groote geldelijke opofferingen machtig kan worden.

Alle hygienisten zijn het tegenwoordig hierover eens, dat men, hoe groot ook het terreinoppervlak moge zijn, *geen hospitaal grooter dan voor* 250 *à* 300 *bedden moet bouwen.*

Het was ook om deze reden dat Tenon, die de groote sterfte in het Hotel-Dieux te Parijs aan de te talrijke ophooping van zieken toeschreef, voorstelde daarvoor in de plaats, vier kleine hospitalen te bouwen en hierin ook door Dionis gesteund werd.

De administratie der hospitalen te Liège schreef dan ook, op grond der meeningen van deze beide geleerden, in haar programma voor het concours ter oprichting van een nieuw gasthuis te dier plaatse aan het hoofd daarvan „*dat het aantal bedden niet meer dan* 300 *bedragen mocht*".

Nu vraagt M. Trélat, een autoriteit in onze memorie

reeds genoemd, een terrein oppervlak van *minstens* 50 M² voor elk bed, terwijl hij liefst dat getal nog belangrijk zag overschreden, indien de omstandigheden dat toelieten.

Ten aanzien van deze bepaling echter is het duidelijk, dat dan de gebouwen niet in een enkel punt of centrum van het terrein mogen gegroepeerd worden, maar de verschillende deelen daarvan zoodanig uit elkander moeten liggen, dat de lucht daartusschen vrij kan heenspelen. In eene inrichting toch als b. v. het hospitaal Lariboisière, waar de paviljoens aan rijen van 50 M. lengte, met slechts 20 M. tusschenruimte, als pelotons van een regiment, achter elkander geplaatst zijn, is de sterfte buitengewoon groot, terwijl toch het terrein 78000 M² beslaat en daarop 600 bedden begrepen zijn, alzoo het oppervlak van elk bed 130 M² beslaat.

De oorzaak dier groote sterfte moet evenwel nog aan eene andere reden worden toegeschreven, die we ten slotte ook nog met een enkel woord willen mededeelen.

De schrijver beweert namelijk, dat ook het aantal verdiepingen de aandacht van commissiën voor de oprichting van nieuwe hospitalen ernstig moet bezig houden. Het is toch ten duidelijkste gebleken, dat het sterftecijfer op elke hooger gelegen verdieping van een hospitaal, grooter is dan daar beneden.

Tenon zegt, in zijn eerste memorie over de hospitalen te Parijs, dat zelfs in gewone zalen, in schouwburgen enz., waar geen zieke maar gezonde menschen tegenwoordig zijn, de lucht op een hoogeren rang ongezonder is dan beneden, immers de uitademing ontaardt de lucht, die opstijgt en in 't bizonder onder het hoogste plafond blijft hangen, vooral indien het ventilatie-systeem niet krachtig genoeg werkt.

Zoo is er ook in kerkgebouwen, die tot tijdelijke hospitalen waren ingericht, bewezen, dat de sterfte op de tribunes grooter was dan die in het schip.

Ware het dus niet om de te groote kosten, dan zou men, vooral in gasthuizen waar niet alleen de opstijgende lucht min of meer bedorven, maar zelfs met doodende miasmen bezwangerd is, het aantal verdiepingen zooveel mogelijk moeten beperken.

Behalve nu den korten afstand der gebouwenrijen, ad 20 Meters, heeft het hospitaal Lariboisière eene verdieping op den beganen grond en nog twee daarboven alzoo eene totale hoogte van ± 19 Meters, waaruit het gemakkelijk is af te leiden, dat niet alleen de lucht niet vrij en zonder tocht langs de gebouwen spelen kan, doch ook de hoogte veel te hoog is om het zonlicht in de ziekenzalen der benedenverdiepingen te doen schijnen — een eisch dien we in de voorafgaande memorie van toelichting als hoofdfactor hebben doen gelden.

H. P. VOGEL.

DE WOON- EN KOETSHUIZEN

VAN Mr. J. J. SCHMOLCK TE 'S GRAVENHAGE.

Onder de gemeenten in ons vaderland die in den laatsten tijd het meest worden uitgebreid behoort 's Gravenhage zeker wel tot de eerste. Voortdurend verrijzen er bebouwde straten als uit den grond en omvatten hunne namen reeds een geheele woordenlijst onzer beroemdste krijgshelden, letterkundigen en beeldende kunstenaars.

In twee dier straten nu, de Kortenaarskade en de de Ruiterstraat, zijn de gebouwen, bovengenoemd, opgericht.

Het eerste is voorgesteld op Pl. I tot VII.
het tweede „ „ VIII en IX.

Zij zijn gelijktijdig gebouwd in de jaren 1875 en 1876.

Eene breede omschrijving daarvan zal wel niet noodig zijn, daar die genoegzaam door de teekeningen geschiedt; alléén zij nog gezegd, dat de bouwmaterialen der gevels bestaan uit berg- en baksteen, en wel het eerste voor de verdieping op den beganen grond met inbegrip van het hooger opgaand middendeel van het woonhuis, uit Escauzijnschen steen en al het overige, waaronder ook de lijsten, uit steen afkomstig uit de groeven van Savonnières.

H. P. VOGEL.

GYMNASIUM TE NYMEGEN.

Wanneer er ooit noodzakelijkheid heeft bestaan tot het vervangen van een oud gebouw door een nieuw, dat aan de bestemming van zijn voorganger zoude voldoen, zoo geldt zulks voor de latijnsche school te Nymegen. Maar evenzeer is het voorzeker zeldzaam moeielijker geweest, aan het nieuwe gebouw de waardigheid van het oude terug te geven, en dit in tweeërlei opzicht.

Vooreerst had de oude latijnsche school niet minder dan 337 achtereenvolgende jaren onafgebroken als zoodanig dienst gedaan, en ten andere was dat gebouw (oorspronkelijk een stichting, dateerend uit het einde der 13e eeuw) in het jaar 1544 verbouwd in den stijl der zich toen ook in ons land een weg banende renaissance, op eene wijze die ondanks de jaren maar ook ondanks zoovele stormen die het gebouw geteisterd hebben, nu nog de bewondering wekt van elken kunstliefhebber die het eerwaardig monument beschouwt. Heeft ook het wandalisme van later tijden het eenmaal zoo sprekend contrast tusschen de kleuren van berg- en baksteen met een doodsche eenkleurige verflaag bedekt, en zijn ook in de zestiende eeuw de apostelbeelden, die den gevel der Apostolische school versierden, door een fanatieke menigte verminkt en gedeeltelijk ter neder geworpen, toch treft nu nog de eenvoudige maar geestige opvatting van de gevelarchitectuur en dwingen de geschonden overblijfselen van ornamenteel sieraad, waaronder voornamelijk die der beeldhouwwerken in steen, een gepaste bewondering af. Toch zal het niemand verwonderen, dat het gebouw, hetwelk sedert het jaar 1544 onveranderd als latijnsche school dienst deed, bij de meer uitgebreide behoeften van het tegenwoordig onderwijs en de hoogere eischen, die onze tijd aan de lichamelijke verzorging der leerlingen stelt, niet langer aan zijn oude bestemming kon blijven beantwoorden. De wet van 28 April 1876 was de eerste aanleidende oorzaak tot ontruiming van de oude school. De inrichting met verdeeling in zes klassen, die door de daarop gevolgde wet op het Hooger Onderwijs van het jaar 1880 werd ingevoerd eischte gebiedend uitbreiding der lokaliteit of wel het daarstellen van een geheel nieuw gebouw.

De mogelijkheid van uitbreiding bestond gelukkig niet. Hoe licht toch ware een deel, zoo niet de geheele architectuur opgeofferd aan de zucht om op meer goedkoope wijze aan de opgelegde verplichting te voldoen. Er bleef dus niets anders over dan tot het oprichten van een nieuw gebouw te besluiten, waarvoor een terrein buiten de toenmaals nog bestaande maar thans geslechte vestingwallen als het meest geschikte werd uitgekozen.

Aan steller dezes, toenmaals fungeerend Gemeente-Architekt, werd opgedragen de plannen voor het nieuwe gebouw in te leveren, en ter goedkeuring te onderwerpen aan het oordeel van de leden van het dagelijksch bestuur en de commissie van curatoren. Het aanvankelijk voor den bouw opgestelde programma eischte behalve zes leervertrekken voor de even zooveel klassen een zevende vertrek, uitsluitend voor het onderwijs in geschiedenis- en aardrijkskunde bestemd, een kamer voor den rector, een voor vergaderingen van curatoren, een vertrek voor docenten en een bibliotheek benevens een woning voor den concierge. Het denkbeeld om een gymnastiekzaal aan de inrichting te verbinden was reeds vroeger opgegeven daar het onderwijs in dit vak, evenals dat in de natuurwetenschappen, in het niet ver afgelegen gebouw der Hoogere Burgerschool zou plaats vinden. Vervolgens werd er teruggekomen op het voornemen om vier afzonderlijke vertrekken aan te brengen voor rector, curatoren, docenten en bibliotheek. De rectorskamer kon tevens als vergaderzaal der curatoren en de docentenkamer gelijktijdig voor bibliotheek dienen. Ten slotte werd ook de clavigerswoning uit het programma gelicht, aangezien men dezen titularis een afzonderlijke woning in de onmiddelijke nabijheid van het gebouw toedacht.

Ingevolge het aldus gewijzigde programma werd het ontwerp voor het gymnasium, na mede telkens te zijn veranderd, in de vergadering van H. H. Burgemeester en Wethouders van Nymegen en Curatoren in Februari 1880 goedgekeurd en ten slotte in de Gemeenteraads-Vergadering van 3 April daaraanvolgend tot den bouw van het gymnasium en een vrijstaande rectorswoning besloten.

Den 18en Juni 1880 had de openbare aanbesteding plaats. De beide gebouwen werden gegund aan den laagsten inschrijver den heer A. Th. Opsoomer te Nymegen voor de somma van ƒ 46,700, waarvan ƒ 33,700 voor het Gymnasium bestemd waren. Op den 6en September van het jaar 1881 had de plechtige inwijding van het voltooide gebouw plaats.

De bijgevoegde platen geven het gebouw zooals het thans is uitgevoerd, waarvan hieronder een korte beschrijving moge volgen.

Bij de indeeling is uitgegaan van het hoofddenkbeeld om de vertrekken te groepeeren rondom een gemeenschappelijke ruimte, zijnde beneden (plaat I) de vestibule

en boven (plaat II) de corridor, beiden aan elkander verbonden door de ruime hoofdtrap, tegenover den hoofdingang gelegen in een afzonderlijk trappenhuis van waaruit de vestibule hoofdzakelijk haar licht ontvangt. De vloer van het trappenhuis is, ter verkrijging van waardiger voorkomen der trap, twee treden hooger aangelegd dan de begane grond der vestibule.

Onder de hoofdtrap bevindt zich de toegang tot den kelder, waarvóór een afzonderlijke kleine vestibule met buitentoegang aan den achtergevel. De kelder is gelegen onder het trappenhuis en de helft van het links daaraan sluitende vertrek. Deze ruimte is alleen bestemd tot berging van brandstoffen en daartoe in afdeelingen verdeeld. Door middel van een draaiend rooster in het achterbordes is voor gemakkelijken invoer van brandstoffen gezorgd.

De grondverdieping of het parterre (plaat I) is 0,85 M. gelegen boven den beganen grond rondom het gebouw. Zij bevat behalve de genoemde vestibule met het trappenhuis een entrée, die met doordraaiende glasdeuren tot de vestibule voert, en waarnaast weêrszijds een klein vertrek is gelegen waarvan het eene voor den claviger, het andere voor spreekkamer is ingericht. Van de vier grootere vertrekken in deze verdieping zijn drie bestemd voor de klassen I, II en VI en het vierde voor den rector. Daarenboven sluiten aan de vestibule twee gangvormige ruimten aan, door vrije toogopeningen daarmede in gemeenschap, waarvan de langswanden met kapstokken zijn voorzien terwijl aan de einden privaten en urinoirs zijn gelegen, links voor leerlingen, rechts voor docenten. Het privaat van docenten is in verbinding met een kleine waschruimte. Een waschfonteintje voor leerlingen bevindt zich aan het einde van de garderobe links tusschen de deuren die naar privaat en urinoirs voeren. De fonteintjes worden gevoed door water van de gemeente-waterleiding, dat tevens naar alle privaten en urinoirs is geleid. De privaten hebben geringer hoogte dan de garderobes, zoodat daarboven licht in deze ruimten binnenvalt van uit de dubbelvensters in de zijgevels (doorsneden pl. III en pl. IV.)

De bovenverdieping (plaat II) is nagenoeg een herhaling van het parterre. De leerkamers zijn juist boven die der benedenruimte geplaatst. Boven de rectorskamer bevindt zich in deze verdieping de kamer voor docenten tevens bibliotheek.

De ruimte, beneden door de entrée met de zijkamertjes en de halve vestibule ingenomen, is boven aan een afzonderlijk vertrek toegewezen, dat geen bepaalde bestemming verkreeg, nadat een zevende leervertrek, uitsluitend voor het onderwijs in geschiedenis en aardrijkskunde bestemd, uit het bouwprogramma was genomen op grond van elders opgedane ondervinding, die zulk een vertrek minder wenschelijk deed schijnen. Niettemin wenschte men een beschikbaar vertrek te behouden, dat in zekere mate als Aula kon beschouwd worden, ofschoon de afmetingen in verhouding tot het aantal leerlingen dat de school bevatten kan, in het uitgevoerde ontwerp zeker te klein zijn. Met het oog op splitsing van klassen ingevolge de bepalingen der wet scheen het bedoelde vertrek intusschen noodzakelijk. De afmetingen houden dan ook het midden tusschen een vereenigingsruimte en een leerkamer.

De garderobes zijn boven ingericht als in het parterre. Aan het einde van een dier ruimten bevindt zich de afgesloten ruimte voor de zoldertrap. Aan het uiteinde der tegenoverliggende garderobe zijn privaat en urinoirs gelegen.

De zolder of kapverdieping bevat geen verdeelingen en vormt alzoo een enkele vrije ruimte.

De afmetingen der leervertrekken zijn tweeërlei bij gelijke hoogte van allen, bedragende 4,30 Meter. Twee der leervertrekken meten 5 bij 6 Meter, de vier overigen 5 bij 7,90 Meter. Oorspronkelijk was de eisch gesteld, dat de beide laagste klassen elk 24 leerlingen zouden kunnen opnemen, terwijl de tweede klasse 20, de derde 15 en de beide hoogsten elk 12 leerlingen zouden moeten bevatten. Tijdens het opmaken der voorloopige plannen werd het geschikter geacht om aan alle de vier lagere klassen gelijke ruimten toe te wijzen, hetgeen ook aanmerkelijk in het voordeel van de symetrische verdeeling kwam.

Bij het in gebruik nemen der school bevatte de laagste klasse 14 zitplaatsen, de tweede 12, de derde en vierde ieder 10, de vijfde 8 en de hoogste 6.

Bij het stelsel van banken, dat door h.h. Curatoren en leeraars boven alle anderen werd gewenscht en is ingevoerd (waarover hieronder), bevat elk vertrek in de breedte 2 banken of 4 zitplaatsen. De grootste vertrekken kunnen zes dergelijke banken achter elkander bevatten, zoodat er 24 leerlingen in kunnen plaats vinden.

Omtrent de constructie van het gebouw willen wij nog enkele korte opmerkingen toevoegen.

Het bouwterrein, lag vóór den aanvang der werken aanzienlijk lager dan de kruin van den daarlangs ontworpen singel, waarvan de aanleg bij den aanvang van den bouw nauwelijks was begonnen. Een deel van het bouwterrein werd ten deele door een oude vestinggracht ingenomen. Voor een soliede fundeering was het noodig geheel tot op den vasten grond te ontgraven en vervolgens tot de gewenschte hoogte met zuiver zand op te vullen. Het gezamenlijke bouwterrein voor het gymnasium en de rectorswoning besloeg een oppervlakte van 1820 M². De zandinvulling geschiedde tot niet mindere hoogte dan 6 Meters, in dunne lagen, die telkens met de meeste zorg en met behulp der gemeentewaterleiding werden ingewaterd. De gezamenlijke grondwerken werden onderhands aangenomen door den heer J. van Oyen Pz. (toenmaals aannemer der slechting van een gedeelte der vesting), voor de som van *f* 4085. Later werd de noodige hoeveelheid zwarten grond op het terrein geleverd. De aanleg der metselwerken geschiedde op de zandinvulling 0,90 Meter lager dan het toekomstige klinkertrottoir rondom het gebouw. De kelder werd nog 1,45 Meter lager aangelegd.

In hoofdzaak zijn alle muren van baksteen opgetrokken. Aan den voorgevel werd een ruime toepassing gemaakt van Udelfangersteen, welk materiaal in de zij-

en achtergevels tevens voor alle vensterdorpels, sluitsteenen, balustres en dakvensters is gebezigd. De banden, cordonlijsten, enz in de zij- en achtergevels werden op de noodige uitmetselingen in portlant-cement uitgevoerd. De sokkel rondom het geheele gebouw ter hoogte van 0,85 Meter is met Escausijnschen steen bekleed. De toegangstrappen aan voor- en achtergevels werden mede in deze steensoort uitgevoerd.

De gecaneleerde pilasters in de benedenverdieping van den voorgevel (middenpartij) zijn afwisselend in gehouwen steen en geprofileerden baksteen opgetrokken. De daartoe gebezigde profielsteenen verkregen de volle pilasterbreedte bij de gewone steendikte, en grijpen beurtelings met staartvormige verlengstukken van geringere breedte dan zij uitwendig vertoonen in het metselwerk der muren.

De kroonlijst is aan den voorgevel tot en met het onderste dragende lid in Udelfangersteen, en daarboven met inbegrip van de consoles in hout uitgevoerd. In de zij- en achtergevels ontbreken de consoles, behalve aan de hoeken en in het achter-avantcorps. Het dragend lid is aldaar met dubbel platvierkant geprofileerd en evenals de lagere deelen van het hoofdgestel in portlandcement bewerkt.

De dakbedekking is ten deele van leien, ten deele van zink vervaardigd. De afvoer van het hemelwater van uit de hoofdgoot geschiedt op zes plaatsen door middel van zinken afvoerbuizen, door vierkante gemetselde kokers van 0,22 × 0,22 Met. binnenwerksche maat omgeven, en binnen deze omkokering met beton van grof zand en portland-cement omgoten. De bestaande binnenspouwmuren boden hiertoe een geschikte gelegenheid. Het water van het platte bovendak wordt door een afzonderlijke goot en afzonderlijke gootpijpjes langs de hoekkepers naar de hoofdgoot geleid.

De dakornamenten van het avantcorps aan den voorgevel zijn van zink, evenals de windvanen met hunne standaards. De balustrade op het verhoogde dak is van gesmeed ijzer. De windvanen die den Nymeegschen dubbelen Adelaar vertoonen, zijn verguld.

Inwendig is bij den bouw de grootste zuinigheid in acht genomen. Uitgenomen in de vestibule en het trappenhuis zijn slechts vlakke wanden aangebracht, waarvan die in de kamers voor rector en docenten, zoomede de kamertjes weêrszijds van de vestibule, zijn behangen. Alle overige wanden zijn bestemd om geschilderd te worden met toepassing van eenvoudig chablonen-ornament langs de wanden, bij wijze van kroonlijsten. Tot nu toe liet onvoldoende droogte nog geen schilderen toe.

De bevloering van entrée, vestibule en garderobes geschiedde in Namensche tegels. De dorpels der parterre deuren, de treden naar de trapruimte en de bloktrede der hoofdtrap zijn in Comblanchien marmer uitgevoerd.

Alle houtwerken zijn geschilderd, meerendeels in warm-grijzen toon. De hoofdtrap als oud eikenhout. De wanden der trapruimte en sommige paneelen der vestibule zijn van gekleurd stuc-marmer. De verwarming en ventilatie der leervertrekken geschiedt door middel van Thermoconservateurs uit de fabriek der H. H. Geneste & C°. te Parijs, die de versche buitenlucht verwarmd binnenvoeren, terwijl afzonderlijke kanalen voor luchtafvoer in de spouwmuren zijn aangebracht. De toevoer van versche lucht geschiedt door middel van geteerde, houten kanalen, die zoowel in parterre als verdieping onder de bevloering zijn aangebracht, en beneden aan de voor- en achtergevels, boven aan de zijgevels uitmonden. De toevoerkanalen meten 0,25 × 0,40 Met., de afvoerkanalen 0,22 × 0,35 Met. inwendige doorsnede. De trek wordt in de afvoerkanalen alleen door het bestaande temperatuurs-verschil binnen en buiten onderhouden. De vensters der leervertrekken zijn daarenboven, zoo beneden als boven, schuivend ingericht.

De genoemde thermoconservateurs, die voor de prijs van *f* 95.— per stuk geleverd zijn (zonder de bijbehoorende rookpijpen) bestaan uit een centralen vuloven, door vlampijpen, en het geheel wederom door een dubbelen mantel omgeven. Zij zijn geplaatst boven de uiteinden der toevoerkanalen, en voeren de verwarmde lucht door openingen aan het boveneinde van de mantel binnen. Voor waterverdamping is gezorgd. Bij het stoken wordt hoofdzakelijk coke gebezigd.

De schoolbanken (subselliëen) werden geleverd door den heer L. Vogel, ingenieur te Dusseldorp in drie verschillende afmetingen, allen berekend op twee zitplaatsen. Zij zijn in hoofdzaak van gesmeed ijzer vervaardigd. Tafelbladen, zittingen en leuningen zijn van hout. De constructie munt uit door soliditeit, terwijl elke zitting om een horizontale as, (dicht nabij den grond) draaibaar is waardoor zij gemakkelijk achterwaarts onder de tafel kunnen worden weggeklept, zoodoende het gemakkelijk plaats nemen toelaten, en een minimum plaatsruimte in naar voren gebrachten stand innemen. De tafelbladen kunnen in drie standen, nl. waterpas of wel min of meer hellend worden vastgezet en zijn daartoe om een horizontale as nabij den voorkant van het meubel draaibaar. De banken werden, fr°. station Cleve, voor 31 Mark het stuk geleverd. De daarbij behoorende voorbanken (1e rij), welke de klepzittingen missen, voor 29 Mark en de achterbanken (zonder tafelblad) voor 30 Mark per stuk. Het geheele getal banken werd alzoo voor 1238 Mark geleverd, bevattende 60 zitplaatsen, zoodat de kosten per zitplaats op 20.6 Mark of ongeveer *f* 12 30 te staan kwamen, ongerekend de kosten van vervoer, opstellen als anderszins, die ongeveer *f* 1.70 per zitplaats hebben bedragen.

Van de constructies bij den bouw toegepast willen wij nog vermelden de gegoten ijzeren beerputten, die elk uit twee aan één zijde open ketels bestaan, die met afgedraaiden rand en flensen met moerbouten op elkander passen. Elke put heeft 1.50 Met. middellijn binnenwerks bij 2.50 Met. hoogte en 0.03 Met. wanddikte, en weegt circa 3000 K. G. Boven zijn de putten van een goedgesloten hals voorzien, ten einde haar te

kunnen ledigen. Aan de stortkolken der privaten zijn zij door middel van ijzeren buizen verbonden. Deze constructie, die bij volkomen dichtheid (de naden zijn met ijzercement gevuld) evenwel zeer kostbaar is, werd toegepast met het oog op de betrekkelijk korte nabijheid van de putten der gemeente waterleiding, welke alleszins voldoende waarborgen tegen vrijwaring van den bodem gebiedend vorderden. Toepassing van tonnenstelsel was om de daaraan verbonden bezwaren niet gewenscht.

Bij de beschrijving van het gebouw scheen het ons onnoodig de daarbij gevoegde afbeeldingen telkens aan te halen. Alleen willen wij ten slotte omtrent plaat XIII nog kortelijk een en ander mededeelen.

Het afsluithek, waarvan een gedeelte is afgebeeld, is langs den Singel aangebracht over de geheele lengte van het terrein, dat tot het Gymnasium behoort (zijnde 30 Meters) en bevat vijf vakken weerszijds van de poort. De vakken zijn gescheiden door gemetselde pijlers met blokken en afdekkingen van gegoten cementsteen, van welk materiaal ook de geheele borstweringsdekplaat is uitgevoerd.

In de beide pijlers naast de hekpoort zijn zware dubbele T binten van ijzer ingemetseld, die voor een groot deel tot in den grond doorgaan en ook daar stevig ommetseld zijn. De stroppen, die de stijlen der draaiende vleugels omvatten, zijn aan deze T binten stevig verbonden, waardoor verkregen is dat de hekvleugels gemakkelijk kunnen bewegen zonder aan het metselwerk der pijlers de minste schade te veroorzaken, terwijl het aanbrengen van steunschoren geheel onnoodig werd. Al het ijzerwerk der hekken is gesmeed, uitgenomen de pijlpunten die gestampt zijn en de schijven aan de spijlen, die gegoten werden. De krullen zijn aan de einden in de breedte uitgesmeed. Het ijzerwerk is bronsgroen geschilderd. De spitsen zijn verguld.

Het klokkenstoeltje, waarvan op plaat XIII mede een detail voorkomt, is eveneens van gesmeed ijzer en aan den zijgevel bevestigd. Het luiden der klok geschiedt binnenshuis. Eindelijk geeft deze plaat nog een detail van de hoofdtrap in geometrischen opstand, ter aanvulling van de perspectievische afbeelding op de dubbele plaat XI—XII.

Ten slotte merken wij nog op, dat het gebouw van een bliksemafleider is voorzien waarvoor de koperen geleiddraad aan die van de naburige rectorswoning is verbonden; terwijl behalve de grondverdieping op aanzienlijke diepte nog een zijgeleiding naar het net der ijzeren (met lood onderling verbonden) buizen van de waterleiding voor een goede verdeeling der electriciteit zorgt Een vroegere ijzeren geleiddraad heeft voor de hier beschrevene plaats gemaakt, nadat de spits was getroffen en een zwak gedeelte der ontlading langs de metalen buizen van gas- en waterleiding binnen het gebouw een weg had gevonden waardoor geringe schade werd geleden. De nieuwe afleidingsdraad is daarom met voordacht verder verwijderd geplaatst van de gas- en waterleiding buizen, die langs de muren binnenshuis opgaan, en biedt thans voorzeker alle verkrijgbare waarborgen.

Aan het einde van deze korte beschrijving zij omtrent de daaraan toegevoegde platen nog medegedeeld, dat de platte gronden, doorsneden en de verschillende gevelteekeningen werden geteekend door den heer W. H. Denier van der Gon te Nijmegen, die zich op loffelijke wijze van zijn taak heeft gekweten.

J. J. WEVE.

NIJMEGEN, Juli 1882. Ing. Archt.

PROEVE EENER VERZAMELING VAN VOORSCHRIFTEN

VOOR HET BEPALEN DER DWARSAFMETINGEN VAN DE ONDERDEELEN DER BOUWKUNDIGE CONSTRUCTIEN, WELKE DAGELIJKS OP HET GEBIED DER BURGERLIJKE BOUWKUNDE VOORKOMEN.

BEPALING DER AFMETINGEN VAN MUREN, GEWELVEN, ENZ.

a. Muren.

1. Van deze zullen wij behandelen:

1°. De muren van woonhuizen en andere gebouwen tot het gebied der dagelijks voorkomende werken behoorende. Deze onderscheiden wij nog in: *a.* die welke behalve hun eigen gewicht nog andere daarop werkende lasten of krachten te weerstaan hebben; en *b.* die welke alleen tot insluiting of afscheiding van lokalen dienen.

2°. De geheel vrijstaande muren als b. v de tuin- of schuttingsmuren.

3°. De walmuren of die welke eenen zijdelingschen aarddruk hebben optehouden, en andere welke, in zekeren zin eenen gelijksoortigen dienst bewijzende, daaronder te rekenen zijn en

4°. Vrijstaande pijlers en soortgelijke muurwerken.

2. De voorschriften aangaande de afmetingen van muren welke wij gaan geven, zijn gegrond op de veronderstelling, dat de metselwerken van deugdelijke materialen en met de noodige zorg zijn uitgevoerd. Zoo wij daarvan geene bizondere melding maken, sluiten wij de uitvoeringen waaraan buitengewone zorgen besteed zijn, buiten. Wij doelen hier op geene grootere zorgvuldigheid van behandeling dan die welke gewoonlijk bij goed uitgevoerde werken wordt in acht genomen, doch kunnen ook onmogelijk voorschriften geven voor werken van eene slordige behandeling.

3. Wilden wij de afmetingen welke wij hier bedoelen alleen langs den weg der berekening bepalen, dan zouden wij soms in zeer ingewikkelde rekenkunstige bewerkingen vervallen, welke buitendien nog mogen geacht worden buiten het bereik te zullen vallen van velen die van die voorschriften gebruik zouden willen maken. Beter en hier de voldoende nauwkeurigheid gevende is het dan den weg der teekenkunstige behandeling in te slaan, van welke wij ons, voor de gevallen dat wij dit beter achten, zullen bedienen.

4. Zonder in verdere algemeene beschouwingen te treden, en alle verdere cathegorische indeeling van de door ons te behandelen speciale onderwerpen daarlatende, omdat deze van zelve aan het licht komt, gaan wij dadelijk ter zake.

Wij kiezen wederom terstond een bepaald voorbeeld. Zij in fig. 1 de gedeeltelijke doorsnede van een gebouw voorgesteld. De lage zijmuren dragen gedeeltelijk de bekapping met den daklast van het gebouw; wij veronderstellen dit gedekt met gewoon pannendak. Zij de in doorsnede of profil gegevene muur A B C D hoog 15dM. boven den voet B G E F, waarbij E F ter hoogte van den beganen grond buiten het gebouw ligt. Het zal niet meer dan eene eenvoudige opmerking behoeven om in te zien, dat deze muur geheel in den toestand verkeert van de gewone borstweeringsmuren boven de zolders onzer gebouwen, en de bepaling der afmetingen van deze laatste voor de gewone gevallen dan ook kan geregeld worden naar de voorschriften welke wij aan de behandeling van dit voorbeeld ontleenen.

K H is het gedeelte daks begrepen tusschen de muurplaat en de eerstvolgende gording, en wij stellen, dat de sporen op de gording bij H dragende rusten en niet enkel daar tegen aanleunen. De wijze van verbinding der sporen met de gording kan zoodanig geschieden, dat wij de grondslag waarop het nu volgend teekenkunstig voorschrift berust als in de praktijk werkelijk bestaande mogen beschouwen. Eene nadere toelichting hiervan behoort tot de behandeling der kap- of dakconstructiën. Wij dienen echter op te merken, dat de sporen voor dit geval met uitkeepingen op de gordingen moeten dragen en door stevige vernageling, liefst met een bout, met de gordingen moeten verbonden worden. Wij nemen aan, dat de muur ook zonder verankering, door tusschenkomst van blokkeelen aan de stijlen der gebinten verkregen, bestaanbaar moet zijn.

Wij kunnen aannemen, dat bij de bovengenoemde verbinding van de sporen met de gording, de loodrechte drukking die het dakgedeelte boven de gording gelegen daarop uitoefent, en evenzeer de zijdelingsche

werking van dit door het gebintwerk wordt opgenomen, en de eerstgenoemde door tusschenkomst der gebintstijlen op het lagere muurgedeelte B E F G wordt overgebracht; zoodat alleen de werking van het dakgedeelte, voorgesteld door L H, op den muur A D B C in rekening moet gebracht worden.

De toepassing van het volgende voorschrift vordert dat men van het onderwerp, dat in behandeling komt, zich eene teekening vervaardigt, liefst niet op eene te kleine schaal b. v. die van 1 à 5 of minstens van 1 á 10. Men beschouwe de figuren bij dit opstel gevoegd als eenvoudig figuratief te zijn aangegeven. Zij zijn voor zoodanige toepassingen te klein om tot eene voldoende nauwkeurigheid te geraken. Wij hebben dan ook de eindresultaten hierom bij berekening bepaald, hetgeen bij gebruik van eene schaal van voldoende grootte niet noodig is. Op de behandeling der hier noodige teekeningen komen wij nog nader terug.

In fig. 1 laten wij nu uit H, zijnde het punt waar de binnenkant K H van de spoor den bovenkant van de gording snijdt, de lijn H I loodrecht op de horizontale lijn L I vallen, liggende die lijn ter hoogte van den bovenkant der muurplaat. Wij meten nu K I en H I. Stellen wij K I = 16 en H I = 14 dM. Nemen wij aan dat de gebinten 30 dM. van midden tot midden uit elkander staan, en de daksbelasting, hieronder alles in rekening brengende, in ons geval 220 KG. per M². bedraagt. Wij kunnen dit voor pannendak zonder bebording aannemen, wanneer wij bij de berekening der oppervlakte de plattegronds breedte (horizontale projectie) voor breedte aannemen. In ons geval hebben wij dan voor de breedte van het dakgedeelte L H de lengte van K I. die 16 dM. was. In dM. rekenende vinden wij dan voor de belasting van dit gedeelte K H $30 \times 16 \times 2{,}2$ of 1056 KG.; 220 KG. per M². geeft toch 2.2 KG. per dM².

Om nu in geene te groote getallenwaarden te vervallen, zullen wij ons een gedeelte van het dak en ook van den muur voorstellen, dat 1 dM. lengte heeft. De belasting op zoodanig gedeelte is dan 16×2.2 of ruim 35 KG; wij stellen daarvoor 36 KG. en nemen aan, dat hiervan de helft door de gording bij H, en de andere helft op de muurplaat bij M gedragen wordt; zijnde M het midden van den hiel L K waarmede de dakspoor op de muurplaat draagt.

Om nu de benoodigde muurdikte te vinden slaan wij den weg der teekenkunstige behandeling in, en geven aanvankelijk aan den muur eene bij gissing als genoegzaam aangenomene dikte. Wij stellen daarvoor 3.3 dM. of $1\frac{1}{2}$ steen, en gaan nu onderzoeken of die dikte inderdaad voldoende is.

Wij nemen naar eene willekeurige schaal op de lijn H I een gedeelte *H a*, gelijk aan zoo veel willekeurige eenheden lengte als de druk bij H, KGr. bedraagt. In dit en in soortgelijke gevallen kan men voor ieder KGr. gevoegelijk 2 mM. nemen. *H a* verkrijgt dan de lengte van 36 mM. Door H trekken wij nu een lijn loodrecht op K H en dan uit *a* de lijnen *ab* evenwijdig aan K H en *a c* evenwijdig aan de loodlijn *H b*. Deze geven de punten *b* en *c*. Wij meten *H c*. Deze meting geeft ongeveer 24 mM. en wij besluiten hieruit, dat de werking bij H eene drukking van 12 KGr. in de richting K H voortbrengt.

Deze drukking wordt natuurlijk op het punt M overgebracht. Wij brengen nu door M een lijn evenwijdig aan K H, en nemen daarop M *d* gelijk aan H *c*. Wij laten uit M de loodrechte lijn M *c* neer, en verlengen de horizontale lijn M L buitenwaarts. Vervolgens trekken wij door *d* de lijn *d e* evenwijdig aan M *f*, en *d f* evenwijdig aan M *e*. Deze geven de punten *e* en *f*. Meten wij deze wederom met 2 mM. als eenheid, dan vinden wij in M *e* de grootte der vertikale drukking door den bij H werkzamen druk uit de dakbelasting ontstaan op den muur bij M voortgebracht, en in M *f* de daaruit ontstane zijdelingsche werking, welke de muur tracht om te werpen, of om B buitenwaarts te doen kantelen. Wij behoeven deze metingen echter niet.

Wij nemen nu verder in aanmerking, dat bij M ook nog dezelfde loodrechte druk als bij H werkt en dus een van 18 KG. Wij zetten nu van het punt *m* waar de loodlijn M *e* den bovenkant van den muur snijdt, *m g* gelijk aan de gevonden *M e* uit, en nemen op die verlengde loodlijn nog *g h* gelijk aan den druk van 18 KG. bij M uitgeoefend, dus 36 mM. Wij brengen verder door het midden N van A D eene loodrechte lijn en trekken *h i* evenwijdig aan A D. Wij vinden dan het punt *i*.

Wij dienen nu het gewicht van den muur per strekkende dM. te hebben, en vinden daarvoor $15 \times 3.3 \times 1.8$, aannemende dat de muur per dM³. 1.8 KG. weegt. Dit gewicht is ruim 89 KGr. Wij trekken verder bovenwaarts de loodrechte lijn *m k* en maken deze 89 KGr. dus 2×89 of 178 mM. lang. Vervolgens trekken wij *K i* welke A D in *n* zal snijden. Door dit punt *n* trekken wij een vertikale lijn *n l* en geven aan deze eene lengte gelijk aan die van *m k* en *m h* te zamen; wijders nemen wij uit datzelfde punt *n* de lijn *n* A verlengende, *n p* gelijk aan M *f*, en teekenen dan den rechthoek *n p q l*. Hierin trekken wij de diagonaal *n q*, en deze zal nu de voetlijn B C of het verlengde daarvan, en in dit laatste geval buiten den muur, snijden. Valt dit snijpunt buiten het muurprofil dan is de muur stellig te dun genomen. Valt het tusschen B en C dan kan de muurdikte voldoende wezen; echter is dit dan nog niet volstrekt zeker. De gemakkelijkste weg om in dit geval het al- of niet voldoende te bepalen, is eene hoogst eenvoudige berekening. Wij meten met de schaal der teekening en niet met die der gewichten of werkende krachten de grootte van *C r*, *r* het bedoelde snijpunt van n q met B C zijnde, en dit met de meeste nauwkeurigheid. Deze trekken wij van de muurdikte af. De rest vermenigvuldigen wij met 600 en vinden dan een getal hetwelk aangeeft met hoeveel de muur veilig kan belast zijn. Deze waarde nu, KGr. zijnde, brengen wij uit *n* op de loodlijn *l n* over, wederom voor ieder KGr. twee mM. nemende. Is nu deze lengte

grooter dan *n l* dan is de muur bestaanbaar; en zij mag in geen geval kleiner dan *n l* zijn.

Bij deze teekenkunstige bepaling namen wij aan, dat op eene tienvoudige zekerheid moest gerekend worden, en wil men eene voldoende bestaanbaarheid dan mag dit veelvoud van zekerheid niet minder gesteld worden.

Brengen wij ons gekozen voorbeeld dus in onderzoek, dan vinden wij, dat wanneer wij van de muurdikte 3.3 de grootte van C *r* aftrekken, er 0.2 dM. overblijft. Nu is 0.2×600 120, wij vonden voor de lengte van *n l*, wederom in gewicht overgebracht, 115 KGr. zoodat de muur nu blijkt bestaanbaar te zijn doch ook niet meer dikte heeft dan volstrekt noodzakelijk is.

Men zal ons misschien wijzen op voorbeelden waarbij men in gevallen als deze de muur geene meerdere dikte dan die van een steen of 2.2 dM. heeft gegeven, en dat deze toch bestaanbaar zijn gebleven. Wij antwoorden op deze tegenwerping, dat bij zeer zorgvuldige uitvoering dit mogelijk is, doch, dat dan in geen geval die bestaanbaarheid aan iets anders dan aan eenen krachtigen zamenhang van het metselwerk is toe te schrijven, dat hierop niet onvoorwaardelijk mag gerekend worden en, dat ook nog in tal van gevallen het soliede dier bestaanbaarheid moet betwijfeld worden, blijkende uit de werkingen in de muren zooals deze zich hier en daar vertoonen, welke werkingen op den duur maar al te zeer het ongenoegzame der dikte atmeting doen kennen.

5. Wij gingen bij ons voorschrift van de veronderstelling uit, dat het gewicht van den muur kan gerekend worden in de vertikaal te werken, die door het midden van de muurdikte gaat. Dit is nu praktisch niet volkomen juist te achten. Was dit toch het geval, dan zoude men een vrijstaanden muur welke aan geene andere kracht en werking dan die van zijn eigen gewicht is onderworpen tot elke willekeurige hoogte kunnen opmetselen, wanneer deze hoogte slechts kleiner bleef dan die waarbij de druk van het eigen gewicht de benedenlagen in gevaar van verbrijzeling zoude brengen. De ondervinding leert echter, dat reeds bij mindere hoogte de muur gaat uitbuiken en eindelijk instorten. Het hangt nu te zeer van de meer of minder zorgvuldige behandeling van het metselwerk en den aard der daarbij gebruikte materialen af, tot welke hoogte die opmetseling kan geschieden, om eene bepaalde altijd doorgaande verhouding tusschen de hoogte en de dikte van den muur te dien aanzien te kunnen geven; en hierbij komt nog, dat die verhouding voor dunnere muren anders is dan voor dikkere. Wij meenen echter te moeten aanraden om deze verhouding hoogstens zoodanig te nemen, dat de hoogte 6 à 7 malen de dikte wordt; opdat wij met gerustheid van het gegevene voorschrift gebruik zoude kunnen maken.

6. Kunnen wij op eene belangrijke verharding van het metselwerk rekenen, dan zal, zie figuur 1, geene overzetting van den muur kunnen volgen zonder dat deze in de voeg B C wordt los gerukt, zoodat daar de samenhang van het metselwerk moet verbroken worden. Aanvankelijk moge die helpende wederstand van mindere beteekenis zijn, zij wordt dit later van meer; draagt men nu zorg den muur niet dadelijk te belasten, en vooral niet aan zijdelingsche werking bloot te stellen, dan zal b. v. na een tijdsverloop van 60 dagen gerustelijk op een samenhang van 40 KGr. per dM². kunnen gerekend worden. De samenhang in B C kan zooals hetgeen de theorie ons leert nu gesteld worden op $\frac{3.3 \times 40}{2}$ of 66 KGr. Diezelfde theorie leert ons, dat wij mogen aannemen dien wederstand op $\frac{2}{3}$ van de muurdikte uit C gerekend te werken. De totale druk in *r* is nu 115 KG. Deze vermenigvuldigen wij met 0.2 en vinden dan $115 \times 0.2 = 23$. Hierbij tellen wij, omdat $\frac{2}{3}$ van 3.3 de waarde 2.2 geeft, 66×2.2 d. i. 145.2. Wij tellen nu 145.2 en de gevondene 23 te zamen en vinden dan 168.2; verder tellen wij bij de druk 115 op *r*, de weerstand 66 en vinden voor de som 181. Deze deelen wij nu op 168,2 en vinden dan 0.9 zoodat ten gevolge van dien samenhang het punt *r* zich naar *s* verplaatst en B *s* nu 0.9 dM. wordt. Hieruit blijkt nu hoe belangrijk die samenhang op de bestaanbaarheid van den muur werkt en dat deze krachtig genoeg kan zijn om het punt *r*, in sommige gevallen buiten den muur vallende, daar binnen terug te brengen; hierdoor wordt het nu ook duidelijk, dat muurdikten welke volgens ons voorschrift te gering zijn, toch nog bestaanbare muren geven. Wij meenen evenwel toch te moeten aanraden steeds ons voorschrift aan te houden. Wilden wij de theorie streng toepassen dan zoude, dien weerstand in rekening brengende, de gevondene afstand C *s* in plaats van 0.9 moeten zijn $\frac{1}{3}$ van de muurdikte of 1.1 dM. Die theorie vordert streng genomen, dat, dien samenhang geheel buiten rekening houdende, het punt *r* op 1.1 dM. van B valt. De toepassing geeft dan afmetingen welke zeer verre afwijken van die welke wij bij onze uitgevoerde werken ontmoeten. — De ondervinding leert ons, dat die strenge toepassing geene volstrekte noodzakelijkheid is en aan die ondervinding toegevende, meen ik in de hier aangegevene wijziging van het voorschrift, de grens der redelijke bestaanbaarheid te hebben aangegeven. Wij meenen echter niet tot dat uiterste te moeten gaan en dit te minder, dewijl wij den zamenhang volstrekt niet te groot in rekening gebracht hebben. Valt bij deze toepassing het punt *s* buiten de muur, dan is het onbestaanbare volstrekt te achten; ook moet dat punt *s* nu nog zoover binnen den muur vallen, dat wanneer men *B s* naar de schaal der teekening meet en vervolgens de gevondene grootte van deze 600 malen neemt, men een getal verkrijgt dat minstens gelijk, beter grooter ten minste eenigszins grooter dan de gezamentlijke druk, in *s* is; dus in ons geval grooter dan 115 + 66 of 182. Wij herhalen dat wij het onraadzaam achten op dien samenhang althans in de gewone gevallen te rekenen.

7. De druk welke het gedeelte daks boven L H ge-

legen uitoefent, en die op het beneden gedeelte van den muur B E F G wordt overgebracht is nog al belangrijk. De kapstijlen, deze op de muren overbrengende, zal dat muurgedeelte over eene betrekkelijk kleine oppervlakte daarvan gedrukt worden. Wij raden nu aan ter plaatse waar die stijlen op dat muurgedeelte dragen, blokken gehouwen steen in te metselen en aan deze een streksche breedte gelijk aan 4 à 5 malen de stijlbreedte te geven. De lengte dezer stukken neme men gelijk aan de muurdikte van dat ondergedeelte, en de hoogte of dikte overeenstemmende met 4 à 5 lagen van het metselwerk. Wij willen hierdoor voorkomen, dat ter plaatse waar de stijlen dragen, het metselwerk eene te sterke zetting ondergaat. 1)

1) De toestand waarin de muur van ons voorbeeld verkeert, kan teruggebracht worden tot het geval, dat deze in de vertikaal door haar midden gaande, met het totale gewicht van den muur belast is, en buitendien nog in m fig. 1 met een vertikale kracht die ontstaat uit de ontbinding der drukking welke volgens de dakhelling op den muur bij M wordt uitgeoefend, benevens eene horizontale welke op het overzetten van den muur werkt.

Willen wij een en ander door berekening bepalen, dan stellen wij den hoek $HKI = \alpha$, $LI = a$ en $HI = b$: Wij hebben dan $b = a$ tang. α. Is nu de belasting per dM². volgens de projectie van het dak gerekend G, dan is aG de belasting die hier per strekkende dM. moet in rekening gebracht worden.

Wij stellen nu de vertikale druk in $H = \frac{ag}{2}$. Deze volgens Hb en Hc ontbindende, hebben wij de ontbondene volgens $Hc = S$ stellende, $S = \frac{aG}{2}$ sin. α Deze in M overgebracht en dan in de vertikale V en de horizontale H ontbonden zijnde, hebben wij $V = \frac{aG}{2}\sin^2\alpha$. en $H = \frac{aG}{2}\sin\alpha.\cos\alpha$. of $H = \frac{aG}{4}\sin. 2\alpha$. De totale vertikale druk in M is dus $\frac{aG}{2} + \frac{aG}{2}\sin^2\alpha = \frac{aG}{2}(1 + \sin^2\alpha)$. Stellen wij $LK = m$, de muurdikte d, de muurhoogte h en het gewicht van de d M³. metselwerk $= g$, dan is de in N werkende vertikale kracht dgh. Het moment der kracht bij m is tenopzichte van A, $\frac{aGm}{4}\sin^2.\alpha$ en dat van het muurgewicht $\frac{d^2gh}{2}$. De som dezer momenten is $\frac{aGm(1 + \mathrm{Sin}^2\alpha)}{4} + \frac{d^2gh}{2}$ of $\frac{aGm(1 + \mathrm{Sin}^2\alpha) + 2d^2gh}{4}$. De som der daar werkzame krachten, de resultante van deze, is $\frac{aG}{2}(1 + \mathrm{Sin}.\alpha) + dgh$ of $\frac{aG(1 + \mathrm{Sin}.^2\alpha) + 2dgh}{2}$, en het aangrijpingspunt van deze resultante ligt dan uit A op den afstand aangegeven door $\frac{aGm(1 + \mathrm{Sin}^2.\alpha) + 2d^2gh}{2aG(1 + \mathrm{Sin}^2.\alpha) + 4dgh}$. Deze is de afstand, in onze fig. aangewezen door An. Wij vonden voor de horizontale werking $H = \frac{aG}{4}\mathrm{Sin}.2\alpha$ en voor de vertikale $\frac{aG}{2}(1 + \mathrm{Sin}^2.\alpha) + dgh$. Stellen wij de laatstgevondene $= V_1$, en de resultante van H en $V_1 = R$ dan is $R^2 = H^2 + V_1^2$. Wij hebben verder $H = V_1$ tang φ., wanneer wij de hoek $qnl = \varphi$ stellen; en nu volgt eindelijk $Sr = h \times$ tang φ, waardoor Br gemakkelijk kan gevonden worden. Uit een en ander zal men nu duidelijk inzien, dat ons gegeven voorschrift eigenlijk bestaat uit de meetkundige constructien welke tot de bepaling van Br voeren, en dat wanneer men langs den weg der berekening die waarde van Br wil bepalen deze berekening zeer

8. De overeenstemming van den muur van ons voorbeeld met de borstweeringsmuren onzer zolders begrijpende, zij men bij de toepassing van het door ons gegeven voorschrift op deze laatsten bedacht, op de voorwaarde welke wij bij dat voorschrift stelden.

De constructie der kap is hier van zeer veel invloed. Heeft men eene kap met borstweeringsmuren en zorgt men niet, dat van het gedeelte daks boven de gording de krachtenwerking geheel op de gebinten neerkomt, en dus gedeeltelijk door de borstweeringsmuren moeten opgenomen worden, dan zullen deze aan aanzienlijk grootere zijdelingsche werkingen zijn blootgesteld dan wij bij ons voorschrift veronderstelden en de daarbij gevondene muurdikten zouden dan niet meer voldoende wezen. Wij raden alzoo aan hierin voor elk geval met de meeste zorg te voorzien. Eene nadere uiteenzetting van de wijze waarop dit kan verkregen worden behoort eigenlijk tot de behandeling der kapconstructiën Om het belang der zaak willen wij het hier bedoelde echter bizonder toelichten.

9. Stellen wij in bijgaande schetsfiguur a, de constructie van een gewoon Hollandsch kapgebindt te zijn voorgesteld. Nemen wij de halve spanwijdte $AB = 40$ dM. de hoogte $BC = 36$ dM. De gebindtbalk legge men zoodanig, dat de bovenkant van de gording op 15 dM.

omslachtig wordt, en buiten het bereik valt van hun die minder met de behandeling van goniometrische formules vertrouwd zijn. Om den samenhang in de voeg BC als weerstand in rekening te brengen stellen wij deze per dM². = p.

De omdraaing wanneer deze zal volgen, geeft voor draaipunt B en nu zal de bedoelde weerstand in ieder punt van BC evenredig zijn aan den afstand van dit punt tot B. Stellen wij nu een afstand x dan is de weerstand op dien afstand $\frac{p}{d.}x$, en deze is dus voor de differentiaal op dien afstand $\frac{p\,x\,d\,x}{d.}$. Het moment van den weerstand op die differentiaal is dan $\frac{p\,x^2\,d\,x}{d.}$. Nu is $\int\frac{p\,x\,d\,x}{d.} = \frac{p\,x^2}{2\,d.}$ en $\int\frac{h\,x^2\,d\,x}{d} = \frac{p\,x^3}{3\,d.}$. Nemen wij deze integralen tusschen de grenzen $x = 0$ en $x = d$, dan vinden wij voor de eerste en dus voor den totalen weerstand $\frac{p\,d^2}{2\,d} = \frac{p\,d}{2}$, en voor de laatste of de som der weerstandsmomenten $\frac{p\,d^3}{3\,d}$ of $\frac{p\,d^2}{3}$. Het aangrijpingspunt ligt dus uit B op den afstand $\frac{\frac{p\,d_2}{3}}{\frac{p\,d}{2}}$ of op $\frac{2}{3}$ d. Noemen wij de afstand die wij voor A n vonden, r dan hebben wij voor de som der momenten van de hier werkzame vermogens

$$V_1 \times v + \frac{p\,d}{2} \times \frac{2}{3}\,d = V_1 v + \frac{10\,d_2}{3},$$

en deze geven nu voor het aangrijpingspunt der eindresultanten van de gezamentlijk werkzame krachten $\frac{V_1 v + \frac{p\,d_2}{3}}{V_1 + \frac{p\,d}{2.}}$ of $\frac{6\,V_1 v + 2\,pd^2}{6\,V_1 + 3\,pd.} = r$, vermenigvuldigen wij nu deze afstand met 600 dan moeten wij hebben $\frac{6\,V_1 v + 2\,pd^2}{6\,V_1 + 3\,pd} \times 600 = V_1 + \frac{p\,d}{2}$; ook hierin zal men het behandelde voorschrift herkennen.

boven de muurplaat komt te liggen, terwijl de borstweeringshoogte 8 dM. bedraagt.

Fig. *a*.

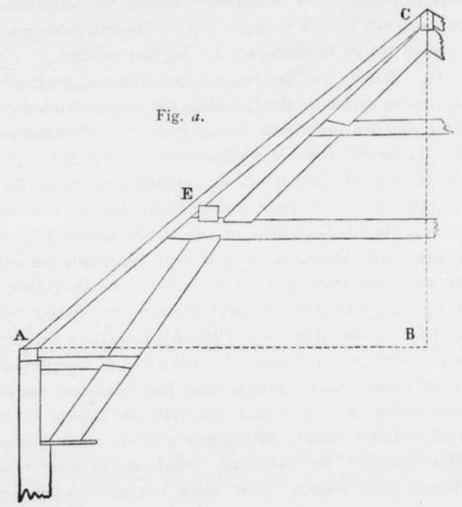


Fig. *b*.

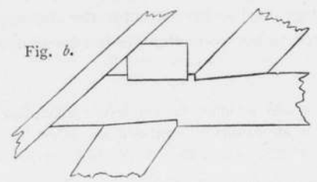
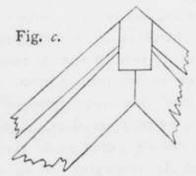


Fig. *c*.



Denken wij ons de constructie bij de nok als in fig. *c* is aangegeven, en de wijze waarop de sporen door de gordingen gedragen worden als fig. *b* voorstelt.

De totale belasting op het dakvlak per strekkende dM. is dan 40×2.2 of 88 Kgr.; wij stellen hiervoor 90 Kgr. De hoogte van de gording boven de plaat 15, en de totale hoogte van de kap 36 dM. zijnde, geeft de deeling van 15 door 36, de breuk $\frac{5}{12}$. Om nu de drukkingen op de plaat A, op de gording E en de nok C, altijd van figuur a, te bepalen, handelen wij met dit gebroken op de wijze als de volgende in teekens uitgedrukte cijferkundige bewerkingen aangeven.

Voor de belasting op de muurplaat A, hebben wij dan de volgende berekening in te stellen:

$$\frac{\frac{5}{12} \times \frac{5}{12} + 3 \times \frac{5}{12} - 1}{\frac{5}{12}} \times \frac{1}{8.}$$

gevende $\frac{61}{480.}$ van de totale belasting.

Voor het bepalen van den druk op de gording of die bij E hebben wij:

$$\frac{1 + \frac{5}{12} - \frac{5}{12} \times \frac{5}{12}}{\frac{5}{12}} \times \frac{1}{8 \times \frac{7}{12}} \text{ of het } \frac{179}{280}$$

gedeelte van den totalen druk.

De druk bij C of wel het gedeelte van den totalen druk aldaar, door het eenerzijdsche gedeelte van de dakbelasting voortgebracht, is

$$\left(3 - 5 \times \frac{5}{12} + \frac{5}{12} \times \frac{5}{12}\right) \times \frac{1}{8 \times \frac{7}{12}}$$

of het $\frac{157}{672}$ van dien totalen druk. Wij vinden alzoo voor den druk bij B: $\frac{61}{480} \times 90$ of nagenoeg 12 Kgr.; voor den druk bij E: $\frac{179}{280} \times 90$ of nabij 58 Kgr.; en eindelijk voor den druk bij C: $\frac{157}{672} \times 90$ of nabij 22 Kgr. Het tegenovergestelde dakvlak zal nu per dM. lengte bij C evenzeer een druk van 22 Kgr. uitoefenen; en de gezamenlijke druk zal daar dus 44 Kgr. zijn.

Zij nu fig. 2 eene schets van het door ons gekozen geval, waarbij wij aannemen, dat het eigenlijk op $\frac{1}{5}$ à $\frac{1}{10}$ moest geteekend worden, doch hetwelk wij om kleinere figuren te behouden op een willekeurig kleinere schaal en dan nog meer figuratief dan wel nauwkeurig geven. Wij nemen in deze fig. Ca evenredig groot aan 44 Kgr., en bij eene werkelijke toepassing bij voorbeeld tegen 2 mM. voor 1 Kgr. zoude Ca dan 88 mM. worden; in fig. 2 hebben wij 1 mM. voor het Kgr. genomen, en dit bij alle door lijnen voorgestelde gedeelten volgehouden. Het aantal mM. lengte der lijnen in de figuren is de helft van dat in de tekst genoemd. Wij trekken nu ab evenwijdig aan BC, en ac evenwijdig aan CD. Uit E laten wij eene vertikale lijn neer, en nemen daarop Ed evenredig aan 58 Kgr. en dus lang 116 mM.; omdat wij voor den druk bij E, 58 Kgr. vonden. Wij brengen nu Ee loodrecht op BC, en trekken door d de lijnen ed en df, de eerste evenwijdig aan BC, de laatste evenwijdig aan Ee. Wij vinden dan de punten e en f. Nu zijn Cc en Ef de betrekkelijke grootten der drukkingen welke volgens de richting van het dakvlak, en dus ook volgens die der sporen, worden uitgeoefend. Deze drukkingen gaan op de muurplaat en wel op het punt G over; zijnde G het midden van de hiel BF der sporen. Wij laten uit G een vertikaal neer; brengen vervolgens door G een horizontale lijn Gi en nog eene lijn Gg evenwijdig aan BC. Wij nemen Gg gelijk aan Cc en Ef te zamen, en trekken door g de horizontale lijn gh en de vertikale gi. Op de vertikaal door G wordt nu nog uitgezet de druk welke op dat punt volgens onze berekening bizonder wordt uitgeoefend. Wij vonden daarvoor 12 Kgr. en nemen dan hk gelijk aan 24 mM.

Wij moeten nu het gewicht van den muur bepalen; nemen wij wederom aan, dat de dM³. weegt

1.8 Kgr., dan is dit gewicht 8 × 2.2 × 1.8 of 19.36 Kgr. per strekkende dM. Wij verlengen de vertikaal door G bovenwaarts en nemen op deze G m gelijk aan de betrekkelijke grootte van dat muurgewicht, alzoo 39 mM. Wij trekken dan nog door het midden F van den muur, een vertikaal en nemen daarop F l gelijk aan de lengte G k. Wij vereenigen vervolgens m met l. Deze lijn snijdt de lijn B H in I. Wij brengen het gevonden punt I door een vertikaal lijntje op den bovenkant van den muur in n over. De genoemde vertikaal wordt nu tot aan het punt p verlengd, zoodanig dat np gelijk wordt aan G m en G k of F l te zamen. Uit n trekken wij nu nog de horizontale lijn nr en maken deze gelijk aan F i. Door het punt p worden nu de horizontale pq en door q de vertikale qr getrokken, gevende bij doorsnijding het punt r. Men trekt nu nq, welke dan het verlengde ondervlak van den muur, of dit vlak zelve, in s zal snijden. Men meet nu in het laatste geval naar de schaal der teekening M s, en trekt het gevondene van de muurdikte af. Dit verschil, altijd in ware grootte rekenende, nemen wij 600 malen. Wij vinden dan het aantal Kgr. waarmede de muur bij s veilig kan gedrukt worden. Nemen wij nu wederom dit gewicht in lengtemaat uitgedrukt, en dan tegen 2 mM. per Kgr. dan kunnen wij de dus vekregen lengte van n op de vertikaal, die door dit punt gaat, uitzetten, en wel van n naar beneden, valt nu het dan verkregene punt beneden p dan is de muur bestaanbaar; valt dat punt boven p dan is die bestaanbaarheid ons inziens niet volkomen meer verzekerd. Valt het punt s buiten den muur, zoo als dit in het door ons gekozen voorbeeld het geval is, dan beschouwe men de dikte van den borstweeringsmuur onvoldoende, en wij zien hieruit ten duidelijkste van hoe veel belang eene deugdelijke kapconstructie ook in deze gevallen te achten is.

9. Wij zullen gemakkelijk opmerken, dat in het laatste geval de druk volgens het dakvlak belangrijk grooter is dan deze onder dezelfde omstandigheden zoude zijn, wanneer voor de verbinding der sporen met de gordingen, nok enz. der bekapping beter gezorgd was. Wij besluiten hieruit, dat het stevige kapverband voor de bestaanbaarheid der borstweeringsmuren verre van onverschillig is, en meer opmerking vordert dan uit dit oogpunt gezien daaraan wordt besteed. In verreweg de meeste gevallen zijn het de blokkeelen met hunne ankerverbindingen welke hier de borstweeringsmuren tegen overzetten bewaren. Bij eene goed begrepen constructie moet die blokkeelverbinding alleen strekken om voldoende steunpunten voor de muurplaten te geven, ten einde het zijdelings doorzetten van deze te beletten. Dewijl de muur met die plaat in aanraking is, zal ten gevolge der wrijving van deze op den muur, de laatste mede doorzetten. Het is dus al wederom van het grootste belang de platen genoegzaam tegen dat zijdelings doorbuigen, door hen voldoende breedte te geven, te vrijwaren; en het is dan ook geenszins onverschillig welke afmetingen men aan de muurplaten geeft. Deze hangen wel degelijk af van de grootte der zijdelingsche werking, van den afstand der gebinten en van de betere of meerdere onderlinge verbinding der deelen van de kapconstructie. Dit onderwerp verder te behandelen behoort niet tot dit gedeelte van ons opstel, maar meer bepaald tot de behandeling der kapconstructiën.

10. Zetten wij de behandeling van ons voorbeeld voort, dan vinden wij dat L s ruim 4 dM. buiten den buitenkant van den muur valt, en de muur dan onbestaanbaar wordt; terwijl wanneer wij eene voldoende bevestiging op de nok en gordingen voor de sporen aannemen, men volkomen gerust de gekozene muurdikte als voldoende kan aannemen. Wij hebben zelfs in ons laatste voorbeeld eene minder volkomene, doch nog altijd bestaande bevestiging op de gordingen in rekening gehouden, anders zoude de uitkomst nog veel ongunstiger geweest zijn. Het is nu met geene mogelijkheid te bepalen in hoeverre wij zoodanige bevestiging als voldoende of onvolkomen moeten beschouwen. Het geringe kostenbezwaar om die bevestiging zoo volkomen mogelijk te maken, is een stellige reden waarom dit nimmer mag verzuimd worden. Hoe flaauwer de dakhelling wordt des te meer moet daarop gelet worden. Het zoude ons gemakkelijk zijn bepaalde voorbeelden aan te geven waarbij een hoogst ondoelmatige verbandsconstructie der bekapping zich doet kennen in het overzetten der borstweeringsmuren. 2)

2) Het is niet noodig, dat wij de teekenkunstige constructie voor het nu afgehandelde voorbeeld op nieuw toelichten; wij dienen echter toch op te merken, dat de druk per strekkende d. M. van het dakvlak op de gording uitgeoefend, waarvoor wij $\frac{179}{280}$ van den totalen druk vonden, door ons ontbonden is in een drukking loodrecht op het dakvlak en eene andere in de richting van dit vlak. Bestond er volstrekt geene verbinding tusschen de gording en de sporen, dan had de richting van de eerst ontbondene volgens den bintbalk moeten genomen worden, en de ontbondene volgens het dakvlak zoude dan grooter geweest zijn. Wij hebben, om in geen geval te overdrijven, door de gekozene ontbinding op eenige verbinding van de sporen op de gording gerekend. Het hangt nu geheel van de verzorging van dit verband af, of die druk in de richting van het dakvlak grooter of kleiner zal zijn; en eene zorgvuldige behandeling kan hier niet te zeer worden aanbevolen, daar men er toch veeltijds te los over heenloopt

Wij gingen bij ons gegeven voorschrift van eene beschouwing uit, afwijkend van die welke wij omtrent dit punt in de nieuwste geschriften over de statica der bouwkunst ontmoeten. Volledig toegevende, dat die nieuwere beschouwingen de voorkeur verdienen boven die waarop wij ons voorschrift baseerden, hebben wij echter gemeend daarvan te moeten afwijken, omdat deze afmetingen geven, die verreweg dezulke overschrijden welke wij bij onze dagelijks voorkomende werken aan de muren geven. Deze werken, het in acht nemen der grootste spaarzaamheid vorderende, moesten wij ons tot datgene bepalen wat ons tot eene bestaanbaarheid voerde waarbij die spaarzaamheid tot het redelijk uiterste gedreven werd.

Wij vinden de betere theorie, waarop wij doelden, in een werk getiteld »Statik der Hochbauconstructionen, Erster Theil, Steinconstructionen, von Dr. W. Wittmann, uitgegeven te Berlin bij von Ernst en Korn, en wij meenen het nuttig te zijn deze theorie in hoofdzaak hier aan te geven.

Zij A B C D (Fig. 6) een muurprofil. Zij E F de richting van een der voegvlakken, en nemen wij aan dat daarop verspreid,

eene kracht werkt, die met de loodlijn G K′ op E F een hoek α maakt. Wij stellen dat in deze kracht R ook het muurgewicht is opgenomen. Laten verder H H′ in het verlengde van E F vallende, en K K′ de richtingen van twee rechthoekige coördinaten assen zijn. Wij kunnen nu de krachten loodrecht op E F werkende, en als weerstand tegen de volgens G K′ ontbondene R beschouwd. voorstellen door Σ (X), en die in de richting of in het vlak, voorgesteld door E F, Σ (Y). Wij hebben dan $R \times \cos \alpha = \Sigma$ (Y) en $R \times \sin \alpha = \Sigma$ (X) voor het evenwicht der bestaande krachten. Zij nu H′ een willekeurig punt in de abscissenas en daarop, op den afstand x genomen, de differentiaal ∂x, dan hebben wij vooreerst voor dat evenwicht:

$$\int x \, \partial x \, R \cos \alpha = \Sigma (Y x).$$

Noemen wij nu de weerstands-coëfficient per vierkante eenheid w, en de oppervlakte van de voeg E F, op de eenheid van lengte O, dan is $R \cos \alpha = O \times w$. Zij de wrijvingscoëfficient in de voeg E F gesteld te zijn μ; dan hebben wij voor datzelve evenwicht $R \times \sin \alpha = O \times s + \mu R \cos \alpha$; waarbij dan s de samenhang van het metselwerk als weerstand tegen verschuiving op de vlakte-eenheid van de voeg E F is.

Nemen wij nu aan, dat er een werkelijke samendrukking in de voeg E F plaats heeft, dan zal deze door de werkende kracht in G K′, wanneer zij door het zwaartepunt van het voegvlak gaat, zich gelijkmatig over de oppervlakte van dit voegvlak verspreiden en wanneer wij nu de grootte van dien weerstand bepalen, dan is deze $O \times w$.

Geheel anders wordt het gezamenlijke van dien weerstand in geval de werking der kracht volgens G K′ niet door het zwaartepunt G gaat; in dit geval zal er een samendrukking volgen waarbij het gedrukte vlak niet evenwijdig aan de richting E F blijft, doch dit zich om eenig punt H′, in de as der x gelegen, wentelt, en die samendrukking zal dan het grootste zijn bij F. Stellen wij deze daar wederom gelijk w per eenheid, dan is die bij de differentraal ∂x op den afstand x uit H′ gelegen wanneer wij $H'E = a$ en $EF = d$ stellen: $\frac{x \, \partial x}{a + d} w$, en het moment van deze ten opzichte van H′E is dan $\frac{x^2 \partial x}{a + d} w$. Wij hebben nu voor de som der gezamenlijke tegendrukkingen of weerstanden

$\int \frac{x \, \partial x}{a + d} w = \frac{x^2}{2 (a + d)} w$, en voor de som der momenten van deze $\int \frac{x^2 \partial x}{a + d} w = \frac{x^3}{3 (a + d)} w$.

Het is nu duidelijk, dat wij voor het aangrijpingspunt van die gezamenlijke weerstanden hebben $\frac{\frac{x^3}{3 (a + d)} w}{\frac{x^2}{2 (a + d)} w} = \frac{2}{3} x$.

Zal nu die gezamenlijke weerstand in het voegvlak E F werkzaam zijn, dan mag het draaipunt H′ in geen geval binnen den muur vallen en is dus de uiterste grens van dit het punt E. In dit geval wordt in onze formules $a = o$ en wij hebben dan voor de gezamenlijke weerstand $\frac{x^2}{2 d} w$, en voor de som der momenten $\frac{x^3}{3 d} w$. Nemen wij nu de dus herleide integralen tusschen de grenzen $x = o$ en $x = d$ dan worden deze $\frac{d w}{2}$ en $\frac{d^2 w}{3}$, en wij hebben alzoo voor het aangrijpingspunt $\frac{\frac{d^2 w}{3}}{\frac{d w}{2}}$ of $\frac{2 d}{3}$. Zal er nu evenwicht bestaan zonder inwendige spanningen dan moet het werkpunt der krachten R in E F met het laatst gevondene aangrijpingspunt zamenvallen; en hieruit zoude dan volgen, dat de resultante der uitwendig op den muur werkende krachten ten allen tijde het in aanmerking genomen voegvlak zoodanig moet snijden, dat het middelpunt van werking in geen geval buiten het middenste $\frac{1}{3}$ van de muurdikte valt.

Wij zijn nu bij onze voorschriften hiervan afgeweken en nemen

11. Wij kunnen nu door eene hoogst eenvoudige constructie aantoonen hoe de druk van krachten op een muur werkende, zich van voeg tot voeg in het inwendige van deze voortplant. Wij stellen in fig. 3, ABCD het profil van eenen muur voor en nemen aan, dat men dit bij de toepassing wederom op $\frac{1}{5}$ à $\frac{1}{10}$, en $\frac{1}{5}$ is voor deze gevallen nog klein genoeg, der ware grootte geteekend heeft. Zij de hoogte 8 dM. en de dikte 3.3 dM. Het gewicht van den muur is nu 8 × 3.3 × 1,8 Kgr. Wij stellen daarvoor 47 Kgr. Dit gewicht werkt in de vertikaal die midden door het muurprofil gaat, dus in E F. Stel dat in de richting H G, bij H, op het bovenvlak van den muur eene kracht werkt, en dat de richting HG van deze ten opzichte van A D eene hoek van 45° maakt; terwijl het punt H op 2.35 dM. van A ligt Wij nemen nu wederom 2 mM. voor een Kgr. aan en dan E a = 2 × 47 of 94 mM. en H b = 2 × 25 of 50 mM. Wij trekken nu bd horizontaal, en be vertikaal. Wij verlengen de vertikaal door H bovenwaarts en maken H f = E a en op E F nemen wij E g = H d. Wij trekken nu verder de lijn fg welke A D in I zal snijden. Hierna construeert men de figuur 4 en een dergelijke hulpfiguur 4a. Fig. 4 is wederom het muurprofil van fig. 3. Wij nemen in fig. 4a, mq = H e van fig. 3, en verder nog mn gelijk H d en np = E a, allen wederom van fig. 3. Wij verdeelen nu in fig. 4, AB in een willekeurig aantal gelijke deelen; onze fig. geeft er 5. Bij het teekenen dezer figuren is het te verkiezen ze zoodanig te plaatsen, dat mq van fig. 4a met A D van fig. 4 in de zelfde lijn liggen. Men deelt nu np van fig. 4a in 5 gelijke deelen, dus in zoovele als waarin A B van fig. 4 gedeeld is. Wij hebben de deelpunten met 1, 2, 3 enz. gemerkt. De deelpunten van AB, flg. 4, zijn evenzeer met 1, 2, 3 enz. gemerkt, en door deze zijn dan de horizontale voeglijnen 1 — 1, 2 — 2, 3 — 3, enz. getrokken. In fig. 4a trekken wij nu de lijnen q 1, q 2, q 3 . . . . qp. Wij trekken in fig. 4 eene vertikaal door H benedenwaarts, zijnde ook hier A H dezelfde als in fig. 3. Op deze vertikaal nemen wij H r gelijk aan np van fig. 4a. Deze deelt men wederom in het aangenomene getal 5 gelijke deelen en merke deze met 1^a, 2^a, 3^a enz.; elk van deze deelpunten vereenigt men nu met het punt s, hetwelk men vindt door uit het midden E van AD de vertikaal E s te trekken en daarop E s = mn van fig. 4a te nemen. De genoemde lijnen zullen nu HE in de punten $1'$, $2'$, $3'$ enz. snijden terwijl de lijn rs door het punt I zal gaan, dat wederom met het zelfde van fig. 3 overeenstemt. Men trekt nu door de aldus gevondene punten

aan, dat de zamenhang enz. van het metselwerk voldoende zijn om zoodanige blijvende spanning praktisch onschadelijk te maken.

Wij hebben nu nog te voldoen aan de evenwichtsvoorwaarde $R \times \text{Sin. } \alpha = O \times s + \mu R \cos \alpha$. In het algemeen zal hieraan voldaan zijn wanneer de hoek welke de kracht R met de normaal op het voegvlak E F maakt grooter dan 30° is. Voor metselwerken in snel verhardende specie uitgevoerd b. v. in portlandcement mortel, kan die hoek tot 40° stijgen.

$1'$, $2'$, $3'$ enz. lijnen evenwijdig aan q 1, q 2 enz. van fig. 4*a*. Deze zullen achtereenvolgens de voeglijnen 1—1, 2—2, 3—3 enz. in de punten $1''$, $2''$, $3''$ enz. snijden. De laatste van deze evenwijdige lijnen gaat door I en snijdt BC in p''. Wanneer wij nu door de aldus verkregen punten $1''$, $2''$, $3''$..... p'', eene kromme lijn trekken, dan heeft men in deze de voorstelling hoe de druk zich in het inwendige van den muur voortplant. De lijn die een der punten $1''$, $2''$, enz. met $1'$, $2'$ enz. vereenigt, toont tevens aan welken hoek, op dat punt, de richting van den druk met de horizontale voeg maakt, en zal er geen gevaar voor verschuiving bestaan dan moet die lijn met de vertikaal door het overeenkomstige punt $1''$, $2''$, of enz., een hoek maken die gelijk of kleiner is dan 30°. Om dit b. v. voor de voeg 3—3 te onderzoeken, trekken wij door het punt $3''$ eene vertikaal, en beschrijven met eene willekeurige straal een kwartcirkel die ons de punten t, v en w geeft; en nu moet tv in geen geval meer dan het derde gedeelte van tw zijn; altijd volgens de boog tw gemeten. Men neemt dus tv in den passer en zet deze telkens op den boog uit; nu moet tv ten minste drie malen op tw gaan. Heeft men metselwerk in portland-cement of eenigen anderen krachtigen mortel, dan zal het voldoende zijn wanneer men tv in twee deelen deelt en een van deze vijf malen op tw gaat; zelfs zal men in sommige gevallen nog op $tv = \frac{1}{4} tw$ mogen rekenen. De afstanden $1-1''$, $2-2''$ enz. mete men nu naar de schaal der teekening, en vermenigvuldige de verkregene grootte indM., altijd hier de ware grootte bedoelende, met 600 en verkrijgt dan den weerstand van den muur bij de voeg waarop de afstand gemeten is. Deze weerstand brengt men in lengtemaat over door wederom per Kgr. 2 mM. te nemen; de dan verkregene lengte zet men nu van m in fig. 4*a* benedenwaarts uit. Valt nu deze in die fig. beneden het overeenkomstige deelpunt of uiterlijk daarop, dan is de muur bij die voeg bestaanbaar; valt daarentegen het eindpunt boven dat overeenkomstige deelpunt, dan is de muur bij de voeg 3—3 te dun. Wij zullen uit de figuren zien, dat in ons geval de muur bij de voeg 4—4 stellig reeds te dun is, en dus niet anders dan door een krachtigen samenhang van het metselwerk zoude kunnen bestaan.

Is de kromme lijn volgens welke de druk zich in het inwendige van den muur voortplant bepaald, dan kan deze dienen om de al of niet bestaanbaarheid van den muur op elk willekeurig punt van de hoogte te onderzoeken.

Nemen wij in fig. 4 eene willekeurige voeg xy. Deze snijdt de kromme lijn in z; wij meten nu naar de schaal der teekening xz en vinden dan na vermenigvuldiging met 600 den weerstand van den muur in de voeg xy. Deze brengen wij wederom in lengte over door voor ieder Kgr. 2 mM. te nemen, en zetten dan deze in fig. 4*a* van m tot z uit.

Wij nemen nu het punt 3 van fig. 4 hetwelk boven x het naast bij dit laatste gelegen is. Door het deelpunt 3 van fig. 4*a* trekken wij een geheel willekeurige lijn $3x''$ en nemen op deze $3x'$ gelijk aan $3x$ van fig. 4. Wij trekken nu, na 3,4 van fig. 4, in fig. 4*a* op $3x''$ te hebben uitgezet, daar eene rechte lijn tusschen x'' en 4, en door x' een evenwijdige aan deze laatste. Men vindt dan een snijpunt v op mp. Valt nu dat snijpunt beneden z dan is de muur niet bestaanbaar, zoodat dit punt v nu boven of uiterlijk op z moet vallen zal de muur bij de voeg xy bestaanbaar zijn. Men zal nu op elk ander punt die bestaanbaarheid alzoo kunnen onderzoeken en zich dus kunnen overtuigen, dat geene scheuren enz. ten gevolge van ongenoegzamen weerstand, waar ook, in den muur kunnen ontstaan. Wij dienen echter ook nog te onderzoeken of de muur tegen voortschuiven bij zoodanige voeg gevrijwaard is. Wij nemen hiertoe in fig. 4 op de vertikaal door H gaande, H t' gelijk aan nv van fig. 4*a* en trekken dan $t's$ die nu A D ergens in w' zal snijden. Door dit punt trekken wij wederom een vertikaal bovenwaarts en door z en door dat zelfde punt w' een schuine lijn. Wanneer nu deze met die vertikaal wederom een hoek kleiner of desnoods gelijk aan 30° maakt, dan is de muur ook hiertegen verzekerd. Bij gebruik van sterk bindenden mortel kan deze hoek grooter vallen. Het onderzoek hiervan geschiedt op de wijze als wij reeds opgaven.

Ten slotte merken wij op, dat zoo de onbestaanbaarheid van den muur blijkt, men deze $\frac{1}{2}$ steen dikker neemt, en dan het onderzoek herhaalt totdat de gewenschte bestaanbaarheid gebleken is. Hoewel eenigszins tijdroovend, is het te verkiezen de proef met opvolgende verzwaring van $\frac{1}{2}$ steen te herhalen, om in geen overmaat te vervallen. 3)

12. Hiermede nu het noodige gezegd hebbende voor het bepalen van de afmetingen der muren welke bij onze gebouwen als borstweeringsmuren, of in soortgelijke toestanden verkeerende, voorkomen, gaan wij, om der wille van de overeenstemming met deze althans uit het oogpunt van ons onderwerp gezien, tot de behandeling over der geheel vrijstaande muren, als b. v. onze schutting- of tuinmuren.

De voorschriften welke Rondelet in zijn *Art de bâtir* geeft, bepalen de dikten van deze muren tusschen $\frac{1}{8}$ tot $\frac{1}{12}$ van de hoogte naar gelang men eene grootere of kleinere stabiliteit verlangt. Volgens deze voorschriften zoude eene muur van 20 dM. hoogte, eene dikte van $\frac{20}{8}$ tot $\frac{20}{12}$ of van 2,5 tot 1,67 moeten hebben.

Wij zien hieruit, dat men eene dikte van 2,2 of 1 steen, voldoende kan achten. Bij deze voorschriften is er op gerekend, dat de muren niets anders dan hun eigen gewicht te dragen hebben; en als zoodanig kunnen zij zonder eenig terugzicht worden toegepast.

Onze tuinmuren verkeeren echter niet ten allen tijde

3) Het hier behandelde volgt zoo onmiddelijk uit het voorgaande, dat een nadere toelichting overbodig kan geacht worden.

in dezen toestand, en kunnen b. v. aan hevige windstooten zijn blootgesteld. Zij moeten dus ook deze kunnen weerstaan; waarbij wij echter in aanmerking te nemen hebben, dat die weerstand slechts tijdelijk zal behoeven geboden te worden, en men gevolgelijk daarvan niet in die mate rekening heeft te houden dan wanneer deze voortdurend gevorderd werd.

Wij kunnen wederom door eenvoudige teekenkunstige constructie bepalen hoe groot ook bij voortdurende werking de windstoot kan zijn, zonder voor den muur gevaarlijk te worden. Zij in fig. 5 A B C D het profil van een muur die wij 20 dM. hoog en 2,2 dM. dik denken. F is het midden van de muurdikten bij den bovenkant A B. Wil men nu dat de muur in afmeting voldoende zal wezen om aan de eischen der meest strenge theorie te voldoen, dan moet men op C D het gedeelte C E gelijk aan $\frac{1}{3}$ van de muurdikte B C nemen. Wij moeten nu het gewicht van den muur per dM. lengte bepalen. Wij vinden daarvoor 20 × 2,2 × 1,8 of circa 79 Kg.

Wij brengen nu door F benedenwaarts eene vertikale lijn, en nemen daarop F a evenredig aan het muurgewicht, en dus 158 mM, wanneer wij wederom 2 mM. per Kgr. aannemen. Wij trekken nu door F en E eene lijn en door a eene horizontale, deze geven het snijpunt b. Meten wij nu wederom met de mM de lengte van $a\,b$ en nemen wij daarvan het dubbel, dan hebben wij het aantal Kgr. windstoot welke de muur in ieder geval met zekerheid kan weerstaan. Deelen wij het dus gevondene weerstandsvermogen door 20, zijnde de muurhoogte, dan vinden wij den winddruk welke de muur per dM² kan doorstaan, en honderd malen deze is dan die druk per M². Wij vinden voor $a\,b$, de beschrevene meting uitvoerende, omstreeks 5 mM. en de winddruk wordt dus gemeten door 10 mM. Deze bedraagt dan per dM² $\frac{5}{20}$ of 0.25 Kgr. en dus per M² 25 Kgr; zoodat de muur tegen de winden, welke geene bepaalde stormen zijn, bestand is.

Mogen wij nu aannemen, dat de muur met zorg en van deugdelijke materialen is opgebouwd, dan zal men kunnen stellen, dat voor onze tuinmuren bij een hoogte van 2 M de dikte van een steen in den regel voldoende kan geacht worden. Staan ze rechtstreeks aan de stormvlagen, zonder eenige beschutting, blootgesteld, dan zoude er gevaar voor omstorten kunnen bestaan. De beste wijze om dit gevaar te voorkomen is, op afstanden van circa 2 M de muurdikte over de strekking van twee steenen door pilasters van $\frac{1}{2}$ steen te verzwaren. Wij gelooven met dit voorschrift aan de eischen van eene alleszins redelijk genoegzame bestaanbaarheid voor deze muren voldaan te hebben. Slechts in de gevallen dat men op de hoogste windstooten te rekenen heeft, zoude het noodig worden de aldus uitgebouwde pilasters met bijzondere steunsels te schoren. Wij ontraden de muren van een steendikte, hooger dan 20 dM. op te trekken. Behoeft of wil men eene meerdere hoogte, dan neme men het bovengedeelte van één steen ter hoogte van 2 M en de verdere hoogte benedenwaarts van $1\frac{1}{2}$ steen. Wij raden hierbij nog aan, wanneer men pilaster-verzwaringen aanbrengt, deze vooral in welgeregeld verband met de overige muurvakken te verbinden, en daar waar de muren zeer zijn blootgesteld vooral een harde steensoort en deugdelijke mortel bij de opmetseling te bezigen.

Men bedenke wel, dat wanneer de winddruk meer dan 25 Kgr. per M². wordt, de muur door zijn eigen gewicht niet meer alleen bestaanbaar is, doch daarin door den samenhang van het metselwerk moet geholpen worden, en dit te meer naarmate de winddruk grooter wordt. Men zal dus moeten zorgen de muren tegen een dadelijken aanval van stormen te vrijwaren. Aangaande het noodzakelijke van eene voldoende diepte van den aanleg der fondamenten willen wij alleen wijzen op het vereischte, dat deze in geen geval minder dan 85 c. M. beneden den beganen grond zijn mag, om het doordringen van den vorst tot aan den voetzool van den muur te voorkomen. Bij eenigszins lange muren geve men deze over de lengte een geringe zeeg welke met de ronding naar de wind- of stormzijde gekeerd is.

13. Wij vinden veelvuldig muren van deze soort aangewend, welke geene meerdere doorgaande dikte dan die van $\frac{1}{2}$ steen hebben, en daarbij van afstand tot afstand met pilasters van een steen dikte bij 1 à $1\frac{1}{2}$ steen breedte verzwaard. Deze muren hebben, aan de theorie getoetst, stellig meestal te geringe afmetingen in dikte en vertoonen dan ook dikwijls genoeg het gevolg daarvan. De belangrijke kosten welke eene omheining van groote uitgestrektheid vordert, wanneer men tot de insluiting muren wil bezigen, maken het noodig de meest mogelijke spaarzaamheid in acht te nemen. Deze muren kunnen alleen bij eene deugdelijke uitvoering en in niet te ongunstigen toestand verkeerende bestaan. Wij zouden aanraden, zoo men die spaarzaamheid niet overdrijven wil, de hoogte niet meer te nemen dan hoogstens 1,30 M. en zoo men grootere hoogte wil, het lagere gedeelte uit een voet van een steen dikte te doen bestaan. De verzwarende pilasters neme men hoogstens 2 M. uit elkander en geve aan ieder muurvlak een kleine zeeg waarvan de ronding wederom naar de stormzijde gekeerd is. Wil men de muren door beplanting tegen den dadelijken stormaanval beschermen, dan zorge men dat ze daarbij niet geheel van zonnenschijn beroofd blijven, om geregeld te kunnen opdrogen; ook moet de grond bij den muur van deze af, eenigszins afwaterend liggen en kan het hardmaken van de aanliggende zomen met harde puin onder zoodanige afwatering worden aanbevolen. Men zorge voor een behoorlijk onderhoud der voegen en vermijde vooral bij het opmetselen een hoogst gebrekkig keeperen of kauwen van het metselwerk; ieder laag moet naar de westzijde eenigszins afhellend liggen, doch niet meer dan de steenvorm toelaat 4).

4) De grondslagen voor hetgeen wij in de §§ 12 en 13 als voorschriften opgaven berusten eigenlijk in hoofdzaak op de theorie van Wittmann, in het opgegeven werk gegeven.

14. Wij gaan nu over tot de behandeling der muren welke bij onze gebouwen, als buiten- en binnenmuren tot insluiting van het gezamenlijke bouwwerk of tot scheiding der verschillende lokaliteiten of appartementen van deze dienen. Wij hebben hier te onderscheiden: 1° Die welke de einden der balken of andere punten van deze te ondersteunen hebben, of waarop nog andere meer bizondere belastingen drukken, en 2° die welke meer direct, alleen tot scheidingen dienen.

15. De balken welke hunne ondersteuning in of op de bedoelde muren vinden, dienen tevens tot koppeling van deze. Die koppeling bevordert belangerijk den vasten stand der muren. De gewone verankeringen waardoor die koppeling verkregen wordt zijn te algemeen bekend om daaromtrent in bizondere beschouwingen te treden.

Het is echter van belang op te merken, dat eene van buiten op het gebouw werkende kracht in enkele gevallen groot genoeg kan zijn om de doorsnede figuur, door de opgaande muren en balken gevormd, te doen verschranken, en dat eene stevige verankering veel kan en moet bijdragen om dit te voorkomen. Het beste voldoen hieraan de geheel door de muren doorgaande ankers, vooral wanneer daarvan de schieters niet te kort genomen zijn; terwijl aan deze een vorm kan gegeven worden welke het muurwerk over eene belangrijke strekssche lengte gespannen houdt. In dit opzicht zijn de gefigureerde ankerschieters welke in onze hedendaagsche bouwwerken minder gebezigd worden, bizonder te verkiezen. Ook zijn evenwijdig aan de balken doorgaande scheidingsmuren hier in dit opzicht van belang, en moet de gelegenheid om deze te hebben, zonder overwegende redenen, niet achterwege gelaten worden.

16. Wij beginnen met een binnen-scheidingsmuur welke te gelijk tot ondersteuning van balken dient.

Een bepaald voorbeeld kiezende, nemen wij een woonhuis van 7 M. inwendige wijdte, houdende volgens die breedte een kamer van 5 M. bij een gang van 2 M.

De balklaag zal nu kunnen bestaan uit balken breed 8, hoog 20 cM., welke op 55 cM. afstands van midden tot midden kunnen liggen. De totale belasting over de geheele breedte doorgaande, is nu voor ieder zoldervak $7 \times 0{,}55 \times 200$ of 770 Kgr. De wijdte van den gang is $\frac{2}{7}$ van die van het geheele gebouw, en het gedeelte van den last hetwelk voor ieder zoldervak door de scheidingsmuur gedragen wordt, vindt men door de uitwerking der navolgende in teekens aangegevene berekening.

Deze is $1 \times \frac{2}{7} - \frac{2}{7} \times \frac{2}{7} (1 - \frac{2}{7})$ en geeft $\frac{59}{80}$. Er drukt dus op dien muur over de lengte van 55 cM. $\frac{59}{80} \times 770$, en dus 564 Kgr.

Stellen wij nu de hoogte van den muur, gerekend tusschen den vloer en den onderkant der balken, te zijn 38 dM., dan is, het soortelijk gewicht van het metselwerk 1,8 stellende, het gewicht van het gedeelte muur ter lengte van zoodanig zoldervak $1{,}1 \times 38 \times 5{,}8 \times 1{,}8$ of 413 Kgr.

Om nu tot de bepaling van de noodige muurdikte te komen beginnen wij met die muurdikte voorloopig op 11 cM. te stellen. Wij gaan hier van het beginsel uit, de noodige dikte te gissen en deze liefst niet te groot te nemen. De aangenomene 11 cM. nemen wij nu 36 malen en vinden dan 11×36 of 396 cM. De totale muurhoogte is 380 cM. Wij vermenigvuldigen nu de muurhoogte 380 met 5,5 en vinden dan tot uitkomst 2090. Deze uitkomst deelen wij door het gevondene getal 396 en vinden dan circa 5,2. Deze trekken wij af van 5,5 en verkrijgen dan tot rest 0,3. De laatste uitkomst vermenigvuldigen wij met het muurgewicht en dus met 413, en vinden dan $0{,}3 \times 413$ of 123,9.

Het $\frac{2}{7}$ van de muurdikte is $\frac{22}{7}$ of circa 3,1 cM. Wij vonden voor den druk welke de balken op den muur uitoefenen bij ieder balkvak 564 Kg. Dit getal vermenigvuldigen wij nu met 3,1 en vinden dan $3{,}1 \times 564$ of 1784,4.

Wij tellen nu de gevondene getallen 123,9 en 1784,4 bij elkander en vinden dan voor de som 1908,8. De gezamenlijke druk van muurgewicht en balksbelasting is $564 + 413$ of 977 Kgr. Deze som deelen wij op 1908,3 en vinden dan nabij 2. Nemen wij nu het $\frac{1}{3}$ van 11 cM. dan vinden wij 3,7, en dewijl dit meer dan 2 is, zal de aangenomene dikte van 11 cM. te gering zijn, wanneer men ten minste niet op de medewerking van een krachtigen zamenhang in het metselwerk wil rekenen.

Wij meenen te moeten aanraden op dien zamenhang niet of althans slechts in de uiterste noodzakelijkheid eenigszins te rekenen, en dit eensdeels omdat de behandeling dier scheidingsmuren in den regel vrij zorgeloos is. De gewone behandeling van deze schijnt van het beginsel uit te gaan, dat men het hier zoo nauw niet te nemen heeft; en niet alleen is men weinig kieskeurig in het bereiden van den mortel, maar zijn de binnenmuren ook nog die metselwerken welke men meent tot opruiming der steenbrokken te kunnen doen dienen. Komt hierbij nu nog het geval, dat ook van die muren bij twijfelachtige bouwgronden, zooals veeltijds gebeurt, de fundeeringen tamelijk slordig behandeld worden, dan ligt er niets vreemds in het waarnemen van defecten aan deze bij een volgend bewonen van het gebouw.

Brengen wij den zamenhang van het metselwerk in rekening, en stellen wij dit wederom op 40 Kgr. per dM^2. dan hebben wij de volgende berekening, hier alles in dM. bepalende. Wij vermenigvuldigen den balkafstand 5.5 met de halve muurdikte, zijnde 0.55 en het gevonden product met het aangenomene getal 40. Wij hebben dan $5.5 \times 0.55 \times 40$ of 121. Dit getal 121 vermenigvuldigt men nu met $\frac{22}{3}$ zijnde het $\frac{2}{3}$ van de muurdikte die wij hier in cM. nemen. Wij vinden dan $121 \times \frac{22}{3}$ of 887. Wij tellen de vroeger gevondene getallen 123,9, 1784,4 en 887 te zamen, en ook 413, 564 en 121. De eerste som geeft 2795,3 de laatste 1098. Eindelijk deelen

wij 2795,3 door 1098 en vinden dan voor quotient nagenoeg 2.6; en dit nu nog altijd minder dan 3.7 dM. zijnde is de muur ook nog altijd te gering van dikte. Blijft niettegenstaande dit zoo als tal van voorbeelden het zouden bewijzen, de muur bij die mindere dikte bestaan, dan is dit geene reden om ons voorschrift als te veel eischend te beschouwen. In dit voortbestaan ligt alleen opgesloten, dat die dunnere muren een kleinere zekerheid geven dan wij aannamen voor eene alleszins voldoende soliditeit noodig te zijn; en de ondervinding leert, dat die zekerheid althans niet minder dan eene tienvoudige mag wezen. Met deze hierop te stellen blijven wij belangrijk beneden de eischen welke verschillende schrijvers voor die zekerheid wenschen. Meestal willen deze eene twintigvoudige, doch de ondervinding leert ons, dat deze niet. ten minste niet volstrekt noodig is. Wij ontraden echter, zich met eene mindere zekerheid dan eene tienvoudige te vergenoegen, en namen deze dan ook aan om zooveel mogelijk de spaarzaamheid in het oog te houden. Bij werken waar deze niet zoo angstvallig in rekening behoeft gehouden te worden is het te verkiezen die zekerheid grooter te nemen en liefst dan een twintigvoudige 5).

5) Het voorschrift, dat wij voor ons laatste geval gaven, zal men, en terecht, aanmerken als op nog al tamelijk vergestrekte empirische beginselen te berusten. Wij geven dat volgaarne toe, doch bij gebrek aan resultaten van beschouwingen door erkende autoriteiten gegeven, welke voor onze dagelijksche werken kunnen toegepast worden, meende ik op die empirische grondslagen in verband met hetgeen de ondervinding mij leerde te mogen vertrouwen.

Ter nadere toelichting merk ik op, dat door mij is aangenomen, dat de muur 36 malen de dikte tot hoogte hebbende, en geheel vrijstaande, op het punt zal zijn van omtevallen of intestorten. Volgens het voorschrift van Rondelet zal eene muur om, vrijstaande, duurzaam bestaanbaar te wezen, geene grootere hoogte mogen hebben dan hoogstens 12 malen de dikte. Hiermede verbind ik nu de theorie van Wittmann en stel alzoo, dat het middelpunt van drukking door het muurgewicht voortgebracht op het $\frac{1}{3}$ van de muurdikte uit den buitenkant van den muur valt en dus op $\frac{1}{6}$ dier dikte uit het midden van den muur. Ik ga verder van het beginsel uit, dat de verwijdering van dat midden bij dat middelpunt van drukking, aangroeit in rede van de muurhoogte; en wij vinden dan, dat wanneer die afwijking gelijk aan de halve muurdikte wordt, de hoogte van den muur 36 malen de muurdikte zal zijn. Deze beschouwing moge nu onbewezen geacht worden, zij zal echter zooals de ondervinding mij dit leerde, binnen niet zeer ruime grenzen nabij de waarheid blijven. Hiervan dan uitgaande stellen wij, in d. M. rekenende, de afstand der balken, a, de wijdte van het gebouw, w, en hebben wij dan voor de de belasting van een balk, $2\,a\,w$ Kgr. Wij kunnen deze bij de toepassing dadelijk berekenen, en stellen dus hiervoor G. Zij nu de verhouding van het korte gedeelte van den balk tot het lange zoodanig, dat het korte, n w wordt, waarbij dan n een gebroken zal zijn.

Volgens Eytelweyn hebben wij dan voor den druk op den muur $\frac{1 + n - n^2}{n} \times \frac{1}{8(1-n)} \times G$. Deze kunnen wij wederom dadelijk in getallenwaarde bepalen. Wij zullen die nu P noemen. Wij gaan nu van het beginsel uit, dat het draagvlak van den muur onder den balk niet gelijkmatig gedrukt wordt; en verder, dat de druk P moet verdeeld worden in reden van n en $1 - n$.

17. Wij gingen bij het gegevene voorschrift van de veronderstelling uit, dat de druk der balksbelasting zich gelijkmatig over den muur verspreidt. Liggen, zooals in woonhuizen, de balken niet ver uit elkander dan kunnen wij dit aannemen. Ook lieten wij den invloed van de meerdere of mindere lengte van den muur buiten rekening. Heeft men een stevige verankering en koppeling der balken, dan kan men ook hieromtrent gerust zijn. Dit koppelen der balken op de binnenmuren, en dan wel zoodanig dat die balken als doorloopende te beschouwen zijn, achten wij bij het gebruik van onze altijd betrekkelijk dunne binnenmuren eene noodzakelijkheid.

Hebben wij hierin voorzien, dan zal de druk op die binnenmuren hierdoor betrekkelijk grooter worden en dit ligt in het voordeel der bestaanbaarheid wanneer slechts de oppervlakte bij den voet, waarover zich de

Dien overeenkomstig deelen wij de muurdikte d, ook in rede van n en $1 - n$; en het aangrijpingspunt der resultanten van de drukkingen ligt dan op den afstand $n\,d$ van den buitenkant van den muur naar de zijde van het langste gedeelte.

Stellen wij nu de muurhoogte h, dan hebben wij, het gestelde omtrent de uiterste hoogte welke de muur vrijstaande kan hebben $36\,d$; en wij komen nu tot de evenredigheid $36\,d : h = \frac{d}{2} : x$, waaruit wij vinden $x = \frac{h}{72}$ voor den afstand uit het midden van den muur waarop het muurgewicht kan gerekend worden te werken en dus is de afstand tot den genoemden buitenkant van den muur $\frac{1}{2}\,d - \frac{h}{72}$. Noemen wij deze gemakshalve b en stellen wij het muurgewicht $1{,}8\,a\,d\,h = M$, dan hebben wij voor het moment der drukking van de balkbelasting tot dien kant $n\,d\,P$; en voor dat van het muurgewicht $b\,M$, wanneer wij voor $\frac{1}{2}\,d - \frac{h}{72}$, b nemen. De som dezer momenten is dan $\frac{n\,d\,P + b\,M}{P + M}$ Nu moet volgens de theorie van Wittmann voor de bestaanbaarheid van den muur $\frac{n\,d\,P + b\,M}{P + M} = \frac{1}{3}\,d$ zijn; en hiermede hebben wij de punten van uitgang welke tot het gegevene voorschrift voeren, bepaald.

Hierbij dient nog in aanmerking genomen te worden dat $\frac{1}{3}\,a\,d \times 600$ of $200\,a\,d$, niet kleiner zijn mag dan $H + M$, zal de muur eene tienvoudige zekerheid hebben.

Willen wij den samenhang van het metselwerk hierbij in rekening brengen, dan hebben wij den weerstand welke deze geeft, p Kgr per $dM.^2$ stellende, voor het gezamenlijke van deze, zoo als vroeger reeds werd aangetoond, $\frac{a\,p\,d}{3}$, en voor het moment van dien weerstand $\frac{a\,p\,d}{2} \times \frac{2\,d}{3}$ of $\frac{a\,p\,d^2}{3}$.

Wij hebben nu voor de som der momenten van de hier werkzame kracht $2\,d\,P + mM + \frac{apd^2}{3}$. en dus voor het aangrijpingspunt der resultanten van deze $\frac{2\,d\,P + mM. + \frac{a\,p\,d^2}{3}}{P + M + \frac{a\,p\,d}{2}}$, en nu moet de afstand alzoo gevonden wederom $=$ of $> \frac{1}{3}\,d$ zijn om de verlangde bestaanbaarheid te geven. Wij stellen hier $p = 40$ Kgr., altijd op eene tienvoudige zekerheid rekenende. Het is zeer moeielijk zoo niet onmogelijk, met eenige zekerheid het juiste bedrag dat hier in rekening moet gebracht worden te bepalen. De weinig zorgvuldige behandeling van onze binnenmuren doen ons aanraden op dien samenhang liefst niet te rekenen.

gezamenlijke drukkingen op den muur verspreiden, eene voldoende grootte heeft.

Hebben wij de uitkomst van ons voorschrift $=$ of $>$ dan $\frac{1}{3}$ van de muurdikte gevonden, en zijn wij alzoo tot het besluit gekomen, dat de muur bestaanbaar is, dan moet de uitkomst van ons voorschrift in dM. uitgedrukt eerst met 600 en dan nog met den balksafstand vermenigvuldigd worden. Verkrijgt men nu eene getallenwaarde welke gelijk of grooter dan het gezamenlijke van muurgewicht en balksbelasting is, dan zal de bestaanbaarheid als zeker mogen aangenomen worden; vindt men die getallenwaarde kleiner dan dat gezamenlijke, dan is de muur nog niet bestaanbaar, of heeft zij althans eene mindere dan tienvoudige zekerheid.

Wij vonden in het gekozene voorbeeld voor die uitkomst 2 c.M., dus 0.2 d.M., en nu geeft $0.2\times600\times5.5$ de getallenwaarde 660. De gezamenlijke belasting en het muurgewicht waren 977 Kgr. en wij zien dus, dat ook in dit opzicht de muur onbestaanbaar is.

Deelen wij 977 door 600×5.5 of 3300 dan vinden wij circa 0.29 d.M. en deze is nu de afstand dien wij hadden moeten vinden als uitkomst van ons voorschrift om de bestaanbaarheid met tienvoudige zekerheid, als uiterste grens, te mogen aannemen. Hoewel wij bij de scheidingsmuren onzer woonhuizen bij de toepassing van ons voorschrift niet dikwijls dit onderzoek zullen behoeven, is het toch vooral noodig wanneer men, van dat voorschrift afwijkende, zich met de mindere zekerheid wil vergenoegen, en vooral wanneer de bestaanbaarheid volkomen of ten naastenbij blijkt aanwezig te zijn.

In ieder geval geeft dit onderzoek de gelegenheid om te bepalen welke graad van zekerheid de gekozene muurdikte geeft, en wij achten van zeer veel belang een zekere maatstaf te hebben voor het meer of minder gewaagde dat die keuze geeft.

Wij vonden de getallenwaarde 660 voor de belasting welke de muur van ons voorbeeld bij tienvoudige zekerheid kan hebben en die belasting zagen wij 977 Kgr. te zijn. Wij nemen 660 nu 10 malen en vinden dan 6600. Deze uitkomst deelen wij door 977 en vinden dan ruim 6. De muur heeft dus een zesvoudige en geen tienvoudige zekerheid. Hadden wij dan nog den weerstand, uit den zamenhang van het metselwerk volgende, in rekening gehouden, en als uitkomst van de becijferingen volgens ons voorschrift verricht 2.6 c.M. of, 0.26 d.M. verkregen, dan zoude, dewijl nu op een druk van 1098 Kgr. moet gerekend worden $5.5\times0.26\times600$, zijnde 858, eene waarde moeten gehad hebben gelijk of grooter dan 1098 en willen wij deze muurdikte aanhouden, dan vindt men de bestaande zekerheid door 858 tienmalen te nemen en dan dit product door 1098 te deelen. Wij vinden dan ruim 7 of nagenoeg 8 voor quotient, en de zekerheid is alzoo bijna eene achtvoudige. Een en ander leeren ons, dat de zekerheid bij de gegiste afmeting, hier 11 c.M., niet de zoodanige geeft welke wij voor genoegzame soliditeit wenschelijk achten en tevens ook, dat wanneer omstandigheden ons tot eigenlijk te geringe afmetingen dwingen, eene zorgvuldige behandeling van het metselwerk belangrijk ten goede van de zekerheid komt.

18. Is zoodanige muur door verscheidene verdiepingen heen opgetrokken, dan beschouwe men elk verdiepingsgedeelte als op zich zelve bestaande, doch zoodanig, dat de benedenmuur als afzonderlijk deel den bovenmuur met de daardoor voortgebrachte lasten te dragen heeft.

Wij kunnen dit voor de toepassing alleen met eenige gerustheid aannemen, wanneer wij zeker kunnen zijn, dat de muren bij iedere verdiepingshoogte door een stevige verankering en koppeling als onwrikbaar vaststaande kunnen beschouwd worden.

Om nu tot de bepaling der muurdikte te geraken hernemen wij de gegevens van ons vorige voorbeeld en nemen daarbij dan nog aan, dat de muurhoogte bij de bovenverdieping 32 dM. is; welke hoogte dan gerekend wordt van den bovenkant der beneden- tot den onderkant van de bovenbalklagen.

Met den bovensten muur beginnende, hebben wij ook nu wederom voor den druk der balksbelasting op den muur over 5,5 dM. lengte van deze, 564 Kgr.

Het gewicht van den muur is nu $1{,}1\times32\times5{,}5\times1{,}8$ of 348 Kgr. Om het punt te vinden waarbij volgens de muurdikte men de druk van dat muurgewicht en dan uit de kant van den muur naar de kamerzijde moet rekenen te werken, hebben wij het voorgeschrevene volgende, $320\times5{,}5$ te deelen door 396. Dit quotient is 4,4 en dus de afstand van het genoemde punt tot het midden van den muur 5,5—4,4 of 1,1 cM. $=$ 0,11 dM.

Wij hebben nu wederom, volgens het voorgeschrevene voortgaande in aanmerking te nemen, dat ook nu wederom de gevondene drukking van 564 Kgr. moet gerekend worden te werken in een punt, dat op $\frac{22}{7}$ cM. uit den genoemden muurkant ligt: op $\frac{1{,}1\times348\times3{,}1\times564}{348+564}$ of op nabij 2,4 cM. $=$ 0,24 dM. uit dien kant, het punt, waar wij ons moeten voorstellen, dat de gezamenlijke belasting neerkomt. Daar dit nu minder dan $\frac{1}{3}$ van de muurdikte is zoude, wanneer wij ons streng aan de theoriën houden, de muur te dun zijn en deze dus in plaats van eene halve een volle steendikte moeten hebben. Vergenoegen wij ons echter met minder dan die theorie en willen wij, de dikte van een halven steen aanhoudende, bepalen welken graad van zekerheid wij hier hebben, dan stelle men wederom, het voorgeschrevene volgende, de becijfering in van $5{,}5\times0{,}24\times600$, gevende 792. De gezamenlijke druk is nu 912. Nemen wij nu 793 tienmaal en deelen wij dit door 912 dan vinden wij voor quotient nagenoeg 8,7 zoodat die zekerheid nu nog geen negenvoudige is en toch naar ons beweeren eene tienvoudige moet wezen.

Stellen wij, dat men zich met deze mindere zekerheid tevreden stelt en dan eenigszins op den zamenhang van het metselwerk rekent, dan vindt met het al of niet voldoende van de muurdikte voor het benedengedeelte van deze als volgt.

De balksbelasting daarop is wederom 564 Kgr. en

het punt waarop deze werkt ligt wederom op 3,1 cM. uit den kamer-buitenkant van den muur. Het muurgewicht is hetzelfde als van ons voorgaande voorbeeld, dus 413 Kgr., en werkt even als daar op den afstand van 0,6 cM. uit dien zelfden kant.

Wij vermenigvuldigen nu wederom 564 met 3,1, verder 413 met 0,6 en ook nog den gezamenlijken druk van den bovenmuur, waarvoor wij 912 Kgr. vonden, met den afstand 2,4 welken wij bij het onderzoek van den bovenmuur vonden; tellen wij die producten te zamen dan hebben wij 4185. De som der nu werkzame drukkingen is $564+413+912$ of 1889. Deelen wij nu 4185 door 1889 dan vinden wij circa 2,3 cM. voor den afstand waarop wij den druk van het gezamenlijke, ten opzichte der kamerzijde van den muur gerekend, moeten stellen; en deze minder dan $\frac{1}{3}$ van de muurdikte zijnde is een halve steen daarvoor te weinig. Onderzoeken wij ook nu op welken graad van zekerheid men hier, die dikte aanhoudende, te rekenen heeft, dan hebben wij $5{,}5\times0{,}2\times3\times600$ of 759 Nemen wij dit product wederom tienmalen, en deelen wij dit door den gezamenlijken druk, waarvoor wij 1889 vonden, dan blijkt hieruit, dat het quotient ruim 4 is; en de zekerheid is nu hier niet meer dan eene viervoudige; zoodat wij voor een dergelijk geval ten sterkste zouden aanraden den benedenmuur ten minste eene dikte van een steen te geven.

19. Zijn de muren eenvoudige scheidingen, en hebben zij buiten hun eigen gewicht geene belastingen te dragen, dan zouden zij geheel vrij-, dat is aan de bovenzijde onbeklemd staande, eene hoogte gelijk aan twaalfmalen hunne dikte moeten hebben; en al achten wij ook dit voorschrift van Rondelet hier te veel eischend, dan is het toch noodzakelijk den muur te beklemmen.

Stellen wij ons het geval dat wij een binnenmuur hebben van 35 d. M. hoogte, en dat deze muur tot dwarsscheiding van een kamer dient, waarvan de breedte, waarvoor wij hier de richting der bebalking nemen, 55 d. M. bedraagt. Om dezen muur de genoemde vastheid te geven, stellen wij dat er een balk op ligt en de muur daaronder sluitend beklemd is. Wij nemen aan dat deze muur alleen voor de beneden verdieping bestaat en dat men aan den balk zoodanige breedte heeft gegeven als de muur dikte heeft. Stellen wij in die veronderstelling de muurdikte 11 c. M., en de balkshoogte 22 c. M , terwijl de balken 60 c. M uit elkander liggen.

Wij hebben nu voor het gewicht van den muur per d. M. lengte $35\times1{,}1\times1{,}8$ of circa 70 Kgr. De belasting van een der zolderbalken is 660 Kgr. en dus per strekkende d. M. van den balk 12 Kgr. Wij kunnen ons nu voorstellen, dat de balk door den muur zooveel wordt doorgezet als wij voor een genoegzaam behoud van de veerkracht daaraan buiging kunnen geven. De vraag komt nu hoe groot is de kracht, noodig om den hier gestelden balk $\frac{1}{500}$ van zijn lengte, bij een gelijkmatig verspreide belasting te doen doorbuigen; waarbij wij dan aannemen, dat die buiging ongehinderd tot $\frac{1}{500}$ der lengte kan gaan.

Wij vinden dat gewicht als volgt: De derde macht van de balkshoogte vermenigvuldige men met de balksbreedte en vervolgens nog met 1664. Het dan gevondene product deele men door de tweede macht van de balkslengte. Het quotient geeft het gevraagde gewicht in Kgr., wanneer de balksafmetingen in c. M. bepaald zijn. Wij hebben dan $\frac{22\times22\times22\times11\times1664}{550\times550}$ gevende $\frac{194900992}{302500}$ of 644 Kgr., gevende per d. M. muurlengte circa 11 Kgr. Wij kunnen alzoo den muur bovenwaarts belast denken met $12+11=23$ Kgr. per strekkende d. M. Het muurgewicht moet gerekend worden te werken in een punt, volgens de dikte van den muur, liggende op 0,7 c. M. uit den muurkant. Wij vinden dien afstand wederom door 350 met 5,5 te vermenigvuldigen en dit product door 396 te deelen en dan het quotient van 5,5 af te trekken. Deze becijfering geeft circa 0 7. Wij vermenigvuldigen nu $0{,}7\times70$ gevende 49. De gezamenlijke druk en klemming vermenigvuldigen wij met 5,5, zijnde de halve muurdikte, wij hebben dan $23\times5{,}5$ of 126,5. Tellen wij deze producten te zamen dan hebben wij 175,5. Het muurgewicht en de verdere drukkingen te zamen genomen is 93 Kgr. Deelen wij nu 93 op 175,5 dan vinden wij nagenoeg 2; en houden wij ons aan de theorie dan is ook deze muur te ligt.

Wij zouden dan toch $\frac{11}{3}$ of ruim 3.6 c.M. in plaats van 2 c.M. moeten hebben. Wij meenen echter hier zonder bezwaar, van die strenge eischen te mogen en te kunnen afwijken. Nemen wij 0.2×690. dan hebben wij 120 k.g. waarmede de muur, een tienvoudige zekerheid behoudende, kan gedrukt worden, en daar nu de werkzame krachten te zamen een drukking van niet meer dan 93 k.g. geven, is uit dit oogpunt gezien, de bestaanbaarheid van den muur zelfs ruim voldoende. Nemen wij nu aan, dat bij eene eenigszins zorgvuldige behandeling van het metselwerk de zamenhang van dit, de onregelmatige spanning in het inwendige als gevolg dat de afstand die wij vonden eigenlijk te gering is, onschadelijk kan maken, dan mogen wij hier de bestaanbaarheid als voldoende aannemen, doch wij merken ook nu wederom op, dat eene zorgvuldige behandeling van het metselwerk hier zeer ten goede komt.

20. Ons voorschrift geeft wellicht nog de bedenking, dat de klemming waarop wij doelden, naar onze beschouwing een bovenwaarts doorzetten van den balk tegen welke de muur geklemd wordt, moet ten gevolge hebben, en dat wanneer de zolderbalken omgekeerd ook nog benedenwaarts doorbuigen, dit een onregelmatigheid in het leggen van den vloer moet geven. Wij merken hier eenvoudig op, dat daarin kan voorzien worden door de einden van den balk waartegen men den muur beklemt, hiernaast te leggen.

21. Wij komen nu tot het geval, dat de gedachte scheidingsmuur ook door een tweede verdieping opgaat. In dit geval achten wij het noodzakelijk het benedengedeelte door een bizondere klemming een meer vasten stand te geven, zoo men ten minste een noodzakelijke vermeerdering van dikte daarbij wil ontgaan.

Stellen wij, de muur gaat door een benedenverdieping waarvan de hoogte, gerekend tusschen den bovenkant van den vloer en den onderkant der zolderbalken 40 dM. bedraagt, en verder door een bovenverdieping, waarvan de hoogte is 32 dM. Wij nemen aan dat de vrijdragende lengte der zolderbalken 60 dM. is; zoodat wij balken van 10 bij 24 cM. behoeven, en deze op afstanden van circa 66 cM. zullen moeten liggen. De belasting op den balk boven den muur is dan $\frac{600 \times 66}{50}$ of 792 Kgr.; zijnde per dM. lengte $\frac{792}{60}$ of circa 13 Kgr. Het gewicht van den bovenmuur waarmede wij hier aanvangen is, de dikte wederom op 1,1 dM. stellende, $1{,}1 \times 32 \times 1{,}8$ of circa 63 Kgr.

De klemming welke, zonder schade voor den balk, hier te verkrijgen is, vinden wij door de derde macht van de balkshoogte, met de balksbreedte en dan nog het product met 1664 te vermenigvuldigen, en eindelijk de uitkomst door de tweede macht der balkslengten te deelen, waarbij gesteld wordt dat de genoemde balksafmetingen allen in cM. zijn uitgedrukt. Wij vinden dan voor die klemming, in Kgr.,

$\frac{24 \times 24 \times 24 \times 11 \times 1664}{600 \times 600}$ of 703 Kgr.; en dit is per dM. lengte 11,7 Kgr.; hierbij de balksbelasting tellende kan men stellen, dat de muur met 24,7 Kgr. per dM. lengte gedrukt wordt. De muur, 320 cM. hoog zijnde, hebben wij wederom die hoogte met 5,5 te vermenigvuldigen en dan door 396 te deelen. Wij vinden $\frac{320 \times 5{,}5}{396}$ of 4,44. Dit trekken wij nu van 5,5 af en behouden dan 1,04, dus nagenoeg 1 cM voor den afstand waarop wij ons het muurgewicht uit den kant van den muur moeten voorstellen te werken. Wij nemen nu $\frac{1 \times 63 \times 5{,}5 \times 24{,}7}{63 \times 24.7}$; en dit becijferende, vinden wij 2,2 cM. of 0,22 dM. voor den afstand uit den kant van den muur, waarop wij kunnen stellen dat de gezamenlijke invloeden welke de muur te weerstaan heeft, werken.

Vermenigvuldigen wij nu 0.22 met 600 dan vinden wij 132; en dewijl de gezamenlijk op den muur werkende krachten zooals wij zagen niet meer dan 87 KG. bedragen, mogen wij ook hier, op dezelfde gronden als vroeger, den muur voor bestaanbaar houden.

Wij kunnen nu aannemen, dat wanneer langs den benedenmuur ter weerszijde een strijkbalk gelegd wordt, de geheele, door beide verdiepingen gaande muur, kan beschouwd worden als uit twee afzonderlijke deelen te bestaan, en men zoude dan het benedengedeelte met de gevondene drukking van 87 Kgr. en haar eigen gewicht moeten belast denken. Wij hadden in dit geval voor de dM. muurlengte in de eerste plaats de genoemde 87 Kgr., werkende op 0.22 dM. uit den kant en aan eigen gewicht $40 \times 1{,}1 \times 1{,}8$ of 79 Kgr. Om nu te bepalen waar wij ten opzichte van dien kant dit muurgewicht moeten aannemen te werken, vermenigvuldigen wij de hoogte 400 cM. met 5.5 gevende 2200. Wij deelen dit product door 396 en vinden dan nagenoeg 5,6, zoodat wanneer wij dit van 5,5 wilden aftrekken er 0,1 te kort kwam. Wij vermenigvuldigden nu de eerstgenoemde 87 Kgr. met 2,2 en vinden dan 191,4. Vervolgens het gewicht 79 met de gevondene 0,1, gevende 7,9. Wij tellen nu 191.4 en 7.9 te zamen en vinden dan 199.3; verder nemen wij de gevondene 87 en 79 te zamen, gevende 166. Wij deelen nu 166 op 191,4 en vinden dan zeer nabij 1,2. Vermenigvuldigen wij het quotient 0,12 dM. met 600 dan vinden wij 72 en daar wij 166 moeten hebben, is nu de muur ter dikte van een halven steen te licht en zoude men voor het benedengedeelte een éénsteensmuur moeten nemen.

22. Anders wordt het geval wanneer wij ook den benedenmuur onder eenen daarover gelegden balk beklemmen. Wij kunnen de strijkbalken zoodanig leggen dat zij tegen elkander raken en den muur gezamenlijk geheel bedekken. Wij zouden in dit geval het raadzaam oordeelen de beide balken van afstand tot afstand, na ze aan den bovenkant gelijk gewerkt te hebben te koppelen, hetgeen op onderscheidene wijzen kan geschieden. Wij oordeelen hier de geschikste constructie, het verbinden der beide balken door deuvels op afstanden van 30 à 40 cM. aangebracht. De gezamenlijke breedte is dan groot genoeg om de noodige oppervlakte voor het wederzijds bevestigen der vloer- of zolderdeelen te geven.

Wij vonden voor onze balken de afmetingen van 10 bij 24 cM., en wanneer wij nu op dezelfde wijze berekenen welke klemming de aldus gekoppelde balk zonder schade kan geven, dan hebben wij de volgende in teekenen gegevene waarde uit te rekenen $\frac{2}{3} \times \frac{24 \times 24 \times 24 \times 1664 \times 22}{600 \times 600}$ gevende 924 Kgr. en dus per dM. lengte 15,4 K.G. en hierbij de belasting van den zolderbalk voegende, hebben wij, laatstgenoemde 13 zijnde, 15,4 + 13 of 28,4 Kgr. Wij vonden nu, de dikte wederom op 1,1 stellende, voor het muurgewicht per strekkende d.M. 79 Kgr., en dat dit laatste op 0,1 c M. buiten den muur moet gerekend worden te werken. Wij hebben dan van den bovenmuur in rekening te brengen $87 \times 0{,}22$, voor de nu verkregene klemming $28{,}4 \times 5{,}5$. Deze vermenigvuldigingen uitwerkende en te zamen tellende hebben wij 347,6. Het muurgewicht 79 met 0,1 vermenigvuldigende hebben wij 7,9; en zoo wij dit van 347,6 aftrekken, omdat de afstand 0,1 hier buiten den muur valt, hebben wij tot uitkomst 339,7. De gezamenlijk werkende invloeden zijn nu 28,4 + 87 + 79 of 194,4; en wanneer wij nu deze som op 339,7 deelen, vinden wij nagenoeg 1,5 cM. of 0,15 dM. voor den afstand waarop wij de gezamenlijke werkingen uit

den muurkant moeten denken werkzaam te zijn. Nu geeft $1{,}5 \times 600$ tot uitkomst 90, en dewijl nu de gezamenlijke werkingen 194,4 Kgr. bedragen, is de muur ook nu nog te licht, en hebben wij in dit geval nog niet volkomen eene vijfvoudige zekerheid. Wij zien hieruit dat de gewoonlijk aangenomen dikte van een halven steen voor doorgaande muren in den regel niet de verlangde zekerheid geeft, en wel te minder naarmate deze, zonder dwarsverbindingen, langer zijn. Zij zijn wel bestaanbaar, doch niet zoo soliede als redelijker wijze mag verlangd worden.

23. Wij komen later terug op de gevallen dat in de muren openingen van bepaalde grootte, vorm en plaats gespaard moeten worden, en gaan nu over tot de buitenmuren welke balken te dragen hebben. Wij beginnen met aantemerken, dat wanneer zoodanige muur op de regenzijde staat, daaraan in ieder geval niet minder dan $1\frac{1}{2}$ steen dikte moet gegeven worden, teneinde het doorslaan te beletten. Wij zullen dan aanvangen met muren welke op die der zolder-borstweeringsmuren benedenwaarts volgen, daarbij van het beginsel uitgaande, dat de kapconstructie de noodige waarborgen geeft tegen een zijdelings overzetten van de borstweeringsmuren. Stellen wij, om onze voorschriften ook voor dit geval met een bepaald voorbeeld toe te lichten, een woonhuis van 8 M. wijdte binnenwerks, dat op geene tusschen-ondersteuning van de balken te rekenen is, en deze alzoo 30 cM. hoogte en 12 cM. breedte hebben en op 88 cM. afstand van midden op midden uit elkander liggen. Wij zullen nu aannemen, dat de buitenwerksche breedte van het gebouw is 8,44 M. en dat de hoogte van het dak zal zijn 4 M; wanneer wij dan de breedte van het dakvlak op den platten grond meten, en aannemen dat de muurplaat met den buitenkant van den muur strookt, dan hebben wij voor plattegronds-breedte van het dakvlak 4,22 M. Stellen wij nu, dat de kapgebinten 2,64 M. uit elkander staan, dan is de totale dakbelasting tusschen twee gebinten hetgeen ons de becijfering van $4{,}22 \times 2{,}64 \times 220$ geeft. Wij vinden 2451 Kgr., wederom de M² dakbelasting volgens den platten grond gerekend op 220 K.G. stellende. Zijn nu de hoogte van den borstweeringsmuur 8 dM.; en de hoogte van de gording boven die muurhoogte 15 dM, dan vinden wij voor de breedte van het dakvlak tusschen de muurplaat en gording, in plattengrond gemeten, 14,2 d.M; en de belasting van het hier bedoelde dakvlak, begrepen tusschen twee opvolgende gebinten is dan $1{,}42 \times 1{,}5 \times 220$ of circa 469 Kgr. Wij stellen hiervoor 470. De helft hiervan is 235, en hiermede worden dan zoowel de plaat als de gording in verticale richting benedenwaarts gedrukt. Het muurgewicht van den borstweeringsmuur is $8 \times 26{,}4 \times 1{,}8, \times 2{,}2$ of ruim 836 Kgr. Wij vinden hieruit dat de belasting van het dakvlak per d.M. lengte op de gording $\frac{235}{26{,}4}$ is of nagenoeg 9,5 Kgr.; terwijl die op de plaat van gelijke grootte is. Het muurgewicht per d.M. is $\frac{836}{26{,}4}$ of circa 32 Kgr.

Wij moeten nu het teekenkunstig voorschrift van § 4, opgehelderd door fig.: 1, op den voet volgen, en vinden dan, voor dit geval, den afstand van het punt waar wij de gezamenlijke werking der werkzame krachten op den voet van den borstweeringsmuur, d.i. ter hoogte van den bovenkant der balklaag, uit den buitenkant van den muur gerekend, neerkomt, te zijn circa 1,1, M. Wij geven hierbij den raad de teekening die men gebruikt om dien afstand te vinden, op geene kleinere schaal dan 1 à 5 te vervaardigen, en dit zal gemakkelijk kunnen geschieden, omdat men slechts een gedeelte der kapconstructie in teekening te brengen heeft. Nemen wij nu $1{,}1 \times 600$ dan vinden wij 66 K.G. drukking, welke hier met behoud van tienvoudige zekerheid kan bestaan. De aanwezige drukking, niet meer dan 46 Kgr. zijnde, blijkt hieruit de bestaanbaarheid van den borstweringmuur bij één steen dikte.

De muur der bovenste verdieping is alzoo belast, en wel ter hoogte van den bovenkant der bovenste balklaag, met 46 Kgr. welke op den afstand van 1,1 cM. uit den buitenkant moeten gerekend worden hun druk uit te oefenen. De afstand der balken, 88 cM. zijnde, is de belasting op een zoldervak en dus ook op een zolderbalk $\frac{800 \times 88}{50}$ of 1408 Kgr. Op elk der muren drukt hiervan de helft, dus 704 Kgr., gevende per strekkende dM op den muur circa 80 Kgr. Nemen wij nu aan, dat de muur 3,3 dM. dik is, en de balken 2,2 dM., dan verspreidt de druk van deze zich over die 2,2 dM., en valt het punt waarop deze moet gerekend worden te werken op 2,2 dM. uit den buitenkant van den muur. Stellen wij nu de hoogte van de bovenste verdieping 37 dM., en gaan wij nu wederom van het beginsel uit, dat wanneer de muur 36 malen de dikte tot hoogte heeft, deze op het punt zal zijn van door eigen gewicht in te storten, dan vindt men den afstand waarop het muurgewicht uit den buitenkant moet gerekend worden te werken, door de muurhoogte 37 met de halve muurdikte of 16,5 cM. te vermenigvuldigen, welk product geeft 610,5; dit deelt men door 36 malen de muurdikte en dus door 36×33 of 119, men vindt dan $\frac{601.5}{119}$ of nagenoeg 5 cM. Dit quotient trekken wij af van 16,5 en vinden dan 11,5 voor den afstand waarop wij moeten rekenen dat het muurgewicht uit den buitenkant werkt. Dit muurgewicht is nu $37 \times 3{,}3 \times 1{,}8$ gevende nagenoeg 22,0 Kgr. Wij vermenigvuldigen nu den druk welke de borstweeringsmuur voortbrengt met den daarbij gevondenen afstand 1,1 en vinden daarvoor 5,06. Vervolgens vermenigvuldigen wij den druk der zolderbelasting met diens afstand uit den buitenkant, die 22 cM. is; wij vinden dan 22×80 of 1760, en eindelijk vermenigvuldigen wij nog het muurgewicht 220 met de gevonden afstand 11,5, gevende $11{,}5 \times 220$ of 2530. Wij tellen nu de gevondene producten bij elkander en hebben dan 50,6 + 1760 + 2530 gevende 4340,6. De drukkingen en het muurgewicht te zamen tellende hebben wij 46 + 80 + 220 of 346. Deze som deelen

wij op de som der gevondene producten en dus op 4340,6, en vinden dan voor quotient circa 12; deze nu, een afstand gevende die binnen het middelste derde deel van de muurdikte valt, kunnen wij de bestaanbaarheid van den muur buiten allen twijfel stellen.

Wanneer wij ons voorschrift met aandacht betrachten, dan zoude daarin opgesloten liggen dat het voor de bestaanbaarheid van den muur voordeelig is, de balken niet te ver in den muur te doen steken. Men neme echter wel in aanmerking, dat wanneer men hiervoor te weinig neemt, de druk der zolderbelasting niet kan gerekend worden zich genoegzaam over het binnenste van den muur te verspreiden, en dat dus hierop wel degelijk moet gerekend worden; daarom raden wij ten allen tijde aan, de balken zoover in den muur te laten doorschieten als dit met vrijwaring van de einden tegen inwatering kan geschieden; ook het schrankverband vordert dezen maatregel.

Wij gaan nu over tot den muur, behoorende tot de volgende lager liggende verdieping, welke wij veronderstellen een hoogte van 40 dM. te hebben. Behouden wij ook nu nog de dikte van 3,3 dM. dan is het muurgewicht 40 × 3,3 × 1,8 of circa 240 Kgr. Om nu het punt te vinden waarop deze druk moet gerekend worden te werken, vermenigvuldigen wij wederom 40 met 16,5, gevende 660 en deelen dit getal door 118; wij vinden dan voor quotient ongeveer 5,6. Dit trekken wij af van 16,5 en behouden dan 10,9 cM. voor den afstand van het gezochte punt uit den buitenkant van den muur. Om nu den druk van de zolderbelasting op den muur te bepalen, dienen wij na te gaan of de balken tusschensteunpunten hebben, en hoedanig deze de totale balkslengte verdeelen. Hiertoe is noodig, dat wij de distributie der verdieping kennen; ook ten opzichte van de al of niet volkomene ondersteuning der balken door den scheidingsmuur. Wij zullen hiervoor eene veronderstelling moeten aannemen. Stellen wij dan, dat wij kunnen rekenen op eene doorgaande ondersteuning waarbij de balkslengte uit twee deelen bestaat, het eene van 5, het andere van 3 M. spanning; en wij moeten nu bepalen hoe groot de druk op den muur is. Denken wij ons balken, allen uit een stuk, dan hebben wij een mindere belasting op de muren dan wanneer de balken, uit twee stukken bestaande, op het tusschensteunpunt vergaard zijn. De meerdere belasting op de muren is in vele gevallen een voordeel voor de bestaanbaarheid en het doorloopen der balken, is dus niet altijd voordeelig voor de muren; doch het is dit wel voor het schrankverband, wij raden dit daarom altijd aan, en zullen de muren dan ook beschouwen alsof dat doorloopen bestaat. Om nu in ons geval den druk op den muur te bepalen, nemen wij de verhouding van het kortste deel van den zolderbalk tot diens totale lengte $\frac{3}{8}$. Dit getal brengen wij tot de tweede macht en hebben dan $\frac{3}{8} \times \frac{3}{8}$ of $\frac{9}{64}$. Wij tellen hierbij het getal 3 en hebben dan $3 + \frac{9}{64}$ of $\frac{210}{64}$, deze som vermenigvuldigen wij met $8(1-\frac{3}{8})$ of $8 \times \frac{5}{8}$ d. i. $\frac{1}{5}$ en hebben dan $\frac{81}{320}$. De belasting van een zolderbalk is nu, de balken op 50 cM. afstand liggende, $\frac{800 \times 50}{50}$ of 800 Kgr. Hiervan het $\frac{81}{320}$ nemende hebben wij $\frac{81}{320} \times 800$ of 201; en zoo wij dit door den afstand der balken, 5 dM. zijnde, deelen, hebben wij voor die belasting op den muur per dM. lengte nagenoeg 41 Kgr. Stellen wij nu wederom, dat de balken 22 cM. in den muur steken, dan ligt het punt waarop wij dien druk van 41 Kgr. moeten rekenen te werken, op 22 cM. uit den buitenkant van den muur. Wij vonden nu, dat de muur door het bovendeel op 12 cM uit dien kant gedrukt werd met 346 Kgr. en verder zooals wij zagen op 22 cM. met 41 Kgr. en nog op 10.9 cM. met het muurgewicht groot 240 Kgr. Wij becijferen nu wederom 346 × 12 + 41 × 22 + 240 × 240 × 10,9 gevende 7670. Wij nemen verder 346 + 41 + 240 gevende 627. Wij deelen nu 7670 door 627 en vinden dan voor quotient ruim 12 cM. Dit zelfs meer dan $\frac{1}{3}$ van 33 zijnde, is in dit opzicht de muur bestaanbaar. De gevondene afstand is nu 1, 2 dM. en deze met 600 vermenigvuldigende hebben wij 720. De totale belasting is 627 en dus de muur op $1\frac{1}{2}$ steen zelfs ruim voldoende van dikte.

Stellen wij benedenwaarts eene derde verdieping, daarbij aannemende dat de balklaag op dezelfde wijze ondersteund is, terwijl nu de verdiepingshoogte 45 dM. bedraagt. Wij hebben dan voor het muurgewicht, 45 × 3,3 × 1,8 of 267 Kgr. Om het punt te vinden waarop wij moeten rekenen dat dit muurgewicht werkt, hebben wij wederom 36 × 3,3 gevende 118 Wij vermenigvuldigen de muurhoogte met 16,5, gevende 45 × 16,5 of 742,5. Wij deelen dit door 118 en vinden dan nagenoeg 6,3. Wanneer wij nu 6,3 van 16,5 aftrekken, dan is de rest 10,2 en deze is nu de afstand van het gevraagde punt uit den buitenkant van den muur. Wij hebben nu, als boven, 12 × 627 + 267 × 10,2 + 41 × 22 of 11159,4; te deelen door 627 + 267 + 41 of 1035. Wij vinden dan voor quotient ongeveer 11 en in dit opzicht is dus de muur op 1 $\frac{1}{2}$ steen dikte, ook voor deze verdieping bestaanbaar. Vermenigvuldigen wij den afstand 1,1 dM. met 600, dan hebben wij 660, en daar de gezamenlijke druk 1035 K. bedraagt, is de muur niet van voldoende dikte en moet alzoo $\frac{1}{2}$ steen zwaarder en dus 2 steenen dik genomen worden. Wil men den muur op 1 $\frac{1}{2}$-steen dikte houden, dan is de zekerheid, in plaats van een tienvoudige, slechts een zesvoudige; en wij herhalen, dat, wil men in deze gevallen eene redelijke soliditeit, dan althans eene achtvoudige zekerheid de minste is welke kan worden toegestaan.

Wordt vervolgd.

nigvuldigen wij met $8(1-\frac{3}{8})$ of $8 \times \frac{5}{8}$ d. i.

ben dan $\frac{81}{320}$. De belasting van een zol-

nu, de balken op 50 cM. afstand liggende,

of 800 Kgr. Hiervan het $\frac{81}{320}$ nemende heb-

$\frac{}{5}$ × 800 of 201; en zoo wij dit door den

balken, 5 dM. zijnde, deelen, hebben wij voor

g op den muur per dM. lengte nagenoeg

ellen wij nu wederom, dat de balken 22 cM.

ur steken, dan ligt het punt waarop wij dien

1 Kgr. moeten rekenen te werken, op 22 cM.

itenkant van den muur. Wij vonden nu, dat

door het bovendeel op 12 cM uit dien kant

rd met 346 Kgr. en verder zooals wij zagen

met 41 Kgr. en nog op 10.9 cM. met het

t groot 240 Kgr. Wij becijferen nu wederom

+ 41 × 22 + 240 × 240 × 10,9 gevende

nemen verder 346 + 41 + 240 gevende

elen nu 7670 door 627 en vinden dan voor

im 12 cM. Dit zelfs meer dan $\frac{1}{3}$ van 33

n dit opzicht de muur bestaanbaar. De ge-

tand is nu 1, 2 dM. en deze met 600 ver-

gende hebben wij 720. De totale belasting

dus de muur op $1\frac{1}{2}$ steen zelfs ruim vol-

dikte.

ij benedenwaarts eene derde verdieping, daar-

ende dat de balklaag op dezelfde wijze on-

s, terwijl nu de verdiepingshoogte 45 dM.

ij hebben dan voor het muurgewicht, 45 ×

f 267 Kgr. Om het punt te vinden waarop

rekenen dat dit muurgewicht werkt, hebben

m 36 × 3,3 gevende 118. Wij vermenig-

muurhoogte met 16,5, gevende 45 × 16,5

Wij deelen dit door 118 en vinden dan na-

. Wanneer wij nu 6,3 van 16,5 aftrekken,

rest 10,2 en deze is nu de afstand van het

punt uit den buitenkant van den muur.

nu, als boven, 12 × 627 + 267 × 10,2

of 11159,4; te deelen door 627 + 267

1035. Wij vinden dan voor quotient

11 en in dit opzicht is dus de muur

een dikte, ook voor deze verdieping bestaan-

henigvuldigen wij den afstand 1,1 dM. met

hebben wij 660, en daar de gezamenlijke

K. bedraagt, is de muur niet van voldoende

hoet alzoo $\frac{1}{2}$ steen zwaarder en dus 2 steenen

n worden. Wil men den muur op $1\frac{1}{2}$-steen

en, dan is de zekerheid, in plaats van een

slechts een zesvoudige; en wij herhalen,

en in deze gevallen eene redelijke soliditeit,

eene achtvoudige zekerheid de minste is

worden toegestaan.

Wordt vervolgd.

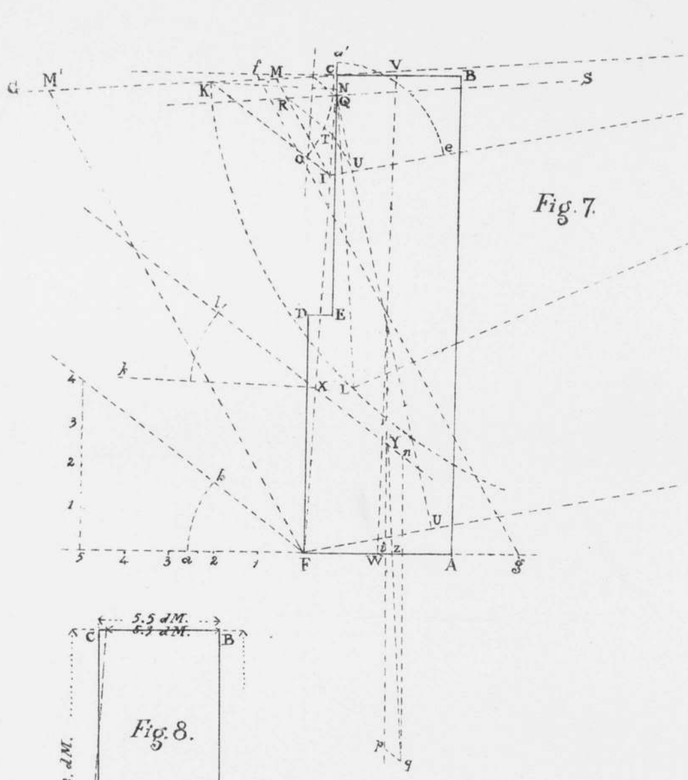


Fig. 7.

Fig. 8.

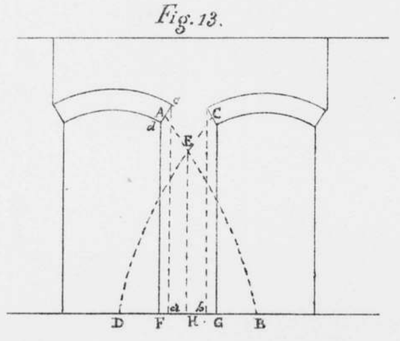


Fig. 13.

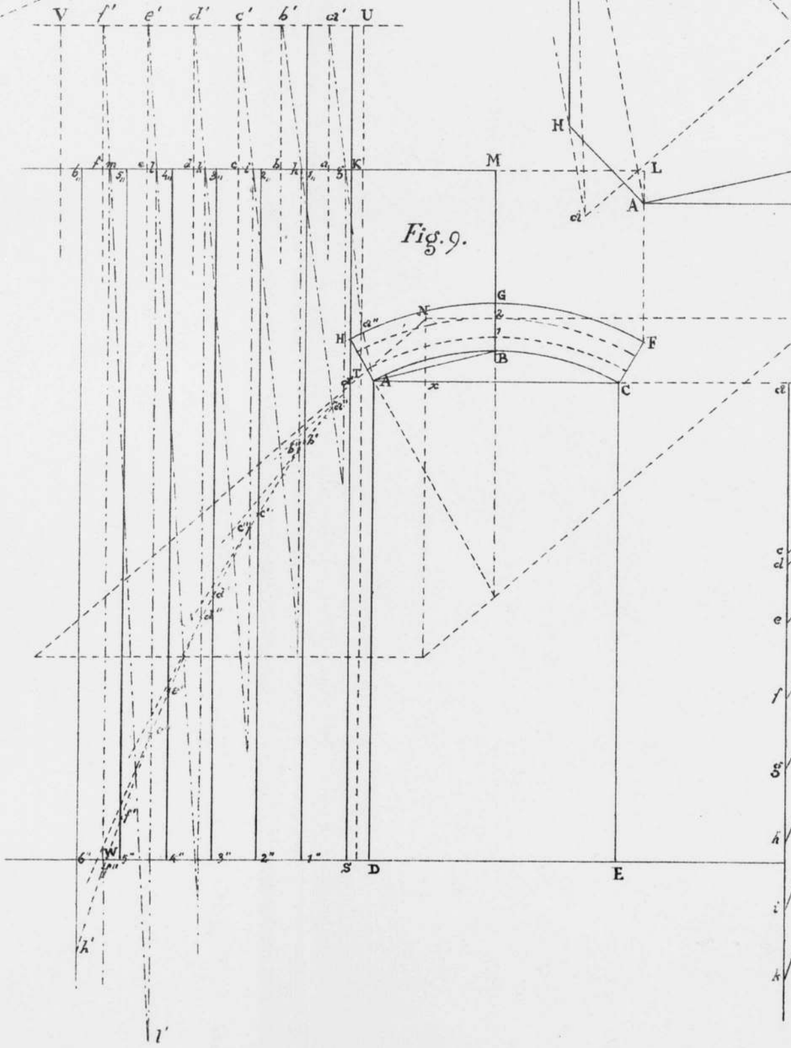


Fig. 9.

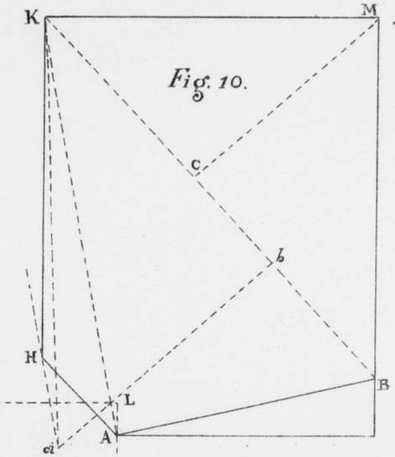


Fig. 10.

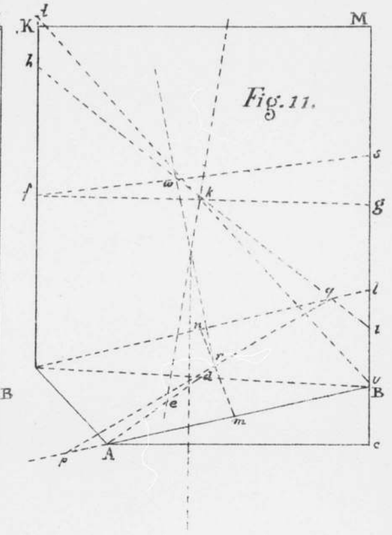


Fig. 11.

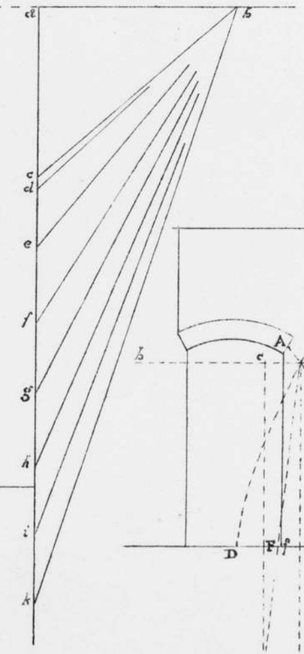


Fig. 12.

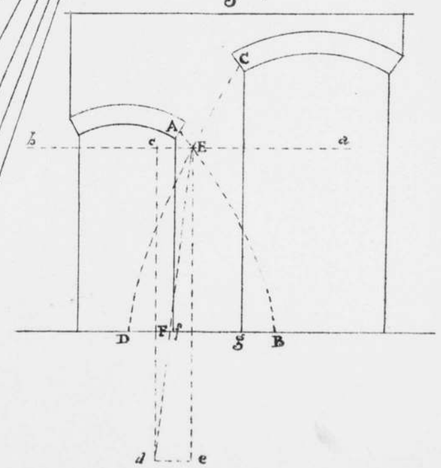


Fig. 14.

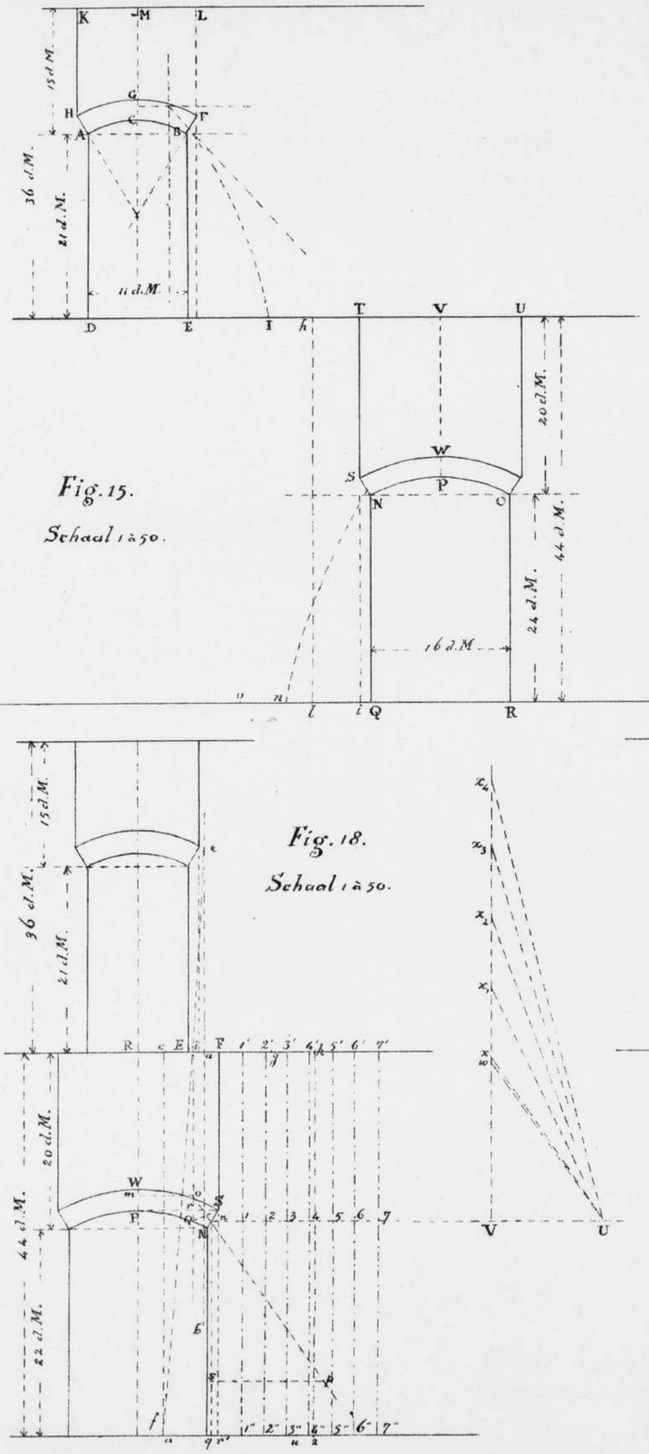


Fig. 15.

Schaal 1 à 50.

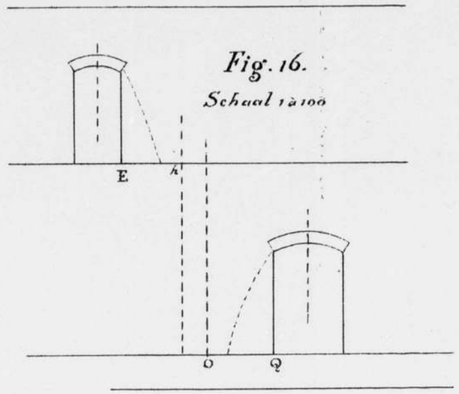


Fig. 16.

Schaal 1 à 100.

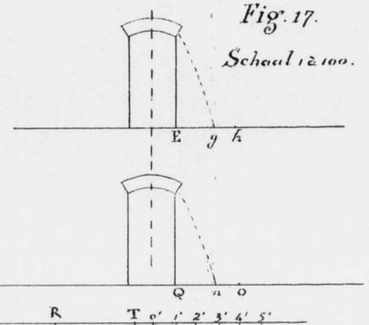


Fig. 17.

Schaal 1 à 100.

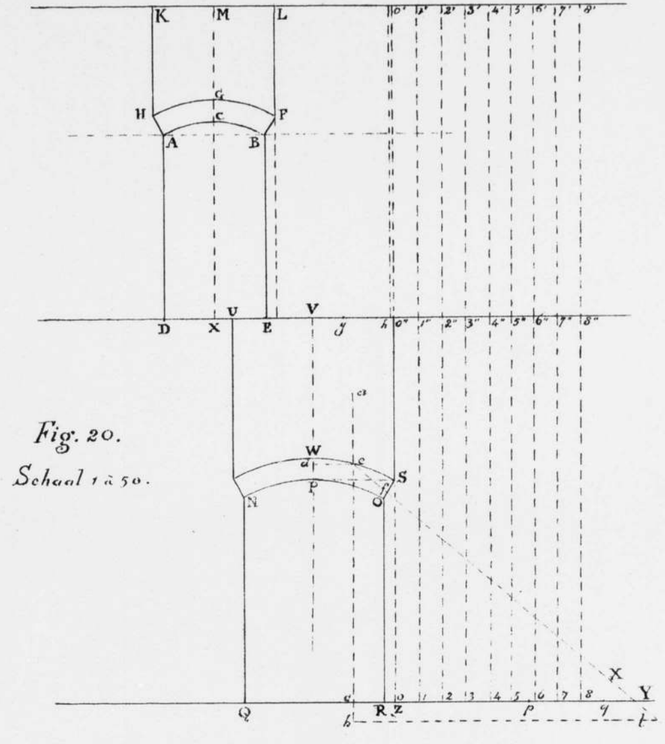


Fig. 20.

Schaal 1 à 50.

Fig. 18.

Schaal 1 à 50.

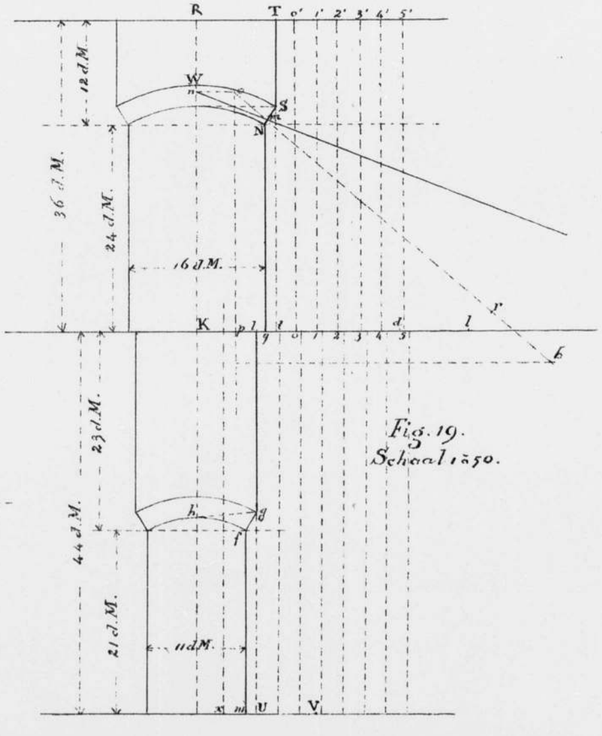


Fig. 19.

Schaal 1 à 50.

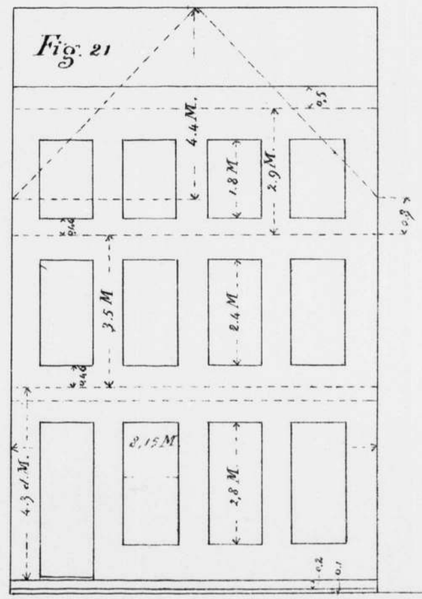


Fig. 21

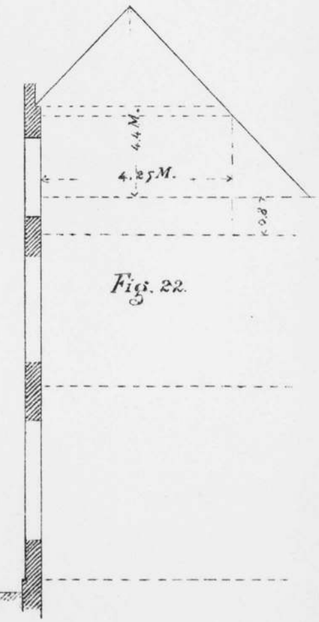


Fig. 22.

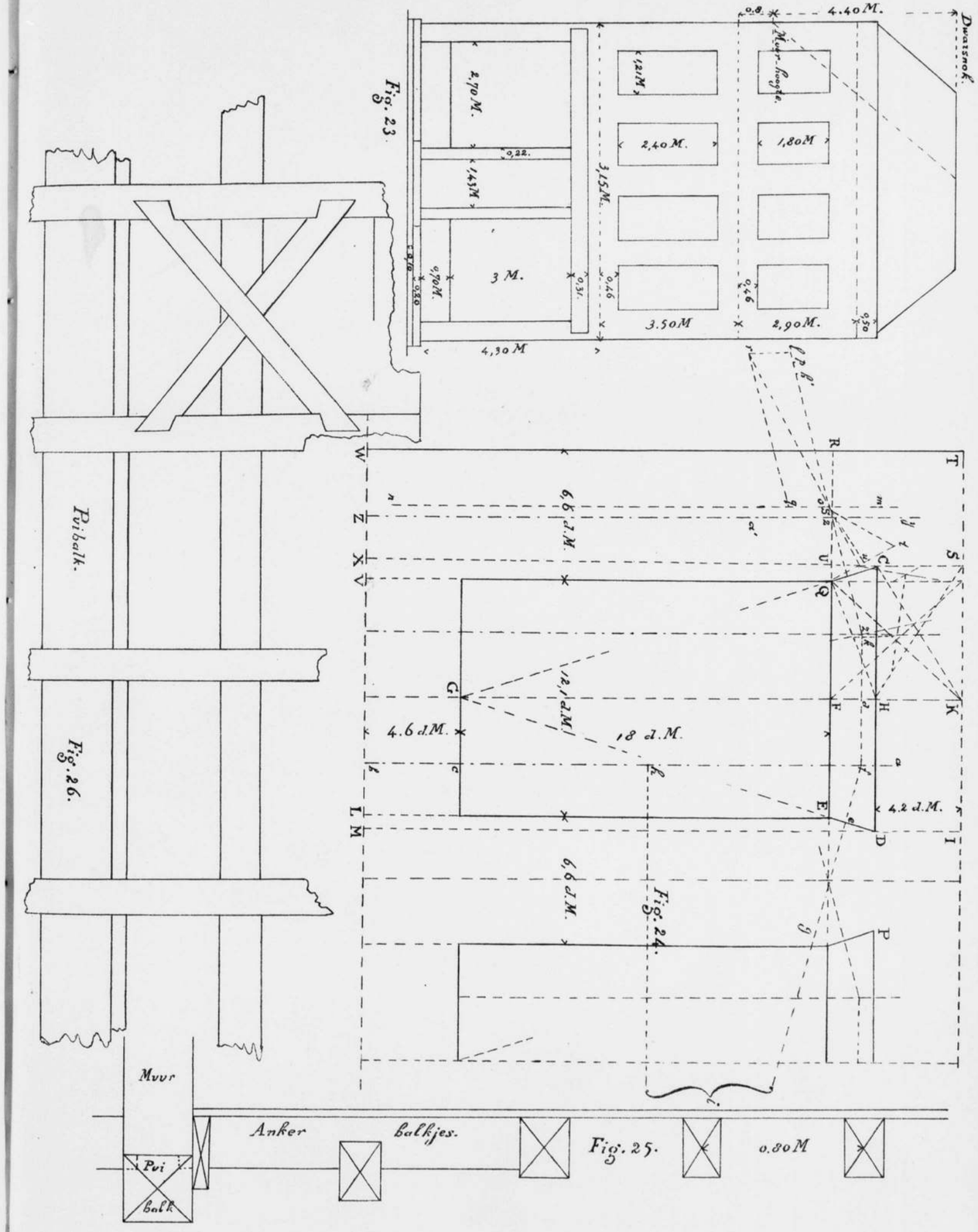


Fig. 23.
Dwarsnok.
4.40 M.
Muur-hoogte.
2,70 M.
1,43 M.
3 M.
3,15 M.
2,40 M.
1,80 M.
3.50 M
2,90 M.
4,30 M
Pvibalk.
Fig. 26.
6,6 d.M.
12,1 d.M.
18 d.M.
4.6 d.M.
4.2 d.M.
Fig. 24.
Muur
Pvi
balk
Anker
balkjes.
Fig. 25.
0.80 M

DE NIEUWE KERK MET BIJGEBOUW

aan den Singel te Schiedam.

De uitbreiding, welke de stad Schiedam in het omtrek van het Station van den Hollandschen Spoorweg, in de laatste jaren heeft ondergaan, deed al spoedig aldaar de behoefte gevoelen aan een derden Katholieken tempel.

Reeds lang had dan ook het Kerkbestuur van een der beide bestaande Parochieën naar een geschikt terrein voor een nieuwen bouw uitgezien, totdat eindelijk een milddadig Porochiaan voor dit doel eene uitmuntend gelegen plek gronds afstond, aan den Singel tegenover het algemeen kerkhof. Ligging en afmeting van het terrein waren van dien aard, dat — de toren met hoofdingangen aan den Singel uitkomende — de kerk zuiver zou kunnen worden georieënteerd, d. w. z. dat de aslijn der hoofdkerk zou kunnen worden getrokken van het Westen naar het Oosten, zoodat het Priesterkoor met de kapellen zich naar het Oosten richten kon.

De nieuw te bouwen kerk. voorloopig bestemd tot bijkerk of succursaal van de parochie van St. Jan den Dooper, had niet terstond behoefte aan een aangrenzende pastorie, wijl de bediening geschieden zoude door geestelijken uit voormelde parochie, die dus slechts behoefte hadden aan een klein nevengebouw, ingericht voor Sacristie met spreek- en bergkamers. Echter, met het oog op eene eventueele splitsing der kerkelijke gemeente, besloot het Kerkbestuur den ontwerper op te dragen bij zijn ontwerp in te begrijpen eene ruime Pastorie, in onmiddelijk verband met de absis van het nieuw te stichten kerkgebouw, om in het bezit te zijn van een geheel volledig plan.

Alhoewel dus tot heden niet uitgevoerd, is de Pastorie op de teekeningen van plattengrond, voorgevel en perspektiviesch aanzicht mede aangegeven.

Op bovengemelde gegevens was dan ook het ontwerp gebaseerd, dat in den zomer van het jaar '78 aan het Kerkbestuur werd aangeboden, spoedig de goedkeuring mocht verwerven en tot de uitvoering van den bouw deed besluiten. Nog in den nazomer van hetzelfde jaar kon reeds de aanbesteding der fundeering plaats vinden.

Gelijk uit de plannen blijkt, is de hoofdvorm van het gebouw het Latijnsch Kruis, bestaande uit de hoog opgaande middenbeuk, welke eindigt in eene veelhoekige abside en twee daaraansluitende dwarsarmen van gelijke hoogte: de zoogenaamde transepten. Tegen dezen bovenbouw sluiten zich, ter wederzijde der dwarsarmen, de lager gelegene zijbeuken aan, terwijl bovendien aan de achter- of Koorzijde deze beuk zich verdubbelt en het gebouw op deze plaats eene doorgaande breedte doet erlangen van 5 beuken, allen gesloten door het priesterkoor met de veelhoekige en vlakke altaarkapellen.

De toren staat tegenover de as der lange beuk en vormt het groote hoofdportaal der Kerk. Aan de Z.-zijde verbindt zich aan dezen een vierhoekige traptoren, die behalve den toegang tot het zangkoor (dat is ontworpen ten deele in de 1e verdieping des torens en ten deele op eene daarvóór uitgebouwde tribune tusschen de muren der hoofdkerk) ook de trappen bevat ter bereiking van de verschillende kappen en goten der kerk, met name van het voorgedeelte; evenzoo bevat een torentje, uitgebouwd aan den zuidelijken transeptarm, de trappen welke voeren naar goten en kappen van het achtergedeelte, alsook tot de verschillende étages van het daaraansluitend bijgebouw.

Aan den N. O. hoek van den voorgevel is een achthoekige doopkapel gelegen, door een grooten boog met het ruim der kerk verbonden en met eene afzonderlijke bekapping gedekt.

In het midden van den voorgevel der andere zijbeuk bevindt zich een tweede ruime ingang, terwijl in de gevels der beide dwarsarmen tusschen de 4 uitgebouwde biechtstoelnissen kleinere zij-ingangen met portalen zijn ontworpen.

Ter schraging van den bovenbouw der Kerk dienen 16 monolithe zuilen van marbre du Jura (Belvoye), uit de Carrières van den Heer A. VIOLET, terwijl de basementen in gepolijst Belgisch graniet (petit granit de l'Ourthe), en de kapiteelen, welke met ornament en loofwerk zijn bekapt, in Luxemburger grès, voortkomend uit de Carrières de la Sure et de l'Ernz, zijn uitgevoerd. De hierop rustende bogen zijn gemetseld in vlakke Waalklinkers.

Al de muren van het geheele gebouw zijn opgetrokken in Waalsteen — harde vlakke klinkers voor het uitwendige en kleurig rood voor het inwendige — zoowel buiten als binnen afgewisseld door de in de constructie noodzakelijke banden, lijsten, kolonetten enz. in witten bergsteen van verschillende soort. Om het inwendige

beter tegen het doordringend vocht te beveiligen en gelegenheid te geven tot eene spoedige decoratie der wanden, zijn alle buitenmuren als z. g. spouwmuren behandeld, d. w. z. dat aan de binnenzijde op 10 cM. afstand van den buitenmuur een dunne binnenmuur is opgetrokken, welke bij de hoeken der konterforten en pilasters en op enkele andere punten met den eersten is verbonden. De tusschenruimte of spouw sluit zoodoende den binnenmuur van het vocht af, terwijl bovendien deze laatste door zijne dunne afmeting spoedig geschikt is om te worden beschilderd.

Boven ieder der genoemde zuilen sluit tegen den opgaanden hoofdbeukmuur een pilaster met groefsteenen kolonet, door een tusschenkapiteel met grooter draagvlak overgaand in een bundel kolonetten, welke wederom op het haar bekroonend kapiteel de bogen en ribben ontvangen van de gewelven, waarmede de geheele Kerk is overspannen.

Deze gewelven zijn allen kruisgewelven, gemetseld in gelen Yssel-ondersteen, de ribben in Sibbersteen uit de groeven bij Maastricht en de tusschenbogen weder in Waalsteen; in het midden van ieder gewelfvak sluit een groote ring van Sibbersteen, waarin een roset ter ventilatie van het gebouw Op dezelfde wijze als de hoofdbeuk zijn ook de zijbeuken met kruisgewelven overdekt, waarvan de ribben en bogen onmiddelijk rusten op de kapiteelen der marmeren zuilen De druk der bovengewelven tegen de buitenmuren wordt aan de buitenzijde geneutraliseerd door zware luchtbogen, welker voet rust op de steunbeeren der zijbeuken en die hun tegenwicht vinden in de nog c. 2.00 Meter hooger opgaande pijlers.

Uit vorenstaande korte omschrijving bemerkt men reeds terstond dat het ontwerp is gebaseerd op de beginselen, welke ook bij de middeneeuwsche constructies hebben voorgezeten, terwijl daarbij zooveel mogelijk getracht is het eigenaardig karakter van een Hollandsch bouwwerk te doen uitkomen. Het geheele uitwendige der Kerk is dan ook eene zichtbaar geblevene baksteen constructie, op logische wijze, d i. voor de onderdeelen waartoe de baksteen zich moeielijk leent, met bergsteen afgewisseld van verschillende soort en kleur, naar gelang de plaats en de functie dezer onderdeelen vorderen.

Alle konterfortversnijdingen, afdekkingen, dorpels, bekleedingen der luchtbogen en in 't algemeen al die deelen welke dienen ter afdekking, beschutting, of afvoer van regenwater zijn uitgevoerd in blauwen hardsteen.

De spuwers en kruisbloemen en verder beeldhouwwerk in harden Luxemburger grès, terwijl alle venstertraceeringen, tympans, galmvensters en uurwijzerborden, welke minder van den regen te lijden hebben, van Savonnière-steen zijn vervaardigd. Door deze schakeering van gevoegden baksteen en bergsteen wordt reeds terstond voor een goed deel het eigenaardig type verkregen, dat onze Hollandsche gebouwen kenmerkt.

Op dezelfde wijze is in het inwendige der Kerk door 't gebruik van gevoegden baksteen met groefsteen voor het lijst- en beeldhouwwerk en met ten deele gepleisterde muurvakken deze kleurschakeering verkregen.

Al de architektonische lijnen van hoofd- en tusschenbogen, pijlers, pilasters, enz. zijn hier in rooden Waalsteen gemetseld en gevoegd; de gewelven in gelen Yssel-ondersteen, eveneens gevoegd en langs de ribben afgezet met banden van zwarte steenen. Voorts zijn verschillende lijsten en uitmetselingen (muizentanden) in gelen metselsteen, in het verband met den Waalsteen gemetseld, terwijl al de z. g. vulvakken, die dienen ter latere polychromie, wit zijn afgepleisterd. Daardoor teekent zich de geheele hoofdstructuur van het gebouw duidelijk af.

De groefsteen van al de hier aangebrachte kolonetten, kapiteelen, vensters en voetstukken met overhuivingen der beelden is Savonnièresteen.

De bekapping is geheel in greenen hout, met uitzondering van het torentje op het kruispunt der kappen, dat in eikenhout is gemaakt; de bedekking geschiedde met Engelsche blauwe leien. De goten, met gootblokken onder de verbindingen, zijn van blauwen Escausijnschen steen.

De afvoer van het hemelwater geschiedt van af de hardsteenen goten der hoofdbeuk door afvoerkanalen, welke in de hardsteenen afdekplaten der luchtbogen zijn gekapt; en van daar door buizen, ingemetseld in de zwaarte der konterforten, naar de spuwers, welke het water op voldoenden afstand van de muren afwerpen. Van af de benedenbeuken heeft de afvoer plaats door middel van ijzeren buizen naar de rioleering rondom het gebouw.

Zooals reeds hierboven gezegd is, voert aan den voorgevel een traptoren naar het zangkoor, die toegang geeft tot de hoofdkap der Kerk.

Door een over het midden der gewelven aanwezige brug of gangpad kan men van hier alle dakvensters en ook den middentoren bereiken.

Tot verderen opgang in den hoofdtoren zijn losse trappen geplaatst, waarop men tot klokkenzolder en torenspits kan klimmen.

De spits is, evenals de overige kappen, van greenen hout en met Engelsche leien gedekt; ze wordt bekroond door een gesmeed ijzeren kruis met koperen haan, zooals op een der platen is verduidelijkt. Op gelijke wijze zijn ook de overige dakspitsen van traptorens, middentorentje, priesterkoor en doopkapel van gesmeed ijzeren kruizen en windvanen voorzien, die grootendeels zijn verguld. De afwisseling in hoogte der verschillende daken, met de spitsen der in het plan onmisbare traptorens, schenkt tevens aan het geheel eene schilderachtige silhouette.

De geheele beglazing van het kerkgebouw geschiedde in groen kerkglas, in lood gezet volgens verschillende geometrische teekeningen, terwijl het plan bestaat de vensters van priesterkoor en altaarkapellen eerlang te vervangen door gebrande figuurvensters.

De geheele vloer is onderwelfd met steenen gewelven, rustend op bogen tusschen de kolomfundeeringen geslagen en op een doorgaanden muur onder het

middenpad der kerk; de kolken dezer gewelven zijn met zand aangevuld, om daarop de tegels te kunnen metselen.

De bovenkant van den vloer is gelegen op ongeveer één Meter boven het omliggend terrein, zoodat vijf treden tot ingang dienen. Aan de buitenzijde wordt de vloerlijn door een hardsteenen band of plint gemarkeerd.

Het reeds genoemde bijgebouw is geheel in hetzelfde karakter als de kerk behandeld. De plafonds of zolderingen bestaan daar uit rijk geprofileerde moer- en kinderbalken, in verschillende toonen beschilderd; op deze balken zijn de vloeren bevestigd en daaronder tevens losse gelijmde houten plafonds aangebracht, die op lijsten, tegen de kinderbalken dragen.

Al de ingangen van den geheelen bouw zijn voorts afgesloten door eikenhouten deuren, belegd met cierlijk gesmeed ijzeren hengsels.

De aanbesteding van het werk had plaats in twee gedeelten.

De heifundeering met het metselwerk tot aan de hoogte van den kerkvloer werd in het najaar van het jaar 1878 bij publieke aanbesteding aangenomen door de firma Wed. G. Camesi & Cie. te Rotterdam, welke firma ook bij de publieke aanbesteding van den bovenbouw, in het begin van het volgend jaar, minste inschrijver was, zoodat het geheele werk door denzelfden aannemer werd uitgevoerd.

Bij dezen bovenbouw was niet begrepen de laatste étage van den toren met de spits, welke evenwel — toen het Kerkbestuur door eene milde gift daartoe al spoedig werd in staat gesteld — mede bij onderhandsche aanbesteding aan dezen aannemer ter uitvoering werd opgedragen.

In het beneden-portaal van den toren vindt men een gedenksteen in wit marmer, waarop in gouden letters door het navolgend opschrift de naam van den milden schenker in dankbare herinnering wordt gehouden:

A° D¹ MDCCCLXXIX
die. XXV. Julii
Joannes. van. der. Burg.
Arnoldi. filius
in. Memoriam. diei. natalis. sui
nonagesimi
hanc. Turrim erstruere. fecit.

De plechtige eerste-steenlegging van den bovenbouw had plaats op 12 April 1880 door Z. D. H. den Bisschop van Haarlem, terwijl de plechtige consecratie en ingebruikneming plaats vond op den 5 Mei 1881, uit welke data blijkt, dat het werk met den meesten spoed is doorgezet.

Alhoewel de kerk pas sinds kort voltooid is en er dus nog slechts weinig blijvende meubelen konden gereed zijn, kunnen wij toch reeds op enkele schoone stukken wijzen.

Zoo is de Z. O. veelhoekige kapel reeds geheel gedekoreerd en gemeubeld; de raamopeningen zijn n. l. voorzien van gebrande figuurvensters met voorstellingen uit het N.-Testament, welke vensters vervaardigd zijn in de ateliers van den Heer Capronnier te Brussel. In dezelfde kapel werd geplaatst een rijk gebeeldhouwd altaar uit fijnen groefsteen gehouwen en met koper- en verguldwerk versierd, terwijl de wanden rondom beschilderd werden met draperieën en figuurvoorstellingen in goud en kleuren.

Evenzoo werd reeds tusschen de beide kolommen der hoofdbeuk bij de afscheiding van het Priesterkoor eene in steen gebeeldhouwde communiebank gesteld, waarin toepasselijke voorstellingen en Engelenfiguren en waarvan de doorgang in het midden gevuld is door een fijn gesmeed en verguld ijzeren hek.

Behalve deze beide meubelen werden op verschillende plaatsen, boven de noodaltaren, levensgroote gepolychromeerde beelden geplaatst, terwijl — gelijk op de teekening der lange doorsnede zichtbaar is — op de kapiteelen der kolommen voetstukken en overhuivingen voor twee reien levensgroote beelden zijn aangebracht. Beelden en meubelen zijn vervaardigd in de ateliers van Gebr. Margry & Snickers te Rotterdam.

In den toren werd op den loodzolder een eikenhouten klokkengestoelte geplaatst en daarin 3 nieuwe klokken opgehangen, terwijl tevens de toren voorzien werd van een degelijk torenuurwerk; alles weder geschonken door denzelfden edelmoedigen gever, wiens naam in het torenportaal vereeuwigd is.

De klokken werden gegoten in de fabriek van de Heeren Petit & Fritsen te Aarle-Rixtel (Noord-Brabant) en hebben een gewicht van plus minus 3000 Kilo; de genoemde drie in den hoofdtoren vormen met de vierde in het torentje op het kruis tezamen een harmonisch accoord van vier toonen Het uurwerk werd voorts geleverd door Gebr. Caminada te Rotterdam.

Voor het overige zullen de teekeningen en détails de constructie van het geheel voldoende duidelijk maken

HET MECHANISCH ONDERZOEK

NAAR DE EIGENSCHAPPEN VAN MORTELS, *)

door J. A. FREDERIKS.

De kennis der samenstelling en bereiding van mortels heeft in den jongsten tijd eene belangrijke schrede voorwaarts gedaan, hetwelk voor een groot deel is toe te schrijven aan de verbeterde wijze, waarop het mechanisch onderzoek naar de verschillende eigenschappen geschiedt.

De proeven van Smeaton in 1757, deden een nieuw licht opgaan omtrent de toepassing der mortels; — zijn wereldberoemde vuurtoren von Edystone kan als den grondslag beschouwd worden, waarop zich de tegenwoordige morteltechniek ontwikkeld heeft.

Tot dat tijdstip berustte de geheele wetenschap van dit gewichtige vraagstuk op dwaalbegrippen, die de Romeinen zich daarvan gevormd hadden, door Vitruvius bekend waren gemaakt en zelfs nog door den kundigen Bélidor werden gedeeld.

Tusschen Smeaton's eenvoudige proef om den mortel tot een bal te vormen, onder water te zetten en na een zeker tijdsverloop, uit de verkregen hardheid op het gevoel de deugdzaamheid af te leiden en de vernuftige toestellen van den tegenwoordige tijd om die vastheid te bepalen, ligt een groot verschil.

Aan Vicat komt de eer toe, het eerst ontdekt te hebben, dat indrukken met den nagel of het toebrengen van hamerslagen niet konden leiden tot vergelijkingsresultaten van blijvende waarde. Door zijne naaldproef gaf hij een middel aan de hand om daaromtrent vaste gegevens te verkrijgen.

De proeven van Treussart & Pasley moeten echter beschouwd worden als de eerste welke bepaalde uitkomsten gaven omtrent de vastheid van mortels.

Meest alle proeven welke genomen werden hadden betrekking op den wederstand tegen breken, enkele (waaronder ook de na te noemen van de 1e klasse van het instituut) bepaalden den wederstand tegen afscheuring.

De gebezigde toestellen hadden buitengewoon groote afmetingen, ontstaan door de groote doorsneden der te onderzoeken proefstukken, waardoor de constructie in nauwkeurigheid veel te wenschen overliet en de proefstukken minder gemakkelijk tot gelijkslachtige (homogene) lichamen waren te bereiden.

Het behoeft geen betoog dat een en ander van grooten invloed op de uitkomsten der proefneming was.

GRANT was in 1858 in Engeland de eerste welke van kleine toestellen gebruik maakte en werd daarin door MICHAELIS in Duitschland gevolgd.

Er is geen land dat meer belang heeft bij het gebruik van proefondervindelijk goede mortels dan het onze, hetwelk vooral blijkt, als men nagaat hoeveel honderd duizenden jaarlijks worden uitgegeven voor het tot stand brengen van kunstwerken tot aanleg of uitbreiding onzer kanalen, spoorwegen, verdedigingsmiddellen, zeeen andere werken en men daarbij bedenkt dat het gebruik van slechte of zelfs minder goede mortels er aanleiding toe kan geven, dat deze kostbare constructies binnen een betrekkelijk kort tijdsverloop geheel of gedeeltelijk onbruikbaar worden, of verbazende sommen tot onderhoud gaan vorderen.

De regeering was dan ook steeds bedacht om middelen voor te schrijven, waardoor de deugzaamheid der materialen, waaruit de mortels moeten bestaan, kon worden bepaald.

In den strijd omtrent het Cazius cement werd eene commissie uit de eerste klasse van het instituut benoemd, ten einde daaromtrent een onderzoek in te stellen. In een tweetal rapporten welke in 1809 en 1816 het licht zagen, is de uitslag van dit onderzoek nedergelegd terwijl zij bovendien eene beschrijving en afbeelding bevatten van de daarbij gebezigde toestellen.

Van algemeene bekendheid zijn de memoriën van BEIJERINCK en GOUDRIAAN betrekkelijk den Schelpkalk en Steenkalk (1832), alsmede de verslagen van genieofficieren aan den minister van oorlog omtrent dezelfde materialen (1850 en 1854), terwijl als zeer belangrijk mag vermeld worden het verslag van den 1e luitenant der genie DE BORDES en Dr. J. W. GUNNING (1856).

De invoer van wild of vervalscht tras was voor enkele jaren zoodanig toegenomen dat het noodzakelijk werd om van elke levering de deugdzaamheid te constateeren, ten einde gevrijwaard te blijven voor de hoogst nadeelige gevolgen welke uit het gebruik van slechte soorten zouden voortvloeien.

*) Een gedeelte dezer verhandeling was reeds in 1879 onder anderen vorm aan de Redactie der Bouwkundige Bijdragen ter plaatsing aangeboden. De Redactie zeide plaatsing toe, die echter door bizondere omstandigheden niet is geschied. De schrijver achtte nu eene omwerking noodzakelijk.

Red.

De door Vicat uitgevonden naaldproef (door den ingenieur — thans hoofd-ingenieur — van Diesen bij den bouw van de brug te Kuilenburg voor het eerst hier te lande toegepast) werd voorgeschreven (1875) als herkenningsmiddel van goed tras en is sedert dien tijd onveranderd in gebruik.

Verder spreekt het ministrieel voorschrift van metsel- en andere proeven, doch het geeft daaromtrent geene nadere aanwijzingen.

Bij den bouw der groote werken, welke in den laatsten tijd tot stand kwamen, werden meermalen proeven met mortels genomen en de uitslag daarvan in de werken van het Kon. Inst. van Ing. en de Bouwk. Bijdr. bekend gemaakt; onder anderen was dit het geval bij de dokwerken te Willemsoord, de Willemsluizen, de brug te Kuilenburg, enz.

Hoe belangrijk deze onderzoekingen ook zijn, dragen zij allen een op zich zelf staand karakter en de verschillende uitkomsten laten zich niet met elkaâr vergelijken. De oorzaak daarvan ligt in de gevolgde wijze van beproeving, waarin geen eenheid bestond, zoowel ten opzichte van de gebezigde toestellen, de bereiding der proefmortels alsmede den vorm der proefstukken. Ieder ingenieur volgde daarbij zijne eigene inzichten en verkreeg resultaten, die slechts eene betrekkelijke waarde hadden doordien zij niet met andere konden worden vergeleken.

Zeer wenschelijk zou het zijn, indien hierin eenheid werd gebracht, door van regeeringswege een modus operandi voor te schrijven, waarnaar voortaan alle mortelproeven zouden moeten worden genomen. Tegenwoordig gebeurt zulks in Duitschland, Oostenrijk, Rusland en Engeland voor de levering van cement (tras wordt daar betrekkelijk weinig of niet gebezigd). In de eerste drie rijken zijn het normen, door de regeering vastgesteld, waaraan de ambtenaren aan wie de uitvoering van rijkswerken is opgedragen de daarvoor te bezigen mortelmaterialen moeten toetsen, terwijl in Engeland de meeste ingenieurs zich aangesloten hebben tot het toepassen van GRANT's beproevings-methode.

Hoogst belangrijke onderzoekingen zijn in de laatste jaren door verschillende geleerden in het buitenland verricht en bekend gemaakt, waarvan het gevolg is geweest dat verrassende ontdekkingen op dit gebied zijn gedaan.

Nederland bleef te dien opzichte zeer ten achter; alleen de naaldproef was kort na hare invoering het onderwerp eener gedachtenwisseling tusschen enkele technici, welke echter geen invloed op het voorschrift uitoefende, daar dit onveranderd van kracht bleef.

Het gebrekkige en onvolmaakte der bij ons bestaande voorschriften tot het beproeven van mortels, blijkt vooral wanneer men nagaat wat in andere landen na nauwgezette en langdurige proefnemingen daaromtrent is vastgesteld.

Met het doel om op dit hoogst gewichtige onderdeel der bouwkunst meer algemeen de aandacht te vestigen, volgen hier eenige mededeelingen omtrent het mechanisch onderzoek naar verschillende eigenschappen van mortels, welke misschien mede kunnen werken om de invoering te bevorderen van een voorschrift, dat op afdoende wijze middelen aangeeft om mortel of hunne bestandeelen te kunnen beoordeelen.

Deze mededeelingen zullen achtereenvolgens betrekking hebben op het onderzoek naar den weerstand tegen afscheuring, verbrijzeling en doorbuiging, verder de belangrijke eigenschap der dichtheid van mortels behandelen, en eindigen met eene beschouwing over de naaldproef.

1°. De wederstand tegen afscheuring.

De eigenschap van mortels om weêrstand te bieden aan trekkende krachten (absolute vastheid, Zugfestigkeit, tensile strength, résistance à l'arrachement ou à la traction) moet als de voornaamste worden beschouwd; is die eenmaal bekend, zoo kan men, indien het niet een zuiver wetenschappelijk onderzoek geldt, met voldoende zekerheid daaruit andere eigenschappen afleiden. De weêrstand tegen verbrijzeling b. v. staat daartegen ongeveer als 10 : 1.

Bij het onderzoek van dit weêrstandsvermogen is de vorm, welke aan de proefstukken wordt gegeven, van grooten invloed op de sterkte, eene waarheid waarvan eerst sedert de onderzoekingen van Bramwell in 1869 (1) de groote beteekenis werd ingezien.

Als resultaat der door hem genomen proeven bleek, dat bij een gelijkslachtig (homogeen) lichaam met eene bepaalde doorsnede, waarvan de wederstand tegen uitrekking of afscheuring moet onderzocht worden, deze vermindert naarmate de doorsnede over het geheel verandert; dat dus een rechte staaf of cylinder de gunstigste vorm is voor lichamen, welke beproefd moeten worden. Verder ontdekte hij dat het resultaat ongunstiger wordt naarmate het brekingspunt verder van de aangrijpingspunten der trekkrachten verwijderd is. Zeer nadeelig werkt ook plotselijke verandering der doorsnede, zooals zulks bijna zonder uitzondering bij alle tot dien tijd gebezigde proefvormen plaats vond.

Deze laatste eigenschap berust op de ongelijkmatige spanning der vezelbundels; op de plaats waar de grootere doorsnede in de kleinere overgaat, bestaat bij de uiterste bundels eene evenredig grootere spanning.

Hieruit volgt dus, dat voor mortelproeven een rechthoekig prisma, theoretisch de beste vorm is, of wel, daar men geen middel heeft om de aangrijping der trekkrachten te doen plaats hebben, zonder beschadiging der proefstukken, een van de rechte staaf slechts weinig afwijkend lichaam, b. v. zoodanig een, dat zich naar beide einden wigvormig vergroot.

Maar ook hierbij heeft men zeer licht met uitglijden der haken te kampen, waardoor dikwerf ontijdige breking of afscheuring wordt veroorzaakt.

(1) Report of Britsh Association 1869 pag. 422. On the influence of form on strength.

Deze belangrijke waarnemingen gaven Grant aanleiding om ten dien opzichte een aantal proeven te nemen, waarvan het resultaat is vervat in onderstaanden staat. (1)

Het onderzoek omvatte een tiental verschillende vormen welke ieder aan een twintigtal proeven werden onderworpen; de gebezigde cement had een gewicht van 142,27 KG, per HL.

№	VORM.	Afmetingen van de kleinste doorsnede	Na 7 dagen. Afscheurings-gewicht.	Afscheurings-gewicht per cM².	Gemiddeld per cM².	Na 30 dagen. Afscheurings-gewicht.	Afscheurings-gewicht per cM².	Gemiddeld per cM².
		Eng. duimen.	KG.	KG.	KG.	KG.	KG,	KG,
1		$1\frac{1}{2} \times 1\frac{1}{2}$	352.95	24.31		458.41	31.58	
2		id.	469.46	32.34	32.80	522.36	35.99	35.89
3		id.	482.75	33.26		519 52	35.79	
4		id.	416.80	28.71	28.79	439.53	30.28	30.25
5		id.	419.12	28.87		438.63	30.22	
6		id	390.10	26.88		413.72	28.50	
7		2 × 2	543.95	21.09	20.87	614.49	23.81	23.68
8		id.	531.90	20.60		596 52	23.12	
9		id.	540.00	20.92		621.97	24 10	
10		id.	583.46	22.68		662.39	25.66	

De vorm No. 1. (fig. A, plaat I.) werd door Grant gebezigd bij al zijne proeven van Januari 1859-1865 omdat hij toenmaals algemeen in Engeland en Frankrijk in gebruik was. De scherpe hoeken en de plotselinge overgang van eene groote tot eene kleine doorsnede werd bewezen ondoelmatig te zijn. Daarop werd voor volgende onderzoekingen gebruik gemaakt van den vorm No. 2, met afgeronde binnenhoeken.

Om alle mogelijke verschuiving of verplaatsing uit de richting te vermijden, vervaardigde Grant de inrichting, voorgesteld in fig. B, doch was genoodzaakt deze spoedig op te geven door het dikwerf breken bij de gaten en ging daarna over tot den vorm No. 3 (fig. C) welke den overgang daarstelt tot de wigvormige lichamen 4 tot 9. Bij deze laatsten vond meermalen uitglijding der haken gedurende de proefneming plaats, waardoor ontijdige afscheuring ontstond. No. 7, 8 en 9 onderscheiden zich alleen door grootere doorsnede.

Door de onregelmatigheid van No. 10, volgde verdraaiing in de haken, waardoor de breuk niet altijd op het verlangde punt, maar dikwerf in schuine richting plaats vond.

Fig. E is de vorm, welke de ingenieur V. de Michele bij zijn nader te noemen werktuig invoerde, terwijl de ingenieur Henry Faya den vorm van Grant zoodanig wijzigde als door de gestipte lijn in fig. C. is aangetoond (2) waardoor de proefstukken gemakkelijker uit den vorm losten.

Dr. Michaelis (3) bezigde bij zijne onderzoekingen den vorm No. 10, zoodanig gewijzigd, dat de gebreken welke er aan kleefden, werden overwonnen.

Hij voorzag daartoe den vorm (fig. F) van 4 zuivere aanrakingsvlakken *y* voor de haken, terwijl de Zweedsche ingenieur O. Fahnehjelm er nog een kleine afronding *x* aan toevoegde om de breuk steeds op het gewenschte punt te doen plaats hebben.

(1) Grant. Experiments on the strength of cement London 1875, pag. 109 en 124.

(2) Henry Faya C. E. Portland-Cement for Users, London 1881, pag. 60—63.

(3) Dr. W. Michaelis. Zur Beurtheilung des Cementes, Berlin 1876, pag 31.

Slechts bij zeer slordige behandeling is het na dien tijd voorgekomen dat afscheuring daarbuiten plaats vond.

Daar de minste oneffenheid, schadelijken invloed kan uitoefenen en er niet genoeg zorg kan worden gedragen om elke nadeelige werking van het te beproeven lichaam gedurende het onderzoek te vermijden, voorzag Michaelis de ijzeren haken bij de aangrijpingspunten bovendien van stukjes leder.

Deze vorm is tegenwoordig in Duitschland en Oostenrijk algemeen in gebruik; terwijl in Amerika de vorm No. 10 zonder eenige wijziging wordt toegepast.

De ingenieur A. Jacob gaf bij de „Salford Sewage works" een zeer eigenaardigen vorm aan zijne proefstukken (1) welke afweek van die der andere Engelsche ingenieurs en in fig. G is afgebeeld. Hij bestaat uit een cylinder met conische verwijdingen aan de uiteinden, zoodat de vertikale doorsnede overeenkwam met de Nos. 4—9 van den staat. Zijne daarmede genomen proeven leidden tot regelmatiger resultaten als met den vorm van Grant het geval was.

Van veel belang bij het beproeven is ook de wijze waarop de bereiding der mortels plaats vindt. De een gaat daarbij uit van de stelling dat in de praktijk de mortel bereid wordt tot een deeg, dat glad van den troffel afloopt; een ander daarentegen mengt zijne proefmortels met de minst mogelijke hoeveelheid water en bereikt zijns inziens daardoor het beste.

Beiden hebben gelijk en toch zal het resultaat hunner proeven een groot verschil opleveren.

Hoe meer de bereidingswijze geschiedt in overeenstemming met de natuurlijke werking der mortels, des te meer praktische waarde zullen de uitkomsten der proeven verkrijgen.

Van dit standpunt ging Michaelis uit bij het bereiden der te beproeven mortels en stelde zich de vraag: Hoe wordt de mortel in de praktijk gebezigd? Deze wordt op een meer of minder opzuigend materiaal gestreken, dat de gelegenheid heeft daaraan water te onttrekken. Bij het onderzoek van een voeg, welke onder een druk van 6—9 steenlagen heeft gestaan, zal men in den mortel slechts een gering deel van het water, waarmede hij bereid is, terug vinden; al het overige water (dus datgene, hetwelk niet meer door scheikundige verwantschap of door kapilariteit wordt teruggehouden (2) is door de steenen, welke door den mortel verbonden zijn, opgezogen geworden. Hetzelfde heeft plaats bij het gebruik van mortel tot bepleistering.

Overeenkomstig deze natuurlijke werking bereidde Michaelis zijne proefmortels op de volgende wijze.

Op een drooge goed opzuigende gipsplaat van ongeveer 0.50 M. lengte bij 0.30 M. breedte en 0.06—0.08 M. dikte, werden doornat gemaakte stukken vloeipapier gelegd, iets grooter dan de vervolgens daarop te plaatsen goed zuiver en mede nat gemaakte vormen. Men plaatst vier vormen tegelijk op de plaat, zoodanig verdeeld, dat er genoeg ruimte voor de behandeling overblijft.

Iets meer dan de tot vulling der vormen benoodigde drooge stoffen, wordt in een porceleinen schaal met zooveel water aangemaakt, dat men een dun deeg verkrijgt.

Het is niet raadzaam dit deeg dunner dan gewone stroop te maken, omdat er 1° geen nut in ligt en 2° de gipsplaat slechts spoediger ongeschikt wordt om er op te werken.

Met de aldus verkregen brij, begint men den vorm te vullen, zorg dragende de massa door zacht kloppen te schudden; hierdoor bezinkt de vaste stof naar gelang harer samenstelling dicht in elkander en worden ook de onderste deelen lang vloeibaar en beweeglijk gehouden, hetwelk vooral bijdraagt om den vorm scherp te kunnen vullen. Afhankelijk van het bezinken, gaat men met vullen voort, waarbij vooral dient gelet te worden op het vloeibaar blijven der massa, zoolang er nieuwe specie aan toe wordt gevoegd, in welk geval steeds eene goede vereeniging plaats vindt.

Zoodra de vorm iets meer dan gevuld is, wordt het overtollige afgestreken; blijft nu, bij vernieuwd schudden de massa nog even beweeglijk, dan trekt men na eenige minuten wachtens, met eene trillende beweging, de vorm zoo loodrecht mogelijk af.

Er behoort slechts een weinig bedrevenheid toe om op de aangegeven wijze zeer zuivere proefstukken te vervaardigen. Waarnemingen omtrent het juiste tijdstip voor de afneming van den vorm en omtrent de eigenschap van het opzuigend vermogen van de gipsplaat, verhoeden het in elkaâr zinken der stukken.

Bij eenige geoefendheid is men in staat 30—40 dergelijke proefstukken in een uur te vervaardigen.

Volgens Michaelis doet de tijd dat men de proefstukken op de gipsplaat laat staan, weinig ter zake; — zoodra namelijk het oogenblik aangebroken is, dat het zich vrij tusschen de vaste deelen bevindende water verwijderd is, treedt er een evenwichts-toestand in. De kapilariteit is dan gelijk aan het absorptievermogen van het ondervlak.

Genomen proeven hebben bewezen, dat wanneer een proefstuk van de gipsplaat op glas werd nedergezet, zoodra het vatbaar was om verplaatst te worden, met andere woorden, zoodra het zich vrij bewegende water opgezogen was (meestal een minuut na het afnemen van den vorm) het dan een watergehalte bevatte van 18 deelen op 100 deelen vaste stof.

Bleef het stuk nog 30 minuten langer op de gipsplaat staan, zoo vond men $17\frac{1}{2}$ deelen water op 100 deelen vaste stof; een zeer gering verschil, met het oog op de in dien tijd nog plaats gehad hebbende verdamping.

Men zal moeten erkennen, dat deze verhouding van water tot drooge stof een zeer dichten mortel geeft, welke verre overtreft de dichtheid van proefmortels, vervaardigd volgens de algemeen in gebruik zijnde bereidingswijzen.

Slechts zeer enkele cementen laten zich bij groote krachtsinspanning met 20—22 deelen water tot een deeg bereiden.

(1) The Engineer 1879 pag 397.

(2) Deutsche Bauzeitung 1875 pag. 437 en 491. Dr. L. Erdmenger Das Erhärtungs-Wasser des Portland-Cements

Nog sterker wordt deze verhouding, wanneer men zand met de drooge stof vermengt; mortels, bestaande uit 3 deelen zand en 1 deel cement op de voren omschreven wijze bereid, gaven eene verhouding aan van 11—12 deelen water op 100 deelen vaste stof.

Aan deze geheel oorspronkelijke en vernuftige bereidingswijze zijn volgens Michaelis de volgende voordeelen verbonden:

1° Met weinig vormen kan in korten tijd een groot aantal proefstukken worden vervaardigd.

2° Aldus bereidde proefstukken verkrijgen spoedig een grooten samenhang, waardoor de schadelijke invloeden verminderen welke kunnen ontstaan door het gebruiken van minder zuivere beproevingstoestellen.

3° De proefstukken zijn over het geheel zeer gelijkslachtig (homogeen).

4° De verkregen uitkomsten komen zeer nabij aan de natuurlijke werking der mortels in de dagelijksche toepassing.

Het verdient aanbeveling de dikte der proefstukken niet grooter te nemen dan 25 mM., daar bij grootere afmeting het opzuigen te moeielijk wordt; de onderste lagen worden te dicht, terwijl de bovenste nog vloeibaar zijn. De gipsplaat moet over de geheele oppervlakte steeds hetzelfde absorbeerend vermogen bezitten.

Later genomen proeven hebben bewezen, dat de opzuigings-methode van Dr. Michaelis geene algemeene aanbeveling verdient, daar alleen een langdurige oefening goede uitkomsten verzekert. (1)

Het is op grond daarvan dat de Duitsche cementnormen dan ook een ondoordringbaar ondervlak tot het bereiden van de proefmortels voorschrijven en daarbij een bepaald waterkwantum aangeven.

Grant (2) bereidde zijne proefmortels met de minst mogelijke hoeveelheid water en perste daaruit met behulp van den toestel, afgebeeld in fig. 1 plaat II, zijne proefstukken.

Deze bereidingswijze is minder aan te bevelen doordien zij in 't geheel niet overeenkomt met de natuurlijke werking der mortels; slechts bij de vervaardiging van kunststeenen en ornamenten wordt de mortelspecie in vormen gedrukt.

Hebben wij in het voorgaande gezien dat het bereiden van den mortel, alsmede de vorm van de proefstukken grooten invloed uitoefenen op het resultaat der proeven, niet minder is zulks het geval met de werktuigen of toestellen waarmede die proeven worden genomen.

Hoe zuiverder de constructie is, des te gunstiger en regelmatiger zal de uitslag van het onderzoek zijn. Vooral dient elke storende werking van schadelijke invloeden vermeden te worden, waaronder voornamelijk behooren schokken of stooten, veroorzaakt door plotselinge verzwaring van het afscheurings-gewicht.

De oudste toestellen om den weêrstand van mortels tegen uitrekking te bepalen, waren van zeer primitieve constructie. Pasley bezigde daartoe een drievoet van stevige houten beenen; in het vereenigingspunt werd een der haken bevestigd, waarin het mortelstuk werd geplaatst, terwijl aan den anderen haak een schaal werd gehangen, waarop de gewichten werden gezet, welke de afscheuring moeten bewerkstelligen.

Deze inrichting (scale-beam) was in Engeland algemeen tot 1858 in gebruik.

In vele gevallen werd ook wel de eene haak eenvoudig aan een balk vastgemaakt en de proef op die wijze genomen.

De inrichting van bijna alle tegenwoordig daartoe gebezigde toestellen berust op de toepassing van een hefboom, welke eene trekkende kracht op het te onderzoeken lichaam uitoefent en waarvan het gewicht regelmatig wordt verzwaard.

Daarbij doen zich twee verschillende gevallen voor; in het eene wordt een constant gewicht geleidelijk langs den hefboom voortbewogen, terwijl in het andere geval het einde van den hefboom door onafgebroken vermeerdering van gewicht wordt verzwaard.

Tot de eerste soort behoort de toestel van Adie (fig. 2, pl. II.) dat Grant sedert 1858 bij al zijne proefnemingen bezigde. Het te onderzoeken lichaam wordt in de haken geplaatst en door een handschroef C welke zich onder de tafel bevindt bij A en B zoodanig bevestigd, dat de hefboom D in horizontalen stand komt.

Het gewicht E wordt daarbij tegen den staander F geplaatst en vervolgens door een daaraan bevestigd koord langs den ingedeelden hefboom bewogen, totdat het te onderzoeken lichaam breekt. De uitgeoefende kracht wordt onmiddelijk aangewezen door het cijfer op den hefboom, waar het gewicht op het oogenblik van afscheuring blijft staan.

Later werden aan Adie's werktuig door Pallandt eenige verbeteringen in de constructie aangebracht, waardoor de werking wel dezelfde bleef doch de uitkomsten der proeven grootere regelmatigheid aantoonden.

Fig. 3 geeft een vereenvoudigde samenstelling van den toestel van Adie aan, dat bij de uitvoering van kleine werken of leveringen, en waar het niet direct op nauwkeurige beproevingen aankomt, wordt gebezigd.

In Amerika wordt veel gebruik gemaakt van de, door hunne zuivere constructie uitmuntende, werktuigen van Riehlé Bros te Philadelphia. Deze firma vervaardigt een viertal toestellen tot het beproeven van mortels waarvan fig. 4 de eenvoudigste is en in werking geheel met dien van Adie en Pallandt overeenkomt. De drie overige zijn meer samengesteld en werken door middel van dubbele hefboomen. Door de Russische regeering wordt van deze toestellen gebruik gemaakt.

Tot de werktuigen van de tweede soort, behoort in de eerste plaats de door Dr. Michaelis bij zijne onderzoekingen gebezigde toestel afgebeeld in fig. 5. Uit de

(1) Dr. C. Heintzel, »Ueber die Michaelische Methode zur Prüfung von Cement auf absolute Festigkeit" Berlin 1876 en Deutsche Bauzeitung 1877 pag 181. Dijckerhoff, »Ueber Prüfungs-Methoden von Portland-Cement"

(2) Grant t. a. p. pag. 6.

teekening is zoo duidelijk de werking op te maken dat eene verdere toelichting overbodig is, alleen zij opgemerkt dat het werktuig op twee verschillende wijzen kan gebruikt worden, met water- en zandtoevoer.

In het eerste geval geeft de hoogte van de waterkolom in den cylinder onmiddelijk het afscheurings-gewicht aan, terwijl bij zandtoevoer dit gewicht eerst door afzonderlijke weging en berekening wordt verkregen

In navolging van dezen toestel vervaardigden Bailey & Co. te Manchester de inrichting voorgesteld in fig. 7, welke de Engelsche ingenieur Reid bezigde bij zijne bekende onderzoekingen. De toevoer van water naar den cylinder wordt door den hefboom zelf geregeld; heeft de afscheuring plaats dan daalt de hefboom, welke in verbinding met een kraan staat. en sluit deze.

Fig. 6 stelt het werktuig voor dat in Duitschland tegenwoordig bijna algemeen in gebruik is, vervaardigd naar de gegevens van Dr. H. Seger en Dr. Jul. Aron. In de schets is het geteekend zooals het voor de beproeving gereed staat, waarbij het volgende valt op te merken. De hefboom A wordt door middel van het tegenwicht B zoodanig gesteld, dat de drie messen in een horizontale lijn liggen, welke stand door een teeken op den toestel is aangegeven. De kleine emmer C wordt opgehangen aan de zich onder de schaal L bevindende haak en het te beproeven stuk tusschen de haken D en E geplaatst, waarbij er vooral op gelet moet worden, dat de tegen elkaar staande uiteinden der haken evenwijdig liggen, waardoor onregelmatige spanning van het proefstuk vermeden wordt. Door het radje F wordt dit proefstuk zoodanig gespannen, dat de hefboom A zijne vroegere stelling weder inneemt.

Hierna wordt de uitlooptoestel G, die met zand gevuld is, naast den emmer C zoodanig geplaatst dat het uitloopende zand daarin moet vallen. Het schuifje I wordt door middel van een ijzerdraad geopend, zoodat het zand geleidelijk en zonder ophouden in den emmer valt.

Op het oogenblik dat breking of afscheuring plaats vindt, staakt men onmiddelijk de zandtoevoer door het schuifje te laten zakken. Het gewicht van den emmer met het zich daarin bevindende zand veroorzaakte de afscheuring van het proeflichaam en moet dus bepaald worden.

Dit geschiedt door middel van den toestel zelf, doordien men den emmer aan den korten arm van den (tiendeeligen) hefboom bij K ophangt en het evenwicht daarstelt door gewichten te plaatsen op de schaal L. Daar de weging geschiedt op een tiendeelige balans, zoo verkrijgt men het aantal grammen dat zich op de schaal L bevindt $=$ a stellende, voor het gewicht van den met zand gevulden emmer $10 \times a$.

Daar de bovenste hefbooms-armen zich verhouden als 1 : 10 en de onderste als 1 : 5 moet dit cijfer met 50 worden vermenigvuldigd om het afscheurings-gewicht te verkrijgen en dit wordt dus voorgesteld door $50 \times 10a$.

De doorsnede van het proefstuk op de plaats der breuk 5 cM². bedragende, heeft men $\frac{50 \times 10a}{5} = 100a$ per cM² in grammen of $^1/_{10}$ a per c.M² in kilogrammen voor den absoluten wederstand van den mortel.

Voor Oostenrijk heeft H. Hauenschild een eenvoudig werktuig ontworpen (1) dat aldaar officiëel is ingevoerd en in zijn werking geheel met dat van Michaëlis en Bailey overeenkomt.

De uitgeoefende kracht moet na de afscheuring echter eerst door weging en berekening worden bepaald. De hefbooms-armen verhouden zich als 1 : 20.

Behalve deze hefbooms-werktuigen zijn er ook enkele andere welke door eene schroefinrichting werken. De toestel van den ingenieur V. de Michele, fig. 8, bestaat uit een schroef zonder eind, welke op een getand rad werkt. Aan dit rad is de onderste haak bevestigd waar tusschen het mortelstuk moet geplaatst worden terwijl de bovenste haak in verbinding is gebracht met een hefboom, welke aan het uiteinde met een tegenwicht is verzwaard. Een dopje op den langen hefboomsarm verschuift bij opwaartsche beweging een wijzer langs een verdeelden cirkelrand.

Bij het gebruik van dit werktuig (dat o. a. ook bij de havenwerken te Velzen is gebezigd) wordt het mortelstuk tusschen de haken geplaatst en de schroef door middel van het handrad — in beweging gebracht. Daardoor wordt een trekkende kracht op dit proefstuk uitgeoefend, welke kracht op den verdeelden rand afgelezen kan worden. Heeft de afscheuring plaats, dan valt de hefboom naar beneden en laat den wijzer, die de uitgeoefende kracht aangeeft. op de juiste plaats achter.

De dynamometer van Studt in Mainz, waarvan een afbeelding te vinden is in Gottgetreu „Physische und chemische Beschaffenheit der Baumaterialien, II Band 3e druk, pag. 336" wordt in Duitshland ook meermalen voor mortelproeven gebezigd.

Bij dit werktuig trekt een loodrecht werkende schroef de bovenste haak in de hoogte en drukt tegelijk met zijn ondereind op een met glycerine gevuld kolfje. Deze uitgeoefende druk is alsdan onmiddelijk op een manometerschaal per cM² afleesbaar.

De hydraulische pers van Werder, door prof. Bauschinger in het Mech. Techn. Laboratorium te München voor mortelproeven gebezigd, alsmede de inrichting waarvan door den ingenieur van Diesen bij den bouw van de brug te Kuilenburg werd gebruik gemaakt, zullen wij hier niet bespreken, daar deze toestellen òf door kostbaarheid óf door moeielijke verplaatsing slechts beschouwd moeten worden voor bizondere doeleinden te zijn bestemd, en eene algemeene toepassing daarvan nooit kan gemaakt worden.

Voor eene beschrijving en afbeeldingen van den eersten, verwijzen wij naar Kronauer Zeichnungen von Machinen, Werkzeugen und Apparaten, Band IV Lief. 7 und 8, terwijl die van den laatsten in de werken van het Kon. Inst. van Ing. jaargang 1871/72 voorkomen.

(1) Beschrijving en afbeelding daarvan bij H. Hauenschild. »Die Mörtelsubstanzen, Wien 1879, pag. 223.

Wederstand tegen Verbrijzeling.

Uit proeven door verschillende onderzoekers genomen is gebleken, dat de weêrstand tegen verbrijzeling of druk (rückwirkende Festigkeit, Druckfestigkeit, crushing strength, résistance à la compression ou à l'écrasement) in verhouding staat tot de absolute vastheid van mortels als 10 tot 1.

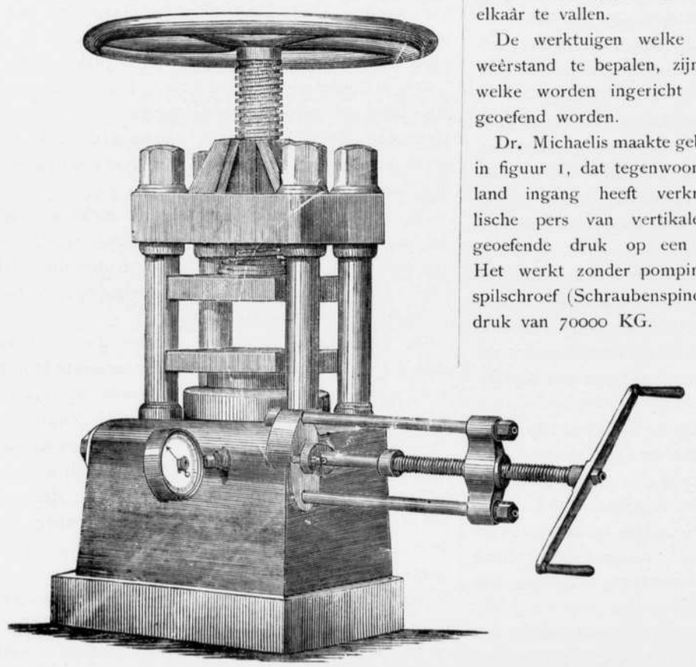
Voor oppervlakkige berekeningen, waarbij een klein verschil geen invloed op de uitkomst uitoefent, kunnen deze cijfers gebezigd worden; gelden het echter wetenschappelijke waardebepalingen dan moet door proeven deze weêrstand worden geconstateerd.

Hoewel bij dit onderzoek de vorm van het proefstuk van veel minder invloed op den uitslag der beproeving is, dan bij den weêrstand tegen afscheuring is gebleken, zoo wordt toch algemeen aangenomen dat de teerling de gunstigste vorm is.

Om door het uitoefenen van druk op platen den verbrijzelingsweêrstand van den mortel te willen afleiden, is naar het oordeel van Dr. Michaelis „mindestens ein sehr unglücklicher Griff, wo nicht ein schlimmer lapsus vom wissenschaftlichen Standpuncte aus," (1) een gevoelen dat niet door alle geleerden, welke zich met het gewichtige vraagstuk hebben bezig gehouden, wordt gedeeld.

Dr. Böhme en Prof. Bauschinger, de eerste aan het proefstation van de Kön. Gewerbe Akademie te Berlijn,

Fig. 1.



de laatste aan het Mech. techn. laboratorium te München, strekken hunne proeven omtrent dezen weêrstand ook over mortelplaten uit. (2)

Michaelis maakte bij het begin van zijne onderzoekingen gebruik van teerlingen van 10 cM. en 6 cM. hoogte, (welke afmetingen door Dr. Böhme werden aangenomen) doch bracht later de hoogte op 7,071 cM.

Bauschinger vervaardigde teerlingen van verschillende afmetingen, varieerende tusschen 15 en 17 cM.

De vorm welke Grant bezigde, kwam met de grootte van metselsteen (in Engeland) overeen en bedroeg 22.86 cM. bij 10.795 cM. en 6.985 cM. hoogte.

Van het grootste belang moet het gerekend worden dat de beide vlakken van den teerling, welke aan druk worden onderworpen (Druckflächen), zuiver recht en evenwijdig loopen, terwijl de as die de zwaartepunten der doorsneden verbindt, met de drukas in één lijn moeten samenvallen.

Aanbeveling verdient de wijze waarop Bauschinger aan de beide eerste voorwaarden voldoet, door namelijk alle proefstukken met een klein schaafwerktuig van zwarte diamanten voorzien, af te schaven.

Anderen vervaardigden de teerlingen in een kern of vorm, en verhoogen de zuiverheid der vlakken door ze af te slijpen.

De bereiding der mortelspecie geschiedt met de minst mogelijke hoeveelheid water, zoodanig dat de proefstukken na de vorming genoeg samenhang bezitten, om niet in elkaâr te vallen.

De werktuigen welke gebezigd worden om dezen weêrstand te bepalen, zijn meestal hydraulische persen welke worden ingericht naar de kracht die moet uitgeoefend worden.

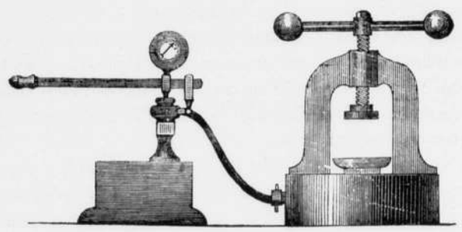
Dr. Michaelis maakte gebruik van den toestel, afgebeeld in figuur 1, dat tegenwoordig bijna algemeen in Duitschland ingang heeft verkregen. Het is een hydraulische pers van vertikale werking, waarbij de uitgeoefende druk op een manometer wordt afgelezen. Het werkt zonder pompinrichting, eenvoudig door een spilschroef (Schraubenspindel) en is berekend tegen een druk van 70000 KG.

(1) Dr. W. Michaelis. Zur Beurtheilung des Cementes, pag. 36.

(2) Dr. W. Böhme. Die Festigkeit der Baumaterialien 1e Heft Berlin 1876 en Prof. J. Bauschinger. Mittheilungen aus dem mechanisch-technischen Laboratorim der K. P. Schule in München 1e Heft pag. 51.

Bailey & Co. te Manchester vervaardigden voor dit doel de inrichting, aangegeven in fig. 2, met welken toestel de ingenieur Reid zijne proeven maakte.

Fig. 2.



Ten opzichte van het werktuig van Werder, door Bauschinger hiervoor gebezigd, verwijzen wij naar hetgeen hierboven daarvan is gezegd.

Meermalen wordt ook gebruik gemaakt van hefboomtoestellen om den druk uit te oefenen waartoe de lange hefboomsarm met gewichten wordt verzwaard. Deze wijze van beproeven is minder aan te bevelen, doordien de drukas niet samenvalt met de as der doorsneden van het proeflichaam.

Wederstand tegen Breken.

Zooals wij hierboven reeds mededeelden, bepaalden zich de proeven welke vroeger met mortels werden genomen, bijna uitsluitend tot het onderzoeken van het vermogen om weêrstand te bieden aan krachten, welke het proeflichaam trachten te breken (Bruchfestigkeit, relative Festigkeit, transverse strength, résistance à la flexion.)

De vorm der proeflichamen was altijd een perallelopipedum waarvan de afmetingen willekeurig werden genomen, daar zij weinig invloed uitoefenden op de uitkomsten van het onderzoek.

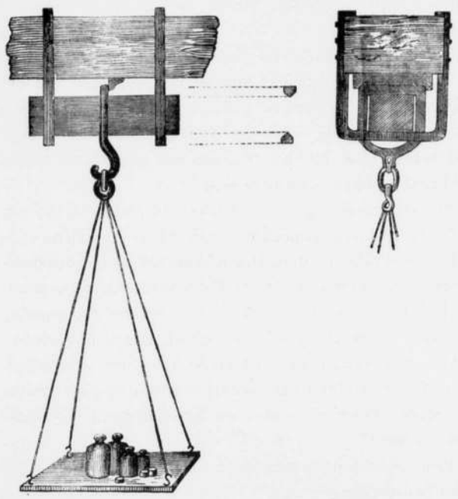
Treussart (1) bezigde daartoe prisma's van 0.05 bij 0.05 M. doorsnede, Prof. Manger van 0.06538 M. breedte bij 0.03269 M. hoogte en 0,12748 M. lengte. Dr. Böhme past dezelfde doorsnede van Treussart toe, terwijl Prof. Bauschinger eene lengte aannam van 0.30 en 0.585 M. met eene doorsnede van 0.1325-0.136 M. bij 0.062-0.065 M.

De bereiding der proefspecie heeft op dezelfde wijze plaats als bij den weêrstand tegen verbrijzeling; ook het zuiver maken der vlakken kan op de daarbij beschrevene wijze geschieden.

Treussart maakte bij zijne proefnemingen gebruik van den toestel fig. 3, eene zeer eenvoudige inrichting die zonder nadere omschrijving geheel uit de teekening is op te maken.

1) Treussart. Mémoire sur les mortiers hydrauliques et sur les mortiers ordinaires. Paris 1829. pag. 23 en 24.

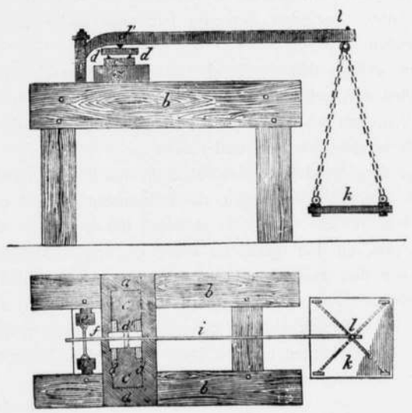
Fig. 3.



Deze wijze van beproeving wordt nog meermalen tegenwoordig gevolgd, doch kan op geen nauwkeurigheid aanspraak maken.

Prof. Manger bezigde het werktuig, afgebeeld in fig. 4. Op een 0.07845 M. zwaar eikenhouten balkje *a*, hetwelk door een onderstel *b* wordt gedragen, is een 0.3138 M. langen, 0.13075 M. breeden en 0.01962 M. dikken gesmeed ijzeren plaat *c* geschroefd. Hierop zijn twee ijzeren strooken geklonken, welke van boven eenigszins scherp zijn afgewerkt, en zuiver evenwijdig loopen, zoodanig dat hun afstand 0.1046 M bedraagt.

Fig. 4



Op het eene einde staan op een dwarsregel van het onderstel twee staanders *e*, waarin de dwarsregel *f* ligt. Boven de strooken *dd*, wordt het proefstuk gelegd en daarboven juist in het midden een derde, op dezelfde wijze bewerkte ijzeren strook *d'* Daarna wordt over deze strook de hefboom *i* gelegd, bestaande uit een ijzeren staaf of regel van 0.00654 breedte bij 0.0523 M. hoogte; — in het gebogen einde daarvan bevindt zich

een kleine insnijding, waarin de scherpe kant van den regel *f* past. Hierdoor wordt het draaipunt van den hefboom gevormd.

De bocht in den hefboom is zoodanig genomen dat de genoemde insnijding juist in het verlengde van de onderzijde van het rechte gedeelte valt. Aan het andere uiteinde draagt de hefboom, mede door eene insnijding, een weegschaal tot het plaatsen van gewichten, welke de breuk moeten teweegbrengen.

De vermeerdering van gewicht had plaats bij 0.5 tot 0.5 KG. met tusschenruimten van 20-30 seconden.

Dit werktuig wordt in Duitschland algemeen voor deze proefneming gebruikt; in Amerika vervaardigt de firma Richlé Bros een toestel van zeer zuivere constructie, waarvan de werking echter geheel met den vorenbeschreven overeenkomt, dat mede het geval is met het door Q. A. Gillmore afgebeelde werktuig op pag. 32 van zijn werk „Practical treatise on limes, hydraulic cements and mortars."

Prof. Bauschinger wendde den toestel van Werder bij zijne proefnemingen aan.

Wij kunnen dit gedeelte niet besluiten, alvorens met een enkel woord melding te maken van de proeven van Pasley (1). Eene door hem ingevoerde beproevingswijze bestond in het metselen uit een muur van een reeks steenen in bepaalde tijdruimte met den te onderzoeken mortel. Hij leidde uit het aantal steenen dat op die wijze aan elkaâr kan worden gehecht de relative vastheid van den mortel af.

Deze proef gold in Engeland langen tijd als het nec plus ultra van mortelonderzoek; op groote schaal werden in 1843 daarmede proeven genomen bij den bouw van de nieuwe parlementshuizen te Londen en vele cementfabrikanten bezigden deze bij het onderzoek hunner materialen.

Een geliefkoosde methode vond Pasley ook in het metselen van geheele constructies, als: gewelven, bogen, strekken, enz. waarvan hij na verloop van een bepaalden tijd de relative vastheid onderzocht.

Hoe uitgebreid de onderzoekingen van Pasley ook geweest zijn, zoo verkregen de uitkomsten slechts een wisselvallige en onzekere waarde, hetwelk met alle metselproeven het geval zal zijn. De ongelijkslachtigheid van den steen (dezelfde soort, doch van verschillende fabrieken, levert soms een zeer groot verschil op) alsmede de moeielijkheid om zuivere en volkomen gelijke aanhechtingsvlakken te verkrijgen zal altijd nadeelig op de proefneming werken.

Dichtheid.

Laten zich de meeste eigenschappen van mortels afleiden uit hunne vastheid, eene uitzondering hierop maakt de dichtheid, dat is: het vermogen om in zekere mate voor water ondoordringbaar te zijn (Dichtigkeit, Wasser-Undurchlässigkeit), eene eigenschap die geheel op zich zelve staat.

Bij zeer vele toepassingen van mortels komt het er op aan, dat deze na het verharden, volkomen waterdicht zijn, zooals bij het maken van regenbakken, kelders, reservoirs, waterleidingen, enz.

Reeds sedert eenige jaren heeft men getracht door proeven dit vermogen te constateeren.

Bij den bouw der dokken te Hâvre 1) werden daartoe vervaardigd kleine cylinders van den te beproeven mortel, van 0.10 M. middellijn en 0.15 M. hoogte. Voor elke proef liet men een cylinder in de lucht en een anderen onder water verharden.

Elke cylinder werd bij de beproeving tusschen twee koperen deksels geschroefd, welke zoo dicht sloten dat tusschen den cylinder en het deksel geen water kon dringen. Het bovenste deksel was in het midden van een gat voorzien, waarin een looden buis sloot, welke in verbinding stond met een hoog gelegen waterreservoir zoodat ieder te beproeven stuk op deze wijze onderworpen kon worden aan een druk van een 5 meter hooge water-kolom. Onder den cylinder was een ijzeren bakje geplaatst dat het door den mortel gedrukte water opving.

Het in een bepaalden tijd opgezamelde water werd gewogen en hieruit de dichtheid van den mortel bepaald.

Deze beproevingswijze is als zeer onvoldoende aan te merken, hetgeen ook door de uitkomsten der proeven werd bewezen, daar deze geheel in strijd waren met hetgeen de ondervinding geleerd had.

Toch was deze methode geruimen tijd bij Fransche en andere ingenieurs in gebruik en werd zij o. a nog toegepast door de beproevingscommissie bij den bouw van de waterleiding te Weenen.

Onder den naam van „holländische Probe" beschrijft Jul. v. d. Orbach 2) eene proef om zich van de dichtheid der trasmortels te overtuigen, aldus·

Men neemt een derde gewichtsdeel ongebluschte kalk en twee derde gewichtsdeelen tras. De kalk wordt vóóraf met water gebluscht, waarbij slechts zooveel water moet gebruikt worden als noodig is om na de vermenging met het tras een stijf deeg te verkrijgen.

De aldus verkregen mortel wordt weggezet en de beide volgende dagen met zoo weinig mogelijk water door elkander gekneed. Den derden dag verdunt men de massa om ze als metselspecie te kunnen gebruiken. Nadat men eenige metselsteenen met water voldoende verzadigd heeft, metselt men daarvan met dezen mortel een kleinen waterbak op een ijzeren of marmeren plaat, laat dezen een dag staan en bestrijkt hem dan inwendig als ook den bodem der plaat, met denzelfden mortel, welke van tijd tot tijd zoolang met den troffel gestreken wordt, totdat hij niet meer uitwasemt. Nu wordt het bakje met water gevuld en het verlies herhaaldelijk

(1) C. W. Pasley. Observations on limes, calcareous cements, etc. London 1838.

1) Erbkam's Zeitschrift, Jahrg. 13, pag. 111.

2) Tuffstein, Tras, und hydraulischer Mörtel. Zweite aufl. pag. 14.

waargenomen, waaruit men dan de hoedanigheid van het onderzochte tras bepaalt.

Klose 1) geeft het volgende middel aan om dit onderzoek te bewerkstelligen.

Men vervaardigt met behulp van een gemakkelijk te maken vorm, kleine bekers van den te beproeven mortel, wijd 6-10 cM. en hoog 8-10 cM. met een wanddikte van ongeveer 1 cM. Bij het vullen van den vorm tracht men zooveel mogelijk luchtblazen te vermijden, door de stijve mortelbrij bij kleine hoeveelheden in den vorm te doen en onder het vullen door kloppen en schudden het samenzinken te bevorderen, waardoor tevens de luchtblaasjes ontsnappen. Nadat de mortel genoeg vastheid verkregen heeft, neemt men het aldus verkregen bekertje voorzichtig uit den vorm en geeft het voldoende tijd om verder te verharden, hetzij in de lucht (mits in de schaduw), hetzij in een drooge kamer. In het laatste geval doopt men het gedurende de eerste drie weken van tijd tot tijd onder water.

Na verloop van drie maanden kan men tot de beproeving overgaan. Men vult het goed drooge bekertje met ongeveer drie vierde gedeelte water en laat het verder staan, zorg dragende om het water, dat verdampt, door versch te vervangen.

Heeft de mortel de verlangde eigenschap van waterdicht te zijn, dan blijft de buitenoppervlakte van het bekertje zelfs na weken lange inwendige watertoevoer geheel droog.

De hierboven omschreven proeven kunnen om verschillende redenen geene aanbeveling verdienen; — buiten hunne omslachtigheid, vereischen zij een langen tijd om de uitkomst der proefneming te leeren kennen, welke uitkomst dan nog als zeer gebrekkig moet worden aangemerkt, daar verschillende invloeden nadeelig op de proefneming werken, o. a de plaatsgrijpende verdamping van het drukking uitoefenende of opgevangen water dat gedurende een betrekkelijk langen tijd aan de lucht is blootgesteld.

Het nut inziende om een afdoend middel te hebben ten einde deze eigenschap van mortels te constateeren, heeft men in den laatsten tijd getracht eene beproevingsmethode in te voeren, welke gemakkelijk, vlug en zeker de dichtheid van mortels leert kennen, en is men daarin, zooals blijken zal, zeer gelukkig geslaagd.

L. P. Raasche uit Riga, heeft eene dichtheidsmeter vervaardigd, 2) welke op de jongste Parijsche tentoonstelling veler opmerkzaamheid trok.

Deze toestel (Fig. 1 op $\frac{1}{6}$ der ware grootte) is door ijzeren haken KKK op eene eikenhouten bord BB bevestigd en dit laatste wederom door haken en schroeven aan den wand gehecht. C is een koperen, boven en onder gesloten cylinder, op zijde, aan de boven- en onderzijde van eene kleine opening voorzien, waaraan twee luchtdicht sluitende buizen D en F bevestigd zijn. Door D heeft C gemeenschap met de in millimeters verdeelde glazen buis G en met de gutta-percha buis S F stelt daarentegen de verbinding daar tusschen C, met de glazen buizen G en M en de koperen buis Q. M is een manometer die door middel van een schaal den in het toestel heerschenden druk aanwijst.

De koperen buis Q komt bij R uit in het bovenste gedeelte van eene eenigszins kegelvormigen metalen cylinder, waarin het te beproeven stuk mortel door middel van een schroef is bevestigd. Ten einde een goede sluiting te verkrijgen, wordt dit mortelstuk van een gutta-percha rand voorzien. Onder den toestel bevindt zich eene pomp P, waarmede men water en lucht in den cylinder C perst. Twee kranen HH stellen de in het gebruik noodzakelijke verbindingen en afsluitingen daar. A is een schaal tot het opvangen van het doorgezakte water.

De aan druk onderworpen oppervlakte van het te onderzoeken mortelstuk bedraagt nagenoeg 100 cM²; verder verhoudt zich de doorsnede van G tot C als 1:99, dus G + C = 100 c.M. als G = 1 c M. is. Bij een zekeren stand der kranen zal het $\frac{1}{10}$ in G zakken, van den waterspiegel beteekenen, dat het water 0.1. c.M diep in den mortel is gedrongen. Door het gebruik van bovengenoemde afmetingen is de latere berekening uit de waargenomen getallen zeer vereenvoudigd.

Deze toestel kan gemakkelijk vervaardigd worden om een druk uit te oefenen van 10 atmospheeren.

De bekende technicus op het gebied van mortelbereiding, Dr. Wilhelm Michaelis uit Berlijn, heeft naar aanleiding van het voorgaande een eenvoudiger instrument vervaardigd 1) hetwelk slechts met een druk van 1 atmospheer werkt, dat echter in de meeste gevallen tot dezelfde resultaten voert, als de boven omschreven toestel van Raasche.

Deze dichtsheidsmeter (Fig. 2 op $\frac{1}{3}$ der ware grootte) bestaat uit een glazen cylindervormigen voet A met breede afgeslepen bovenrand, waarop een zuiver geslepen massieve metalen ring B geplaatst wordt; in dezen ring B wordt door middel van een gutta-percha rand het te beproeven mortelstuk M van ongeveer 20 c.M². aan druk te onderwerpen oppervlakte bij eene dikte van 1 c.M. dicht gesloten door het inschroeven van het opzetstuk C.

Dit conische opzetstuk draagt eene verdeelde buis D welke tot 200 millimeter in halve millimeters verdeeld is.

De ruimte boven de mortelschijf tot aan het nulpunt wordt door de trechterbuis T bij geopende afsluitklem met gedistilleerd of minstens gefiltreerd regenwater gevuld, waarna de klem gesloten wordt.

Door de van eene dubbele leiding voorziene buisvormige uitmonding van den cylinder A heeft de ruimte onder het mortelstuk gemeenschap aan de eene zijde met een manometer, aan de andere zijde met een luchtpomp. De verbinding met de laatste geschiedt door een zwaren gutta-percha buis, en kan door een krachtige klemschroef afgesloten worden.

1) H. Klose. Der Portland-Cement und seine Fabrikation. Wiesbaden 1873. pag. 51.

2) Deutsche Töpfer- und Ziegler Zeitung 1879. No. 4.

1) Deutsche Töpfer- und Ziegler Zeitung 1879. pag. 26.

Zoodra de toestel op de beschrevene wijze is opgesteld, maakt men A luchtledig, sluit de verbinding met de pomp af, verifieert nog eenmaal den waterstand en kan nu voor elke willekeurige tijdruimte de eventueel in den mortel dringende waterhoeveelheid direkt aflezen.

Fig. 3 geeft eene schets van den dichtheidsmeter door Dr. H. Frühling vervaardigd, en bij zijne proefnemingen gebezigd. 1) De met een breeden rand voorziene koperen ketel a en de evenzoo ingerichte trechter a' worden door drie schroeven met moeren juist passend gesteld, om het met een gutta-percha rand omgeven proefstuk g op te nemen. Door buis b wordt de ketel met die vloeistof gevuld, waarvan men het doordringen met betrekking tot den mortel beproeven wil

Om nu de onderzoekingen met de noodige nauwkeurigheid onder steeds gelijkblijvenden druk tot een langen tijd te kunnen uitstrekken is de zonder verdere omschrijving uit de schets gemakkelijk op te maken samenstelling vervaardigd, zoodanig dat het reservoir e, hetwelk den druk te regelen heeft en dat zoowel met water als met kwik kan gevuld worden, op de bepaalde hoogte kan geplaatst worden. Daar dit reservoir zich kan ledigen zooals eene flesch, welke met den hals onder het vloeistof-niveau is ingedompeld en buitendien door middel van de afsluitklem altijd weder gevuld kan worden zonder het evenwicht van den hydraulischen druk te storen, blijkt het duidelijk, dat men een proefstuk, zonder moeite, dagen lang onder steeds gelijken druk kan waarnemen, met naar verkiezen te verwisselen proefvloeistoffen.

Ten einde den voorhanden druk onafgebroken te kunnen waarnemen dient de barometerbuis, welke zich in de, onder de werktafel geplaatste, Woulffsche flesch bevindt.

Het ontledigen en weder vullen van den proefketel a en de Woulffsche flesch kan ook gemakkelijk, zonder storing van de proefneming geschieden door middel van de afsluitklem h.

De in kubieke centimeters verdeelde glazen cylinder, welken onder den trechter van den toestel geplaatst wordt, vangt de vloeistof op, welke in bepaalden tijd en onder bepaalden druk door het materiaal is gedrongen, waardoor de dichtheid van het proefstuk gemakkelijk is te berekenen, zonder dat er gelet behoeft te worden op zijne grootte of dikte.

De constructie van de schroeven, alsmede de geheele kleminrichting veroorloven het niet alleen mortelproeven van verschillende dikten, maar ook proeven met andere bouwmaterialen te nemen, ten opzichte hunner poreusheid.

Bij het plaatsen van het met kwik gevulde reservoir op eene hoogte van 2 1/4 M. boven den vloer van het lokaal, kan men reeds met 3 atmospheeren constanten druk werken.

Met behulp van de hierboven omschreven instrumenten kan op zeer eenvoudige wijze gemakkelijk aangetoond worden, welke verhoudingen verschillende mortels moeten bezitten om waterdicht te zijn, en kan zeer juist de korrelgrootte der verschillende bestanddeelen worden bepaald om zoodanigen mortel te vervaardigen, waarvoor het tot heden aan juiste opgaven ontbrak.

Het groote nut om mortels ten opzichte van hunne dichtheid te onderzoeken, is door de proefnemingen van Michaelis en anderen reeds bewezen. Volgens Michaelis zal te dien opzichte een mortel met een verhouding van 1 : 2 bij tienvoudige zekerheid nog een onnutte weelde blijken; terwijl Dijckerhoff verklaart, dat mortels van 1 deel cement, 6 deelen zand en 2 deelen kalkdeeg waterdicht zijn. Voorwaar belangrijke resultaten, die stof tot nadenken geven, wanneer men de mortelverhoudingen nagaat, welke hier in ons land zijn voorgeschreven of worden toegepast.

1) Thonindustrie- Zeitung 1879 No. 6. pag. 45.

DE NAALDPROEF.

Het onderzoeken van den weêrstand van mortels tegen het indringen van een naald, de zoogenaamde naaldproef, (needle penetrating trating test, Nadelprobe, l'aiquille Vicat) heeft aan den Franschen hoofdingenieur Vicat zijn oorsprong te danken.

Hij gaf op bladz. 35 van zijn werk „Recherches expérimentales sur les chaux de construction, les bétons et les mortiers ordinaires." Paris 1818," voor het eerst dit middel aan de hand. Volgens de beschrijving en de afbeelding had de naald een middellijn van 0.012 M, terwijl het gewicht, waarmede deze bezwaard was, 0.30 K.G. bedroeg. De toestel was ingericht om de naald van eene zekere hoogte op den te onderzoeken mortel te kunnen laten vallen.

In een tweede werk „Résumé des connaissances positives actuelles sur les qualités, le choix et la convenance réciproque des matériaux propres à la fabrication des mortiers et ciments calçaires, etc., Paris 1828" geeft Vicat op blad 147 eene beschrijving, toegelicht met eene teekening van een gewijzigd naaldproefinstrument, waarbij de naald met het gewicht bevestigd was aan een koord, dat over een schijfje liep. Het uiteinde van het koord werd in de hand genomen en op die wijze kon men de naald laten zakken. De middellijn van de naald bedroeg toen 0.116 M. en het gewicht dat de inzinking in den mortel trachte te doen plaats hebben 0.9961 KG.

In Frankrijk, Duitschland, Engeland en Amerika is deze wijze van onderzoeken geruimen tijd in gebruik geweest tot het nemen van vergelijkende proeven met cementen.

Jul v.d. Orbach 1) maakte er gebruik van bij zijn onderzoek naar trassoorten.

De Amerikaansche luitenant kolonel Q. A. Gillmore bediende zich van de naaldproef bij zijne bekende mortelonderzoekingen 2); de naald had daarbij een middellijn van 1/12 inch (ruim 2.5 m.M.) terwijl het gewicht 1 pound (0.45359 K G.) bedroeg.

Hier te lande werd de naaldproef het eerst toegepast door den ingenieur van Diesen, bij den bouw van de

1) Jul. v.d. Orbach, Tufstein, Tras und hijdraulischer Mörtel, 2e verm. Aufl. Coblenz 1862. pag 15.

2) Gillmore t. a. p. pag. 30.

brug te Kuilenburg, tot het onderzoeken van het tras voor dien bouw benoodigd. Den 25sten Januari 1870 werd die proef bij ministrieele circulaire voorgeschreven voor de levering van tras ten behoeve van rijkswerken; den 1ste Februari 1875 werden nadere bepalingen omtrent het onderzoek van tras vastgesteld.

Ten opzichte van de naaldproef luiden het voorschrift en de nadere bepalingen aldus:

„Een mengsel naar inhoud van twee deelen geleschte, „vette schelp- of steenkalk en van een deel tras droog „gemeten, wordt met water bereid tot een deeg, niet „stijver dan gewone stopverw en onder water „gezet."

„Na drie of vier etmalen onder water te hebben „gestaan moet het deeg eene proefnaald kunnen dragen „die aan de punt vlak afgesneden bij een middellijn van „1.2 m.M. met 3 H.G. gewicht is belast en welke belas„ting voor een grooter grondvlak van de naald in „vierkante reden van de lengte der middellijn wordt „vermeerderd."

„De middellijn van het grondvlak der naald mag niet „kleiner dan 1.2. en niet grooter dan 2 m.M. zijn."

„Het tras en de kalk moeten voor deze proeven „gezift worden door zeven, hebbende mazen van 2.5. „m.M. vierkant."

„Het aantal dezer proeven wordt van elke levering „door den Directie bepaald. Dringt de belaste naald „bij deze proeven geheel of ten deele in het deeg, dan „wordt de levering afgekeurd."

Spoedig na het officieel invoeren dezer beproevingswijze, deelden verschillende onderzoekers hun gevoelen daarover mede, een gevoelen dat niet algemeen eenstemmig was; sommigen zagen in de naaldproef een goed herkenningsmiddel voor het verkrijgen van goed tras, terwijl anderen de proef afkeurden en deze verdacht poogden te maken.

Verreweg de meesten behoorden tot de eerste categorie, doch waren daarbij van oordeel, dat de proef zooals die is aangegeven in het ministrieel voorschrift volstrekt niet aan het voorgestelde doel beantwoordt.

Ook wij hebben de ondervinding opgedaan dat het voorschrift aanleiding kan geven tot groote onregelmatigheid en in het geheel geen zekeren waarborg verstrekt voor het verkrijgen van deugdzaam materiaal.

Zonder in eene beoordeeling te treden van de verschillende tijdschriftartikelen of brochures, welke over dit onderwerp verschenen, laten wij onze bedenkingen hier volgen, waartoe de naaldproef aanleiding heeft gegeven.

1. Omtrent het vaststellen der te bezigen hoeveelheden tras en kalk bestaat verschil van gevoelen; de meeste deskundigen nemen de materialen *naar gewicht* en niet *naar volume* zooals is voorgeschreven. Doordien er zekere verhouding bestaat tusschen het gewicht en het verhardingsvermogen zal het verkieselijk zijn gewichtsdeelen voor te schrijven.

2. Het is van veel belang dat de kalk zoo veel mogelijk voor alle proeven dezelfde is; volmaakt gelijk is niet te verkrijgen, doch eene juistere omschrijving als in het voorschrift, is noodzakelijk. Kon die voor alle van regeeringswege genomen proeven door een aangewezen vertrouwd persoon worden geleverd, zoo zou veel aan het bezwaar worden tegemoet gekomen.

3. De omschrijving, dat het deeg niet stijver dan gewone stopverf mag zijn, is veel te onbestemd; de hoeveelheid water, welke bij het bereiden der proefspecie wordt gebezigd, is van grooten invloed op de uitkomst der beproeving. Daarom is het een vereischte, dat het waterkwantum wordt bepaald hetwelk voor de bereiding moet gebruikt worden.

4. De duur van de bereiding voor de proefspecie oefent mede veel invloed uit op de beproeving. Hoe inniger de materialen worden vermengd des te gunstiger zal de uitkomst zijn. De voor de bereiding te nemen tijd dient ongeveer vastgesteld te worden.

5. De grens van drie tot vier etmalen is te groot. Deze moet kleiner worden afgeteekend; met de in het voorschrift genomen getallen is drie etmalen ruim voldoende. Goed tras zal alsdan altijd de naaldproef doorstaan.

6. Als zeker kan worden aangenomen, dat de constructie van bijna alle hier te lande gebruikelijke naaldproefinstrumenten veel te wenschen overlaat. Eene afmeting van 1. 2 m.M. is moeielijk zuiver te verifieeren. Toch zal een klein verschil invloed uitoefenen. Als vereischte van een goed instrument kan worden gesteld:

dat de naald zuiver vlak is afgesneden en loodrecht op het proeflichaam drukt, terwijl zij juist de aangegeven afmeting moet bezitten;

dat de drukas van het gewicht juist met de as van de naald samenvalt;

dat het gewicht kan aangebracht of verzwaard worden zonder schokken of stooten te weeg te brengen.

Wij bezigen een instrument van de Gebrs. Caminada te Rotterdam, dat, hoewel zuiver van bewerking, echter niet al die eigenschappen bezit.

Het gebruik van naalden van verschillende afmetingen achten wij onnoodig.

7. Het tras voor de beproeving bestemd moet veel fijner zijn, dan het voorschrift bepaalt. Hoe fijner de korrel is, des te gunstiger zal elk trasdeeltje tot zijn waarde komen en de proef zal veel in waarde stijgen. Wij maken gebruik van zeven, hebbende 81.255 en 576 mazen op de c.M.^{2}.

8. Het is wenschelijk om de proef uit te strekken tot het inwendige van de proefspecie. Deze moet als dan bij de beproeving worden doorgesneden. Hierdoor wordt aan het bezwaar van Treussart tegen de naaldproef te gemoet gekomen.

Wordt het voorschrift in dezen geest gewijzigd en aangevuld, dan zal men naar onze meening een zeker middel verkrijgen om goed tras te herkennen en zal hierdoor een einde worden gemaakt aan de kwade praktijken, welke maar al te dikwijls bij de levering van tras voorkomen.

Voor hen, die de naaldproef afkeuren of verdacht trachten te maken, laten wij hier het oordeel over deze

proef volgen van een hoogst bevoegd deskundige, den bekenden Dr. Wilhelm Michaelis.

Op pag. 231 van zijn beroemd werk: „Die hydraulische Mörtel insbesondere der Porland-Cement," over de naaldproef sprekende, zegt hij:

„Mit Vorsicht angewendet, ist diese Vorrichtung indes„sen für vergleichende Versuche besonders um des„willen ganz vortrefflich geeignet, weil sie an einer „kleinen Probe, in sehr kurzer Zeit, eine grosse Zahl „von Bestimmungen auszuführen gestattet, eine etwaige „Unsicherheit also leicht durch eine grössere Versuchs„zahl beseitigt werden kann."

Om tot een voorschrift te geraken, dat aan de bovenomschreven vereischten voldoet, zal het noodig zijn een groot aantal proeven te nemen, welke met de meeste zorg en nauwkeurigheid moeten geschieden.

De naaldproef zal echter altijd slechts als vergelijkende proef kunnen worden aangewend; het vaststellen van voorschriften of normen voor andere proeven met mortelmaterialen achten wij even nuttig als eene verbetering der naaldproef.

Moge deze regelen bijdragen tot eene gewenschte oplossing van deze gewichtige zaak!

PROEVE EENER VERZAMELING VAN VOORSCHRIFTEN

VOOR HET BEPALEN DER DWARSAFMETINGEN VAN DE ONDERDEELEN DER BOUWKUNDIGE CONSTRUCTIEN, WELKE DAGELIJKS OP HET GEBIED DER BURGERLIJKE BOUWKUNDE VOORKOMEN.

Vervolg van Pag. 24.

24. Had men nu nog meerdere lager gelegene verdiepingen, dan zouden wij ter bepaling van de muurdikte op dezelfde wijze voortgaan. Heeft het gebouw eene kelderverdieping, dan moet de berekening der muurdikte naar andere beginselen geregeld worden; en hoewel wij eerst later bij de behandeling der wal- of kaaimuren dit onderwerp meer bizonder zullen behandelen gaan wij voorloopig van het daar voorkomende gebruik maken.

25. Stellen wij dat aan den muur der benedenste verdieping de dikte van twee steenen gegeven werd, dus van 44 cM. Het gewicht van den muur is dan $45 \times 4{,}4 \times 1{,}8$ of 356 Kg. Om nu te bepalen op welk punt van de muurdikte wij moeten rekenen dat de druk van dit gewicht wordt uitgeoefend, hebben wij de dikte 44 te vermenigvuldigen met 36, gevende 1584, en dit product te deelen op 45×22, gevende 990. Wij vinden voor quotient 6. Dit van de halve muurdikte 22 aftrekkende behouden wij 16, en op 16 cM. uit den buitenkant van den muur ligt dus het gevraagde punt. Volgen wij nu de vroeger gegevene voorschriften en denken wij ons de balken ook nu 22 cM. in den muur te liggen, dan hebben wij $12 \times 627 + 356 \times 16 + 41 \times 33$, en dit product te deelen door $627 + 356 + 41$, of 14573 door 1024; het quotient is nagenoeg 14,4; zoodat, daar het $\frac{1}{3}$ van 44 circa 14,7 is, de muurdikte in dit opzicht op zeer weinig na aan de theorie voldoet. Vermenigvuldigen wij 1,44 met 600 dan vinden wij 864, en daar de drukking 1024 is, heeft de muur eigenlijk te weinig dikte en is de zekerheid ongeveer $\frac{1}{11}$ in plaats van $\frac{1}{10}$. Dit verschil is niet groot, maar toch ligt daarin het bewijs, dat de meerdere muurdikte hier eene volstrekte noodzakelijkheid is zal men op voldoende soliditeit kunnen rekenen. In vele gevallen welke dagelijks voorkomen zien wij dergelijke muren van niet meer dan $1\frac{1}{2}$ steen dikte; er zijn zelfs voorbeelden waarbij gebouwen van drie verdiepingen, hoewel dan wat minder hoog, een benedenmuur van $1\frac{1}{2}$, en hooger, van 1 steen dikte hebben. Er zal bij deze wel niet eene dadelijke instorting dreigen, doch zij zijn stellig insolide omdat de muren een te klein veelvoud van zekerheid hebben. Gaan wij nu verder en onderstellen wij, dat nu benedenwaarts een kelderverdieping volgt, waarvan wij de hoogte stellen op 28 dM., aannemende dat de begane grond van het parterre 6 d M. boven den beganen grond buiten het gebouw ligt, zoodat de muur over de hoogte van 22 d M. aan aarddruk onderworpen is. Wij denken ons den muur ter dikte van 2 steen, tot op circa 11 c M. beneden den beganen buitengrond en dat daar aan den muur de dikte van $2\frac{1}{2}$ steenen gegeven wordt, waardoor men dan, naar buiten $\frac{1}{2}$ steen versnijdende, gelegenheid geeft tot ondersteuning van een plint van gehouwen steen, hetwelk wij echter als een eenvoudige muurbekleeding beschouwen. Stellen wij verder, dat de kelderverdieping afgedekt is met ijzeren balken en steekgewelfjes, dat deze eene spanning van 5 M hebben, dat de helft der vloerbelastingen op de muren drukt en dat de ijzeren balken nu 22 cM in den muur steken. Wij nemen nu aan, dat ter hoogte van den beganen buitengrond de muur de dikte van $2\frac{1}{2}$ steenen heeft. Het gewicht van den muur tusschen de hoogte van den beganen grond binnen en buiten het gebouw, is, dezen muur mede ook $2\frac{1}{2}$ steenen dik rekenende, per strekkende dM. nagenoeg 60 K g. en wij kunnen zonder belangrijke afwijking aannemen, dat dit gewicht op het midden der muurdikte werkt. Berekenen wij naar aanleiding van hetgeen wij in ons opstel in het eerste deel van dit tijdschrift hieromtrent als voorschrift gaven, de belasting op de ijzeren balken; deze op 90 cM. afstand stellende, vinden wij daarvoor met inbegrip der gewone vloerbelasting circa 2100 Kg., waarvan dan op den muur 1050 Kg. drukt: zijnde per strekkende dM. nagenoeg 117 Kg. Deze drukking werkt nu op 11 cM. van den binnen kant van den muur, welke kant nu in aanmerking komt om rekening te houden van den aarddruk welke den muur uit den aard der zaak binnenwaarts tracht over te zetten. Wij hebben uit het voorgaande gezien, dat de druk der belastingen op den muur ter hoogte van den beganen grond binnenwaarts 1024 Kg. was, en dat deze

daarop 14,4 cM. uit den buitenkant werkte. Trekken wij nu van 44 deze 14,4 af, dan behouden wij 29,6 voor den afstand waarop die drukking van den binnenkant af kan gerekend worden te werken. Wij vonden voor het muurgewicht tusschen den beganen grond binnen en buiten, 60 Kg. Deze op het midden van den muur werkende, is de afstand van den binnenkant 27,5 cM. Wij hebben, om te bepalen hoever wij de gezamenlijke werking van de nu aangegeven lasten moeten rekenen te werken, op den grondmuur van den beganen grond buiten, de volgende becijfering: $\frac{1024\times29{,}6\times117\times11+60\times27.5}{1024+117+60}$ of $\frac{33248}{1201}$ gevende circa 27 cM. Vermenigvuldigen wij 2.7 met 600 dan vinden wij 1620 en daarna de druk 1201 is moeten wij den muur op deze hoogte als voldoende beschouwen. Wij dienen nu echter ook nog te onderzoeken of de muur tusschen de beide begane gronden eene voeldoende dikte heeft; en wij zullen op de medewerking van het plint, wanneer dit wordt gesteld, niet mogen rekenen. Wij vonden 1024, werkende op den afstand 14,4 en ten gevolge van den druk der dekking van de kelderverdieping 117 Kg. op den afstand van 33 cM. uit den buitenkant. Wij hebben dan $1024\times14{,}4+33\times117$ of 18606. Wij deelen dit door $1024+117$ en vinden dan circa 17. Nu is $1.7\times600=1020$, en aangezien de bestaande druk 1141 is, mogen wij den muur als slechts ter nauwernood voldoende beschouwen zonder het plint van gehouwen steen mede te rekenen. Wij zouden in dit geval, wanneer namelijk het plint uit platen bestaat, verkiezen de muren wederzijds een kwartsteen te versnijden, waarbij de bestaanbaarheid zal winnen.

Wij zijn dus genaderd tot de bepaling van den grond- of keldermuur. Deze heeft de hoogte van 22 dM. De bovendikte is 55 cM. en wanneer wij ter halve hoogte eene versnijding van ½ steen buitenwaarts aanbrengen, dan bestaat de muur uit twee banketten, elk hoog 11 dM., het bovenste dik 55 cM., het onderste dik 66 cM. Om nu te onderzoeken of met deze afmetingen de muur voldoende bestaanbaar is slaan wij wederom den teekenkunstigen weg in. Wij hebben in fig. 7, op $\frac{1}{5}$ der ware grootte, het profil van den muur geteekend: A B C D E F. Wij trekken de lijn C F en hebben dan het profil A B C F, hetwelk wij in de plaats van het eerstgenoemde nemen; en dit kan geschieden, eensdeels omdat de inhouden van beide profillen gelijk zijn en de vormverandering geen beteekenenden invloed op de bestaanbaarheid van den muur heeft. Het was eene gemakkelijke herleiding van het profil, met het doel aan de achterzijde eene rechte grenslijn te geven, doordien wij de versnijding juist ter halve hoogte namen. Niet zoo gemakkelijk is dit wanneer de versnijdingen ongelijke hoogte hebben. Wij zullen in dit geval aannemen, dat men de onderbreedte of dikte wil aanhouden en de bovendikte wil veranderen. Dit zoude wederom langs den teekenkunstigen weg kunnen geschieden doch wij geven hier, om der wille van de eenvoudigheid, de voorkeur aan dien der becijfering. Stellen wij, dat de bovendikte wederom 55 cM. en de benedendikte 66 cM. was, dat de hoogte van het bovenste banket was 13 en die van het benedenste 9 dM. Wij vinden nu de gewijzigde bovendikte door de bestaande, met de hoogte van het bovenste banket te vermenigvuldigen. Rekenen wij nu in dM., dan hebben wij hiervoor 2×5, 5×13 gevende 143. Wij nemen nu verder het verschil der hoogte van de banketten en vermenigvuldigen dit met de benedendikte, gevende in ons geval 6,6 (13-9) of 6.6×4 d. i. 264. Dit laatste getal trekken wij van de gevondene 143 af, dus $143-26{,}6$ of 116,4. Deze moeten wij nu door de totale hoogte 22 deelen, en wij vinden dan 53. Nemen wij dus in fig. 8, zijnde een teekening van het profil met dergelijke ongelijke banketten, B C gelijk aan 53 cM., gemeten naar de schaal waarop het profil geteekend is, en trekken wij C F, dan hebben wij de nu verlangde rechtlijnige achterkant. Wij hernemen nu het profil van fig. 7. De lijn G H, door C getrokken, geeft de helling aan van het terrein buiten het gebouw. Wij verlengen A F en zetten op deze naar willekeur, 5 gelijke deelen uit, in de fig. met 1, 2, enz. aangegeven. Door het laatste deelpunt 5 brengen wij eene loodlijn en nemen daarop 4 van de uitgezette deelen. Het bovenste deelpunt vereenigen wij met F door eene rechte lijn. Deze lijn geeft nu aan, naar welke helling de grond zoude afschuiven wanneer deze niet door den muur hierin belet werd. Wij zouden nu de gevonden hellingslijn moeten doortrekken tot de snijding met G A. Vervaardigt men de teekening in het groot, dan zal dit kunnen geschieden, en wij raden aan dit te doen bij de toepassing, en het muurprofiil op geen mindere schaal dan die van 1 à 5 te teekenen. Men kan echter ook den weg volgen welke wij met onze figuur ter besparing van ruimte, hebben ingeslagen; doch de uitkomst is dan stellig minder zeker. Wij hebben dan de lijn F. E in 5 deelen gedeeld en C J gelijk aan zoodanig deel genomen. Uit J hebben wij de lijn J K evenwijdig aan de gevondene helling getrokken. Wij moeten nu een lijn trekken die met L J. bij J een hoek maakt, gelijk aan het dubbel van dien welke de helling met den horizon geeft. Wij beschrijven daartoe uit F met eene willekeurige straal een cirkelboogje *a b*. Uit J trekken wij *Je* horizontaal en uit J met dezelfde straal een boogje welke F B in *d* zal snijden. Wij nemen nu de boog *d e* gelijk aan het dubbel van *a b*, en trekken vervolgens door de punten J en *e* eene lijn, welke G H in H zal snijden. Wij beschrijven nu op K H een halven cirkel. Uit C brengen wij een loodlijn op G H. Deze zal dien halven cirkel in L snijden. Wij trekken nu H L en brengen de lengte van deze door een cirkelboog op H G van H naar M over; trekken dan J M en nu J M^1 uit F evenwijdig aan J M, gevende zoo dit op de teekening kan vallen het punt M. Wij laten nu uit K een loodlijn op den achter muurkant C F vallen, gevende het punt N. Uit M beschrijven wij met M N een cirkelboog, welke de lijn door K en J getrokken in Q snijdt. Door Q wordt nu Q P evenwijdig aan C. F getrokken, gevende op G H het

punt P. Door P trekken wij eene evenwijdige aan J O, welke C F in Q zal snijden. Door Q de lijn R S evenwijdig aan G H getrokken, geeft op M J het snijpunt R. Daaruit trekken wij wederom R F evenwijdig aan K J en dan door F een lijn evenwijdig naar H, en deze wordt door de laatstgenoemde evenwijdige in U gesneden. Wij trekken door C en U eene rechte lijn, en door F eene evenwijdige aan J H welke nu door G W en U zal gesneden worden. Wij verlengen nu B C naar de aardzijde en F A naar de tegenovergestelde en nemen C *f* gelijk aan F A en A *g* gelijk C B vervolgens trekken wij de lijn *f g*. B C in V en A F in W door midden gedeeld zijnde, zal de door V en W getrokkene lijn V W de lijn *f g* in *h* snijden, en dit punt *h* zal nu het zwaarte punt van het muurprofil zijn. Door dit punt *h* wordt de vertikaal *h i* getrokken, vallende eenigszins terzijde van V. In ons geval en de meeste van denzelfden aard zal het geen groot verschil geven, wanneer wij veronderstellen dat *i* en W in dezelfde vertikaal vielen. Wij deelen nu F B in drie gelijke deelen, gevende voor het eerste deelpunt van beneden af gerekend het punt X. Door X trekken wij X*k* loodrecht op C F en maken bij X aan X *k* een hoek *l* X *k*, gelijk aan den hoek welke K J met J maakt. Wij vinden dan de lijn *l* X, waardoor bij verlenging het snijpunt IJ met de vertikaal door *h* getrokken, verkregen wordt. Wij vonden voor de belasting van het boven B C gelegene, 1201 Kg., werkende op het midden of ten minste nagenoeg, het midden van B T. Tellen wij dan hierbij het gewicht van den grondmuur, waarvoor wij $\frac{5{,}5+6{,}6}{2}\times2{,}2\times1{,}8$ of nabij 240 Kg. vinden, dan geeft dit te zamen 1441. Wij meten nu de lengte F B en vinden daarvoor 22,3 dM.; vervolgens ook F U, lang 3,8 dM.; hiervan is de helft 1.9 d.M. Vermenigvuldigen wij deze met de lengte van C F of 22,3, dan hebben wij 64,67. Nemen wij nu aan dat 1 d M^3. 1,6 Kg. weegt, dan vermenigvuldigen wij 64,67 wederom met 1,6 en vinden dan nagenoeg 103; dit is nu het gewicht van de aardmassa welke wij als drukking in de richting X IJ in rekening te brengen hebben. De verhouding $\frac{103}{1441}$ kan men nu zonder belangrijke fout herleiden tot $\frac{1}{14}$

Nemen wij nu op de vertikaal van IJ tot *p*, 14 gelijke deelen en op het verlengde van X IJ, IJ n gelijk zulk een deel; construeeren wij vervolgens het parallogram IJ *p q n* en trekken wij daarin de diagonaal IJ *q*, dan zal deze A F in Z snijden. Meten wij nu A Z, dan vinden wij circa 2 dM. en daar dit meer dan $\frac{1}{3}$ van 6,6 dM is, voldoen de muurafmetingen aan de theorie. Vermenigvuldigen wij 2,6 met 600 dan hebben wij 1560 en de drukking 1441 gevonden zijnde, blijkt ook nu de bestaanbaarheid van den muur.

26. Wanneer wij, anders dan in het gegeven voorbeeld, het snijpunt van F 4 met G H kunnen vinden, dan is het beter dit in de plaats van K te bezigen, omdat, op dit punt M dezelfde constructie toepassende, dadelijk het punt U, en niet door verlengen van C U wordt gevonden. Dit verlengen geeft iets onzekers in het bepalen van dat punt U en daarom moeten wij bij de toepassing het teekenen op groote schaal, aanbevelen.

Wanneer wij nu K verwisselen met het snijpunt van F 4 en G H en ook M met M^1, dan hebben wij, bij de verdere constructie, van deze punten uitgaande, eenvoudig te volgen wat wij aangaande het gebruik der punten M en K hebben voorgeschreven om dadelijk met meerdere zekerheid het punt U te vinden.

27. Wij stelden voor de afschuivings helling eene richting, welke men voor die van gewoonlijk voorkomende grondsoorten kan houden, in enkele gevallen kan men gronden hebben welke eene flauwere helling aannemen, en hierop moet wel degelijk gelet worden. Men houde ook vooral de veranderingen van toestand welke de gronden kunnen ondergaan in het oog. In sommige gevallen kan het rijzen en dalen van het grondwater een belangrijke invloed op dien toestand hebben, en dit is in zonderheid het geval wanneer de grondmuur zich gedeeltelijk beneden den laagsten — en boven den hoogsten stand uitstrekt; zoodat de graad van vochtigheid hier veranderlijk is; en daar nu zoowel het gewicht der aanaarding als de afschuivingshelling hierbij telkens veranderen, is het noodzakelijk om rekening te houden van de gevallen waarbij de muur de zwaarste afmetingen zal moeten hebben. Het is niet mogelijk hieromtrent geheel bepaalde voorschriften te geven; intusschen moet men opmerken, dat de meest slappe gronden het sterkste aan dergelijke veranderingen onderheven zijn, en men dus in dergelijke gevallen tot de aanaarding zware grondsoorten moet bezigen. Vooral lette men hierop bij het bouwen op onze rivierzoomen, waar de hooge of lage waterstand geruimen tijd kan aanhouden en de hier bedoelde verschijnselen zich meer zullen vertoonen, dan waar het hooge water een gevolg is van een tijdelijken stormvloed.

Ligt de bodem der kelderverdieping beneden het hoogste grondwater en moet dus die verdieping kunstmatig waterdicht gemaakt worden, dan is het een volstrekte noodzakelijkheid de grond- of rompmuren sterk genoeg te maken. Ik zoude voorbeelden kunnen aanhalen, waarbij kelders die een geruimen tijd werkelijk waterdicht waren, later ophielden dit te zijn; en hiervoor waren geene andere oorzaken te vinden dan de aangehaalde verschijnselen. Het is vooral in die gevallen noodzakelijk, niet overdreven spaarzaam te zijn en op geene steilere afschuivingshellingen te rekenen dan die welke wij aangaven. Deze mogen wij echter, ook in de gevallen dat men eene stevige grondspecie voor de aanaarding bezigt, volkomen voldoende achten.

28. Het behandelde en door een voorbeeld toegelichte, doelde op een muur welke slechts van eene zijde balken en bekapping te dragen had. Bij onze bouwwerken ontmoeten wij herhaaldelijk gevallen waarbij zulke muur gemeenschappelijk is. Zijn nu beiden de gebouwen van dezelfde afmetingen en wordt dus de gemeenschappelijke muur in zekeren zin eene scheidingsmuur, dan kunnen wij de afmetingen vinden volgens

hetgeen wij daaromtrent voorschreven; alleen merken wij op, dat bij het bestaan van een tusschengoot, de drukking der wederzijdsche bekappingen moeten geacht worden op het midden van den muur te vallen. Eenigszins anders wordt het dikwijls voorkomende geval, dat het eene gebouw hooger dan het andere is opgetrokken. Wij moeten hier letten op twee bijzondere gevallen. Het eerste, dat de muur, voor zoover deze gemeenschappelijk is, een meerdere dikte heeft dan hooger, waarbij zij eigenlijk tot het hoogere gebouw alleen behoort. Men berekent nu naar aanleiding van het voorgeschrevene de muurdikte voor dat hoogere gedeelte. De muurplaat van het lagere gebouw draagt in dit geval op de muurverzwaring en wij kunnen aannemen, dat de dakbelasting op het midden dier verzwaring neerkomt. Wij hebben uit het vorige de belasting op het bovenvlak van den zwaarderen muur gevonden en wij kunnen volgens de voorschriften het punt bepalen, waar de gezamenlijke belasting neerkomt. Wij vervolgen nu stuks gewijze de bepaling der afmetingen van de muren van balklaag tot balklaag, zooals deze zich opvolgen, en komen dan tot het gewenschte resultaat.

Het tweede geval is dat, waarbij de muur, ter hoogte van de muurplaat bij het lagere gebouw, geene verzwaring heeft. In dit geval wordt dikwijls de muurplaat van dit over de balklaag gelegd en valt dan de druk door de daklast voortgebracht op het midden dier plaat. Heeft men nu het punt bepaald, waarop ter hoogte van die benedenplaat de drukking van het hooger opgaande op den muur neerkomt, dan vermenigvuldigt men de grootte van dien druk met zijn afstand tot den binnenkant van den muur, gerekend naar het hooger opgaande gebouw; vervolgens ook de daklast met den afstand van het midden der lagere plaat tot dien zelfden kant en eindelijk nog het midden van de einden, met welke de balken, waarop die plaat draagt in den muur liggen, eveneens tot dien zelfden kant met de balklast. Deze producten tellen wij te zamen en deelen de som door die der gezamenlijke drukkingen. Wij krijgen dan den afstand waarop die gezamenlijke drukkingen van den genoemden kant moeten gerekend worden te werken. Trekken wij nu deze van de totale muurdikte af dan hebben wij alles tot het voorgaande teruggebracht. Wij merken hierbij ten overvloede op, dat wij alles naar den buitenmuurkant van het hoogere opgaande gebouw rekenen.

29. Het is onmogelijk alle bizondere gevallen na te gaan, doch wij vertrouwen dat men deze, naar aanleiding van het gegevene, ook zonder nadere toelichting zal kunnen behandelen. Wij meenen daarom van deze muren te kunnen afstappen om over te gaan tot die, welke geen dak of balklasten, of de eerste alleen te dragen hebben.

30. Wij nemen voor deze wederom de behandeling van het bepaalde voorbeeld, en kiezen daartoe den gevelmuur van het gebouw waarop wij de voorschriften van § 23 enz. toepasten. Wij hebben hier eene breedte van 84 bij eene hoogte van 130 d M. De borstweeringsmuur stellen wij wederom hoog 8 M., dik 2, 2 d M. Wij hebben dan op den bovenkant van den gevelmuur, ter hoogte van de balklaag, een druk van 46 Kg., werkende uit den buitenkant op eenen afstand van 1, 1 cM. Wij veronderstellen dat de kap van voldoende constructie is om ook de borstweeringshoogte van den gevel te mogen aannemen in denzelfden toestand van de overige borstweringsmuren te verkeeren, en tevens, dat de gevel voldoende verankerd is om den invloed van zijdelingsche werkingen buiten rekening te kunnen laten. Stellen wij nu den gevelmuur ter hoogte der bovenste verdieping, dik 3,3 dM. alzoo 1½ steen, en hierbij nog, dat de strijkbalk op eene binnenwaartsche versnijding van ½ steen draagt. Op deze versnijding drukt dan de helft van het gewicht der belasting van een zoldervak, alzoo 704 Kg. Deelen wij dit getal door 80 dan vinden wij voor dien druk per strekkende dM. circa 9 Kg. Deze werkt op 5.5 cM van den binnenkant van den muur en alzoo op 27,5 cM. van den buitenkant. Het gewicht van den muur is nu 37×3,3×1,8, gevende ongeveer 220 Kg. De afstand waarop wij moeten rekenen dat dit gewicht uit den buitenkant werkt is 11,5 en wij hebben alzoo 275 te deelen op 46×1,1+9×27,5+220×11,5 of op 2828,1. Het quotient geeft ongeveer 10 cM. of 1 dM. Hieruit besluiten wij, dat de muur veilig 600 Kg. kan dragen en dus voldoende sterk is.

Hadden wij 1 steen dikte genomen, dan zoude de strijkbalk langs den muur, en niet op dezen vallen. Het gewicht van den muur was in dit geval 37×2, 2×1,8, of circa 147 Kg. Om nu te bepalen op welken afstand uit den buitenkant dit gewicht werkt, moet 36×22 gedeeld worden op 37×11. Het quotient geeft 5,1 en die afstand is alzoo 5,1 cM uit het midden en dus 5,9 uit den buitenkant. Wij hebben nu 46×1,1+147×5,9 te deelen door 46+147. Het quotient is dan 4,7. Vermenigvuldigen wij nu 0,47 met 600, dan vinden wij 282 en daar dit meer dan 193 is, mogen wij ook bij deze dikte den muur nog voldoende achten, en zoude men daaraan die dikte kunnen geven ingeval die gevel naar de oostelijke windstreken gekeerd stond.

De volgende verdiepingshoogte 40 dM. zijnde, zal wanneer wij ook nu nog de dikte van 1 steen aanhouden een gewicht hebben van 40×2, 2×1, 8 of circa 158 Kg. Om te bepalen op welken afstand dit gewicht moet gerekend worden te werken, hebben wij 11×40 te deelen door 36×22, gevende 5,5 cM. Dit van 11 cM. aftrekkende, behouden wij voor den gevraagden afstand uit den buitenkant 5,5 cM. Wij hebben nu 193×4,7+158×5,5 te deelen door 193+158 of 351. Dit geeft ongeveer 5 cM of 0,5 dM. Vermenigvuldigen wij nu 0,5 met 600 dan vinden wij 300, en daar dit minder dan 351 is zal hieruit blijken dat de muur bij 1 steen dikte te dun is.

Nemen wij 1½ steen, dan is het muurgewicht 40×3,3×1,8 of circa 238 Kg. Wij nemen wederom 36×33 en deelen dit op 40×16,5. Het quotient geeft circa 5,6 cM. Dit van 16,5 aftrekkende behouden wij voor den afstand uit den buitenkant 10,9. Nemen wij nu aan, dat bij de onmiddelijk hoogere verdieping de dikte eveneens 1 steen was, dan hadden wij 193×4, 5+238×10,9 te

deelen door 193×238. Het quotient geeft circa 8,1 cM. en dus 0,81 dM. Deze 600 malen nemende geeft 468. De totale druk is 431 en de muur is alzoo bij 1½ steen dikte bestaanbaar.

De nu volgende lagere verdieping is hoog 45 dM. Stellen wij den muur daar wederom 1½ steen dik, dan is zijn gewicht 45×3, 3×1, 8 of 257 kg. Om het punt te bepalen waarop dit gewicht werkt hebben wij 45×16,5 te deelen door 36×3,3. Het quotient is 6,2 en dit van 16,5 aftrekkende hebben wij 10,3. Wij moeten nu verder 431×8, 1+257×10,3 deelen door 431+257. Het quotient geeft zeer nabij 9 cM. of 0,9 dM. Deze met 600 vermenigvuldigende hebben wij 540 en daar dit minder dan de gezamenlijke drukking of 688 is, zal de dikte van 1½ steen te gering zijn, en op 2 steenen moeten gesteld worden.

Wij zouden nu den muur der kelderverdieping te berekenen hebben, doch hebben hiertoe eenvoudig het daaromtrent in § 25 voorgeschrevene te volgen. Wij zullen het daar behandelde niet herhalen en er alleen op wijzen, dat wij hier met eenige veranderde getallenwaarden te doen hebben welke men bij een goed begrip der zaak gemakkelijk in rekening zal kunnen brengen.

31. Vergelijken wij het door ons voorgeschrevene bij hetgeen wij in werkelijkheid zien uitvoeren, dan schijnen onze voorschriften, hoewel wij reeds belangrijk op de strenge eischen der theorie toegaven, nog te veel te vorderen. Wij erkennen, en de ondervinding leert dit, dat ook met minder de bestaanbaarheid blijkt; doch die zelfde ondervinding leert ook, dat bij eene mindere zorgvuldige behandeling van het metselwerk bij die eigenlijk te geringe afmetingen, dadelijk ongelukken zijn gevolgd; en hierom meenen wij met volle recht te mogen volhouden, dat wij, om de degelijke bestaanbaarheid buiten twijfel te stellen, volstrekt niet te ver gegaan te zijn. Verder gingen wij van het beginsel uit, dat de muren door koppelingen en verankeringen tegen allen invloed van zijdelingsche drukkingen waren verzekerd, zonder welke voorzorgen op de uitkomsten met geene zekerheid zoude te rekenen zijn. De balklagen moeten ook eene voldoende sterkte hebben, daar anders op de muren zijdelingsche drukkingen kunnen ontstaan, waarvan geene rekening gehouden is, en welke door de verankering niet volkomen worden opgeheven, zonder dat wij nog spreken van de hoogst nadeelige trillingen uit de ongenoegzame stijfheid volgende.

Brengt men spouwmuren aan, dan late men deze in de bepalingen der muurdikten achterwege. Heeft men vrijstaande gebouwen, dan dient er rekening gehouden te worden met den winddruk, en kan het noodig worden hierom de muren te verzwaren. In de meeste gevallen zal dit echter, wanneer de dikten slechts eenigszins ruim aan de gestelde eischen voldoen, niet noodig zijn; wel is zulks het geval wanneer de uitkomsten beneden die eischen blijven. Wij verondersleden, dat de druk van de balken zich regelmatig over de muren verspreidt. Wij mogen dit te eerder aannemen wanneer de balken betrekkelijk dichter bij elkander liggen, hoewel de absolute waarheid hier niet bestaat, en hieruit volgt weder dat het veelvoud van zekerheid niet te klein moet genomen worden.

32. De muren van magazijnen enz:, welke dikwijls zwaar belaste balken te dragen hebben, eischen nog eene bizondere behandeling. Stellen wij zoodanig gebouw van 10 M. wijdte. De zolders denke men belast te zijn met 800 Kg. per M², uitgezonderd de dakzolder, waarvan wij de belasting op 500 Kg. stellen. Liggen de balken 50 cM van midden tot midden uit elkander en denken wij ons deze op het midden van de wijdte van het gebouw ondersteund door een onderslagsgebint. Wij nemen verder aan, dat het gebouw 4 verdiepingen heeft hieronder die gelijkstraats mede rekenende. De hoogte van elk dezer verdiepingen is 30 dM., en stellen wij, dat de drukking van de kap per dM. muurlengte 75 Kg bedraagt, werkende op de muur op 8 cM uit den buitenkant, waarbij wij dan de dikte van de borstweeringsmuur op 1½ steen stellen. De balken welke kapstijlen te dragen hebben nemen wij aan door tegen de muur geplaatste stijlen bizonder ondersteund te zijn, terwijl alle voorzorgen zijn genomen waardoor nadeelige schokken, ten gevolge van ongelijkmatige belastingen enz: onschadelijk zijn gemaakt; en nu kan de druk door de kapstijlen voortgebracht, buiten rekening blijven.

De belasting op de bovenste balklaag zullen wij vinden voor ieder balk te zijn 2500 Kg. Wij kunnen nu aannemen, dat hiervan ⅘ op het moergebint en $\frac{1}{10}$ op elk der muren drukt. Deze druk zal nu, vooral bij de muren der lagere verdiepingen, voortbrengen, dat de gezamenlijke druk welke de muren te lijden hebben meer naar den binnen- dan naar den buitenkant van den muur werkt; en zoolang dit niet volkomen zeker kan uitgemaakt worden, moeten wij beide veronderstellingen beurtelings aannemen, en daarvan die aanhouden welke de grootste muurdikte vordert. Wij merken nu nog op, dat het, vooral ten opzichte van dit laatste, te verkiezen is de balken niet als volkomen op het moergebint bevestigd te beschouwen, en dus aan te nemen, dat het moergebint $\frac{9}{10}$, en de muren elk $\frac{7}{35}$ van den balklast dragen.

In ons geval hebben wij dan voor den druk van een vak van den dakzolder op den muur $\frac{7}{35}$ × 2500 of nagenoeg 550 Kg, gevende per strekkende dM 110 Kg. Nemen wij nu aan, dat dit gewicht op 11 cM. uit den binnenkant van den muur werkt, en tevens dat de muurdikte der bovenste verdieping 3,3 dM. is. Het muurgewicht is dan 30×3, 3×1,8 of circa 178 Kg. Deelen wij nu 36×3,3 of 188,8 op 30×16,5 of 495 dan vinden wij voor quotient 4.3 cM. en dit van 16,5, aftrekkende is de rest 12,2, op welken afstand uit den muurkant dit muurgewicht nu moet gerekend worden te werken. Nemen wij ten opzichte van de buitenmuurkant 75×8+178×12, 6+110×22 en deelen wij dit door 75+178+110, dan vinden wij circa 14. Rekenen wij op den binnenkant van den muur dan hebben wij 75×25+178×12,6+110×11 te deelen door 75+178+110. Het quotient is nagenoeg 14 doch nu iets grooter, weshalve wij de gezamenlijke drukking op 14 cM. uit den buitenkant stellen. Deze

drukking is 363 Kg, en daar de muur 1,4×600 kan dragen blijkt de dikte van 1½ steen voldoende.

Tot de volgende lagere verdieping overgaande zullen wij deze aanvankelijk wederom stellen 1½ steen dik te zijn. De totale belasting van een doorgaand zoldervak is nu 4000 Kg, en $\frac{7}{8}\frac{7}{8}$×4000 is 875 Kg. en dus per dM. muurlengte 175 Kg. Het muurgewicht is 178 Kg., en werkt op 12, 6 cM uit een der beide muurkanten. Wij hebben nu 363×14+178×12, 6+175×11 te deelen door 363+178+175. Het quotient geeft circa 12 en wanneer wij nu 1,2 vermenigvuldigen met 600 dan vinden wij 720. De druk was nu te zamen 716 Kg. en hieruit blijkt dat de dikte van 1½ steen hier voldoende is. Het is niet noodig hierbij het punt, waarop de gezamenlijke druk neerkomt, nogmaals te berekenen. Viel dit verder, dan vordert de voorzichtigheid hier het kleinere te nemen. Wij achten voor dergelijke zwaarbelaste gebouwen de uitkomsten, welke zoo dicht bij het absoluut noodige komen altijd voor de toepassing gewaagd te zijn, en zouden verkiezen den muur in dergelijke gevallen zwaarder te nemen.

Wij moeten dan den muur van deze verdieping de dikte van 2 steenen geven, en hebben nu voor het muurgewicht 30×4, 4×1,8 gevende ongeveer 238 Kg. Deelen wij 30×22 door 36×44 dan vinden wij voor den afstand waarop wij moeten rekenen dat dit gewicht uit den kant van den muur werkt ongeveer 17,8 cM. Wij hebben wederom, 363×14+283×17, 8+875×11 te deelen door 363+283+875. Het quotient is 14,7, en daar 14, 7×600=882 is, zien wij dat de dikte van 2 steenen voldoende is.

32. Wij zullen de muurdikte der lager volgende verdiepingen niet verder bepalen, omdat wij meenen het noodige tot handleiding gegeven te hebben. Wij meenen dit zelfde ook ten aanzien der niet rechtstreeks belaste muren.

33. Er blijven thans nog ter behandeling over, de gevelmuren welke bij de afdekking der gebouwen met zadeldaken tot afsluiting voor de voor- en achtereinden van deze dienen.

Wij kunnen aannemen, dat bij een goede constructie die gevels voldoende met het kapwerk verbonden zijn om ook aan te nemen, dat zij alleen hun eigen gewicht te dragen hebben, en dat door den steun welke zij in de spanten vinden het punt waarop dat eigen gewicht werkt, in het midden der muurdikte ligt. Staan deze gevels op het westen, dan zal de dikte van 1½ steen in ieder geval noodig zijn; en slechts wanneer zij naar het oosten gekeerd staan zal bij een zorgvuldige uitvoering 1 steen dikte voldoende kunnen wezen; wij zullen deze dikte doorgaans als genoegzaam voor deze gevelmuren kunnen houden. In geval echter toestellen tot het opheischen van zware lasten in dergelijke gevels voorkomen, en deze geheel of gedeeltelijk den druk van die lasten te weerstaan hebben, kan er sprake van zijn om die gevelmuren een meerdere dikte te geven. In de meeste gevallen zal hiertoe alleen eene verzwaring van het middengedeelte noodig zijn, welke wij dan bij gebouwen, voor den opslag van zware goederen bestemd, over de geheele hoogte der gevelmuren zouden doen doorloopen. Deze verzwaring zal in de meeste gevallen wel niet meer dan ½ steen behoeven te zijn, en heeft men nu benedenwaarts eene meerdere dikte bij den gevelmuur, dan kan men die verzwaring op de binnenwaarts inspringende versnijding doen rusten. Wij meenen die verzwaring ter weerszijden der luiken of vensters de breedte van 1 tot 1,5 M te moeten geven. Ook hier zouden wij wederom in een bepaalde berekening van het al of niet genoegzame onzer voorstelling kunnen treden, doch gelooven dit voor de gevallen die wij op het oog hebben niet noodig.

34. De druk welke de hooge gevelmuren op den bovenkant van die der bovenste verdiepingen voortbrengt is grootèr dan die van de daklast bij het bestaan van eene borstwering en dakschild. Hierom is het noodig dat wij aanwijzen hoe voor dit geval de muurdikte van den gevelmuur moet bepaald worden. Wij nemen hiertoe het voorbeeld van § 23 en veronderstellen, dat de steile gevel hierbij de hoogte van 46 dM. heeft, welke, met de borstweeringshoogte vermeerderd eene totale hoogte van 53 dM. geeft. Die hoogte is over de geheele breedte van het gebouw niet dezelfde en bestaat alleen in het midden. De voorzichtigheid vordert nu, dat wij de last, op den muur drukkende per dM. lengte rekenende, aannemen dat deze een doorgaande hoogte van 53 dM. heeft. Het muurgewicht is dan, wanneer wij den topgevel 1½ steen dik stellen, 53×3, 3×1,8 of nagenoeg 315 Kg. per strekkende dM. Deze druk werkt op het midden van den gevelmuur der bovenste verdieping. Het gewicht van deze vonden wij te zijn 220 Kg. werkende op 11,5 cM. uit den buitenkant van den muur. Wij hebben dan 220×11, 5+315×16,5 te deelen door 220+315 gelijk 9,7 cM of 0,97 dM. Vermenigvuldigen wij nu deze met 600 dan hebben wij 582 en de gezamenlijke druk 535 zijnde, blijkt hieruit de bestaanbaarheid van den gevel bij 1½ steen dikte. De verandering welke de druk op dezen muur heeft ondergaan, blijft natuurlijk ook van invloed op den gevelmuur der volgende lagere verdiepingen, doch bij een goed begrip van het voorgaande zal men zonder bezwaar de bererekening volgens de voorschriften kunnen voortzetten.

Had men met den gevelmuur van 1 steen kunnen volstaan, dan zoude daaruit nog eerder volgen, dat de dikte van 1½ steen voor den gevel der bovenste verdieping voldoende was.

35. Wij gaan nu over tot het bepalen van den invloed welke de uitgespaarde openingen op de noodzakelijkheid van de al- of niet verzwaring der muren kunnen hebben. Het is niet mogelijk hier alle voorkomende gevallen te behandelen, waarom wij ons tot enkele moeten bepalen, vertrouwende daardoor echter het noodige te geven, om ook voor die welke niet rechtstreeks behandeld zijn tot de gewenschte oplossing te geraken.

36. Stellen wij nu een scheidingsmuur dik 1½ steen

en daarin eene opening welke in den dag van het metselwerk eene wijdte van 22 bij eene hoogte van 11 dM. heeft. De verdiepingshoogte tot aan den onderkant der balken zij 32 dM; zoodat er 10 dM. hoogte blijft tusschen den dag van het metselwerk en dien onderkant. Wij nemen nu aan, dat in die opening een kozijn is gesteld en dat over die opening in den vorm van een cirkelsegment een spaarboog van 1 steen dikte is geslagen, welks binnenwelflijn, de dagwijdte tot straal heeft.

In fig. 9 is A B C D E de vorm en betrekkelijke grootte der uit te sparen opening bovenwaarts door de boog A B C begrensd. F is het middelpunt van dien boog, en A H en C J zijn de voegen bij de wortels van de boog. Deze hebben alzoo even als B G de hoogte of lengte van 22 dM. Trekken wij nu de vertikalen H K en J L dan is A H K M B de oppervlakte van het metselwerk hetwelk de halve boog met inbegrip van haar eigen gewicht te dragen heeft; terwijl hierbij nog komt de bizondere belasting der balken enz: zooals wij ons deze over K M verspreid denken.

Wij moeten nu bepalen, 1°. het gewicht van het metselwerk A H K M B, 2°. zijn zwaartepunt en 3°. de over K M verspreide bizondere belasting. Wij veroorloven ons ter vereenvoudiging van het sub. 1° en 2° genoemde eenige afwijking van de strikte waarheid, en meenen, zoolang de ontlastingboog een flauw segment is, dit te mogen zonder belangrijke invloed op de uitkomst te geven. Wij hebben fig. 9 op $^1/_{20}$ der w. g. geteekend en deze schaal is te klein om de wijze waarop de bepalingen hier bedoeld berusten genoegzaam duidelijk aan te geven. Is de fig. op ¼ der w. g. geteekend, dan is deze groot genoeg om geene hulp figuren zooals hier te behoeven. De genoemde afwijking is, dat wij het metselwerk, hier ter sprake komende, door de rechte lijn A B begrensd denken, In fig. 10 en 11 hebben wij den vorm en grootte van dit metselwerk op dubbele schaal, dat is op $\frac{1}{10}$ der w. g. gegeven. Wij beginnen nu met de bepaling van den inhoud. Hiertoe is de lijn A K getrokken en door H eene evenwijdige aan deze, gevende met het verlengde van B A het snijpunt *a*. De punten *a* en K door eene rechtelijn vereenigd hebbende, krijgen wij een vierhoek *a* K M B welke nu met A H K M B denzelfden inhoud heeft. In dezen vierhoek hebben wij de diagonaal getrokken en uit de punten *a* en M loodlijnen *a b* en M *c* neergelaten. Wij meten nu B K en vinden daarvoor tot de natuurlijke grootte gebracht 10, 7 dM. Verder meten wij *a b* en M *c*. De eerste heeft de lengte van 5,9 dM., de laatste van 5,1 dM. Deze te zamen tellende hebben wij 11 dM. waarvan de helft 5,5 dM. is. Wij vermenigvuldigen nu 5,5 met 10,7 en vinden dan nagenoeg 59 dM. De muurdikte nu 1,1 dM. zijnde is de inhoud van het metselwerk 59+1, of nagenoeg 65 dM.; het gewicht van den dM³. metselwerk 1,8 Kg. stellende, is dat van de genoemde hoeveelheid 117 Kg.

Om het zwaartepunt van dit metselwerk te vinden gebruiken wij fig. 11. Wij trekken H B en deelen deze in *d* midden door. Ook H K en M G worden in *f g* en midden door gedeeld en daarna *f g* getrokken Wij nemen nu op H K van *f* naar *t* de helft van B M en van *g* na *v* de helft van H K, in tegengestelde richting uitgezet. Men had ook elk ander deel van H K en M B hiertoe kunnen nemen. Wij trekken verder de lijn *t v* welke *f g* in *k* zal snijden. De lijn H B is in *d* midden door gedeeld. Hierna is A *d* getrokken en daarop A *e* gelijk aan ¾ van A *d* genomen. Wij vereenigen nu dit punt *e* met het punt *k* en hebben dan de lijn waarin het zwaartepunt onzer fig. moet liggen.

Om nu nog eene tweede lijn te vinden, waarin dit punt moet gelegen zijn, trekken wij H *l* evenwijdig aan A B. Wij deelen A B in *m* en H *l* in *n* midden door, en trekken *m n*. Wij nemen nu *m p* = ½ H *l* en *n q* gelijk *n* A., trekken dan *p q* en vinden met *n p* het snijpunt *r*, hetwelk nu het zwaartepunt van het trapezium A B *l* H is. Van het overblijvende trapezium H K *l* M deelen wij elk der evenwijdige zijden H K en *l* E, in *f* en *s* midden door. Wij nemen nu *f h* gelijk aan de helft van *l* M, en *s i* in tegengestelde richting gelijk aan de helft van H K. De rechte lijn door *i* en *h* getrokken, snijdt nu de lijn *f s* in *w*; en nu zijn *r w* de zwaartepunten van de beide genoemde trapezia. Door beide punten trekken wij eindelijk een rechte lijn, welke de lijn door *e* en *k* getrokken in Z snijdt; en Z is dan het zwaartepunt van de totale fig. Wij trekken door Z een vertikaal welke de lijn A C in *z* zal snijden.

Wij keeren nu tot fig: 9 terug, en deelen daarbij B G in de punten 1 en 2 in drie gelijke deelen. Door deze deelpunten trekken wij, I als middelpunt gebruikende cirkelbogen, welke op A H de punten 1 en 2 geven. Wij nemen op A C de lengte A *z* gelijk aan die van fig: 11, mits verkleind overeenkomstig de schalen waarnaar de figuren geteekend zijn, en trekken dan door *z* een vertikaal, laten uit het punt 2 daarop de loodlijn 2 N vallen en trekken nog door N en 1' een rechtelijn.

Wij moeten nu de grootte hebben van de belasting, over M K verspreid. Wij stellen, dat de balken van de balklaag 55 cM van midden tot midden uit elkander liggen, en nemen aan dat wij met een woonhuis te doen hebben, zoodat volgens het voorgaande, de muur met 564 Kg. belast is, welke wij veronderstellen gelijkmatig over 5,5 dM. verspreid te zijn Wij vinden nu M K = 6,4 dM. en de hier bestaande belasting is dan $^{64}/_{55}$×564 of ongeveer 655 kg. Wij vonden voor het muurgewicht 117 kg; en dus te zamen 655+117 of 772 Kg., waarvoor wij 780 nemen of in het algemeen het naastbij komende grootere tiental.

Om nu in geen te groote figuren te vervallen, stellen wij 10 Kg. door 1 mM voor, en zetten op de vertikaal door N, van dit punt tot O, 78 mM. uit. Wij construeeren nu het parallelogram N P O R. Meten wij dan N P, daarbij voor ieder mM. 10 Kg. nemende, en N R eveneens, dan geven deze de drukkingen aan op de voeg A H en op de topvoeg zoo deze bestond, uitgeoefend. Wij trekken vervolgens door het midden Q van A H, de vertikaal Q S welke N P in F zal snij-

den, en bepalen het gewicht van het gedeelte muur voorgesteld door het trapezium A D S H. Wij meten hiervoor H S naar de schaal der teekening en vinden dan in w. g. 24 dM.; terwijl wij voor de lengte van A D 22 dM hebbende, den inhoud vinden door $\frac{24 \times 22}{2}$ of 23 te vermenigvuldigen met de grootte van S D, welke 1 dM is. Het muurgewicht van A H D S is dan 23×1×1,1×1,8 of circa 46 kg waarvoor wij stellen 50 kg.

Wij nemen nu uit K op het verlengde van M K stukken K 1″, 1″ 2″ enz. tot en met 5″ 6″, elk naar de w.g. gelijk aan 2 dM. Wij hebben dan voor het muurgewicht van elk deel 32×2×1, 1×1, 8 of 129,72 kg., en voor de belasting van elk dier deelen $\frac{20}{53} \times 564$, gevende 205 kg. en dus aan eigen gewicht en belasting te zamen 335 kg. waarvoor wij 330 stellen. Wij hebben alzoo K U gelijk aan 33 cM genomen en U V horizontaal getrokken. De afstanden K 1″, 1″ 2″ enz: zijn allen midden door gedeeld, in de punten a′, b′ enz.: dus tot en met f. Op K Q is nu van K tot a″ uitgezet het gewicht van het muurgedeelte H S D A en dat van het gedeelte begrepen tusschen K en 1″, zoodat wij daarvoor hebben 330 + 50 of 380 kg., en K a″ dan ook 38 mM. genomen is. Nu zijn a′ en a″ door eene rechte lijn vereenigd, en is alzoo op het verlengde van M K het punt g verkregen Door g is de vertikaal g g′ getrokken en daarop uitgezet 380 + 330 kg. of 710 alzoo 71 mM. Hierna is b′ g′ getrokken. Op deze vertikaal is wederom 710+330 op 1040 kg. alzoo 104 mM uitgezet, en daarna i′ h′ getrokken, waardoor het punt i verkregen is. Op dezelfde wijze zijn de punten k en l gevonden, door telkens een bijvoeging van 33 mM., aan de lengte op de vertikalen uitgezet, te geven. Wij maken nu gebruik van fig. 12, en hebben in deze figuur, de door lijnen voorgestelde belastingen en gewichten de helft van de lengte gegeven welke zij zouden gehad hebben wanneer wij voor de 10 kg. 1 mM. genomen hadden, en dit kon zonder bezwaar geschieden. Hierom is in deze figuur a b de helft van O P, of R N van fig. 9, genomen, en is van a tot c de helft van N O dier figuur uitgezet. Nu is c d gelijk aan het gewicht van het muurgedeelte H A D S, en dus 2 5 mM. genomen. De lengten d e, e f, g h, h i en i k hebben elk de betrekkelijke grootte van 330 kg. In fig. 12 zijn nu de lijnen b c, p d enz: tot en met b k getrokken. In fig: 9 snijdt nu de loodlijn, door het midden van S D gaande, de lijn N P in T. Uit dit punt T is evenwijdig aan b e van fig. 12 een lijn getrokken, gevende met K S het snijpunt a′, en met de vertikaal door g gaande het snijpunt a″. Door a″ is een lijn getrokken evenwijdig aan b d van fig. 12, gevende met 1′ 1″ het snijpunt b′ en met de vertikaal door h het snijpunt b″. Door b″ is wederom een lijn getrokken evenwijdig aan b f van fig. 12, gevende met 2′ 2″ het snijpunt c′ en met de vertikaal door i het snijpunt c″. Door c″ is een evenwijdige lijn aan b g van fig. 12 getrokken, die met 3′ 3″ het snijpunt d′ en met de vertikaal door k het snijpunt d″ geeft. Door d″ geeft de lijn evenwijdig met b h van fig 12 op dezelfde wijze de punten e′ en e″. Door e″ geeft de evenwijdige met b i van fig. 12 de punten f′ f″, waarvan nu f″ buiten het grondvlak valt. Door f″ trekt men nu nog eene evenwijdige aan b k welke de vertikaal 6′ 6″ in h″ zal snijden. Wij trekken nu door 1′, a′, b′, c′. d′, e′, f′ en h′ eene kromme lijn, welke de voortzetting van den druk in den muur terzijde van de opening voorstelt. Deze lijn zal het grondvlak in W snijden, en de muur zal nu geene verzwaring behoeven wanneer het gedeelte W D van het grondvlak bij de aangenomen muurdikte voldoenden weerstand heeft.

De muur was hoog 32 cM., en wij vinden naar aanleiding van het voorgaande, dat wij moeten aannemen het muurgewicht op 1 cM. uit den buitenkant van den muur te werken Wij stellen dat de belasting van den muur op $\frac{3}{8}$ der muurdikte van af dien buitenkant gerekend, haren druk uitoefent, en dus op ongeveer 4 cM. afstand. Is nu bij meting D W = 11,8 dM. gevonden, dan is het muurgewicht van 1¹ maal de lengte van D W, 17,7, de lengte zijnde 17, 7 × 1, 1 × 32 × 1, 8 of omstreeks 1120 kg. De druk van de belasting op dit gedeelte is $\frac{177}{55} \times$ 564 of ongeveer 1820 kg. Het gewicht op 1 cM. van den buitenkant werkende en de druk op circa 4 cM., terwijl het gewicht van den boog met de belasting 780 kg. gesteld wordt op de halve muurdikte en dus op 5,5 cM. Wij nemen dan naar aanleiding van het vroeger behandelde 1120 × 1 + 1820 × 4 + 780 × 5, 5, waaruit wij vinden 12690. Wij moeten deze uitkomst deelen door 1120 + 1820 + 780 gevende 3720, gevende, circa 3, 4 cM. Wij nemen nu de helft van D W of 5, 9 dM., vermenigvuldigen deze met 0, 34 en vervolgens met 600, gevende ruim 1200; en de belasting 3720 zijnde, zien wij hieruit ten duidelijkste dat die opening den muur verzwakt, of in ieder geval de zekerheid van het bestaanbare minder maakt Ook moet er nog op gelet worden of de verkregen druklijn met de horizontale voegen, waar ook genomen, zoodanigen hoek maakt, dat, wanneer wij door het pnnt waar die lijn de voeg snijdt, een vertikaal trekken, de hoek welke de druklijn met deze laatste maakt niet grooter dan 30° wordt.

37. Wij zullen bij beproeving bevinden, dat wanneer wij aan den boog meer welving geven de kromme lijn der drukking een snijpunt geeft met de grondlijn hetwelk dichter bij den dag der muuropening valt, waardoor in vele gevallen de bestaanbaarheid niet beter zal worden. Het is dan ook in dergelijke gevallen voordeeliger den boog flauw te nemen. Hieruit kan echter wederom eene andere nadeelige omstandigheid volgen. Is toch de opening bijvoorbeeld dicht bij eenen muur geplaatst en loopt onze muur ter andere zijde van dezen laatsten niet door, dan kan het gebeuren, dat de druklijn in den dam de grondlijn zelfs buiten dien laatsten muur snijdt, en deze moet dan den boog helpen staande houden. Hierdoor ontstaat op dien muur eenen zijdelingschen druk, hetgeen vermeden moet worden.

Brengen wij hier den zamenhang van het metselwerk in rekening, dan zal deze kunnen gesteld worden op $\frac{1,1 \times 17,7 \times 40}{2}$ gevende 389,4. Wij hebben nu den gevonden druk 3720 te vermenigvuldigen met de helft van 11,8, dus met 5,9 gevende 21948. Hierbij moet geteld worden 389,4 vermenigvuldigd met het dubbel van 5,9 of 11,8 gevende circa 4595. Deze uitkomsten te zamen tellende hebben wij 26543, welke som wij deelen door 3720+ 389,4 gevende circa 4109. Dit laatste getal nu op 26543 deelende, geeft circa 6,4. Deze vermenigvuldigen wij met de gevonden 0,34 en vervolgens met 600, gevende 1306. De gezamenlijke werking als druk moet gesteld worden op 4109. Wij zien hieruit dat die zamenhang hier slechts een betrekkelijk geringen invloed heeft.

38. In fig. 13 hebben wij op eene kleinere schaal, en wel die van 1 à 50, twee uitgespaarde openingen van gelijke grootte met een tusschendam aangegeven. De afmetingen zijn genomen als die van de fig. 9. A B en C D zijn de kromme lijnen volgens welke zich de drukkingen wederzijds in den dam voortzetten. Het snijpunt van deze is E. Het is duidelijk dat de zijdelingsche werkingen der bogen, die wij in fig. 9 in O P uitgedrukt vonden, hier elkander lijnrecht tegenwerken dus vernietigen; wij komen dan als van zelve tot het besluit, dat de dam het eigengewicht met de belasting van deze zoowel als de bogen met hare belastingen en eigen gewichten te weerstaan heeft, terwijl het punt waarop die gezamenlijke druk neerkomt, het midden van de dambreedte F G en dus H zal zijn. Volgens onze schetsteekening is de dam breedte 6,5 dM. hiervan de breedte Fa en Gb aftrekkende behouden wij 4,5 dM. Wij hebben nu voor het gewicht van den dam 4,5×32×1,1×1,8 of ongeveer 290 Kg. De balkbelasting is $\frac{4,5}{5,5} \times$ 564 of ongeveer 460 Kg. Wij hebben alzoo voor gewicht en belasting te samen 750 Kg. Voor het gewicht van den boog en zijne belasting vonden wij 780 Kg., en voor een gedeelte metselwerk als Facd, 50 Kg. De totale druk is 750+2×780+2×50 of 2410 Kg. Wij kunnen nu in dit geval aannemen, dat de druk over de geheele breedte van den dam gelijkelijk verdeeld wordt. Verder vonden wij dat die druk in de dikte van den muur op 0,37 dM. valt, uit den buitenkant van dezen; en wij hebben dan voor den weerstand van den dam 6,5×0,37×600 of ongeveer 1500 Kg. De belasting, 2410 zijnde, is òf de dam te smal òf de muur te zwak, en wordt de zekerheid in rede van 15 tot 24 minder; zoodat deze slechts $\frac{5}{8}$ is van die van den muur zonder openingen.

39. Wil men voor dit geval de breedte welke aan den dam moet gegeven worden om de zekerheid niet te verminderen, bepalen, dan is de berekening vrij ingewikkeld. Voor ons geval komt deze neer op het volgende:

Men vermenigvuldigt den afstand uit den buitenkant, waarop men vond dat de belasting neer kwam, met 600; wij vinden voor het product 222. Vervolgens vermenigvuldigen wij de muurhoogte met de mnurdikten met 1,8, gevende 63,36. Dit produkt trekt men van de gevondene 222 af en behoudt dan 158,64. Wij nemen nu het dubbel van den druk door de boog voortgebracht of 2×780=1560 en tellen hierbij het dubbel van het muurgewicht Facd, zijnde in ons geval 2×50=100. De som geeft 1660. Wij nemen verder het dubbel van de gevondene 63,36, alzoo 126,72, en trekken dit van 1660 af. De rest is 1533,28. Wij deelen nu de gevondene 158,64 op 1533,28 hetgeen ongeveer 9,6 geeft. De dam moet nu 9,6 dM. of nagenoeg 1 M. breedte hebben.

40. Zijn de openingen ongelijk van wijdte, zooals in fig. 14, dan kunnen wij naar aanleiding van de constructie in fig. 9, de kromme lijnen, volgens welke de drukkingen der wederzijdsche bogen zich in den muur voortzetten, construeeren. Wij stellen dat A B eu C D die lijnen zijn. Zij snijden elkander in E. Door E is de horizontale lijn *a b* getrokken, en daarop van E de zijdelingsche drukking uitgezet door den kleinen boog voortgebracht. Wij vonden in fig. 9 de lijn P O welke deze in betrekkelijke grootte voorstelde. Verder is op die zelfde lijn E b, de betrekkelijke grootte van den zijdelingschen druk, welke de groote boog geeft, uitgezet, en deze wordt door de constructie, in fig: 9 aangegeven, op dien boog toegepast gevonden. Van b tot c is de lengte E a teruggezet. Men trekt nu door E eene vertikale lijn en zet op deze van E af de lengte uit welke het totale gewicht aangeeft van den dam en de vertikale boogdrukkingen, met de gezamenlijke belastingen naar de schaal, waarnaar E *a* en E *b* zijn voorgesteld, en wel van E naar *c*. Wij construeeren nu het parallelogram E c d e, en trekken daarin de diagonaal E *d*. Deze zal de grondlijn van den dam, of het verlengde van dezen in F snijden. Valt nu F buiten den dam dan

---

6) Wij stellen de breedte van den dam X, de breedte van a F = *b* dan is de breedte *a b* = x − 2 *b*. Is nu de muurdikte *d* in h de muurhoogte, dan kunnen wij met deze gegevens het muurgewicht van elk deel als F a c d = P berekenen Stellen wij nu den druk op den dam door den boog voortgebracht en wel die van den halven boog Q, dan hebben wij nog het gewicht van den dam over de breedte X − 2 *b* in rekening te brengen. Wij hebben hiervoor 1. 8 d h (x − 2 b.) De gezamenlijke druk op den dam is nu 2 P + 2 Q + 1. 8 d h (x − 2 b.) Nemen wij nu aan dat die druk neerkomt op *a d*. *M* uit den buitenkant van den muur, dan hebben wij 600 a x = 2 (P + Q) + 1.8 d h (x − 2 b.) En hieruit X oplossende, vinden wij $X = \frac{2 (P + Q) - 3,6 \text{ b d h.}}{600 \text{ a} - 1,8 \text{ d h.}}$

Ons voorschrift is eenvoudig de woordelijke omschrijving dezer formulen.

Van de constructien der dikte zoo van den behandelden kelder-muur als van de later voorkomende, zullen bij de behandeling der walmuren en die der gewelven en bogen met hunne rechtstanden, de grondslagen waarop wij deze lieten berusten worden aangegeven. Zijn zooals in fig: 14 de drukkings krommen bepaald, dan berust het overige der constructie geheel op de bekende theorie van het parallelogram van krachten.

In de aangegeven grondslagen ligt wederom veel empirisme. De toepassing van een volkomen ontwikkelde theorie, welke dan nog altijd veel twijfelachtigs overlaat, is voor onze toepassing te ingewikkeld. Wij meenen echter, dat de gegeven voorschriften aan de praktijk voldoen; en de ondervinding leert, dat men zich in vele gevallen met minder vergenoegt.

is deze stellig te smal. Valt zij daar binnen, dan raden wij aan, de dambreedte eerst dan voldoende te achten, wanneer de afstand van dit snijpunt tot aan den dag der naast bij liggende opening, ten minste $\frac{1}{3}$ van de totale dambreedte is. Nu is echter nog niet de bestaanbaarheid volkomen verzekerd. Om deze buiten allen twijfel te stellen moeten wij den genoemden afstand eerst vermenigvuldigen met den afstand, waarop wij vonden dat de druk naar het binnenste van den muur uit den buitenkant valt en dit produkt vervolgens met 600. Vinden wij nu hierbij een uitkomst welke gelijk of grooter is dan de druk op den dam voortgebracht, dan is de dam breedte voldoende. Vinden wij daarentegen die uitkomst kleiner, dan blijkt daaruit het onvoldoende der dam breedte, of dat hier mindere zekerheid aanwezig is.

41. Stellen wij nu het geval, dat wij eenen muur hebben, welke door twee verdiepingen is opgetrokken, en daarin de openingen welke fig. 15 aangeeft. Wij stellen ons hierbij een woonhuis van 8 M. inwendige wijdte voor, welke door den scheidindsmuur in twee deelen van 5 en 3 M. verdeeld is. De hoogte der bovenverdieping zij 36 dM. die der benedenverdieping 42 dM. De bovenopening hebbe eene dag wijdte van 11, bij eene daghoogte van 21 dM. Deze afmetingen in den dag nemen wij voor de beneden opening 16 bij 25 dM. Om nu de dikte van den scheidingsmuur te bepalen beginnen wij met de bovenverdieping.

De balken liggen 55 cM. van midden tot midden uit elkander. Op een zoldervak tusschen twee balken, over de geheele wijdte van het gebouw doorgaande, is dan de belasting $\frac{55 \times 800}{50}$ of 880 kG. Het kortste balkeinde bedraagt $\frac{3}{8}$ van de totale balkslengte, en om nu te bepalen welk gedeelte van dien druk op den muur neerkomt, hebben wij de volgende becijfering uit te voeren. Deze is $\frac{1 + \frac{3}{8} - \frac{3}{8} \times \frac{3}{8}}{\frac{3}{8}} + \frac{880}{8\left(1 - \frac{3}{8}\right)}$; dit geeft ongeveer 595 kg. waarvoor wij 600 stellen. Wij nemen verder aan, dat die druk op den muur in de dikte van deze, neerkomt op een punt liggende op $\frac{3}{8}$ uit den muurkant naar de zijde van het langste balkeinde. Die afstand bedraagt alzoo $\frac{3}{8} \times 11$ of 4, 125, waarvoor wij 4 cM. siellen.

Het gewicht van den muur tusschen twee balken is dan ter hoogte der bovenste verdieping, de muurdikte $\frac{1}{2}$ steen nemende: 1, 1×1, 8×36×5, 5; gevende 376,2 kg. Wij nemen hiervoor 380 kg. Om nu te bepalen waar men moet rekenen dat die druk in de muurdikte werkt, hebben wij de halve muurdikte met de muurhoogte te vermenigvuldigen, dit produkt door 36 malen de muurdikte te deelen, en het quotient van de halve muurdikte af te trekken. Wij vinden voor den bedoelden afstand dan 0,5 cM. of 0,05 dM. uit den muurkant. Wij vermenigvuldigen nu den druk der balken op den muur met den gevondenen afstand 4, en het muurgewicht met den afstand 0,5. Het eerste produkt geeft 2400, het tweede 190. De som dezer uitkomsten is 2590; die der drukking in het muurgewicht, 980. Deelen wij nu 980 op 2590 dan vinden wij, ongeveer 2,7 cM. of 0,27 dM. Wij vermenigvuldigen nu dit quotient eerst met den balksafstand 5,5 dM. en dan met het standvastig getal 600, en vinden dan omstreeks 891. Daar deze uitkomst nu minder is dan 980 heeft de muur óf te weinig dikte óf ten minste minder dan eene tienvoudige zekerheid. De zekerheid is hier nu $\frac{891}{980} \times 10$ of ruim negenvoudig.

Wij zullen thans geene mindere zekerheid dan eene tienvoudige wenschen, en geven aan den muur één steen of 2,2 dM. dikte. De druk door de balken uitgeoefend blijft ook hierweder 600 kg; en de afstand waarop deze uit den buitenkant werkt is nu $\frac{3}{8} \times 22$ of 8,25 cM. Het muurgewicht is nu $36 \times 2, 2 \times 5, 5 \times 1, 8$ of circa 700 kg. Om te bepalen waar deze druk werkt, hebben wij $\frac{36 \times 11}{36 \times 22}$ of 0,5 en dus op $11 - 0,5$ of 10,5 uit den buitenkant. Nu is $600 \times 8,25 = 4950$ en $790 \times 10,5 = 8295$. Deze produkten geven te zamen $600 \times 790 = 1390$ en wanneer wij dan 8295 door 1390 deelen, vinden wij 5, 96 cM. of 0,596 dM. Wij nemen nu $5,5 \times 0,596 \times 600$, en vinden daarvoor nagenoeg 1970; alzoo is $\frac{1870}{1390} \times 10$ de zekerheid; die ongeveer zestienvoudig is. Wij zien hieruit van hoeveel belang de verzwaring van den muur is.

De dikte van een steen voor den bovenmuur aangenomen hebbende, vervaardigen wij een teekening als fig. 15 hier ter besparing van ruimte op $\frac{1}{50}$der ware grootte geteekend. Wij dienen nu de krommelijn te bepalen volgens welke zich de druk van den boog in den muur voortplant, en volgen daarvoor de constructie welke de figuren 9, 10, 11 en 12 aangegeven. De toepassing van deze, geregeld naar de veranderde gegevens, geeft die krommelijn. Bij de toepassing neme men voor de bepaling dier kromme eene teekening van liefst niet minder dan $\frac{1}{5}$der wG. Men kan dan de teekening van het geheel op een kleinere schaal houden, en daarop de krommelijn, naar die kleinere schaal, overbrengen. Wij vinden, voor de oppervlakte in fig: 15 door E F L M C aangewezen, ongeveer 94 dM²., en dus voor het gewicht van den muur, waarvan deze de opstand is, $94 \times 2, 2 \times 1, 8 = 370$ kg. De lengte L M, hier 6, 6 dM. zijnde, is de druk der balken over deze verspreid $\frac{6, 6}{5, 5} \times 600 = 720$ kg. en de totale vertikale druk welke nu in het zwaarte punt der figuur werkt is dan $370 + 720 = 1090$ kg.

Om nu dit zwaartepunt te bepalen volgen wij weder de constructie in fig: 11 aangegeven. Wij vinden voor den afstand *a f*, 3 dM. Wij volgen nu, natuurlijk met de veranderde gegevens de constructie door de fig: 9 en 12 aangegeven en vinden dan dat de krommelijn de grondlijn van den boven muur in g zal snijden, en wel op den afstand van 9, 5 dM. uit E. Wij nemen nu *g h*

gelijk aan de helft van E *g* en veronderstellen dat de druk zich in den muur tot aan *h* doet gevoelen. Wij vinden dan E *h* gelijk 14 25. Trekken wij hiervan E *a* af dan behouden wij 13,25. Het gedeelte muurwerk over de lengte *a h* is nu $13, 25 \times 36 \times 2, 2 \times 1, 8$ of 1888, 92 kG. zwaar. Wij stellen hiervoor 1890 kg. Het gedeelte E B F *a* wordt gevonden de oppervlakte van 22 dM². te hebben De druk welke het gewicht van dit gedeelte voorbrengt is $22 \times 2, 2 \times 1.8$ of ruim 87 kg. waarvoor wij stellen 90 kg., zoodat het totale muurgewicht op E *h*, $1890 \times 90 = 1980$ kg is. De balks belasting over de strekking *a h* is $\frac{13,25}{5,5} \times 600$ of nabij ongeveer 1446 kg. waarvoor wij stellen 1450 kg. De vertikale druk door den boog voortgebracht is 1090. Hoewel dit niet volkomen juist is, meenen wij zonder bezwaar te mogen aannemen dat die laatste druk kan gerekend worden op het midden der muur dikte te werken, en dus op 11 cM. uit den buitenkant. Wij vinden dat de balks belasting op 8,25 cM., en het muurgewicht op 10.5 cM. uit dien kant werken. Wij hebben nu $1980 \times 10,5 + 1450 \times 8,25 + 1090 \times 11$ of 44742,5 te deelen door de som der drukking of door $1980 + 1450 + 1090 = 4520$. Het quotient is zeer nabij 9,9 cM. of 0,99 dM. Wij vermenigvuldigen nu E *g*, zijnde $\frac{2}{3}$ van 14,25 of 9,8, met 0,99 in dan nog met 600 wij vinden dan 5821,2 voor den druk welke de muur kan doorstaan. De druk welke hij te weerstaan heeft, 4520 zijnde, blijkt, dat hij ruim bestaanbaar is. Nemen wij nu $\frac{5821}{4250} \times 10$ dan hebben wij voor uitkomst circa veertienvoudige zekerheid. Zonder de uitgespaarde opening was de zekerheid zestienvoudig en wij zien hieruit in welke mate de muur door de uitgespaarde opening verzwakt wordt.

Wij bepalen nu op gelijksoortige wijze de krommelijn volgens welke de druk zoo van het eigen gewicht als van het daardoor gedragene muurgewicht benevens van de daarop neerkomende balksbelasting, zich in den beneden muur voortplant. Wederom den weg inslaande, bij fig: 10 gevolgd, vinden wij voor het gedeelte muur boven en met inbegrip van dien halven boog, 610 kg. Wij vinden voor de lengte V F 9,1 dM., en dus voor de balks belasting over deze lengte $\frac{9,1}{5,5} \times 600$ of 993 kg. Op den halven boog draagt ook nog 9,1 strekkende dM. bovenmuur, en het gewicht hiervan is $32 \times 9,1 \times 2,2 \times 1,8$ of 1153 kg. Hierbij komt voor den druk der belasting van de bovenste balklaag wederom 993 kg; zoodat nu de totale vertikale druk door den boog op den muur overgebracht $1153 + 993 + 614$ of 3749 kg. is. Bepalen wij nn evenals in fig: 11, het zwaartepunt van N I F V P, en vervolgens de constructiën in de figuren 9 en 12 toepassende, vinden wij de krommelijn volgens welke die druk zich in den muur voortplant. Wij zullen vinden, dat die krommelijn de grondlijn *k m* in *n* snijdt zoodanig, dat Q *n* gelijk 9,5 dM. is. Men neme wel in aanmerking, dat bij de bepaling dier kromme de telkens bijgevoegde muurdeelen wel degelijk als met het muurgewicht en de balksbelasting van den bovenmuur zoowel als met die van den beneden balklaag moeten beschouwd worden belast te zijn.

Thans gaan wij onderzoeken of de benedenmuur, doorgaande, dat is zonder opening, voldoende bestaanbaar is bij de dikte van een steen, en wanneer wij die dikte per se willen aanhouden, welke zekerheid die muur dan heeft. Wij hebben voor het muurgewicht tusschen twee balken $5,5 \times 2,2 \times 42 \times 1,8$ of 914 stel 920 Kg. Om nu te bepalen op welken afstand uit den buitenkant van den muur dit gewicht moet gerekend worden te werken, hebben wij $\frac{42}{36 \times 2,2} \times 11$ gevende 5,8 en dit af te trekken van 11. Dit geeft 5,2 cM. voor dien afstand. De druk der balkbelasting is wederom 600 Kg. en werkt ook wederom op $\frac{3}{8} \times 22$ of 8,25 cM. uit dien buitenkant. Wij vonden voor den druk door den bovenmuur voortgebracht 1390 Kg. werkende op 5,96 cM. uit dien zelfden kant, en hebben dan $1390 \times 5,96 + 920 \times 5,2 + 600 \times 8,25$ gevende 18018.4, te deelen door $1390 + 920 + 600$ of door 2910. Het quotient is ongeveer 6,2 cM. of 0,62 dM. Wij nemen nu $5,5 \times 0,62 \times 600$, gevende 2046. Dit minder dan 2910 zijnde, is de zekerheid niet meer tienvoudig, maar vinden daarvoor $\frac{2046}{2910} \times 10$ en dus iets minder dan 7 voudig. Wilde men ook hier minstens een tienvoudige zekerheid, dan had men den benedenmuur $1\frac{1}{2}$ steen dikte moeten geven.

Stellen wij dat wij ons met die zevenvoudige zekerheid vergenoegen, en houden wij alzoo de dikte van den benedenmuur op een steen, dan kunnen wij, den afstand Q *n* gevonden hebbende, bepalen welken invloed het gezamenlijke der openingen op de zekerheid van den benedenmuur heelt.

Wij hebben daarbij verschillende gevallen te onderscheiden en nemen in de eerste plaats dat, door fig. 15 aangegeven. Wij nemen aan, dat de druk van den bovenboog op de grondlijn van den bovenmuur zich over deze tot aan *h* verspreidt, zoodat *g h* het $\frac{1}{3}$ van E *h* is. Op gelijke wijze veronderstellen wij dat de druk van den boog in den benedenmuur zich ook over de lengte Q *o* $\frac{3}{2}$ Q *n* doet gevoelen. Trekken wij nu de vertikalen *h l* en *o p* dan zal de druk van den bovenboog, waarvoor wij 1050 Kg, vonden, en welke wij over $\frac{2}{3}$ van E *h*, dus over $\frac{2}{3}$ van 13,5 d. i. over 9 dM. verspreid stelden, over het gedeelte *p h* zich doen gevoelen. De lengte, 8 dM. zijnde, is de druk op dit gedeelte $\frac{8}{9} \times 1050$ of 933, stel 940 Kg. De lengte *o l* is evenzeer 8 dM. Nu is Q *n* = 9,5; $\frac{3}{2} \times 9,5 = 14,25$, is dan de lengte Q *o* en $\frac{2}{3}$ daarvan wederom 9,5. Voor den druk door den boog op Q *o* voortgebracht vonden wij 3749 Kg. en die op *o l* is dan $\frac{8}{9,5} \times 3749$ of ongeveer 3160. Het muurge-

wicht op $o\,l$, den muur rekenende door beide verdiepingen heen te gaan, is 78×8×2,2×1,8 of 2381 Kg. De druk door eene balklaag over de lengte $o\,l$ verspreid, is $\frac{8}{5,5} \times 600$, zijnde 873 Kg. en dus voor beide balklagen 1746. Nemen wij wederom aan, dat de druk van den boog op het midden van den muur neerkomt, hetgeen niet volkomen juist is doch weinig verschilt, dan hebben wij, aangezien 940 of de druk van den bovenboog op 11 cM. uit den buitenkant valt, 11×940, en voor den druk van den benedenboog 11×3160 de druk der balksbelastingen op 8,25 vallende, 825×1746. en daar het muurgewicht op 6,2 cM. uit dien kant valt 2381×6,2. Tellen wij deze producten te zamen, dan hebben wij: 11×940 + 11×3160 + 1746×8,25 + 2381×6,2 of ongeveer 74316 te deelen door 940 + 3160 + 1746 + 2381 = 8227. Het quotient is ongeveer 9. Wij nemen nu omdat $o\,l = 8$ is $8 \times 0.9 \times 600$ gevende 4320. De zekerheid is nu $\frac{4320}{8227} \times 10$ of nog niet volkomen vijfvoudig.

Wij zien uit dit geval, dat zoo de punten $o\,h$ zoodanig komen te liggen, dat de versprong tusschen de dagkanten der openingen kleiner dan $E\,h$ en $Q\,o$ te zamen is, de muur minder zekerheid zal hebben en, dat men dus in de gevallen eener vrije keuze van dien afstand, in geen geval deze minder dan $E\,h$ en $o\,Q$ te zamen moet nemen.

41. In fig. 16 hebben wij op een schaal van 1 a 100 het geval voorgesteld waarbij de laatstgenoemde afstand meer dan $E\,h$ en $o\,Q$ te zamen is genomen. Men zal in dit geval alleen te bepalen hebben, voor hoeveel de uitgespaarde benedenopening van den muur de zekerheid minder maakt. Wij vonden voor die zekerheid, zonder die opening, eene ongeveer zevenvoudige. Voor den druk, door den benedenboog voortgebracht, vonden wij bijna 3750 Kg. en wij veronderstelden, dat deze zich over $Q\,o$ en dus over 14,25 dM. doet gevoelen en tevens, dat wij deze als over 9,5 dM. verspreid, in rekening moeten brengen. Wij hebben voor het muurgewicht en de balks-belastingen over 5,5 dM. 2910 Kg. en alzoo over 9,5 dM., $\frac{9,5}{5,5} \times 2910$ of ongeveer 5026, werkende op 6,2 cM. uit den buitenkant van den muur.

Aannemende, dat de gevonden 3750 op het midden der muurdikte neerkomt, dan hebben wij 3750×11×5026×6,2 of 72311,2 te deelen door 5026+3752 7936. Het quotient geeft 1 cM. of 0.91 dM. Nu is 9,5×0,91×600 of 5178 en de zekerheid, $\frac{5178}{7936} \times 10$ of ruim 6,4, zijnde zes en een halfvoudig.

42. Wij geven in fig. 17 eene schets van het geval waarbij de verdiepingen van gelijke hoogten gesteld zijn, en aannemende, dat de gelijk groote openingen juist boven elkander staan, dat is met hun midden in dezelfde vertikaal.

De druk door den bovensten boog voortgebracht verspreidt zich overeenkomstig de beginselen waarop wij de bestaanbaarheid van den muur beoordeelen, over een uitgestrektheid voorgesteld door $E\,g$, welke echter eigenlijk zich ter weerszijde van g over de lengte $g\,h$ uitstrekt. De benedenboog blijft vrij van dezen druk. Deze benedenboog geeft over de lengte $Q\,n$ wederom het dubbel van $n\,o$ en dus zich van n ter weerszijde, over een lengte gelijk aan $n\,o$ uitstrekkende, denzelfden druk. Wij vonden voor den druk, door elk der bogen uitgeoefend, dezelfde gegevens aanhoudende, 4520 Kg., werkende op 9,9 cM. uit den buitenkant van den muur. De gezamenlijke druk is dan 9040 en deze moeten wij nu aanmerken dat op $Q\,n$ werkt. Wij hebben nu $Q\,n = 9,8$. De weerstand van den muur is $9,8 \times 0,99 \times 600$ of ongeveer 5821 Kg. De zekerheid is hier $\frac{5821}{9040} \times 10$ of ongeveer $\frac{5821}{940}$ dat is ruim zesvoudig.

43. Wij stellen in fig. 18 het geval waarbij de openingen wederom met hunne as in dezelfde vertikaal vallen. De bovenverdieping is wederom 36 cM. en de opening in den muur van deze ook wederom als de voorgaande, namenlijk de kleine. De hoogtte van de benedenverdieping zij 44 dM. Wij hebben dan, de overige gegevens dezelfde latende, over het dubbel van $g\,h$ den druk van 4520 Kg. en dus over 9,8 dM., werkende op 9,9 cM. uit den buitenkant van den muur. De toestand waarin nu de benedenboog verkeert is een geheel andere, dan die van het geval in fig. 15 voorgesteld; en die boog is dan ook niet meer gelijkmatig belast; zoodat wij de krommelijn, volgens welke de druk op dezen benedenboog zich in den muur voortplant, op nieuw moeten bepalen.

Bij onze vorige beschouwingen brachten wij den druk, bij g neerkomende, als over het dubbel van $g\,h$ verspreid in rekening, en afwijkende van de absolute waarheid zullen wij nu veiligheidshalve stellen, dat ook over E g die zelfde druk verspreid is; wij kunnen dan zeker zijn althans niet te weinig in rekening te brengen. Trekken wij nu in fig: 18 de vertikaal E Q en een andere S T, dan is het gedeelte N S r Q van den boog belast, met den druk over E F, door den boog der bovenverdieping op die lengte uitgeoefend; hierbij komt nog het gewicht van het muurgedeelte E T S N Q en de balkbelasting over E T verspreid; terwijl het gedeelte P Q r W van den benedenboog belast is met het muurgewicht van P Q E R en de balkbelasting over R E verspreid.

Wij moeten dus de inhouden van E T S N Q en P W r E Q bepalen. Afwijkende van de handelwijze in fig. 10 gevolgd, denken wij ons Q N als een rechte lijn en trekken Q S. Wij vinden dan bij meting Q N = 2,5 dM. en N S = 2,2 dM.; de inhoud van den driehoek N Q S is alzoo 1,1×2,5 of 2,75 dM. Wij meten vervolgens T S en E Q en vinden T S = 18.2 dM. en E Q = 19,2 dM. terwijl wij voor E T 4 dM. vinden. Wij tellen nu 18,2 en 19,2 te zamen, gevende 37,4. Deze som vermenigvuldigen wij met de helft van E T, dus met 2, en vinden dan 74,8 dM². Hierbij de inhoud van den driehoek Q N S tellende, hebben wij te zamen 77,55 dM². De muurdikte is 2,2 dM. en dus de inhoud van dit gedeelte van den muur 170,61 dM³. Wij vinden dan voor het gewicht daarvan, 170.61×1,8 of 317,098 kg. waarvoor wij stellen 320 kg. Wij stelden den druk van 4520 kg. over Eg verspreid en dus over E T, $\frac{4}{9,2} \times 4520$ of ongeveer 1845 kg. De balklaag der benedenste verdieping geeft over E T eenen druk gelijk aan $\frac{4}{5,5} \times 600$ of 437 kg; en het gedeelte Q N van den benedenboog is dus belast met 320 + 1845 + 437 of 2612 waarvoor wij stellen 2610. Wij kunnen zonder groote fout aannemen, dat die druk werkt in de vertikaal die door het midden van E T gaat, dus in $a\,b$.

Wij hebben nu den inhoud te bepalen van het gedeelte P Q E R, en meten te dien einde P R, waarvoor wij 18,25 dM. vinden. Voor E Q vinden wij 19,2 dM. Wij tellen nu 18,25 en 19,2 bij elkander en nemen van die som de helft, gevende 18,725. Dit gemiddelde vermenigvuldigen wij met de halve wijdte der kleine boven opening, alzoo met 5,5 en vinden dan ongeveer 103 dM². voor de oppervlakte van P Q E R. Het gewicht van dit gedeelte metselwerk is dan $103 \times 2,2 \times 1,8$ of 407,18 kg. Bij dien druk komt nog de balksbelasting over R E, en daar deze toevallig de gestelde balksafstand is, hebben wij daarvoor 600 kg., en het gedeelte P Q van den benedenboog is dus belast met 1007,88 kg., waarvoor wij stellen 1010 kg. Wij kunnen weder zonder bezwaar aannemen, dat die druk in de vertikaal $c\,d$, door het midden van R E gaande, werkt. De vertikaal $a\,b$, bovenwaarts verlengd hebbende, nemen wij daarop een stuk $a\,c$, en op $c\,d$ een ander stuk $c\,f$ benedenwaarts; $a\,e$ is naar een willekeurige schaal evenredig aan de drukking in $c\,d$ genomen en $a\,f$ evenredig aan die in $a\,b$. Wij trekken de lijn $e\,f$ welke R h in i zal snijden, en kunnen nu aannemen dat de gezamenlijke drukkingen, door den boog te weerstaan, in de vertikaal $e\,k$ werken. Wij deelen wederom P W in drie gelijke deelen en eveneens N S; W n en N n' zijn elk, een van die deelen. Door n trekken wij de horizontale lijn $n\,o$ welke de vertikaal $e\,k$ in o snijdt, en vervolgens door o en n' de lijn $o\,p$.

Wij laten nu door o de vertikaal $o\,s$ gaan en nemen o sevenredig aan den gezamenlijken druk op den boog P N, voor elke 100 Kg. één mM. nemende. Die gezamenlijke druk bevonden wij 2610 + 1010 of 3620 Kg. te zijn, zoodat nu $o\,s = 36,2$ mM. is. Wij hebben die schaal voor de gewichten, om ons bij kleine figuren te bepalen, zeer klein genomen. Bij de toepassing moet het gezamenlijke op grootere schalen worden uitgevoerd, en wel op die, waarbij met volkomen nauwkeurigheid 10 Kg. kunnen worden aangenomen. Wij trekken nu door s de horizontale lijn $s\,p$, welke $o\,p$ in p snijdt, en dan is $s\,p$ tegen een mM. per 100 Kg. volgens onze teekening de grootte van den horizontalen druk op N S uitgeoefend. Om te bepalen hoe zich die druk door den muur voortplant, hebben wij in de eerste plaats het gewicht van het muurgedeelte N S $r'q$ te kennen. Wij meten daarom $q\,r' = 1,1$ dM.; 9 N = 24 M., den $r's = 26,5$. De beide laatsten geven te zamen 50,5 en de helft hiervan is 25,25 Wij vermenigvuldigen deze met 1,1 en vinden dan ongeveer 28 dM². Het muurgewicht is nu $28 \times 2,2 \times 1,8$ of ongeveer 111 Kg.

Door het punt u hebben wij de horizontale lijn $u\,v$ getrokken en daarop $v\,u$ gelijk aan $s\,t$ genomen; waarbij het punt v naar willekeur kan aangenomen worden. Op de vertikaal door v getrokken, is $v\,w = u\,s$ genomen, en vervolgens $w\,x$ gelijk aan 111 Kg. tegen één mM. per 100 Kg. Bij de snijding van de vertikaal $r's$ met $u\,v$ plaatsen wij het teeken 0, en nemen op $u\,v$ van daar stukken 0—1, 1—2, 2—3 enz., elk gelijk aan 2,5 dM, gerekend tegen ware grootte. Door deze deelpunten zijn vertikalen getrokken, welke op T h de punten $1'$, $2'$, $3'$ enz. geven. Bepalen wij ons nu vooreert tot de muurdeelen, welker vertikale grenslijnen binnen T h blijven, dan zijn deze, zoo als wij naar aanleiding van het voorgaande vonden, belast met $\frac{2,5}{9,8} \times 3710$ Kg., dus met ongeveer 950 Kg. Hierbij komt het muurgewicht van elk deel tusschen twee opvolgende vertikalen begrepen, gelijk aan $44 \times 2,2 \times 2,5 \times 1,8$ of 435,6 Kg., en vervolgens nog $\frac{2,5}{5,5} \times 600$ voor de balksbelasting of 272,7 Kh. Wij hebben dus voor den druk van elk dergelijk deel 950 + 435,6 + 272,6 of 1658,2, stellen wij 1660 Kg. Wij nemen nu X X', $X'X_2$, X_2X_3 enz., elk gelijk aan 1660 Kg. tegen een mM. per 100 Kg., en trekken wij dan de lijnen $u'w$, $u'x$, $u'x_1$, $u'x_2$ enz., dan is onze hulpfiguur voor de bepaling van de krommelijn, volgens welke de druk van den benedenboog zich in den muur voortplant, bepaald. Wij behoeven nu de wijze waarop wij die krommelijn construeeren niet nader aan te geven, omdat wij daarbij het vroeger behandelde te volgen hebben. Wij zullen zien, dat die krommelijn de grondlijn van den muur in u zal snijden. Wij nemen nu op die grondlijn $u\,y$ gelijk aan de helft van $q\,u$ en gaan wederom van het beginsel uit, dat de werking van den belasten boog zich over de lengte $q\,y$ doet gevoelen. Wij vinden dan $q\,u = 10$ en dus $q\,y = 15$ dM. Wij vinden ook E $h = 14,7$, en laten wij nu uit h de vertikaal $h\,z$ neer, dan is $y\,z = 18 - 14,7 = 3,3$. Voor dit gedeelte is de druk voorbij E h vallende, welke de bovenmuur met de balksbelasting daarop uitoefent, nog niet in rekening gebracht. Dit ontbrekende muurgewicht is $36 \times 3,3 \times 2,2 \times 1,8$ of ongeveer 470 Kg. Aan balksbelasting komt hierbij $\frac{3,3}{5,5} \times 600$ of 360 Kg., waaraan dan nog 470 + 360 of 830 Kg. is toe te voegen. Wij stellen, dat deze bijkomende druk werkt op het midden van $y\,z$ en dus op 1,65 dM. van y werkt. Om te bepalen welken druk wij daarvoor, als bij u werkende, in rekening te brengen hebben, merken wij op, dat de afstand $u\,y = 5$ dM is. Wij hebben dan 830 met 1,65 of $\frac{3,3}{2}$ te vermenigvuldigen en het product door 5 te deelen, hetgeen ongeveer 280 kg. geeft.

De druk bij u, over $u\,y$ verspreid is dan 8300 + 280 of 8580 kg. Om nu te bepalen op welken afstand uit den buitenkant van den muur, wij moeten rekenen dat die druk werkt, vonden wij dat over het dubbel van $g\,h$, 4520 kg. op den afstand 9,9 cM. uit dien kant werkte. Voor het muurgewicht van P N S F R vonden wij 730 kg. Om nu ook voor dit dien afstand te bepalen vinden wij bij meting K h=20 dM. Wij vermenigvuldigen nu 20 met de halve muurdikte of 1,1 dM. en deelen dit product door 36 × 2,2. Het quotient ligt zeer nabij 0,03 dM., en dit van 1,1 aftrekkende geeft 10,7. De balksbelastingov er R F is 1010 kg. en dit gewicht werkt op $\frac{3}{8}$ van de muurdikte dus op 8,25 cM. of 0,825 dM. uit dien buitenkant. Wij hebben dan

$$\frac{2610\times 9,9+730\times 13,2+1010\times 8,24,}{4350.}$$

of ongeveer 9,3 cM. voor den afstand waarop wij den druk, door den boog voortgebracht, uit den buitenkant van den muur moeten rekenen te werken. Het gewicht van den muur der beneden verdieping over $q\,u$ verspreid is 5×435,6+230 of 2649 kg; zijne hoogte is 44 dM. Wij vermenigvuldigen 11×44 en deelen dit product door 36×22, en vinden dan voor quotient 6,1; dit van 11 aftrekkende vinden wij voor den afstand waarop wij moeten rekenen dat dit muurgewicht uit den buitenkant werkt 11—6,1=4,9. Om minder ingewikkeld te zijn wijken wij wel eenigszins van de absolute waarheid hierbij af, doch meenen dit zonder schaden te kunnen doen. De balksbelasting over $q\,u$ is 1531 kg., werkende op 8,25 uit den buitenkant van den muur. Wij hebben dan:

4350×9, 3+2649×4, 9+1531×8, 25, door de gezamenlijke druk of 8580 te deelen, en vinden dat het quotient zeer nabij 8 cM. ligt. Wij hebben nu de lengte $q\,u$ of 12 dM. te vermernigvuldigen met 0,8 en vervolgens met 600; hetgeen 5760 geeft De zekerheid is $\frac{5760}{8530}\times 10$ en dus omstreeks 6,5 of circa zes en een halfvoudig.

44. In fig: 19 hebben wij het geval gesteld dat wederom de assen der openingen in dezelfde vertikaal vallen, doch dat nu de wijdste opening, uit den muur der bovenste verdieping gespaard is. Wij stellen wederom den bovenmuur hoog 36, en den benedenmuur 44 dM. De bovenopening is 16 bij 24, de benedenopening 11 bij 22 dM in den dag, terwijl wij de balksbelasting even als in de vorige gevallen aannemen.

Wij hebben weder den inhoud te bepalen van het muurgedeelte P N S F R. Wij beschouwen daartoe P N als een rechte lijn, trekken P S en nemen voor den inhoud van den driehoek P N S het product van P N met de helft van P S. De inhoud van den driehoek is alzoo, 9,35 cM². Wij vinden bij meting F S = 10,5 en P R = 1,1 dM. dus te zamen 21.5 dM; de helft hiervan is 10,25 dM. eze vermenigvuldigen wij met R F of 8 dM., gevende 8×10,25 of 82 dM². De totale inhoud is dus 91,35 dM²; en het muurgewicht, 91,35×2,2×1,8 of ruim 361; waarvoor wij 370 kg. stellen. De balksbelasting is $\frac{8}{5,5}\times 603$, zijnde ongeveer 871, wij stellen 870 Kg; zoodat de halve boog met 1240 Kg. belast is. Het muurgewicht werkt op eenen afstand van den buitenkant van den muur, welke wij vinden door de hoogte P R=11 te vermenigvuldigen met de muurdikte, welke in cM. uitgedrukt, mede 11 is. Wij hebben dan 121. Deze moet gedeeld worden door 36×22, gevende 792. Wij vinden dan voor quotient 0,2, en dit van de halve muurdikte aftrekkende behouden wij 10,8 voor den gevraagden afstand. De balksbelasting werkt op $\frac{3}{8}$ der muurdikte binnen den buitenkant van den muur, en dus op 8,25 cM. van dien kant. Wij moeten nu 370×10, 8+870×8, 25 deelen door 370+870 of 1240. Het quotient ligt zeer nabij 9, en wij kunnen aannemen dat de gezamenlijke druk, door den boog voortgebracht, op 9 cM. uit den buitenkant van den muur werkt.

Om nu de vertikaal te vinden welke door het zwaartepunt van fig: P N S F R gaat, volgen wij de handelwijze in fig: 11 aangegeven, en zullen vinden dat deze op den afstand $p\,q$ = 3,7 dM. van q ligt. Wij hebben wederom W n $\frac{1}{3}$ W P en N m = $\frac{1}{3}$ N S genomen, $n\,o$ is horizontaal tot aan laatsgenoemde vertikaal getrokken en door o en m de lijn $o\,r$.

Wij nemen naar eene willekeurige schaal $o\,a$=1240 en daarbij 1 mM. voor 50 Kg., en trekken $a\,b$, welke nu den horizontalen druk door den boog uitgeoefend voorstelt. Vervolgens moeten wij het muurgewicht van het gedeelte $q\,t$ N S bepalen, en vinden bij meting $t\,s$=26,9, N=24 en $q\,t$=1,1 dM. Wij nemen nu de helft van 26+24, zijnde 25, en vermenigvuldigen deze met 1,1, gevende 27,5 voor de oppervlakte der fig: $q\,t$ N S. Het muurgewicht is dan 27,5 × 2,2 × 1,8 of omstreeks 109 Kg. waarvoor wij 110 stellen.

Wij nemen op de horizontale lijn, door q en t gaande, stukken t—0,0—1,1—2, enz., elk gelijk 2,5 dM., en trekken de vertikalen 0—0′,1—1′,2—2′ enz. Wij moeten nu het muurgewicht en de balksbelasting voor elk zoodanig deel bepalen. Het eerste is 2,5 × 2,2 × 36 × 1,8 of 356,4 Kg., waarvoor wij 360 Kg. stellen, de tweede is $\frac{2,5}{5,5}\times 600$, of ruim 272 Kg., waarvoor wij, om het te veel genomene eenigermate te compenseeren, 270 Kg. stellen. Het totaal is 630 Kg.

Wij construeeren nu naar het voorgaande de lijn, volgens welke de druk van den boog zich in den muur voortplant, en zullen zien dat deze de grondlijn der bovenverdieping in d snijdt, zijnde $d\,q$ = 15,25. Wij hebben dan $q\,c$ = $\frac{3}{2}\,q\,d$ = 22,875, waarvoor wij 23 dM. stellen Wij vinden voor den druk, door het muurwerk en den boog ter bepaling van het punt d, 1240+110+6×630 zijnde 5130 Kg. Het gewicht van 1240 Kg. vonden wij dat werkte op 9 cM. Het muurgewicht is gezamenlijk 110 + 6×360 of 2270 Kg. Nemen wij wederom $\frac{36}{79,2}\times 11$, dan vinden wij 6,4 cM. en deze is nu de afstand waarop dit muurgewicht uit den buitenkant van den muur werkt. De balksbelasting is 6×270 of 1620 Kg., werkende op

$\frac{3}{8}\times 22$ of 8,25 cM. uit dien buitenkant. Wij hebben alzoo 1240×9+2270×6,4+1620×8,25 te deelen door 5130. gevende ongeveer 7,6. De weerstand van den muur, waarop wij kunnen rekenen, is dan 15,25×0,76×600 of 7154 Kg. Nemen wij nu $\frac{7154}{5130}\times 10$. dan vinden wij 14 en kunnen dus aannemen dat de muur voor het bovengedeelte eene veertienvoudige zekerheid geeft

Wij nemen nu aan, dat over $q\,e$ een druk van $\frac{3}{2}\times 5130$ of 7545 Kg. verspreid is. De benedenboog is op zich zelve nu alleen met zijn eigen gewicht en het bovenliggende muurgedeelte, met de bijkomende balksbelasting, belast. Wij hebben alzoo het gewicht te bepalen van dit gedeelte muur. Voor $h\,f$ vinden wij bij meting 5,55; terwijl $f\,g$, 2,2 dM. is. De inhoud van den driehoek $h\,f\,g$ is alzoo 5,55×1,1 of 6,1 dM². Wij vinden $g\,l$=20,05 en $h\,k$=6,75 en voor 20,1 × 6,75, ongeveer 136 dM². De totale oppervlakte van den muur kan gesteld worden op 142 dM²; en wij vinden voor het muurgewicht 142×2,2×1,8 of ongeveer 562, waarvoor wij 560 Kg. stellen. De balksbelasting op $k\,l$ is $\frac{6,75}{5,5}\times 600$ of ruim 736 Kg; stel 740. Nemen wij nu 11— $\frac{20}{79,2}\times 11$. dan vinden wij ongeveer 5,5 voor den afstand waarop gerekend moet worden dat dit muurgewicht uit den buitenkant van den muur werkt. De balksbelasting werkt weder op $\frac{3}{8}\times 22$ of 8,25 cM. uit dien kant. Wij hebben dan 560 × 5,5 + 740 × 8,25 of 9185 te deelen door 560 + 740 of 1300, gevende ongeveer 7. Wij nemen hiermede aan, dat het eigen gewicht en de belasting van den benedenboog, op 7 cM. uit den buitenkant van den muur werken.

Bepalen wij nu, volgens het voorgaande, de vertikaal welke door het zwaartepunt van het muurgedeelte $f\,g\,l\,k\,h$ gaat, dan zien wij dat deze op den afstand $m\,n$ = ongeveer 2,5 dM. van m valt. Wij moeten nu wederom de lijn bepalen volgens welke deze druk zich in den muur voortplant, en daartoe in de eerste plaats het gewicht van het muurgedeelte $m\,u\,g\,f$ kennen. Wij zullen hiermede, den meermalen aangegeven weg inslaande, voor de oppervlakt, van dit gedeelte ongeveer 25 dM². vinden zoodat het muurgewicht 25 × 2,2×1,8 of 99, stel 100 Kg. is. De balksbelasting over de lengte $l\,t$ is $\frac{2,5}{5,5}\times 600$ of 272, stel 270 Kg. Elk gedeelte, behalve $u\,n\,o\,t\,l$, is belast met het gedeelte van den druk welke daarop door den bovenboog wordt uitgeoefend en dus met $\frac{2,5}{25,25}\times 1530$ of 840 Kg. Het muurgewicht van elk bedoeld deel, weder de breedte van 2,5 dM. hebbende, is 2,5×44×2,2×1,8 of 435,6, stel 440 Kg. De balkbelasting hierop is $\frac{2,5}{5,5}\times 600$ of 272, stel 270 Kg; de totale is dan 440+270×840 of 1550 Kg.

Wij kunnen nu met een en ander de lijn bepalen volgens welke de druk van den benedenboog in den muur wordt voortgeplant en vinden dan, dat die lijn de grondlijn, door m en n gaande, in v onmoet, zoodat $m\,v$ = 1 dM. is; wij moeten nu aannemen dat over $m\,v$ een vertikalen druk van 1300 + 3 × 1550 verspreid is, alzoo 5950 Kg.

Wij vinden dat die 1300 Kg. op 7 cM. uit den buitenkant van den muur werkt. De balksbelasting, hier 3×270 of 810 Kg., werkt op 8,25 uit den buitenkant, en het muurgewicht groot 3×440 of 1320 Kg. op 11— $\frac{44}{79,2}\times 11$ of 4,9 cM uit dezen De druk door den bovenboog voortgebracht is hier 3 × 840 of 2520 Kg. zooals wij zagen op 8 cM. uit dien kant. Wij hebben dan 1300×7+810×8,25+1320×4,9+2520×8 te deelen door 1300 + 810 + 1320 + 2520 of 43510,5 door 5950. Het quotient geeft 7,3; en deze is nu de afstand uit den buitenkant waarop de gezamenlijke drukking neerkomt. Wij hebben dan 1 × 0,73×600 of 3504 Kg. voor den druk welke de muur met tienvoudige zekerheid kan lijden. De druk welke deze te lijden heeft is 5950. De bestaande zekerheid is alzoo $\frac{3504}{5950}\times 10$ of bijna zesvoudig.

45. In fig: 20 geven wij eene schets van het geval waarbij de kleine opening in de bovensteverdieping is uitgespaard, en de assen der openingen niet in de zelfde vertikaal vallen, doch waarbij zij den afstand $v\,x$ hebben. Wij geven aan de openingen wederom de zelfde afmetingen in den dag, en nemen aan dat ook de overige gegevens dezelfde zijn.

Wij hebben dan voor den druk over E g verspreid wederom 4520 Kg. en E g=9,8; dus $g\,h$= $\frac{1}{4}$ E g=4,9 dM. Hoewel eenigszins van de waarheid afwijkende, stellen wij dien druk in evenredigheid aan de lengte over T V=9 dM. verspreid en wij hebben dan daarop eenen druk van $\frac{9}{9,8}\times 4520$ of 4260 Kg.

Het gedeelte W P O S van den benedenboog is dan belast met deze 4260 Kg. Hierbij komt nog het gewicht van het muurgedeelte V P O S T, en de balksbelasting der benedenste balklaag over V T verspreid. Wij vinden naar aanleiding van het voorgaande voor den inhoud van V P O S T 18,6 × 9 of 167,4 dM², en dus voor het muurgewicht 167,4 × 2.2 × 1,8 of ongeveer 660 Kg. De druk door de balksbelasting over V T verspreid, is $\frac{9}{5,5}\times 600$ of 980 Kg. Om nu te bepalen op welken afstand wij moeten rekenen dat uit den buitenkant van den muur de totale belasting werkt, vermenigvuldigen wij de hoogte V P met de halve muurdikte en deelen dit product door 36 × 22, welk quotient wij dan van 11 aftrekken, gevende ongeveer 8,4 cM. De druk der balksbelasting werkt op 8,25 cM. uit dien buitenkant en de druk door den bovenboog uitgeoefend op 9,3 cM. Wij hebben nu 4260 × 9,3 + 660 × 8,4 + 980 × 8,25 te deelen door 4260 + 660 + 980. Het quotient geeft 9 cM.

Wij bepalen nu het zwaartepunt van V P O S T, en trekken door deze de vertikaal $a\,b$; welke op den afstand c R binnen de daglijn R O valt. Wij nemen

wederom W $d = \frac{1}{3}$ van W P en O $f = \frac{1}{3}$ van O S. Wij trekken $d e$ loodrecht op $a b$, en door e en f de lijn $e k$. Naar eene willekeurige schaal maken wij $e b$ evenredig aan 5900 Kg. Wij namen 1 mM. voor 100 Kg. en $e b$ is dan 59 mM. Bij de toepassing moeten de figuren op grootere schaal geteekend worden, en neemt men dan ook voor 100 Kg. een grootere eenheid, bij voorbeeld 10 of ten minste 5 mM. De schaal is wel geheel willekeurig, doch een grootere geeft meer nauwkeurigheid. Wij herhalen dit hier, omdat vooral bij gevallen als het onderhoorige eene zoo ver mogelijk gedreven nauwkeurigheid te wenschen is.

Wij trekken nu $b l$ horizontaal, zijnde l het snijpunt dier horizontale met $e k$. Naar de schaal voor de gewichten genomen nu $b l$ metende, hebben wij de horizontale druk bij f op den muur uitgeoefend, en vinden daarvoor ongeveer 6400 Kg.

Wij vestigden bij de vroeger behandelde voorbeelden onze aandacht minder op dezen horizontalen druk, doch merken nu op, en die bemerking geldt ook voor alle andere gevallen, dat 1°: wanneer wij door f eene lijn $f m$ loodrecht op O S trekken, om geen te kleine fig. te verkrijgen, $f e$ verlengen, en dan uit m op $e m$ een loodlijn oprichten, dan zal deze $f e$ in n snijden. Is nu $m n$ in geen geval meer dan de helft van $n f$, dan zal dit de zekerheid geven dat er geen afglijding bij de porringsvoeg O S zal volgen. 2°. Wanneer wij de krommelijn bepalen volgens welke de druk zich in den muur voortplant, en wij voor de ontmoeting van die lijn met de grondlijn het punt p vinden, dan moet R q, wil men een volkomen voldoende zekerheid, minstens $\frac{2}{3}$ van R p zijn. Hoe minder welving men aan de bogen geeft in verhouding tot de spanning, des te grooter wordt de zijdelingsche druk, en des te breeder zal ook de hoekdam, R q dit zijnde, moeten genomen worden. In ons geval zoude deze dan 24 dM. moeten zijn. Neemt men de welving grooter dan kan de hoekdam eene meerdere breedte hebben, doch dan zal de vertikale druk wederom grooter worden; en het kan nu gebeuren dat hierom een meerdere dikte van den muur gevorderderd wordt. Kan men alzoo breede hoekdammen houden, en is men hierin door geene andere omstandigheden beperkt, dan neme men flauw gewelfde bogen, welke de muren minder belasten. Vallen daarentegen de openingen dicht bij de hoeken, dan kiezen men bij voorkeur den halve cirkel; dikwijls kan dan voor ontlastingsbogen de omgekeerde diep doorhangende kettinglijn gebezigd worden voor boogvorm; wij komen bij de behandeling der gewelven hierop nader terug.

Ons gekozene geval vervolgende, hebben wij het gewicht van het muurgedeelte O R Z S te bepalen. Wij vinden hiervoor, als voren handelende, 110 Kg. Zijn nu op R y van Z af stukken 0—1, 1—2 enz., allen gelijk aan 2,5 dM. genomen, en de vertikalen 0—0′, 1—1′ enz. getrokken dan vinden wij voor den druk die door elk gedeelte, tusschen twee opvolgende vertikalen begrepen, op het grondvlak van den muur wordt uitgeoefend 2,5 × 2,2 × 36 × 1,8 of 356,4. De balkbelasting geeft $\frac{2,5}{2,5}$ × 600 of 273 Kg. Passen wij het meermaal behandelde ook hier toe, dan vinden wij dat het muurgewicht op 6 cM. uit den buitenkant van den muur werkt; terwijl de druk der balkbelasting hiervoor den afstand 8,25 geeft. Stellen wij nu voor den gezamenlijke druk het ronde getal 630 Kg. dan vinden wij dat deze kan gesteld worden op 7 cM. uit den buitenkant van den muur te werken.

Het muurgewicht van zoodanig deel voor den benedenmuur is 44 × 2,5 × 2,2 × 1,8 of 435,6 Kg., hetwelk uit dien buitenkant zal bevonden worden te werken op nagenoeg 5 cM. afstand. De balkbelasting van de benedenste balklaag is wederom 273 Kg. werkende op 8,25 cM. uit dien buitenkant; en wanneer wij nu, altijd de gegevene voorschriften volgende, bepalen op welke afstand die gezamenlijke werking uit den buitenkant van den muur valt, en die werking op 710 Kg. stellen, dan vinden wij daarvoor 6,3. De gezamenlijke druk door elk zoodanig deel uitgeoefend, is dan 630 + 710 of 1340 Kg; en wij vinden dan al wederom naar aanleiding van het voorgaande, dat wij dien gezamenlijken druk moeten aannemen te werken op 6,7 cM. uit den buitenkant van den muur.

Construeeren wij nu de lijn volgens welke de druk zich in het benedenmuurwerk voortplant, dan zullen wij bevinden dat de lijn, deze aanwijzende, de grondlijn van den muur in p zal snijden, en dat R p = 16 dM. zal zijn. Wij moeten nu 6 zulke deelen in rekening brengen, en deze oefenen een druk van 6 × 1340 of 8040 Kg. uit. De loodrechte druk door de belasting van den boog uitgeoefend vonden wij te zijn 5900 Kg.; en de totale uitgeoefende druk is alzoo 13940 Kg. Passen wij nu de voorschriften van het voorgaande toe op het bepalen van den afstand, waarop wij moeten rekenen dat die druk ten opzichte van den buitenkant van den muur werkt, dan vinden wij daarvoor 7,6 cM. Wij hebben nu voor den weerstand van den muur, op tienvoudige zekerheid rekenende 24 × 0,76 × 600 of 10944, en wij hebben dan $\frac{10944}{13940}$ × 10 of ruim zevenvoudige zekerheid.

46. Wij gelooven hiermede het noodige gezegd te hebben omtrent den invloed van uitgespaarde openingen, door bogen gedekt, op de zekerheid van de muren. Wij meenen het uitsparen van openingen in buitenmuren, gevels enz., niet in het bizonder te moeten behandelen, daar alles op hetzelfde neerkomt, wanneer wij slechts de drukkingen, welke op de muren worden uitgeoefend, in rekening brengen; en wij gaven het noodige om dit te kunnen.

47. Wij behooren echter nog de gevallen te behandelen waarbij de openingen niet door bogen, maar door lateiën zijn afgedekt. Is de latei tevens bovendorpel van het kozijn, en dus door stijlen ondersteund, dan kunnen wij aannemen dat op deze de druk der belastingen, op de latei werkende, wordt overgebracht, en vandaar op het grondvlak van den muur. Stellen wij eene verdieping van 35 dM. hoogte, waarin een opening gespaard is van 18 bij 32 dM. in den dag. Zij de muur één steen of 22 cM. dik, en laten de stijlen de zwaarte van 10 bij 22 cM. hebben. Nemen wij verder aan, dat de muur balken ondersteunt welke 9 M. lengte hebben, en dat die lengte door deze in twee deelen van 5 en 4 M. gedeeld wordt; terwijl de balksafstand wederom 5,5 dM. is.

Wij moeten dan de zwaarte van de latei bepalen, en stellen daartoe bij gissing, de hoogte op 20 cM. De wijdte tusschen de dagzijden der stijlen is nu 16 dM. of 160 cM, en het draagvermogen van de latei wordt dan gevonden door de volgende becijfering $\frac{8 \times 22 \times 20 \times 20 \times 60}{160}$.

Wij vinden als uitkomst daarvan 26290. Het muurgewicht op de latei is dan 3 × 2,2 × 16 × 1,8 of 190 Kg. De balkbelasting is naar aanleiding van het vroeger behandelde gemakkelijk op te maken, waarbij wij dan in aanmerking te nemen hebben, dat de belasting van den doorgaanden balk $\frac{900 \times 55}{50}$ of 990 Kg. is; terwijl de verhouding van het kortste balkeinde tot de doorgaande balklengte $\frac{4}{9}$ zal zijn. Wij vinden voor den druk door den balk op den muur uitgeoefend, het naast bijliggende grootere tiental Kg. nemende, 930 Kg., en dit geeft over 16 dM. lengte eene drukking van $\frac{16}{5,5}$ × 630, of zoo wij wederom het grootste tiental Kg. nemen 1840 Kg; zoodat de totale druk is 190 + 1840 of 2030 Kg. Hieruit volgt, dat de gegiste hoogte van de latei veel te groot is. Men neme echter in aanmerking, dat elke belangrijke doorbuiging hier moet vermeden worden, waarom wij aanraden de hoogte niet te gering te nemen en dan nagenoeg gelijk aan de breedte of overeenkomstig de meest gemakkelijk verkrijgbare maten. Wanneer dit niet volstrekt noodig is, tengevolge van de buitengewone wijdte der openingen, raden wij niet aan, andere constructiën dan een eenvoudige latei tot ondersteuning van het ondervangene te doen dienen; omdat daarbij het geregelde metselverband op de beste wijze kan onderhouden worden, en dan is een overmatige zwaarte van de latei hier eene welbegrepen overdrijving van het volstrekt noodige.

Willen wij bepalen welke doorbuiging bij de gegeven afmetingen van de latei te verwachten zijn, dan handelen wij als volgt: Wij vermenigvuldigen, in cM. rekenende, de breedte 22 met de derde macht ter hoogte 20, gevende 176,000. Wij vermenigvuldigen deze uitkomst met de standvastige waarde 32 × 26,000 of 832,000, gevende 144,032,000,000. Wij nemen nu, 160 cM. de lengte zijnde, de derde macht van deze, zijnde 4,096,000, en vermenigvuldigen deze macht met de belasting waarvoor wij 2,030 kG. vonden. De uitkomst geeft, 8,314,880,000. Wij deelen nu deze laatste waarde door 144,032,000,000 en vinden dan ongeveer 0,06 cM., eene uiterst geringe buiging, welke, omdat wij de latei ten opzichte van de buiging in een toestand beschouwd hebben, welke nog grootere buiging geeft dan in werkelijkheid te verwachten is. Wij meenen echter te moeten aanraden de buiging niet grooter toe te laten dan $\frac{1}{1000}$ der vrijdragende lengte en dan nog in geen geval meer dan eenige weinige mM. Wij komen bij wijde openingen zoo licht in het geval, dat wel de latei meer dan het voldoende draagvermogen heeft, maar toch een buiging zoude onder gaan waaruit kleine scheuren in het ondersteunde muurwerk zouden kunnen volgen. Vooral bij gevelpuiën moet hierop bizonder gelet worden, dewijl ook een geringe zakking hier hoogst nadeelig zoude kunnen worden.

Wij raden aan de latei eene zoodanige lengte te geven, dat deze ruim de hoogte in den muur ter weerszijde van den dag der opening doorschiet; en wanneer geene bizondere omstandigheden dit verhinderen, de lengten van die doorschietende einden zelfs het dubbele van die hoogte te geven.

Wanneer wij den toestand dier einden nagaan, dan zullen wij gemakkelijk begrijpen, dat de druk op de latei, op die einden wordt overgebracht, doch ook, dat deze onmogelijk daarover gelijkmatig verspreid kan zijn, en dit ten gevolge der buiging, hoe gering ook, welke de latei ondergaat. Hoe zwaarder deze genomen wordt, des te meer zal bij dat overbrengen van den druk op eene gelijkmatige verspreiding mogen gerekend worden, en, eene buiging van $\frac{1}{1000}$ der lengte of minder aannemende, zullen wij zonder belangrijke fout die gelijkmatigheid als volkomen mogen beschouwen.

Bezigen wij de latei tevens voor boven-kozijndorpel en zijn dus de kozijnstijlen daarmede door pen en gat verbonden, dan zou het geval kunnen plaats hebben, dat de druk op de latei alleen op de kozijnstijlen en van daar op het grondvlak van den muur neerkwam.

Wij vonden voor dien druk 2,030, dus op iederen stijl 1,015 kG. Bij deze drukking hebben wij nog te voegen wat op elken stijl bijzonder weegt en dit is $\frac{1}{16}$ van 2,030 of bijna 120 kG., zoodat het grondvlak van den muur onder elken stijl met 1,135 Kg. gedrukt wordt. Hierbij hebben wij ongeveer 982 Kg. drukking der balken en 153 Kg. muurgewicht. Wij mogen nu aannemen, dat de druk van dit muurgewicht op de helft der muurdikte neerkomt, en dat de afstand van den buitenkant waarop wij bij den balksdruk te rekenen hebben, $\frac{4}{9}$ × 22 of nagenoeg 9 cM. is. Wij hebben dan 153×11 + 912×8 of 10521 te deelen door 1135 en vinden ongeveer 8,4. De weerstand van het grondvlak van den muur is dan, de stijlen 1 dM. breedte hebbende 1 × 0,84 × 600 of 504 Kg. De drukking is 1135 en wij vinden dan voor zekerheid $\frac{504}{1135}$ × 10 of nagenoeg 4,8 dus nog niet volkomen eene vijfvoudige.

Geheel anders wordt het geval wanneer wij de latei geheel van het kozijn afgezonderd houden. Stellen wij, dat deze 3 dM. over de stijlen heen in den muur door-

schiet en dat wij de druk op de latei gelijkmatig over die einden verspreid kunnen rekenen. Wij vonden voor de belasting op de latei 1135 Kg., werkende op 0,84 dM. uit den buitenkant van den muur. Hierbij komt nu het muurgewicht van 3 dM. lengte, dit is 3 × 2,2 × 35 × 1,8 of nagenoeg 416, stellen wij 420 Kg. De druk der balken voor dit gedeelte is $\frac{3}{5,5}$ × 630 of nagenoeg 245 Kg, stellen wij 350 Kg. De afstand uit den buitenkant van den muur, waarop wij moeten rekenen dat het muurgewicht werkt, is $11 - \frac{35}{79,2} \times 11$ of omstreeks 6 cM. Wij hebben dan
1135 × 0,84 + 350 × 0.9 + 420 × 0,6 of 1520.4 te deelen door 1135 + 350 + 420 of 1905, gevende ongeveer 0,8 dM; en wij hebben nu voor den muur 3 × 0,8 × 600, of 1440 Kg. De zekerheid is alzoo $\frac{1440}{1905} \times 10$ ofruim zevenvoudig.

Wij zien hieruit ten duidelijkste, dat er voor de zekerheid van den muur voordeel in ligt de latei niet voor bovendorpel van het kozijn te bezigen. In ieder geval ligt er voordeel in de openingen met ontlastingsbogen te dekken, en alleen, wanneer hiertoe geene gelegenheid bestaat, neemt men eene latei, om den druk op de doorgaande muurdeelen over te brengen.

48. Wij achten het van belang bij de behandeling van dit onderwerp nog bizonder neer te komen op de constructie der winkelpuiën, zooals deze in de meest gewone gevallen voorkomen. In den regel zal men hier tot eene latei, nu puibalk, tot ondersteuning van het bovendeel van den gevel moeten besluiten; daar de beschikbare ruimte tot overdekking met eenen boog ontbreekt of deze te weinig welving kan verkrijgen om geen gevaarlijken zijdelingschen druk op de blijvende hoekdammen voorttebrengen. Men zal nu hierin bij sommige gevallen wel door bizondere middelen kunnen voorzien, doch, in aanmerking nemende dat men meestal de grootst mogelijke vrije opening tusschen die dammen verlangt, zal wel in de meeste gevallen het leggen van een puibalk noodzakelijk zijn. Wij raden aan, hiervoor een, van plaatijzer geklonken, te kiezen.

Het komt er nu op aan de afmetingen van dezen te bepalen. In den regel is hier een' hollen rechthoekigen koker vorm te verkiezen, doch deze kan bezwaren omtrent het bevestigen der betimmering opleveren; hoewel bij behoorlijk overleg dit zelden een onoverkomelijk bezwaar zal geven.

Kiezen wij dien kokervorm, dan geve men aan de bodem- en dekplaten geene mindere breedte dan de dikte van den muur, welke daarop moet dragen en laten deze platen over de loodrechte kokerwanden zooveel wederzijds uitsteken dat met den balk de houten ribben, klossen enz: voldoende kunnen verbonden worden, om naar vereischte de betimmering te kunnen bevestigen.

Het is nu in de eerste plaats noodzakelijk dat wij den last bepalen welke op dien puibalk drukt, en om deze te bepalen dienen wij te weten welk muurgewicht en bizondere belasting de puibalk te dragen heeft. Gaarne zouden wij ons opstel de minst mogelijke uitbreiding geven, doch, zullen wij getrouw zijn aan het beginsel hetwelk ons tot schrijven aanspoorde, dan moeten wij ook hier een bepaald toelichtend voorbeeld behandelen, en ook dan nog zelfs wanneer wij overtuigd zijn alleen voor de minderheid der belangstellenden in ons geschrift daardoor van nut te zijn.

Ik meende hier het best te handelen door een geval te kiezen dat tot mijne bizondere praktijk behoorde en toch zeer alle daags voorkomende te achten is. Dit geval betrof de verbouwing van een gewoon burgerwoonhuis tot een winkelhuis. Het perceel had eene breedte van 8,15 M., en de vraag was de benedenverdieping te voorzien van winkelramen, waarbij de grootst mogelijke breedte voor de étalage behouden bleef. De begane grond van het gebouw lag 20 cM. boven de stoep en deze 10 cM. boven de trottoir. De verdieping gelijkstraats tot aan den bovenkant van de eerste balklaag had de hoogte van 4,3 M., de volgende van 3,5 en de bovenste van 2,9 M, zoodat de gezamenlijke hoogte boven de stoep was 10,9 M. De bovenverdieping liep niet over het geheele gebouw door. Dit was gedekt door een wolfskap met dwarsnok, en de zijmuren waren daarom tot afsluiting van het dwarskapje in den vorm van steile gevels opgetrokken, zoodat de dekking van dat deel een zadeldakje was. Men had hierdoor de gelegenheid verkregen tot het aanbrengen van twee zolderkamers, welker lichtopeningen enz. aan den voorgevel het aanzien gaven van drie verdiepingen hoog te zijn. De gevel had voor iedere verdieping 4 lichtramen. De muuropeningen van deze waren in den dag allen 1,21 M. wijd, en de 5 overblijvende dammen elk 66 cM. breed. De lichtopeningen waren afgedekt met 1 steens streksche bogen; die der eerste verdieping hadden 2,40 M. hoogte als muuropening. De borstweeringshoogte binnen het gebouw was op deze verdieping 46 cM., gerekend tot aan den onderkant der steenen dorpels. De lichtopeningen der bovenste of derde verdieping hadden 1,8 M. hoogte in den dag en ook deze verdieping had 46 cM. borstweering. De borstweering van het achtergedeelte van het gebouw was 0,8 M. boven den zolder. De voorgevelmuur had nu van den bovenkant van de balklaag der tweede verdieping, tot aan dien van de balklaag der zolderkamertjes, de hoogte van 2,90 N. Tot deze hoogte was de gevel doorgaande 1½ steen dik en verder nog ter hoogte van 5 dM., ter dikte van 1 steen opgetrokken. Wij hebben in de figuren 21 en 22 het dus bestaande, wat de hoofdlijnen betreffen, geteekend op eene schaal van 1 à 100, en in fig. 23 datzelfde na de verbouwing. Wij merken hierbij nog op, dat de helling der dakvlakken van het groote dak iets steiler dan 45° was, zoodat de hoogte boven de muurplaat 4.40 M. bedroeg. Uit eene teekening van den platten grond dezer bekapping zullen wij nu zien dat de breedte van een dakvlak van het dwarskapje in projectie 2,125 M. bedraagt.

Het gewicht van het een steen zware gedeelte van den

gevel was nu 5 × 81,5 × 2,2 × 1,8 of 1613,7; wij stellen 1620 Kg. De muur van 1½ steen dikte, boven den dag der openingen van de derde verdieping was 0,64 M. en dus het gewicht van dit muurgedeelte 6,4×81,5×3,3×1,8 of ongeveer 3100 Kg. De wijdte der dakkamertjes was 425 M; en wij moesten op de gewone belasting van de balklaag boven deze rekenen, om dat de zoldering daarboven tot berging van goederen gebezigd werd. Wij hebben voor die belasting in rekening te brengen 8,15 × 4,25 × 100 of ongeveer 3470 Kg; eigenlijk is die belasting het dubbel van dit bedrag, doch wordt zij slechts voor de helfi van het totaal door den muur gedragen. De belasting van een dakvlak, die als vertikaal werkende moet aangemerkt worden, is 8,15×2,125×220 of 3810 Kg.

Wij bepalen ons nu aanvankelijk bij het gedeelte van den gevel boven den dag der bovenste openingen. Het muurdeel, hoog 5 dM. dik 2.2 dM. kunnen wij aannemen op het midden der muurdikte te drukken en dus op 11 cM. uit den buitenkant van den gevel. De balksbelasting rekenen wij dat werkt op 22 cM. uit dien kant, en dit in de veronderstelling dat de balken der zolderkamertjes 22 cM. in den mnur liggen. Nemen wij nu aan, dat de hielen der sporen van het dwarskapje volgens de muurdikte 10 cM. zijn, dan komt de druk der dakbelasting neer op 5 cM. uit den binnen, en dus 28 cM. uit den buitenkant. Het muurgedeelte dik 3,3 dM. hoog 6.4 dM. kunnen wij, zonder belangrijke fout, rekenen op 16,5 cM. uit dien buitenkant te werken. Wij hebben nu
1620×11+3470×22+3810×28+3100×16,5 of 250990, te deelen door 1620 × 3470 + 3810 + 3100 of 12000 hetgeen ongeveer 28 geeft, en wij mogen dus aannemen dat de druk op de strekschebogen der bovenste luchtopeningen, op 28 cM. uit den buitenkant van den gevel neerkomt.

Zij nu fig: 24. De teekening van een gedeelte des gevels, gaande tot aan den bovenkant en aanvangende aan den benedendagkant van de bovenste openingen, en waarop C D de bovenlengte van den strekschenboog aangeeft. Wij vinden bij meting dat deze 14 dM. is. Om nu te bepalen hoeveel op dien boog drukt, hebben wij de evenredigheid 81,5: 14=12000: x, en wij vinden hieruit x = 2060 Kg.

Wij moeten nu bepalen op welke wijze die druk zich in de dammen voortplant, en waar die voortplantingslijn het grondvlak van de hier in aanmerking genomene muurhoogte snijdt. Wij moeten te dien einde de vertikaal bepalen welke door het zwaartepunt van de fig: E D I K F gaat. Passen wij hiervoor het vroeger aangegevene toe, dan vinden wij, dat deze op nagenoeg 3,4 dM. afstand van G de grondlijn in c snijdt, zijnde a b de vertikaal door dat zwaartepunt gaande. Wij hebben in de symetrieke figuur F K S C Q aangegeven door welke constructie van lijnen het punt waardoor die vertikaal moet loopen, gevonden wordt. Wij nemen nu H $d = \frac{1}{3}$ H F en ook E $e = \frac{1}{3}$ E D. Wij trekken d f horizontaal, gevende met a b het snijpunt f, en trekken dan door f en e de rechtelijn f g.

Wij kunnen nu aannemen, dat in de vertikaal a b de helft van de belasting op den strekschen boog werkt en dus 1030 Kg. Wij nemen dan naar eene willekeurige schaal b. v. 1 cM. voor 20 Kg.. op a b van f af een stuk f h hetwelk de drukking van 1030 Kg. voorstelt, alzoo 51,5 mM. Wij trekken nu door h eene horizontale lijn welke de lijn f g zoude snijden, in eenig punt dat wij i zullen noemen en dan is naar de zelfde gewichts schaal gemeten h i, de lengte van die horizontale, de grootte van den zijdelingschen druk welke op de dammen door de streksche bogen wordt uitgeoefend. Wij hebben vervolgens het muurgewicht van het gedeelte E L M D te bepalen. Wij vinden bij meting L M = 0,7, M D = 20,2 en L E = 18 dM. De oppervlakte van L M E D is dan $\frac{20,2 + 18}{2} \times 0,7$ of 13,37 dM². De breedte van den dam tusschen de streksche bogen is 6,6 − 2 × 0,7 of 5,2 dM. De hoogte der dammen tot aan de benedenwaarts volgende balklaag is 29 dM. Wij hebben nu voor het muurgewicht van L M E D 13,37 × 3,3 × 1,8 of nagenoeg 80 Kg. en voor het muurgewicht van den dam 29 × 5,2 × 3,3 × 1,8, gevende ruim 895 Kg. Wij stellen daarvoor 900 Kg; en nemen aan, dat over L N een muurgewicht van 2 × 80 + 900 of 1060 Kg. verspreid is. Over de breedte D P drukt van den een steens bovenmuur, $\frac{5,2}{81,5} \times 1620$, van de dakbelasting, $\frac{5,2}{81,5} \times 3810$ en van de balkbelasting $\frac{5,2}{81,5} \times 3470$, gevende te zamen $\frac{5,2}{81,5} \times 8900$ of ongeveer 580 Kg. De totale druk over L N verspreid is dan 1060+580 of 1640 Kg. Wij vonden voor den vertikalen druk op den strekschen boog 2060 Kg. en wij kunnen dus aannemen dat over L N een druk van 2060 + 1640 of 3700 gelijkmatig verspreid is.

Wij hebben nu, om te bepalen op welken afstand uit den buitenkant van den muur die druk neerkomt, 2060 Kg. werkende op 11 cM. $\frac{5,2}{81,5} \times 1620$ of 110 werkende op 11 cM. $\frac{5,2}{81,5} \times 3470$, of nagenoeg 220 werkende op 22 cM. en $\frac{5,2}{81,5} \times 3810$ of ongeveer 250 werkende op 28 cM. Het muurgewicht werkt op den afstand $16,5 - \frac{29}{118,8} \times 16,5$, gevende omstreeks 13 cM

Nu is 2060 × 21 + 110 × 11 + 220 × 22 + 250 × 28 + 1060 × 13 = 70290; dit moet gedeeld worden door 2060+110+220+250+1060 of 3700. Het quotient is ongeveer 19; zoodat de druk nu op 19 cM. uit den buitenkant en dus op 14 cM. uit den binnenkant van den muur neerkomt. Wij moeten nu den kleinsten van deze afstanden in rekening brengen, en wij hebben dan voor den weerstand van den muur 1,4 × 6,6 × 600 of 5544 Kg.

Wij zien hieruit, dat de muur niet alleen bestaanbaar is, maar voor eene volstrekte zekerheid zelfs te zwaar is, en dat nu ook de zekerheid $\frac{3700}{5544} \times 10$ of bijna 16 voudig is. Het gekozene voorbeeld wijst ons aan, dat wij een over het midden van den muur binnen-

waarts neerkomenden druk hebben, en de muur naar binnen zal gaan overhellen, een verschijnsel dat meermalen wordt aangetroffen. Zoo mogelijk brenge men in die gevallen het punt waar die druk neerkomt meer naar het midden van die muur, waartoe het meer doen doorschieten der balken van de zolderkamertjes in den muur kan bijdragen; en dit is te meer noodzakelijk omdat een binnenwaartsche overhelling den muur eene uitbuiking geeft, en het bovengedeelte aan doorslaan blootstelt.

Wij moeten nu onze aandacht vestigen op den buiten- of hoekdam. In de eerste plaats zullen wij te onderzoeken hebben of de richting van den druk door den strekschen boog voortgebracht, in ons geval de richting *k l*, en dan in verband met den loodrechten druk op Q R in die voeg Q R, ook eene zijdelingsche verschuiving kan te vreezen geven. Wij hebben hiertoe wederom den druk op de dambreedte T S te bepalen. De eensteens bovenmuur, benevens de belastingen van dak en balklagen geven dewijl de dambreedte hier in rekening te brengeu 5,9 dM. is, $\frac{5,9}{81,5} \times 8900$ of ruim 644, stellen wij 650 Kg. De oppervlakte Q C S T R bestaat uit den driehoek Q U C en den rechthoek U S T R. De driehoek heeft $\frac{1}{2} \times 0,7 \times 2,2$ of 0,77 dM². oppervlakte. De rechthoek 6,4 × 5.9 of 37,76 dM².. alzoo te zamen 38,53.

Het gewicht van het hier bedoelde muurgedeelte is dan 38,53 × 3,3 × 1,8 of ruim 228; stellen wij 230 Kg. Wij nemen aan, dat de vertikaal door het zwaartepunt van dit gedeelte, door het midden van Q R gaat. Zij *m n* die vertikaal, welke *k l* in *o* snijdt. Meten wij nu naar de schaal der gewichten, *f i*, en zetten wij van *o* naar *p* die lengte uit; nemen wij verder *o q* naar die zelfde schaal = 230 + 650 of 880, en beschrijven wij dan het parallelogram *o p q r*, dan zal de diagonaal *o r*, met Q R eenen hoek moeten maken die grooter dan 30° is. Om dit te onderzoeken beschrijven wij op Q *s* eenen gelijkzijdigen driehoek en deelen de zijde *t* Q midden door. Trekken wij nu *s u*, dan moet de richting van den diagonaal *s r* niet binnen den hoek *u s* Q vallen. Is dit laatste wel het geval, dan is de zekerheid tegen een mogelijke verzetting niet aanwezig, en zal men, om niets te wagen, door eene bekwame verankering die verschuiving onmogelijk moeten maken. Bij eene zorgvuldige uitvoering geeft wel het muurverband zelve eene dergelijke verankering, doch het is raadzaam deze zekerheidshalve buiten rekening te laten. Bezigt men in de plaats van streksche-, segmentbogen voor de overdekking der openingen, dan wordt dit gevaar voor zijdelingsche uitwijking minder, en wel te minder naar gelang de welving dier bogen betrekkelijk grooter is; ook zal een meerdere dikte der streksche bogen hier gunstig werken, welke wenken in verband met een zorgvuldige uitvoering veel tot de bestaanbaarheid kunnen bijbrengen. Wij dienen nog op te merken, dat wij de gewichtschaal tot beperking van de grootte der figuren kleiner genomen hebben, dan voor eene dadelijke toepassing wenschelijk is.

Is de dam bij de laag Q R volkomen tegen verschuiving verzekerd, en dit zoo noodig met behulp van eene verankering, dan zal de zijdelingsche werking, zoowel door de wrijving als door den zamenhang van het metselwerk, tegengehouden worden, en hebben wij alleen op eenen vertikalen druk te rekenen. Wij behoeven nu voor dien dam geene bizondere berekening in te stellen wanneer wij, zoo als hier, bij gelijke breedte der dammen de middendammen voldoende bestaanbaar vonden, en deze berekening zal dan alleen noodig zijn, wanneer de breedte der hoekdammen kleiner zal genomen worden, hetgeen wij aanraden zooveel mogelijk te vermijden. Heeft dit laatste echter plaats, dan zal men, naar aanleiding van het voorgaande, gemakkelijk omtrent de al- of niet bestaanbaarheid zich kunnen vergewissen.

Den gevelmuur voor de bovenste verdieping voldoende bestaanbaar bevonden hebbende, gaan wij tot de behandeling van dien muur bij de volgende, lager liggende, verdieping over. De verdiepingshoogte stelden wij 35 dM., en het muurgewicht is dan 35× 3,3 × 6,6 × 1,8 1372, nemen wij aan 1380 Kg. De druk welke de bovendam daarop uitoefent vonden wij 3700 Kg. te zijn; hierbij komt dan nog de druk welke de streksche bogen der lichten van de nu behandelde verdieping daarop uitoefenen. Wij hebben onder de bovenlichten van den benedenkant der bovenste tot den bovenkant der lagere, een hoogte van 11,2 dM. en het muurgewicht van het metselwerk op eenen strekschen boog dragende, is dan 12,1 × 11,2 × 3,3 × 1,8 of ruim 724, wij stellen 730 Kg. De strijkbalk lag gedeeltelijk in den muur, en wij moeten dus de belasting van een zoldervak voor zoover deze op dien strijkbalk neerkomt, in rekening brengen. De binnenwerksche breedte van dit gebouw was 74,9 dM. De balken lagen 8 dM. uit elkander en wanneer wij als vroeger voor een woonhuis 200 Kg. per M². belasting aannemen, vinden wij dat een zoldervak met 1280 Kg. belast is; en de strijkbalk over de lengte van 74,9 dM., gelijkmatig, met 640 Kg. Wij stellen gemakshalve 75 dM. in plaats van 74,9. Dit geeft voor de belasting boven den dam, $\frac{6,6}{75} \times 640$ of 58 Kg., en voor die over de breedte der gespaarde opening $\frac{12,1}{75} \times 640$ of nagenoeg 104 Kg. Nemen wij nu in aanmerking, dat op een middendam van weerszijden de helft van dezen laatsten druk neerkomt, dan vinden wij, dat de totale druk op dien middendam, 3700 + 1380 + 58 + 730 + 104 of 5972 Kg. is. Van deze werken de gevondene 3700 Kg. op 19 cM. uit den buitenkant van den muur. Het muurgewicht van 1380 Kg. werkt op een afstand die wij vinden door de becijfering van $16.5 - \frac{35}{118,1} \times 16,5$, gevende nagenoeg 14 cM. De balksbelasting stellen wij te werken op 5 cM. uit den binnenkant en dus op 28 cM. uit den buitenkant; en nemen wij nu aan, dat het muurgewicht boven de opening op het midden van den muur en dus op 16. 5 cM. werkt, dan hebben wij 3700 × 19 + 1380 × 14 + 58 × 28 + 104 × 28 + 730 × 16,5 of ongeveer 206201 te deelen door de gezamenlijke belasting waarvoor wij 5972 vonden. Het quotient geeft 18, en dus is de afstand waarop die belasting uit den binnenkant van den muur werkt 33--18 of 15 cM. Wij hebben nu voor den weerstand van den muur 1,5 × 6,6 × 600 of 5940 Kg; zoodat wij, dit zeer weinig van 5972 verschillende, ook voor deze verdieping den muur als volkomen bestaanbaar kunnen aannemen.

Het is noodig dat wij, hoewel dan ook bestaanbaar, den druk op de hoekdammen bepalen. Deze is voor de bovenste verdieping 3700—1020 of 2680 Kg. Wij hebben hierbij de helft of 1020 en niet den totalen druk op den strekschen boog van de bovenverdieping in rekening te brengen. Hierbij komt nog het muurgewicht van den dam, waarvoor wij 1380 Kg. vonden, vervolgens de druk welke de helft der belasting van den nu in aanmerking komenden strekschen boog uitoefent, en deze was 730 + 104 of 834 Kg., waarvan wij de helft op 420 stellen, en dan nog 58 Kg. voor den druk der balken op dien dam. Het gezamenlijke is nu 2680+1380+417+58 of 4535 Kg. Van deze werken 2680 Kg. op 19 cM. uit den buitenkant, 1380 op 14 cM., 417 op 16,5 cM. en 58 op 28 cM. Wij hebben dan, 2680 × 19 + 1380 × 14+417×16,5+58×28 te deelen door 4535, gevende nagenoeg 18. De weerstand van den dam is dan 6,6 × 1,5 × 600 of 5940 Kg. waaruit wij besluiten, dat ook daar de bestaanbaarheid ruim voldoende is. Wij merken op, dat wij de gevondene 18 cM. van 33 cM. moesten aftrekken om de blijvende 15 cM. bij de bepaling van het weerstandsvermogen in rekening te brengen, terwijl wij hierbij wederom aannemen, dat elk gevaar voor zijdelings uitzetten is weggenomen. Wij zagen, dat de muur ook hier wederom de neiging heeft tot binnenwaarts overzetten, en dat dus de onder te plaatsen pui zoude trachten voorover te zetten, zoodat een stevige koppeling van deze aan de balklaag enz. volstrekt noodzakelijk werd.

Wij hebben nu tot aan de balklaag der benedenste van de beide bovenverdiepingen, onder de lichtopeningen nog 4,6 dM. muurhoogte en deze geeft over de uitgestrektheid van 12,1 dM. een gewicht van 12,1 × 3,3 × 4,6 × 1,8 of 230 Kg.

Wij zijn nu genaderd tot de ondersteuning van den gevel door de constructie van den gevelpui. Zooals wij reeds aanmerkten, verlangde men vooral de tusschensteunsels van zoo gering mogelijke breedte. Tijdens de uitvoering van dit werk koos men bij deze constructiën, voor den puibalk in den regel een Riga-greenen balk van voldoende zwaarte om daarop den bovenmuur ter volle dikte te doen dragen Om de noodzakelijke verankering te hebben liet ik den strijkbalk vervallen, en bracht eene bebalking van kleinere balkjes aan, welke op voorloeven over den puibalk gekeept verbonden werden, en zoodanige lengte hadden, dat zij over den tweeden balk in de balklaag der verdieping heen reikten. Zij verkregen hierbij de lengte van ongeveer 2 M., en werden met den puibalk en met dien tweeden balk op de gezegde wijze verbonden en daarbij nog de verbanden door schroefbouten verzekerd. De fig. 25 en 26 geven deze constructie aan, waarin tevens de horizontale kruisen aangegeven zijn waarmede de balken nog verbonden waren; terwijl aan den balk, welke de dwarsbalkjes ondersteunde, de noodige verzwaring was gegeven. Op deze wijze was, vooral ook door medewerking der zolderdeelen, eene onverzetbare verankering verkregen.

Wilden wij nu ter bepaling van de afmetingen van den puibalk, strikt datgene volgen wat de theorie hiervoor aangeeft, dan zouden wij in zeer ingewikkelde berekeningen vervallen. Ik sloeg daarbij eenen anderen weg in en beschouwde den puibalk als gelijkmatig belast met het gewicht, hetwelk gerekend naar 6,6 dM. daarop door het gemiddelde van de drukkingen der hoek- en middendammen als druk wordt uitgeoefend. Hierbij stelde ik de belasting belangrijk grooter dan deze in werkelijkheid was, geen enkele rede toch bestond er, om hier niet met overmaat van voorzichtigheid te werk te gaan. Wij hebben nu twee hoek- en drie middendammen. Den druk op elken hoekdam vonden wij 4530 Kg. en dien op elken middendam 5980. Wij hebben dan 2 × 4530 + 3 × 5980 te deelen door de vrijdragende lengte van den puibalk, dus door ongeveer 75 dM., hetgeen nagenoeg 330 geeft. Hierbij komt de helft der belasting van een dubbel zoldervlak en dit is per strekkende dM. 1,8×0,1×200 of 36 Kg., zoodat wij den puibalk op dM. lengte ons belast voorstellen met ongeveer 370 Kg.

Ik stelde nu twee tusschensteunpunten, elk met hun midden liggende op 2,70 M. uit den dag van den hoekdam onder de pui, waarbij ik de hoekdammen de breedte van 0.44 M. liet behouden. Ik beschouwde nu den puibalk als eenen balk van 270 cM. vrijdragende lengte, hoog 35 en breed 33 cM.. de hoogte van 35 cM. beschikbaar hebbende. Verder nam ik aan, dat ik veilig dien puibalk konde beschouwen in een toestand waarbij de ondersteuning der einden het midden hield tusschen eene enkele ondersteuning en een bevestiging van deze, en alzoo belast met 27 × 370 of 9990 Kg. waarvoor ik 10000 Kg. stelde.

Ik berekende nu het draagvermogen van zoo langen balk op de volgende wijze: de breedte van den balk, vermenigvuldigd met de tweede macht der hoogte gaf 33 × 35 × 35 of 40425. Deze waarde honderdmalen genomen, gaf 4042500, en dit deelende door de balkslengte in cM. of 270 gaf ongeveer 15000. De belasting over de bedoelde lengte was 27 × 370 of 9990 Kg., waaruit het meer dan voldoende der afmetingen, aan den puibalk gegeven, blijkt. Hoewel dit in ons geval minder noodzakelijk was, dient men toch in het algemeen te onderzoeken of bij die belasting de puibalk ook eene te groote buiging zoude ondergaan. De grootte dier buiging wordt gevonden door de derde macht der vrijdragende lengte, 5 malen te nemen. Ons geval geeft hiervoor 270 × 270 × 270 × 5 of 98405000. Door vervolgens het standvastige getal 32 met het andere standvastige getal 130000, en dan nog met de breedte 33 en met de derde macht der hoogte 35 te vermenigvuldigen, dus 32 × 130000 × 33 × 35 × 35 × 35 of 585280000000,

en eindelijk door dit laatste getal met de belasting 9990, waarvoor wij 10000 stellen, te vermenigvuldigen en dan op 98405000 te deelen, vinden wij 0,2 cM. De balk zal dus niet meer dan 2 mM. onder de belasting doorbuigen; en deze doorbuiging is zoo gering, dat zij buiten rekening kan blijven; vooral in aanmerking nemende, dat de balk in een toestand verkeerde, welke in werkelijkheid niet bestond.

Het was nu verder noodzakelijk te onderzoeken of de tusschenstijlen, om den daarop drukkenden last te dragen, zonder beteekenend door te buigen de noodige dwarsafmetingen hadden. Deze stijlen waren 22 bij 33 cM. zwaar en hadden de hoogte van 35 cM. Nemen wij nu $15 \times 2{,}2$ dan vinden wij 33 en dus de afmeting iets minder dan $\frac{1}{15}$ van de hoogte; doch het verschil is zoo gering dat de koppeling, uit de betimmering volgende, aan dit mindere voldoende te gemoet komt om geene gevaarlijke buiging te vreezen.

Om nu volkomen zeker te zijn moest nog de zekerheid bestaan van de genoegzame grootte der draagvlakken voor dien stijl. Om dit te beoordeelen was het noodig den druk te kennen welke die stijlen te weerstaan hebben. De puibalk werd nu beschouwd als eenen vrijdragenden balk van 73 dM. lengte en ter weerszijde op 27 dM. uit de einden ondersteund, terwijl de belasting werd beschouwd $3 \times 5980 + 2 \times 4350$ of ongeveer 27000 Kg. te zijn. Wij vinden nu den druk op de tusschensteunpunten, als volgt.

De afstand van af het midden der tusschenstijlen tot de einden der vrijdragende lengte was 270 cM; en de verhouding van dien afstand tot de totale balklengte is $\frac{270}{730}$ of nagenoeg $\frac{3}{8}$. Wij deelen het dubbel van deze breuk op de eenheid, en vinden dan $\frac{4}{3}$. Wij nemen nu de helft van de tweede macht van dit gebroken gevende $\frac{9}{128}$, tellen daarbij $\frac{4}{3}$ en vinden dan $\frac{521}{384}$. Van 3 trekken wij nu $4 \times \frac{3}{8}$ af en het behouden $\frac{3}{2}$ en het dubbel hiervan is $\frac{6}{2}$. Dit op de eenheid deelende geeft $\frac{1}{3}$. Nu vermenigvuldigt men $\frac{377}{284} \times \frac{1}{3}$ gevende $\frac{377}{1152}$ en dit gedeelte van de totale last, drukt nu op elk der stijlen; wij vinden daarvoor ongeveer 900 Kg. Wij stelden de breedte van de tusschenstijlen 2,2 dM.; en wij mogen dus aannemen dat $4{,}4 \times 3{,}3 \times 600$ den vereischten weerstand moet geven. Wij vinden daarvoor 8712; dat is minder dan 10000. Het werd dus noodig den druk van de stijlen over eene grootere oppervlakte te verspreiden, waaraan gemakkelijk door het inmetselen van blokken gehouwen steen onder de stijlneuten voldaan werd.

Bedraagt nu de belasting op de tusschensteunpunten $\frac{1}{3}$ van de belasting, dan heeft elke hoekdam $\frac{1}{6}$ daarvan te dragen of 4500 Kg. Den dam gaven wij de breedte van 4,4 dM. en rekenen de hoogte boven de borstweering van het parterre 38 dM Wij vinden dan voor het muurgewicht $4{,}4 \times 38 \times 3{,}3 \times 1{,}8$ of ongeveer 990 Kg. Van het boven de puibalk staande werk heeft de overblijvende dambreedte te dragen $\frac{4{,}4}{6{,}6} \times 4553$ of ongeveer 3036; stel 3040 Kg. De totale belasting op den dam is alzoo $4500 + 990 + 3040$ of 8530 Kg.; van deze werken 4500 Kg. op 16 cM. van den buitenkant van den muur, 990 op een afstand die wij vinden door de becijfering van $16{,}5 - \frac{45}{118{,}8} \times 16{,}5$ gevende nagenoeg 12 cM., en nog 3040 op den afstand van 16,5 dM. Wij hebben alzoo $4500 \times 16{,}5 + 990 \times 12 + 3020 \times 16{,}5$ of 135960 te deelen door 8530; dit geeft nagenoeg 16; en wij hebben dus voor den weerstand $1{,}6 \times 4{,}4 \times 600$ of 4224 Kg. De belasting, 8530 zijnde, is de dam eigenlijk te zwak en moesten hiertegen maatregelen genomen worden. Het beste was, achter het plint een blok gehouwen steen in te metselen van voldoende grootte, om zeker te zijn dat de druk zich over een genoegzame oppervlakte verspreidde. Zonder daaromtrent in berekeningen te vervallen kan men aannemen, dat daaraan voldaan wordt door dit steenblok de lengte van ruim $1\frac{1}{2}$ maal de dambreedte en eene hoogte niet minder dan de muurdikte te geven

Men zal de opmerking maken, dat zonder de aangehaalde voorzorgen er tal van soortgelijke werken zijn uitgevoerd welke aan de eischen der gegevene voorschriften niet voldoen, en toch bij ondervinding bleken bestaanbaar te zijn. Wij kunnen noch willen dit tegenspreken, maar houden daarbij vol, dat die werken dan een minderen graad van zekerheid hebben, en niet die, welke onder alle omstandigheden voldoende te achten is; herhaaldelijk is mij bij het verbouwen van dergelijke perceelen gebleken, dat het ongenoegzame van de constructie zich wel degelijk had doen gevoelen, en dan wel niet op eene direct gevaarlijke wijze, doch op eene welke bij volledige zekerheid niet toetelaten is.

In onzen tijd zouden wij in zulk een geval den houten puibalk door een balk van geklonken plaatijzer, vervangen, en alles, aangaande het onderzoek van de bestaanbaarheid der constructie, blijft dan hetzelfde, behoudens de bepaling van de afmetingen van dien balk en datgene wat daarbij aangebracht moet worden om de betimmering naar behooren te bevestigen. Wij hebben bij de behandeling der afmetingen van balken, (zie 1sten jaargang van dit Tijdschrift), het noodige aangegeven om die te bepalen, en zullen dan ook hieromtrent in geene verdere bijzonderheden treden. Wij meenen nu genoeg gegeven te hebben om naar de door ons aangenomen beginselen de bestaanbaarheid der muurdikten voor onze gebouwen van dagelijks voorkomende constructie, te kunnen beoordeelen, en zullen hiermede dat gedeelte van ons opstel besluiten om, zoo hiertoe de gelegenheid tot plaatsing verschaft wordt, de verdere muurwerken aan het hoofd van dit opstel genoemd, te vervolgen. Wij herhalen de bemerking, dat wellicht niet door allen met onze wijze van zien zal ingestemd worden doch kunnen blijkens opgedane ervaring gerustelijk verklaren, dat bij het opvolgen dier voorschriften wij ons in geen enkel geval eenig nadeelig incident als gevolg van te gering gekozen afmetingen te verwijten hebben, terwijl wij vertrouwen daarbij tevens op eene redelijke wijze de eischen der spaarzaamheid te hebben in acht genomen. 1)

1) Wij zullen ons inziens kunnen volstaan met, ter verduidelijking van de grondslagen onzer voorschriften, te doen opmerken, dat wij steeds van het beginsel uitgingen, dat, wanneer een muur 36 malen de dikte voor hoogte heeft, de druk van het gewicht van dien muur neerkomt op zijn buitenkant en wel op dien, naar welken de muur tracht overtezetten. Is nu de muurdikte d dan is 36 d de hoogte waarbij die druk juist op dien buitenkant neerkomt; en voor de hoogte h zal dan voor den afstand van het punt, waarop wij moeten rekenen dat het gewicht uit het midden van den muur werkt, gevonden worden $\frac{d}{2} - \frac{h}{36\,d} \times \frac{d}{2}$. Wij hebben bij de berekeningen door ons ingesteld, de formule in dezen vorm toegepast, omdat wij meenden daarbij duidelijker aantegeven van welk beginsel wij uitgingen. Deze formule is te herleiden tot $\frac{36\,d - h}{72}$, welke in sommige gevallen voor de becijfering gemakkelijker zal kunnen zijn.

De bepaling van het punt waarin wij de verschillende drukkingen, op eenen muur werkende, moeten denken neer te komen, leidden wij af uit de leer der Statische Momenten, zoodat alle verdere inlichtingen ten dezen aanzien ons overtollig voorkomen. Wij stelden den gezamenlijken druk per dM². metselwerk, bij eene tienvoudige zekerheid, op 300 Kg., en meenden daarbij het nog niet volkomen verharden van den mortel in rekening gehouden te hebben. Natuurlijk wordt, vooral bij eene zorgvuldige behandeling van het metselwerk, die zekerheid op den duur grooter, en van hier dan ook de bestaanbaarheid bij afmetingen die minder zijn dan onze voorschriften geven. Dat echter wel eens wat veel gewaagd wordt, bewijzen de van tijd tot tijd voorgekomende ongevallen bij verschillende bouwwerken; zoodat ik meen met die voorschriften niet te veel te eischen, zoo men eene volledige zekerheid niet in den waagschaal wil stellen.

Wij namen nu verder aan dat de druk op eenig deel van het grondvlak van eenen muur uitgeoefend, zich in de breedte van het punt van neerkomen ter weerszijde gelijkelijk uitbreidt. Is nu de afstand van dat punt tot den buitenkant van den muur a, dan is $300 \times 2\,a\,l$ de weerstand waarop kan gerekend worden. Bij onze voorschriften brachten wij deze formule tot den vorm $600\,a\,l$, waarbij wij a en l in dM. uitdrukten, en l de lengtestrekking van den muur voortstelt.

Bij de beschouwing der muren, gelijktijdig aan schuine en vertikale werkingen blootgesteld, en het punt waarop de resultanten daarvan neerkomen, bepaald hebbende, stellen wij ons den muur als een penant voor, welke eene breedte heeft gelijk aan het dubbel van den afstand van dit punt tot den dagkant b. v. van eene uitgespaarde opening, en namen aan dat de vertikale druk zich daarover gelijkmatig verspreidt. Wij zullen dit, wanneer wij met eigenlijk vrijstaande penanten te doen hebben, niet onvoorwaardelijk kunnen toepassen, doch meenden in de hier behandelde gevallen dit te kunnen, omdat de hier in aanmerking komende muur in eenen gunstigeren toestand verkeert dan een vrijstaande penant. Wij komen in het vervolg bij de behandeling der vrijstaande penanten hierop terug.

Wij stelden bij muren, welke door verscheidene verdiepingen heengaan, het muurdeel van elke verdieping als geheel op zich zelven staande, en gingen van het beginsel uit dat dit door eene doelmatige verankering der balken, of waar deze niet was aantebrengen door eene genoegzame beklemming der muren te verkrijgen was. Wij meenden daarop te mogen en te kunnen rekenen, mits eene zorgvuldige behandeling op den voorgrond stellende. De lager staande gedeelten werden nu eenvoudig als met den druk op de bovendeelen uitgeoefend, daarop overgebracht, beschouwd.

Aangaande de bepaling der afmetingen van den puibalk in ons laatst gekozen voorbeeld, namen wij die belasting voor den balk vrij wat ongunstiger aan dan zij in werkelijkheid is. Ik meende, om den weinigen invloed der besparing bij eene vermindering der afmetingen van dien puibalk, hier een overmaat van zekerheid te mogen voorschrijven, doch dan ook het eigen gewicht van dien balk buiten rekening te kunnen laten.

De druk op de tusschensteunsels van den puibalk is bepaald volgens de theorie welke ons Eytelweyn betreffende dit onderwerp geeft. Noemen wij den druk op een dier tusschensteunsels D, en de verhouding tusschen de totale vrijdragende balkslengte en den afstand van zoodanig steunsel tot het naastbij gelegen balkeinde n dan hebben wij $D = \left(\frac{1}{2}\frac{1}{n} + \frac{n^2}{2} - n\right) \times \frac{P}{2\,(3-4n)}$; in welke formule $n = \frac{a}{l}$ is. Men zal in het gegevene voorschrift gemakkelijk de toepassing dezer formule terugvinden.

DRIE ONTWERPEN OP KUNST-INDUSTRIEEL GEBIED.

De drie ontwerpen, aan dezen jaargang van het Tijdschrift toegevoegd, en op kunst-industrieel gebied te huis behoorende, zijn afkomstig uit het atelier der heeren A. F. Gips en C. Rosse, decorateurs te 's Gravenhage.

Plaat I van dit drietal is een ontwerp voor een petroleum-lamp, voor een studeervertrek.

De oliehouder is daarbij gedacht van porselein, met brons gemonteerd, de ornamenten gedeeltelijk mat, gedeeltelijk gepolijst.

Plaat II stelt een dergelijke lamp voor, eveneens voor een studeervertek.

De uitvoering is gedacht in brons of in cuivre-poli, met gepolijste ornamenten. De kap van deze lamp is voorgesteld van matglas te zijn, waarop ornamenten geslepen zijn, die dus glad en doorzichtig zullen zijn.

Plaat III is een ontwerp voor een kan, van gedreven zilver of van gegoten zink.

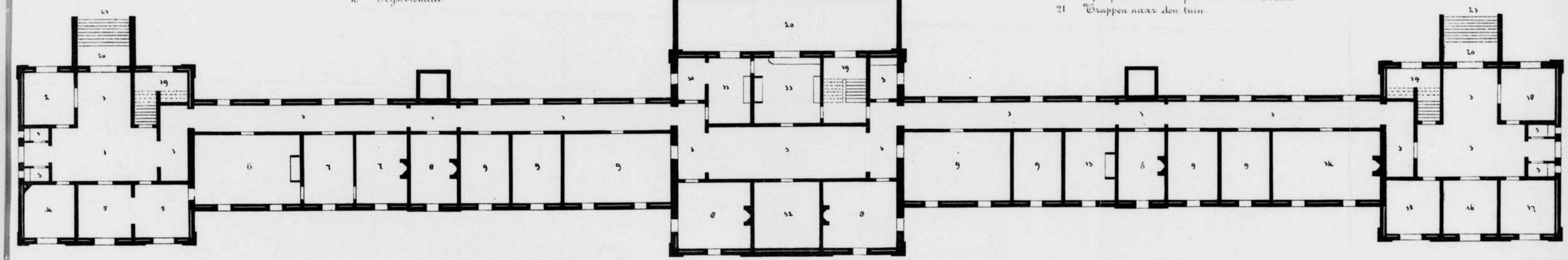
De grond waarop het ornament ligt, moet bij de uitvoering dof blijven, terwijl de versieringen zelve gepolijst moeten worden, hoewel zeer weinig.

Sophia-stichting.

1 Portalen en gangen.
2 Lokaal voor het waschgoed.
3 Waterclosets.
4 Badkamer.
5 Mangelkamer.
6 Strijkamer.
7 Linnenkamers.
8 Dienstbodenkamers.
9 Provisiekelders.
10 Hijschlokaal.

11 Keukens.
12 Brandstoffen bergplaats.
13 Keuken voor de Directrice.
14 Eetkamer voor de dienstboden.
15 Autopsie.
16 Brandblusschmiddelen.
17 Desinfectiekamer.
18 Lijkenkamer.
19 Keldertrappen.
20 Open plaatsen ter diepte van het souterrain.
21 Trappen naar den tuin.

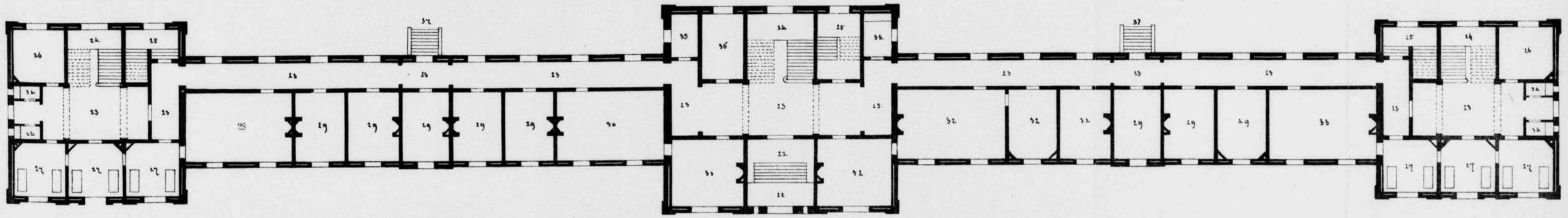
SOUTERRAIN



22 Vestibule.
23 Portalen en gangen.
24 Hoofdtrappen.
25 Kelderstrappen.
26 Badkamers.
27 Kamers voor reconvalescenten.
28 Leerkamer voor de kweekelingen pleegzusters.
29 Kamers voor de pleegzusters.

30 Kamer voor den geneesheer (Directeur).
31 Ontvangkamer.
32 Kamers voor de directrice.
33 Eetkamer voor de pleegzusters.
34 Waterclosets.
35 Hijschlokaal.
36 Bergplaats.
37 Trappen naar den tuin.

BEGANEN GROND.



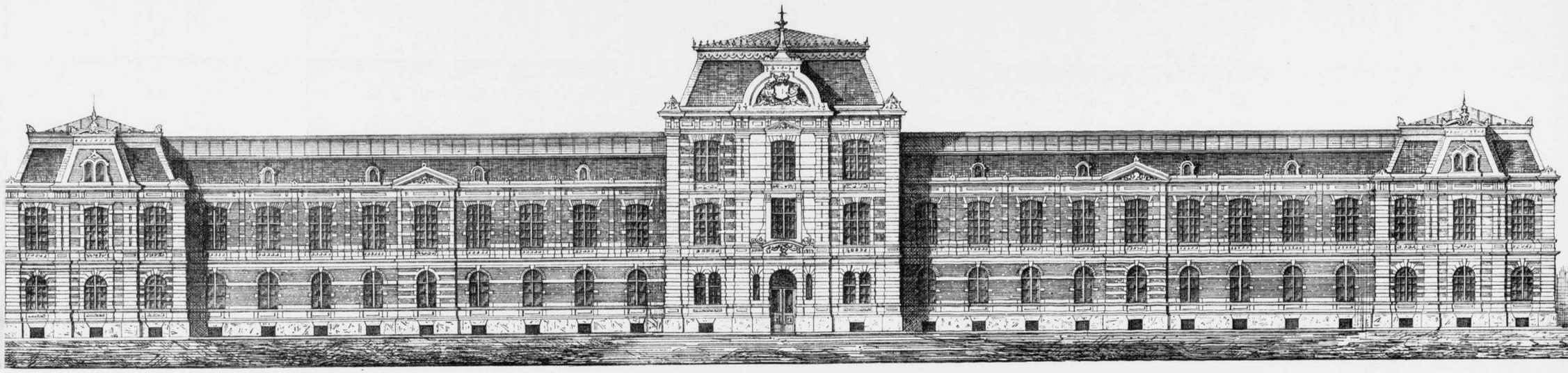
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 20 M.

Bouwkundig Tijdschrift 2e Deel
(Deel 28 der Bouwkundige Bijdragen)

PHOTOLITH. WEGNER & MOTTU AMST.

Sophia-stichting.

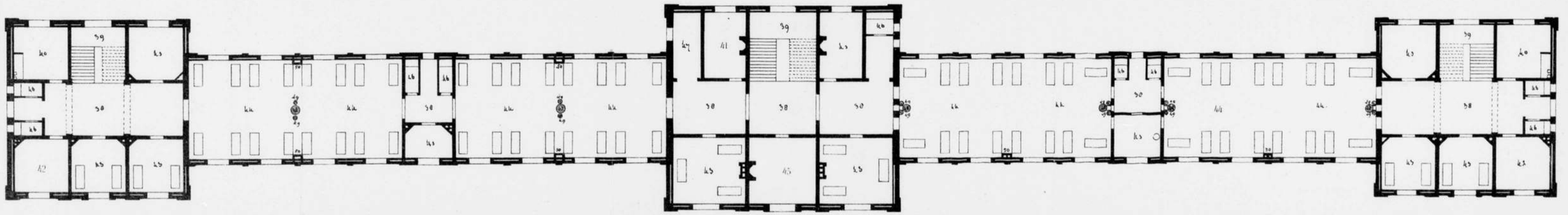
VOORGEVEL.



38 Portalen en gangen.
39 Hoofdtrappen.
40 Keukens tot bereiding van pappen enz.
41 Kamers voor de ploegzusters.
42 Badkamers.
43 Kleine ziekenkamers (rechts voor meisjes links voor jongens).

I^E VERDIEPING.

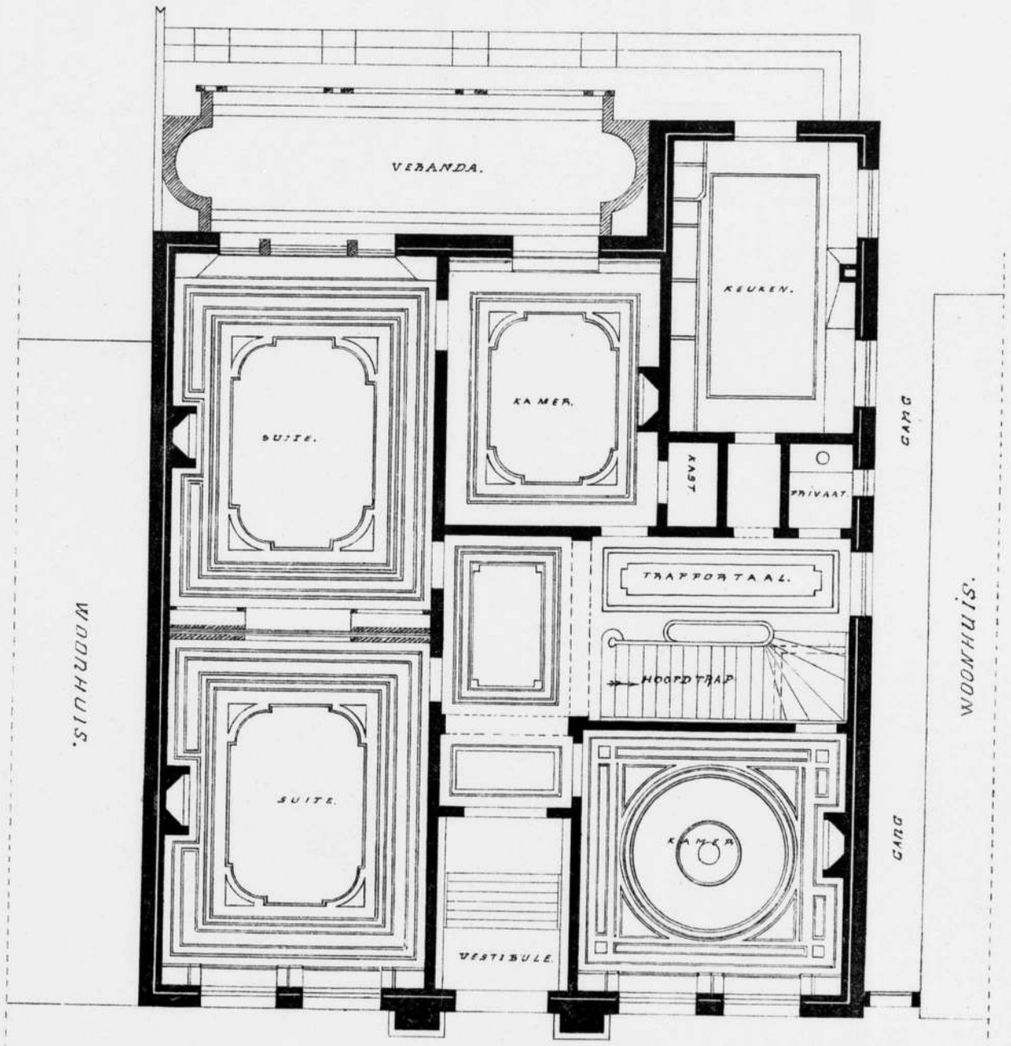
44 Groote ziekenzalen elk voor 16 bedden.
45 Apotheek.
46 Waterclosets.
47 Hyschlokaal.
48 Ventileer en verwarmingkachels (tweevoudig geplaatst).
49 Rookbuizen.
50 Schoorsteenen tot afvoer van bedorven lucht.



0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 20 M

PHOTOLITH. WEGNER & MOTTU AMST.

WOONHUIS TE 'S GRAVENHAGE.



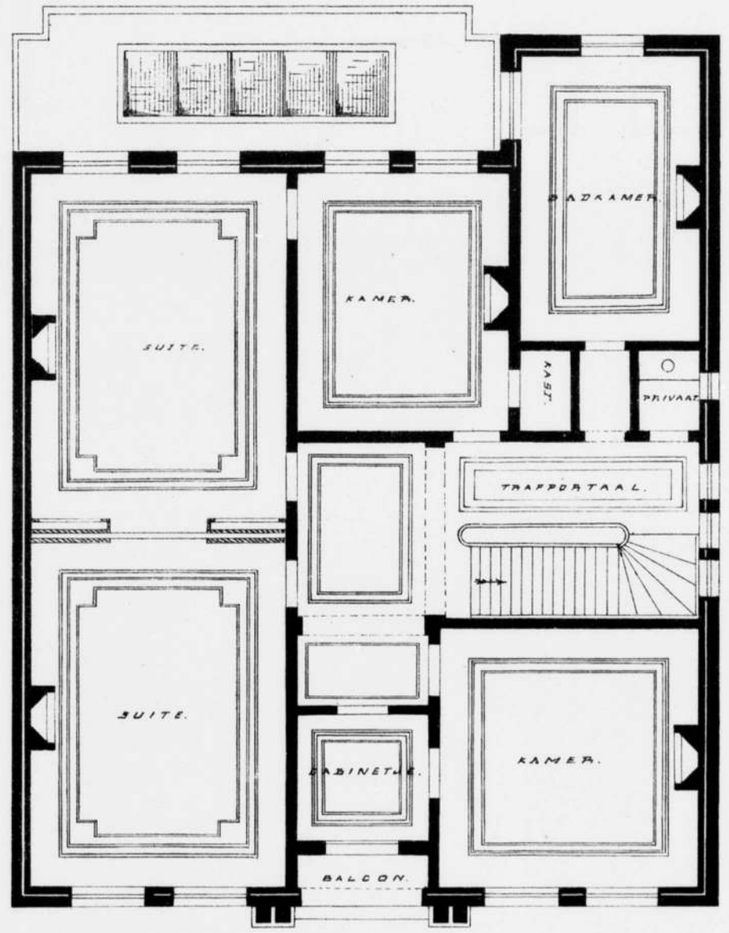
PLAN BEGANENGROND.

SCHAAL 1 À 100

Bouwkundig Tijdschrift 2e Deel
(Deel 28 der Bouwkundige Bijdragen)

PHOTOLITH: WEGNER & MOTTU. AMST.

WOONHUIS TE 'S GRAVENHAGE



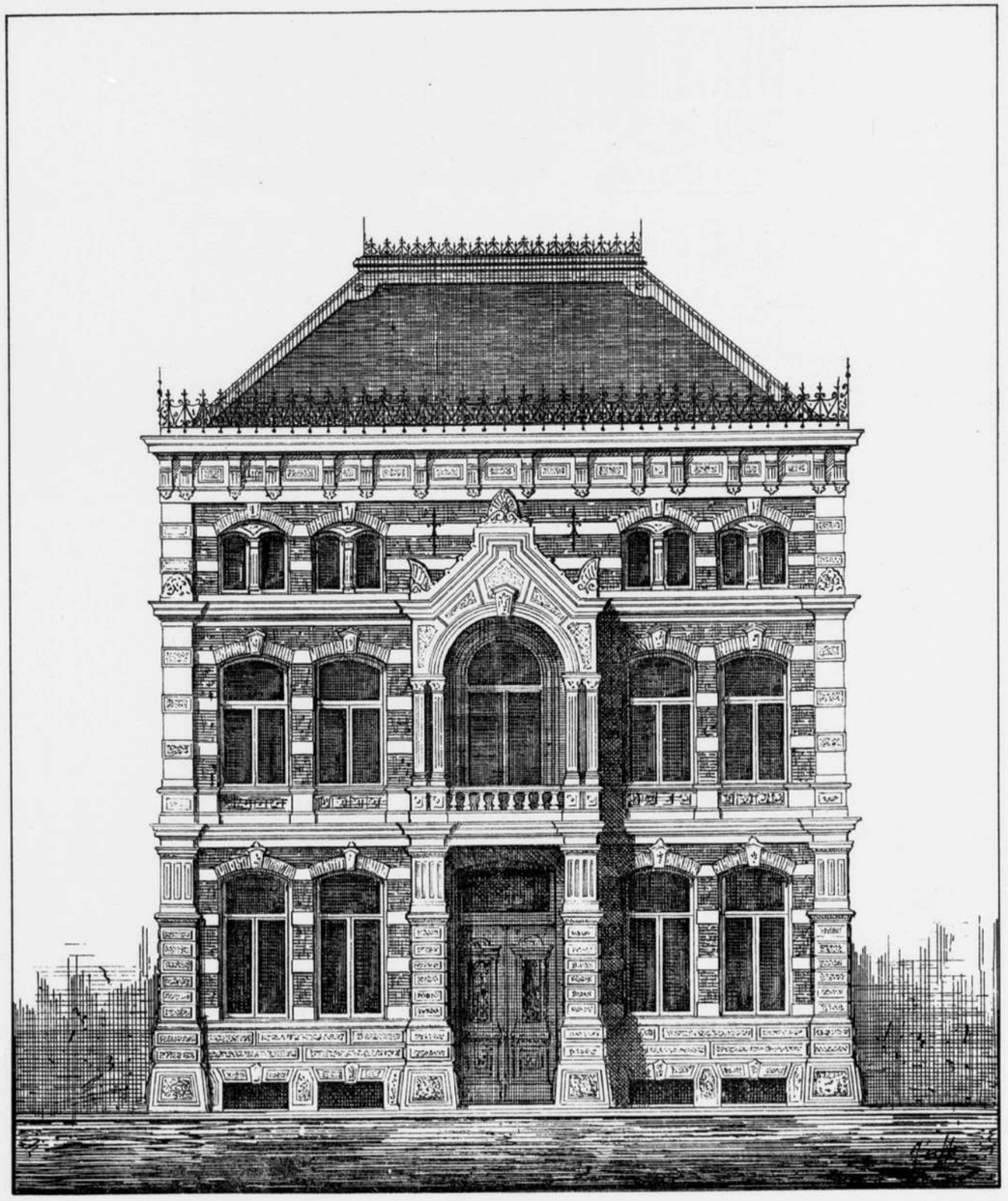
PLAN VERDIEPING.

SCHAAL 1 A 100

Bouwkundig Tijdschrift 2e Deel
(Deel 28 der Bouwkundige Bijdragen)

PHOTOLITH: WEGNER & MOTTU AMST.

WOONHUIS TE 'S GRAVENHAGE.



SCHAAL 1 : 100

PHOTOLITH: WEGNER & MOTTU AMST.

DETAIL VAN EEN WOONHUIS, UITGEVOERD TE 'S GRAVENHAGE.



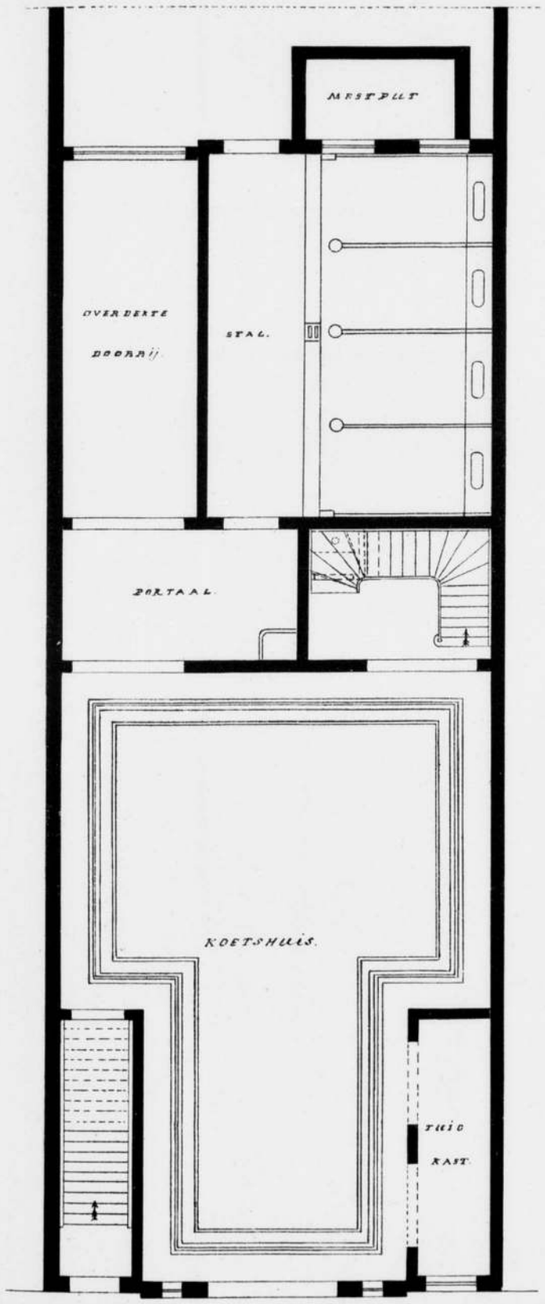
SCHAAL 3 À 100.

Bouwkundig Tijdschrift 2e Deel
(deel 28 der Bouwkundige Bijdragen)

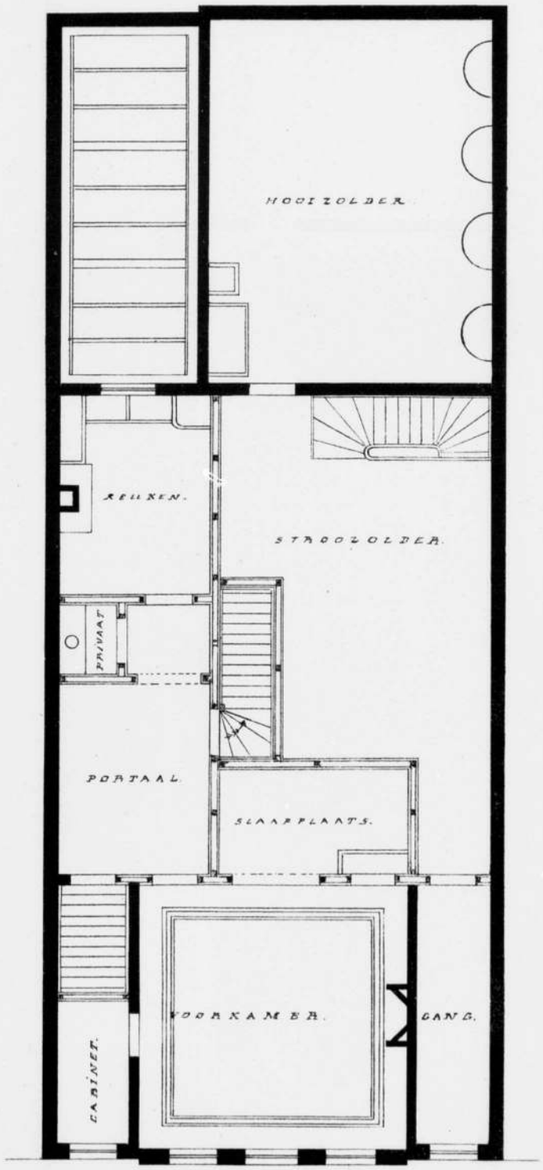
PHOTOLITH: WEGNER & MOTTU AMS

H. P. Berlage architect

STAL EN KOETSHUIS MET KOETSIERSWONING. TE 'S GRAVENHAGE.



PLAN BEGANEN GROND.



PLAN VERDIEPING.

SCHAAL 1 : 100.

Bouwkundig Tijdschrift 2e Deel
(Deel 28 der Bouwkundige Bijdragen)

PHOTOLITH: WEGNER & MOTTU AMST.

Uitgave van de Erven H.van Munster & Zoon, Amsterdam.

STAL EN KOETSHUIS MET KOETSIERSWONING.
TE 'S GRAVENHAGE.

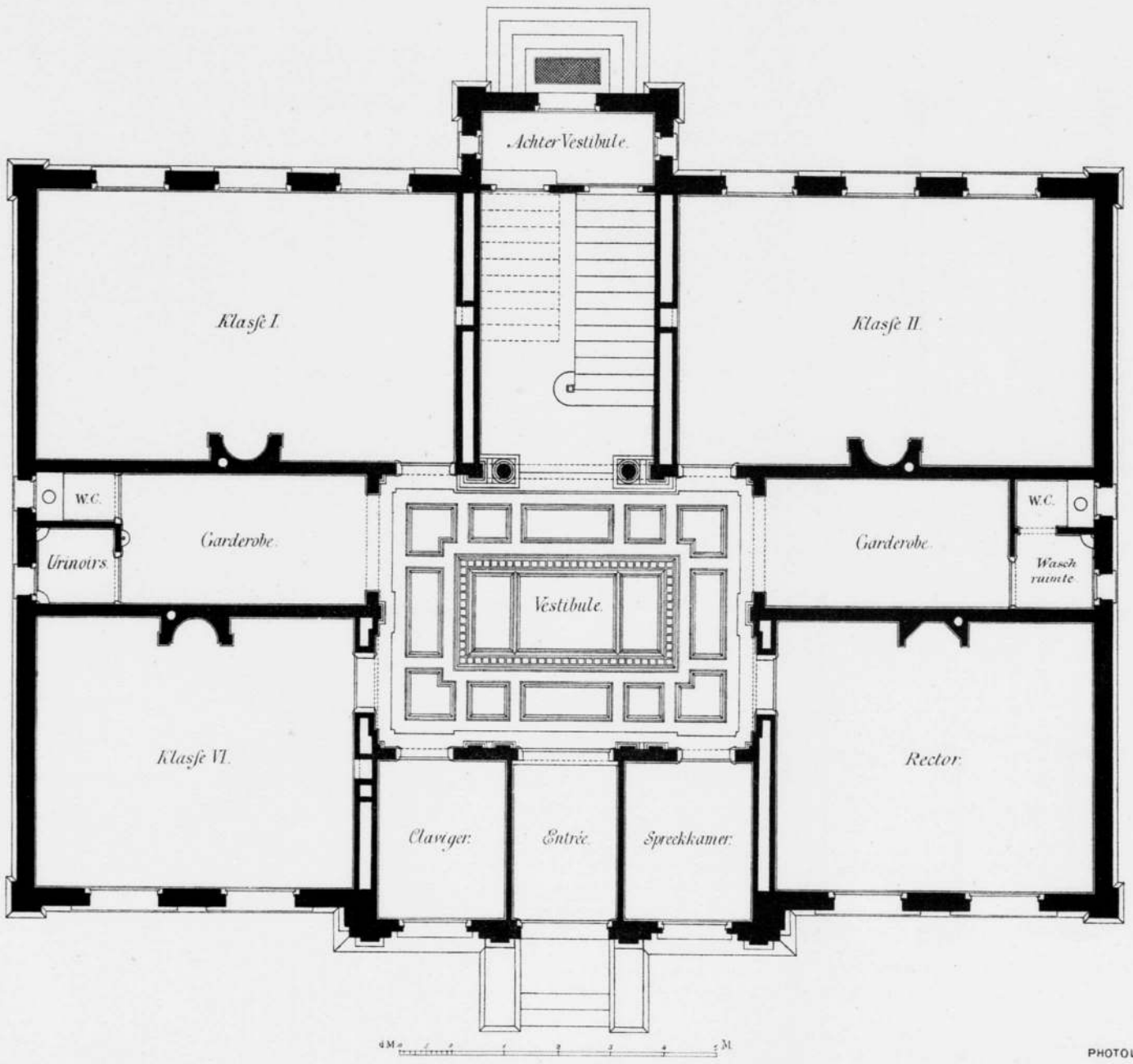


Bouwkundig Tijdschrift 2e Deel
(Deel 28 der Bouwkundige Bijdragen)

PHOTOLITH: WEGNER & MOTTU AMST.

Uitgave van de Erven H. van Munster & Zoon, Amsterdam.

GYMNASIUM TE NIJMEGEN.



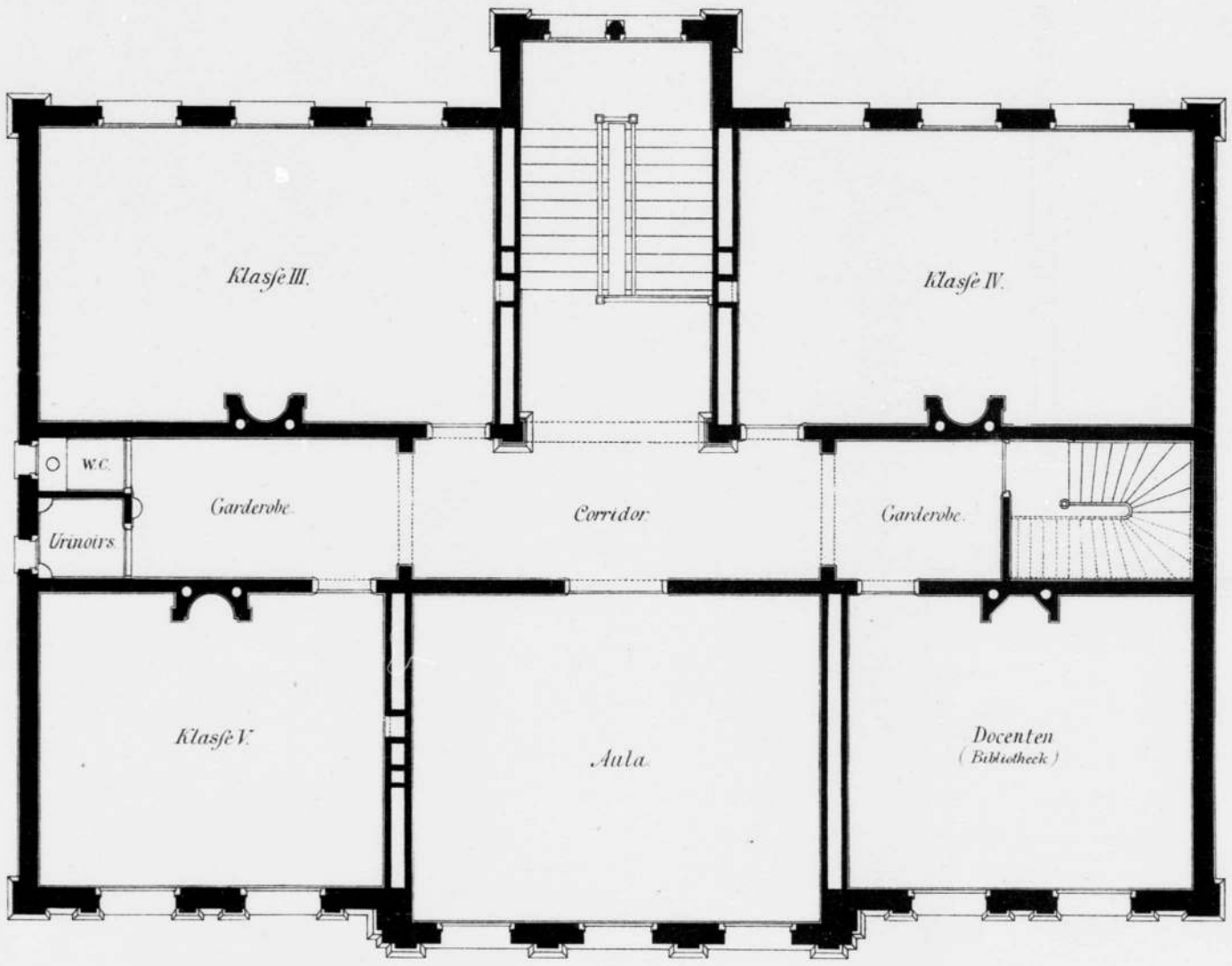
PARTERRE.

PHOTOLITH: WEGNER & MOTTU AMST.

Bouwkundig Tijdschrift 2e Deel
(Deel 28 der Bouwkundige Bijdragen)

Uitgave van de Erven H. van Munster & Zoon, Amsterdam.

GYMNASIUM TE NIJMEGEN.



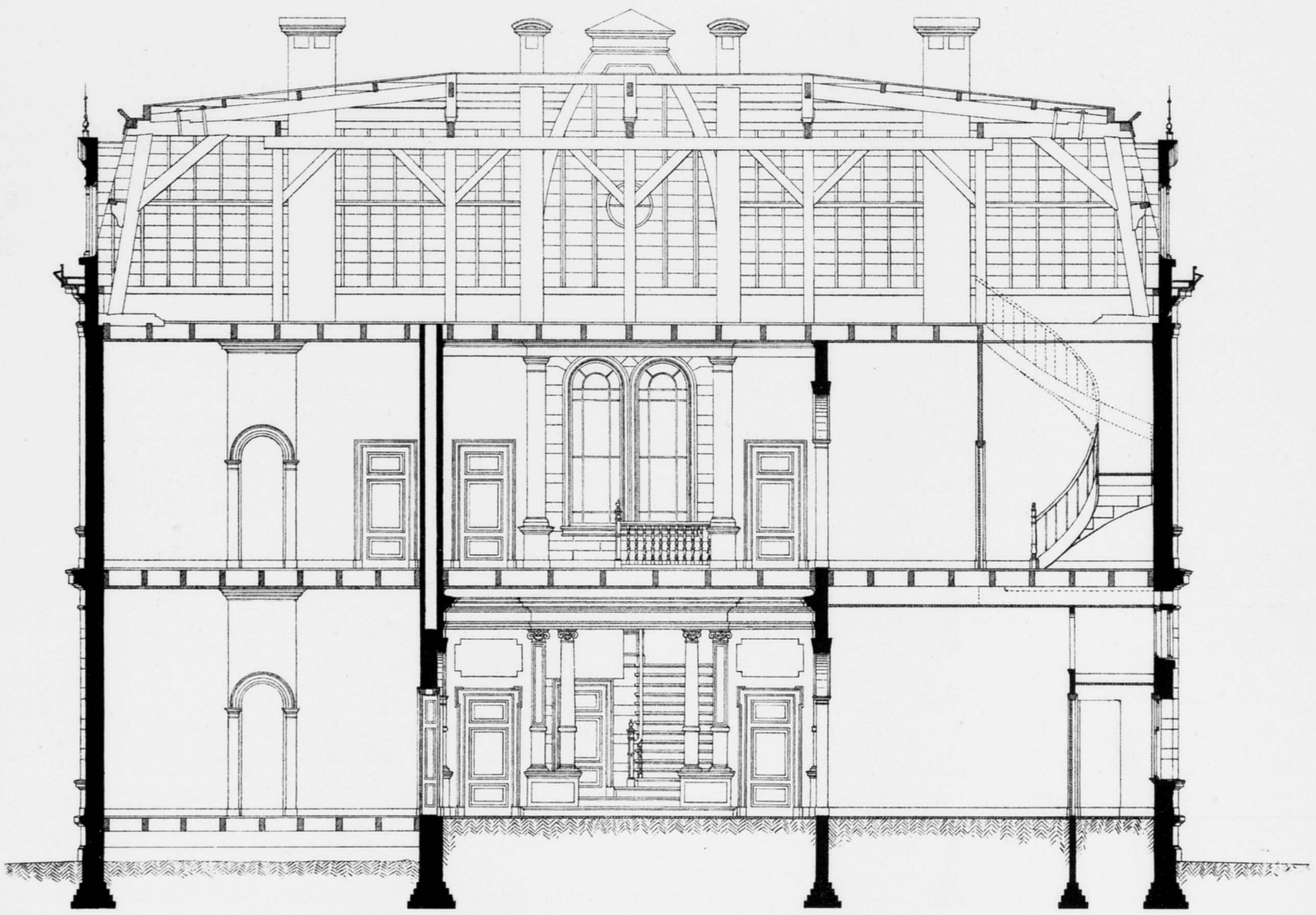
VERDIEPING.

PHOTOLITH: WEGNER & MOTTU AMST.

Bouwkundig Tijdschrift 2e Deel
(Deel 28 der Bouwkundige Bijdragen)

Uitgave van de Erven H.van Munster & Zoon, Amsterdam.

GYMNASIUM TE NIJMEGEN.



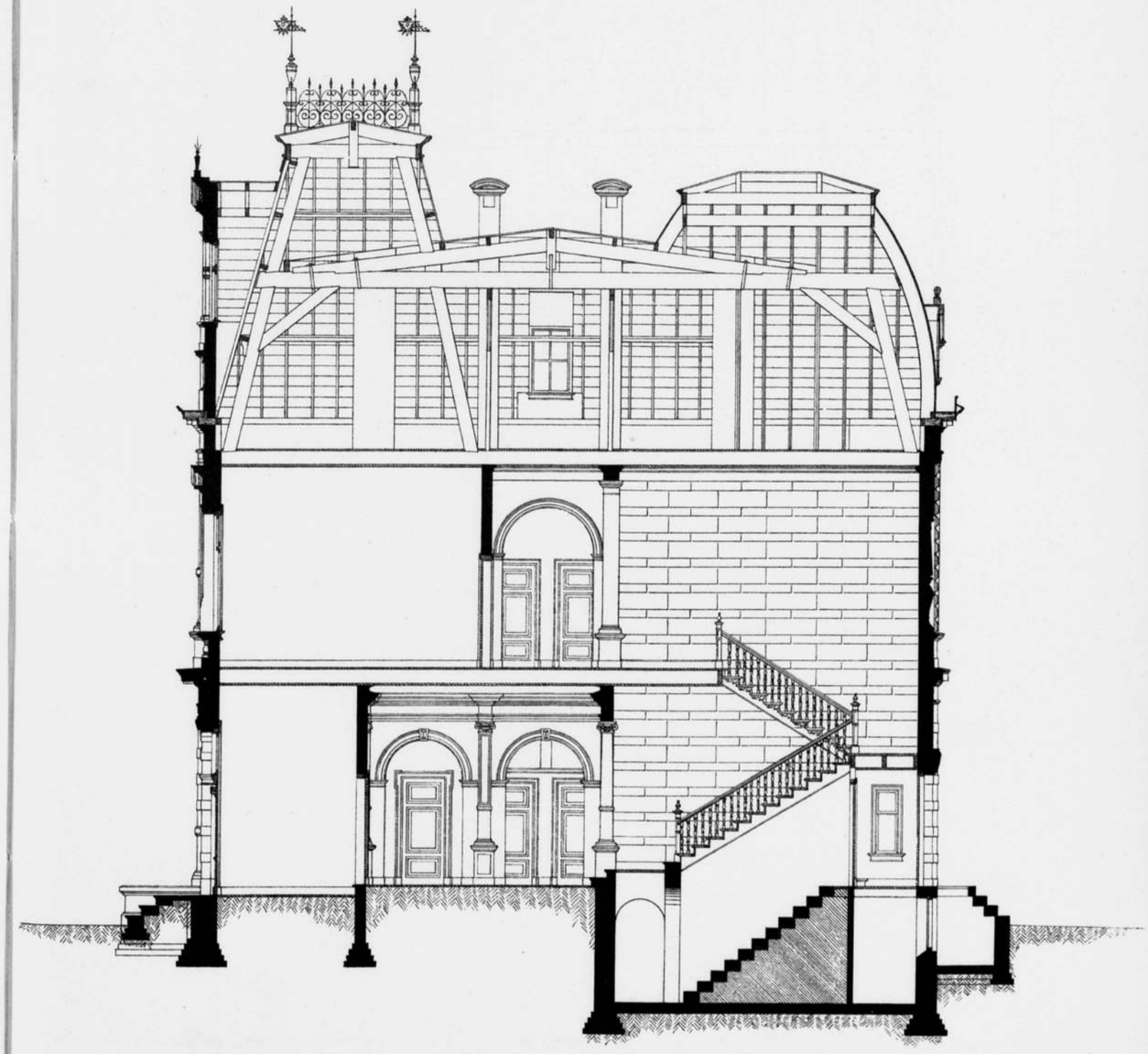
LENGTEDOORSNEDE.

PHOTOLITH: WEGNER & MOTTU AMST.

Bouwkundig Tijdschrift 2e Deel
(Deel 28 der Bouwkundige Bijdragen)

Uitgave van de Erven H. van Munster & Zoon, Amsterdam.

GYMNASIUM TE NIJMEGEN.



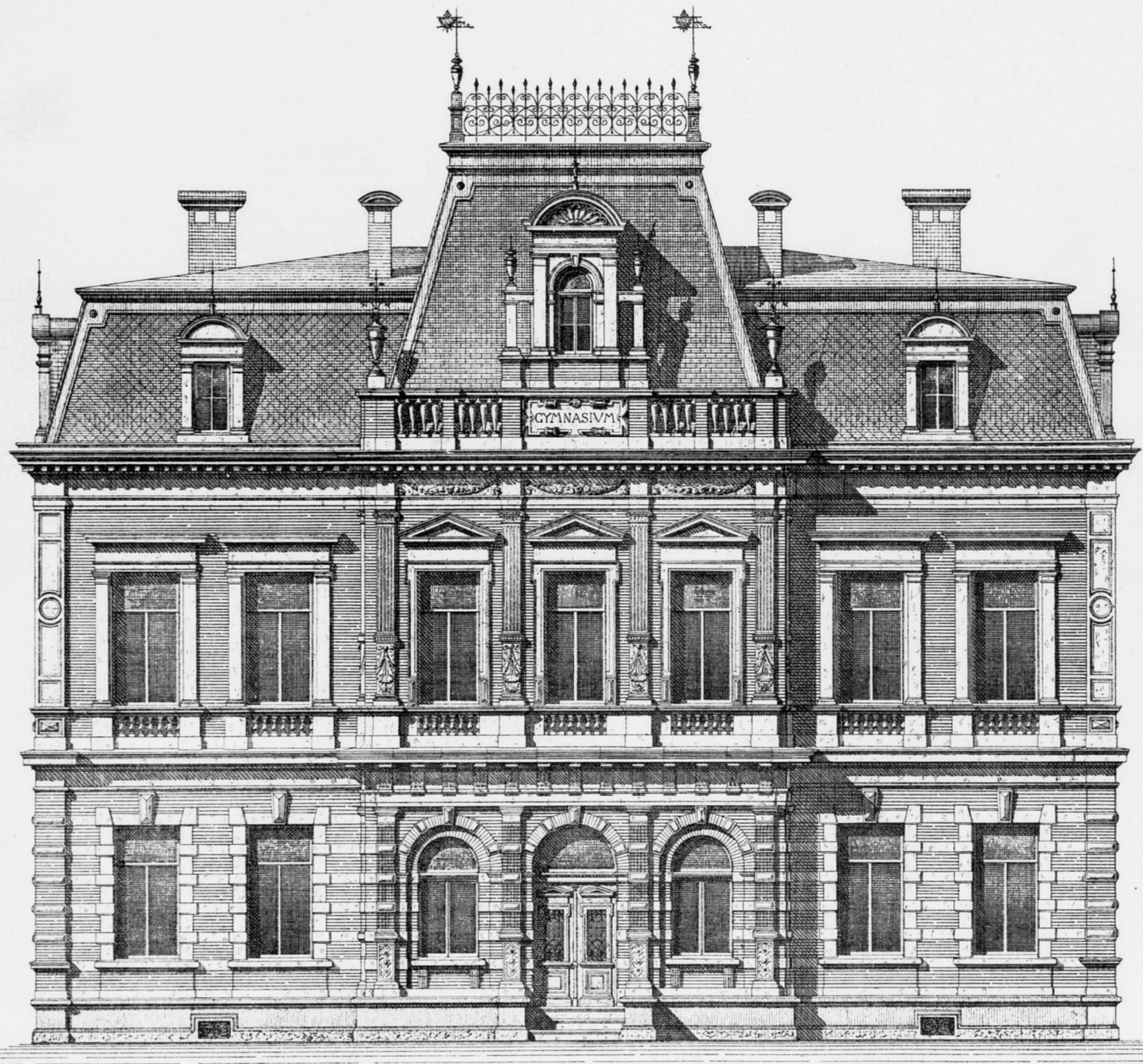
DWARSDOORSNEDE.

Bouwkundig Tijdschrift 2e Deel
(Deel 28 der Bouwkundige Bijdragen)

PHOTOLITH: WEGNER & MOTTU AMST.

Uitgave van de Erven H. van Munster & Zoon, Amsterdam.

GYMNASIUM TE NIJMEGEN.



0 1 2 3 4 5 M

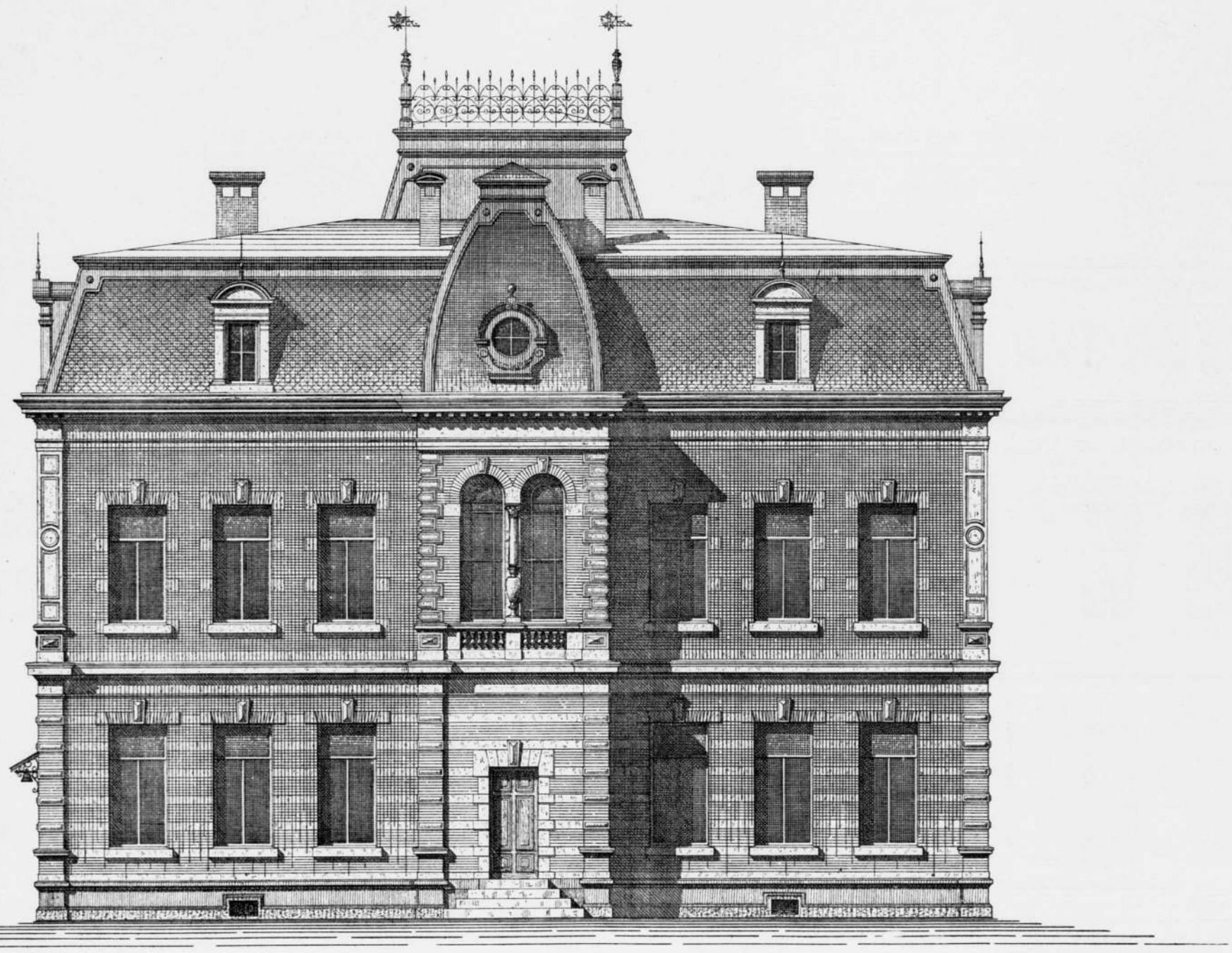
VOORGEVEL.

PHOTOLITH: WEGNER & MOTTU AMST:

Bouwkundig Tijdschrift 2e Deel
(Deel 28 der Bouwkundige Bijdragen)

Uitgave van de Erven H.van Munster & Zoon, Amsterdam.

GYMNASIUM TE NIJMEGEN.



0 1 2 3 4 5 M

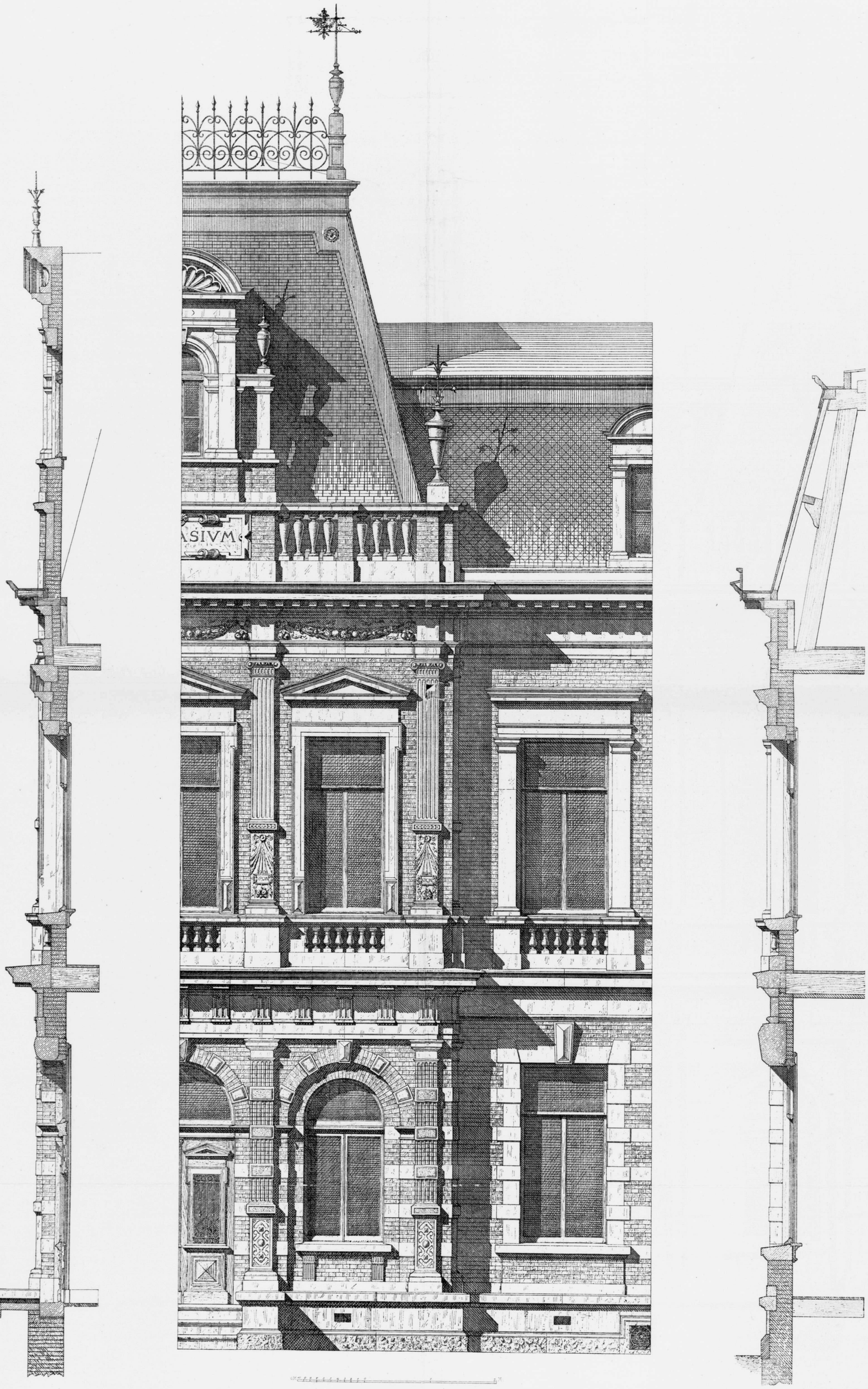
ACHTERGEVEL.

Bouwkundig Tijdschrift 2e Deel
(Deel 28 der Bouwkundige Bijdragen)

PHOTOLITH: WEGNER & MOTTU AMST.

Uitgave van de Erven H.van Munster & Zoon, Amsterdam.

GYMNASIUM TE NIJMEGEN.

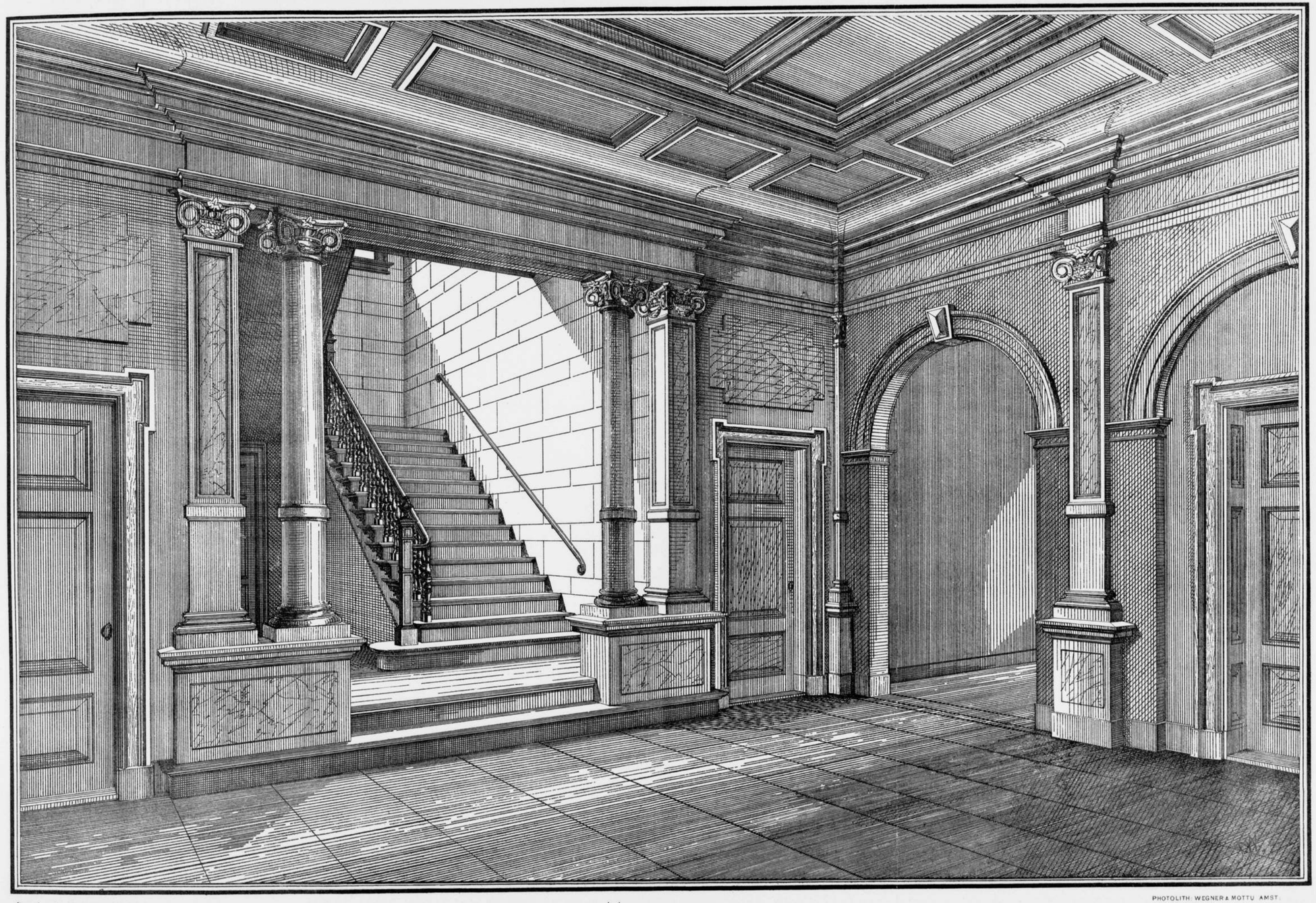


DÉTAIL VAN DEN VOORGEVEL

Bouwkundig Tijdschrift 2e Deel
(Deel 28 der Bouwkundige Bijdragen)
gave van de Erven H van Munster & Zoon, Amsterdam

PHOTOLITH: WEGNER & MOTTU AMST

GYMNASIUM TE NIJMEGEN.



VESTIBULE

Bouwkundig Tijdschrift 2e Deel.
(Deel 28 der Bouwkundige Bijdragen)

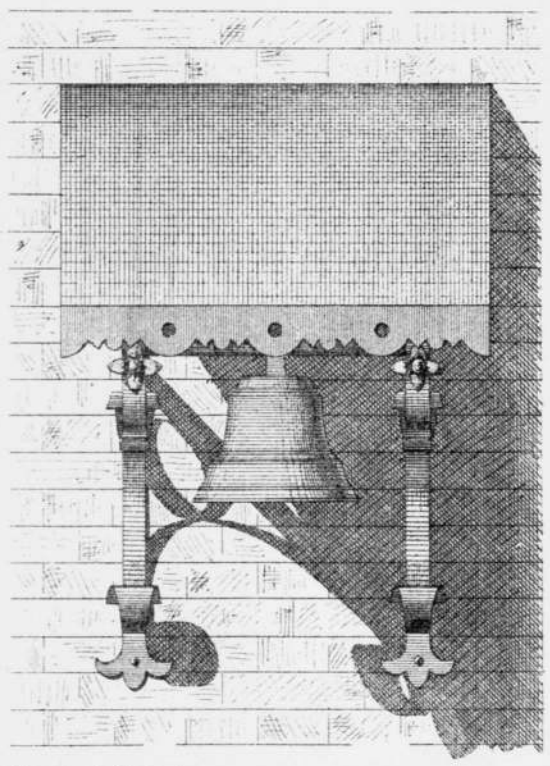
PHOTOLITH: WEGNER & MOTTU AMST.

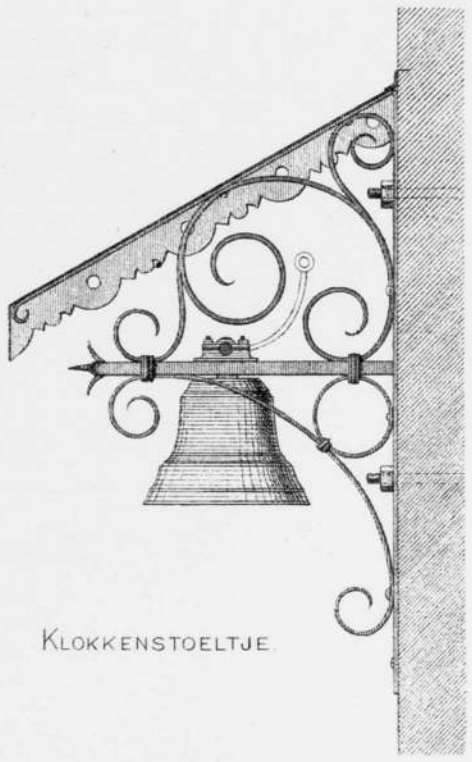
Uitgave van de Erven H van Munster & Zoon, Amsterdam.



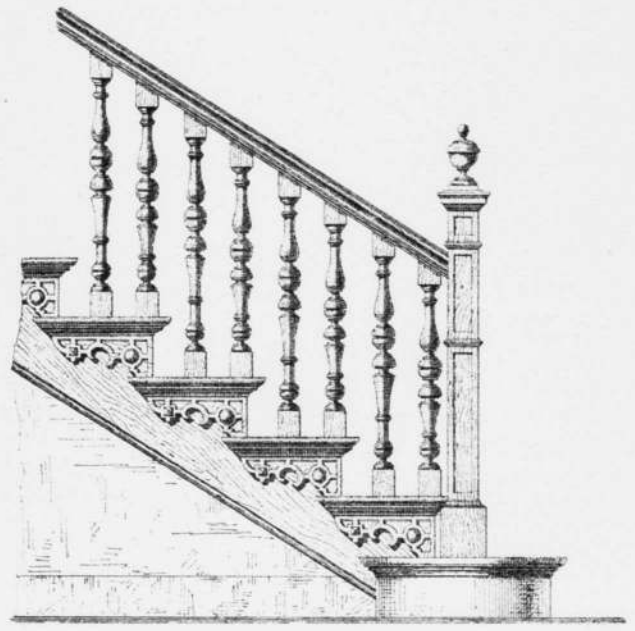
AFSLUITHEK

GYMNASIUM TE NIJMEGEN.





KLOKKENSTOELTJE.



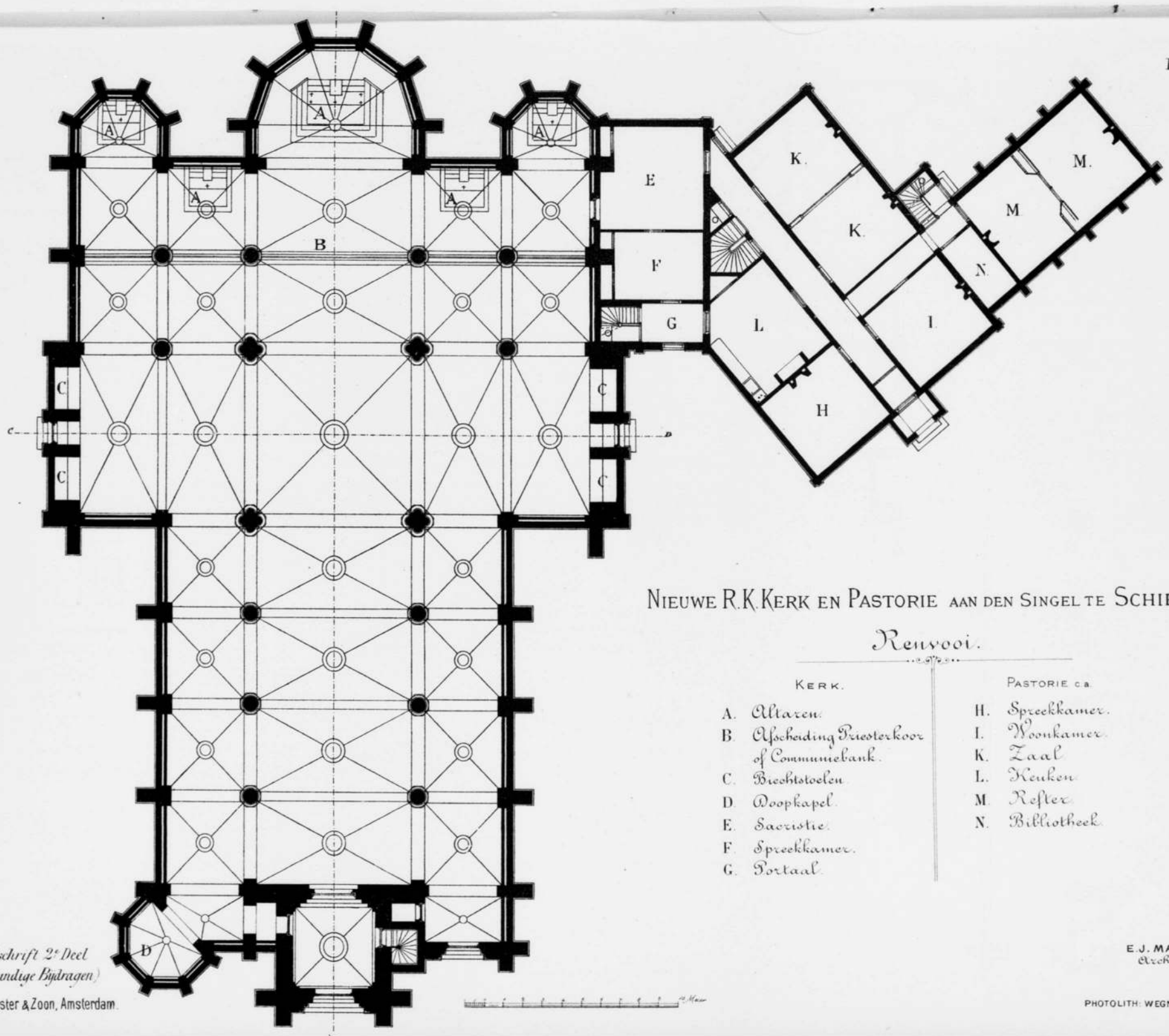
HOOFDTRAP

DETAILS.

PHOTOLITH: WEGNER & MOTTU AMST.

Uitgave van de Erven H van Munster & Zoon, Amsterdam.

Bouwkundig Tijdschrift 2e Deel
(Deel 28 der Bouwkundige Bijdragen)



NIEUWE R.K. KERK EN PASTORIE AAN DEN SINGEL TE SCHIEDAM.

Renvooi.

KERK.

A. Altaren.
B. Afscheiding Priesterkoor of Communiebank.
C. Biechtstoelen.
D. Doopkapel.
E. Sacristie.
F. Spreekkamer.
G. Portaal.

PASTORIE c.a.

H. Spreekkamer.
I. Woonkamer.
K. Zaal.
L. Keuken.
M. Refter.
N. Bibliotheek.

E. J. MARGRY
Architect.

Bouwkundig Tijdschrift 2e Deel
(Deel 28 der Bouwkundige Bijdragen)

Uitgave van de Erven H. van Munster & Zoon, Amsterdam.

PHOTOLITH: WEGNER & MOTTU AMST.

VOORGEVEL.

NIEUWE R.K. KERK EN PASTORIE AAN DEN SINGEL TE SCHIEDAM.

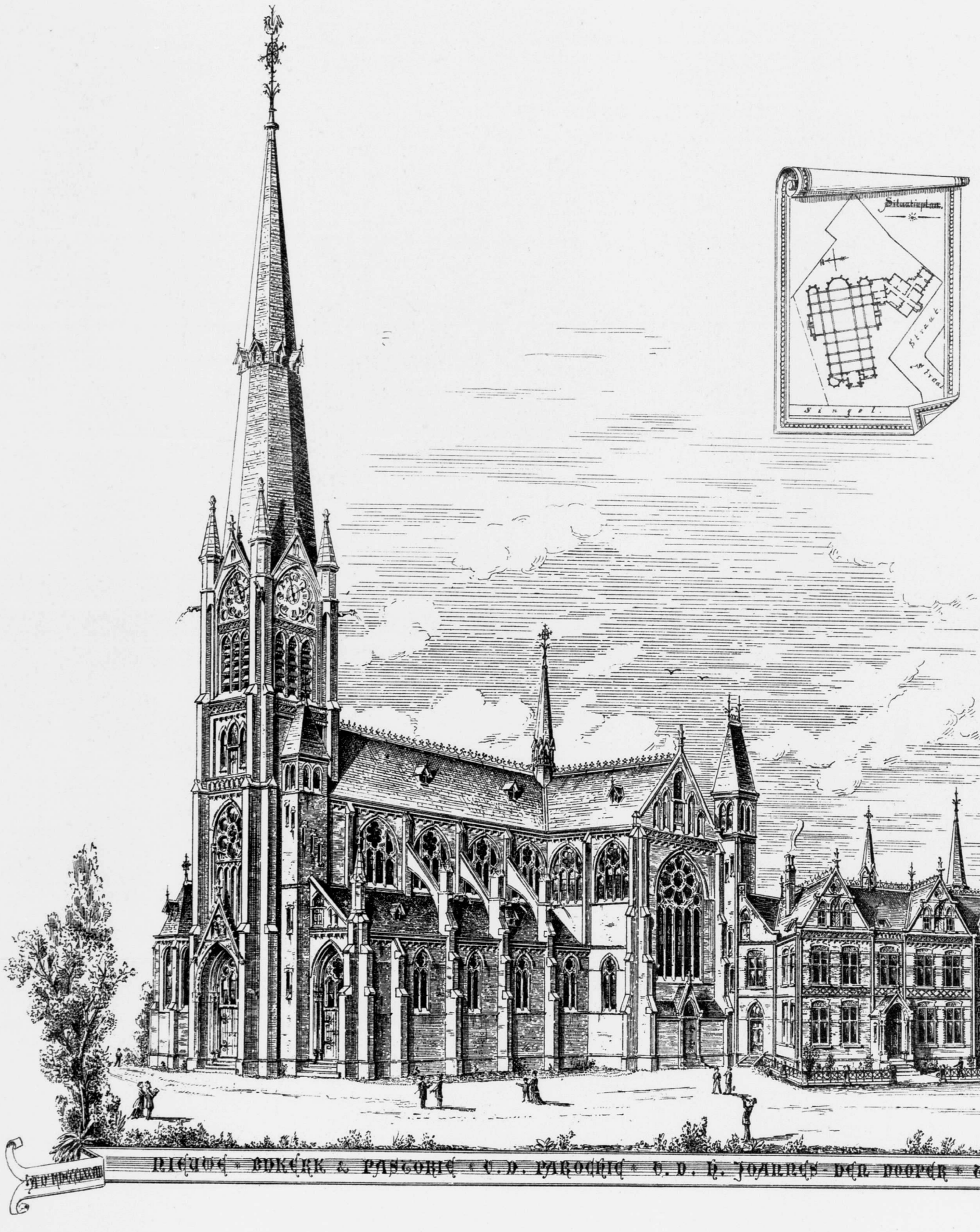


Bouwkundig Tijdschrift 2e Deel
(Deel 28 der Bouwkundige Bijdragen)

Uitgave van de Erven H. van Munster & Zoon, Amsterdam.

PHOTOLITH: WEGNER & MOTTU AMST.

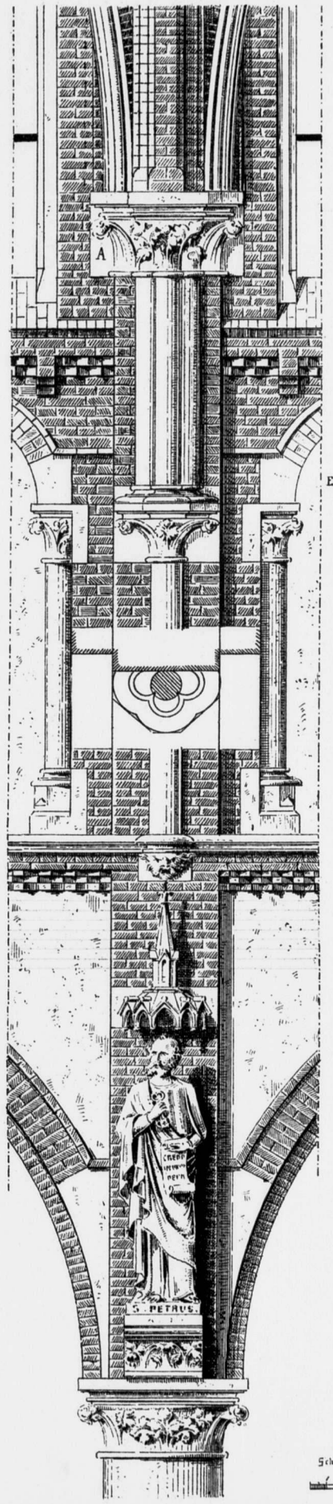
E.J. MARGRY
Architect



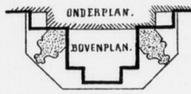
Bouwkundig Tijdschrift 2e Deel
(Deel 28 der Bouwkundige Bijdragen)

Uitgave van de Erven H.van Munster & Zoon, Amsterdam.

PHOTOLITH: WEGNER & MOTTU AMST.



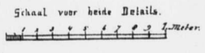
PLAN v.h. KAPITEEL A



DETAIL

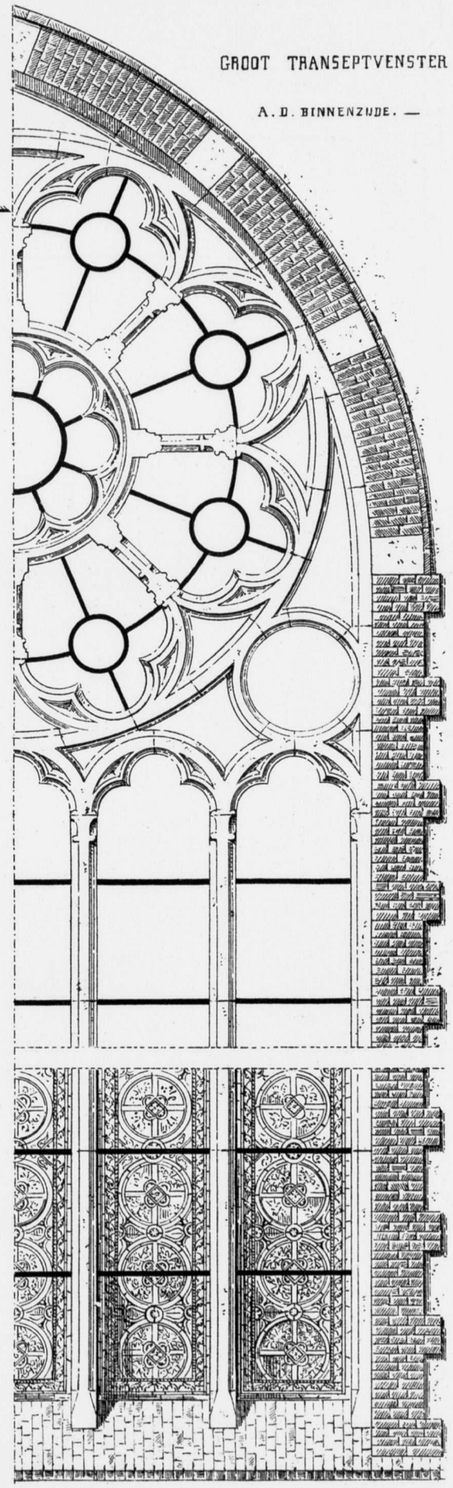
EENER TRAVEE HOOFDBEUK.

Schaal voor beide Details.



GROOT TRANSEPTVENSTER.

A.D. BINNENZIJDE. —



NIEUWE R.K. KERK EN PASTORIE AAN DEN SINGEL TE SCHIEDAM.

Bouwkundig Tijdschrift 2e Deel
(Deel 28 der Bouwkundige Bijdragen)

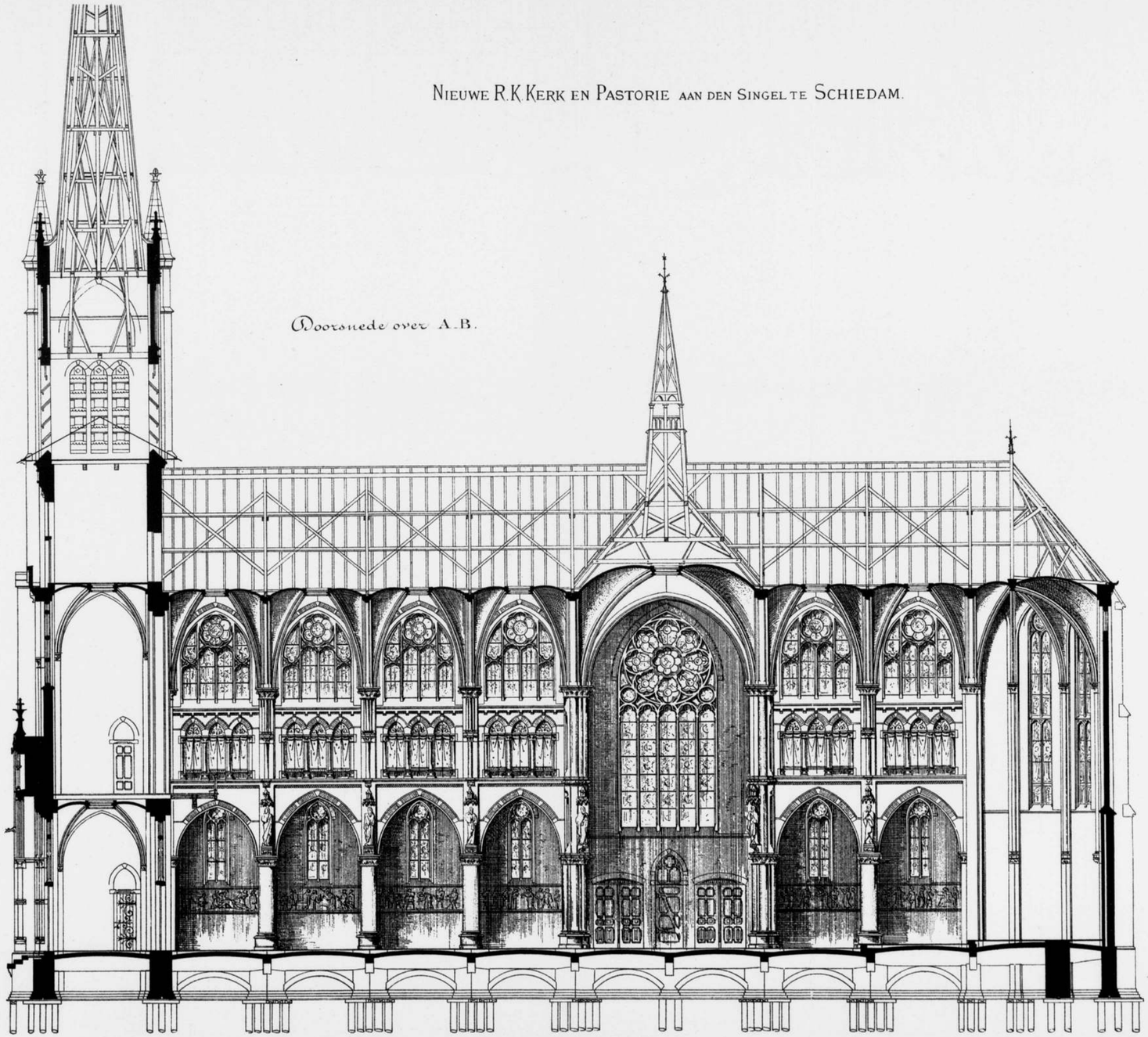
Uitgave van de Erven H. van Munster & Zoon, Amsterdam.

E.J. MARGRY
Architect

PHOTOLITH: WEGNER & MOTTU AMST.

NIEUWE R.K. KERK EN PASTORIE AAN DEN SINGEL TE SCHIEDAM.

Doorsnede over A.B.

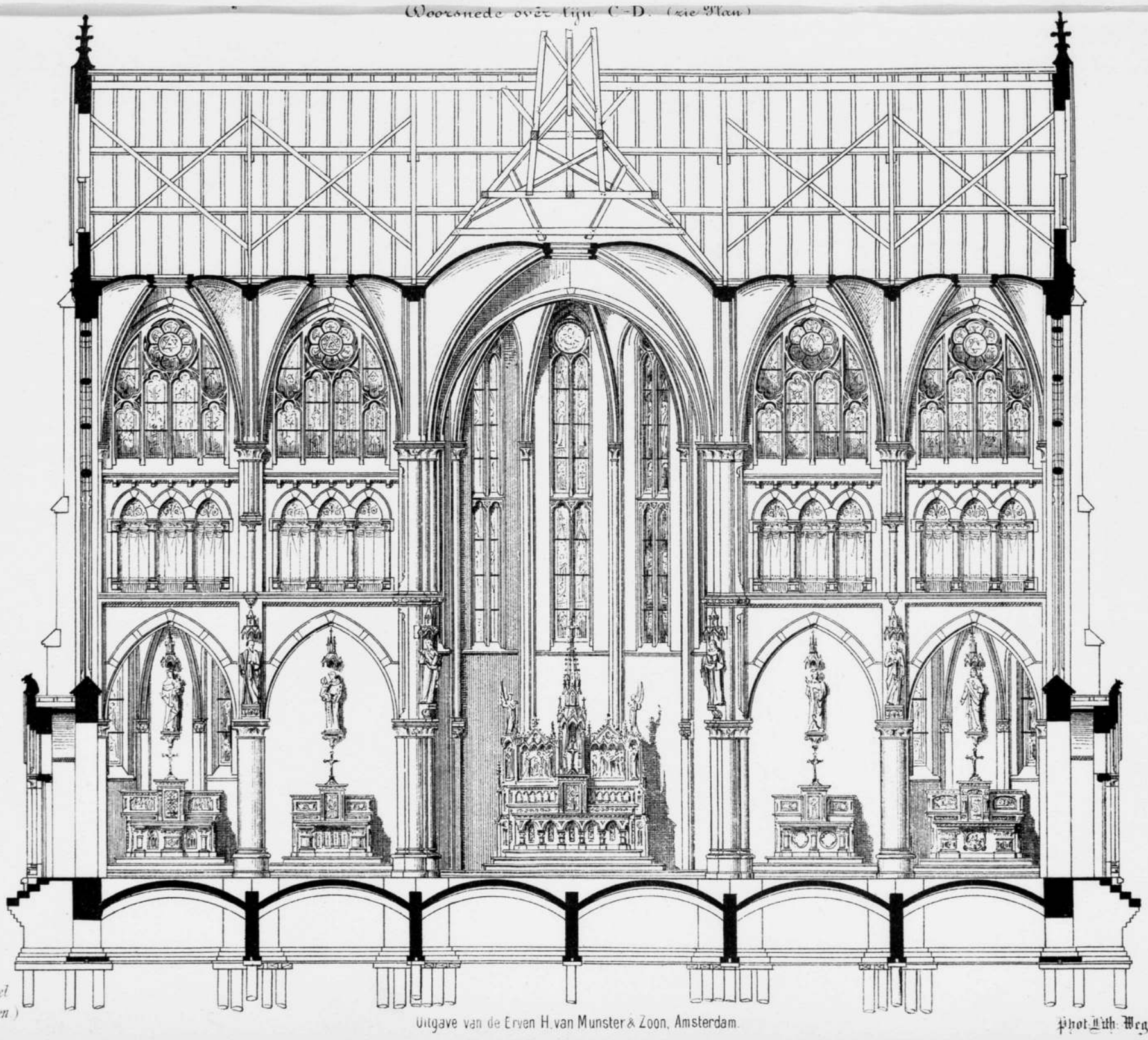


E.J. MARGRY
Architect.

Bouwkundig Tydschrift 2e Deel
(Deel 28 der Bouwkundige Bijdragen.)
Uitgave van de Erven H. van Munster & Zoon, Amsterdam.

Phot. Lith. Wegner & Mathu Amst.

Woorsnede over lijn C–D. (zie Plan)



E.J. MARGRY
Architect

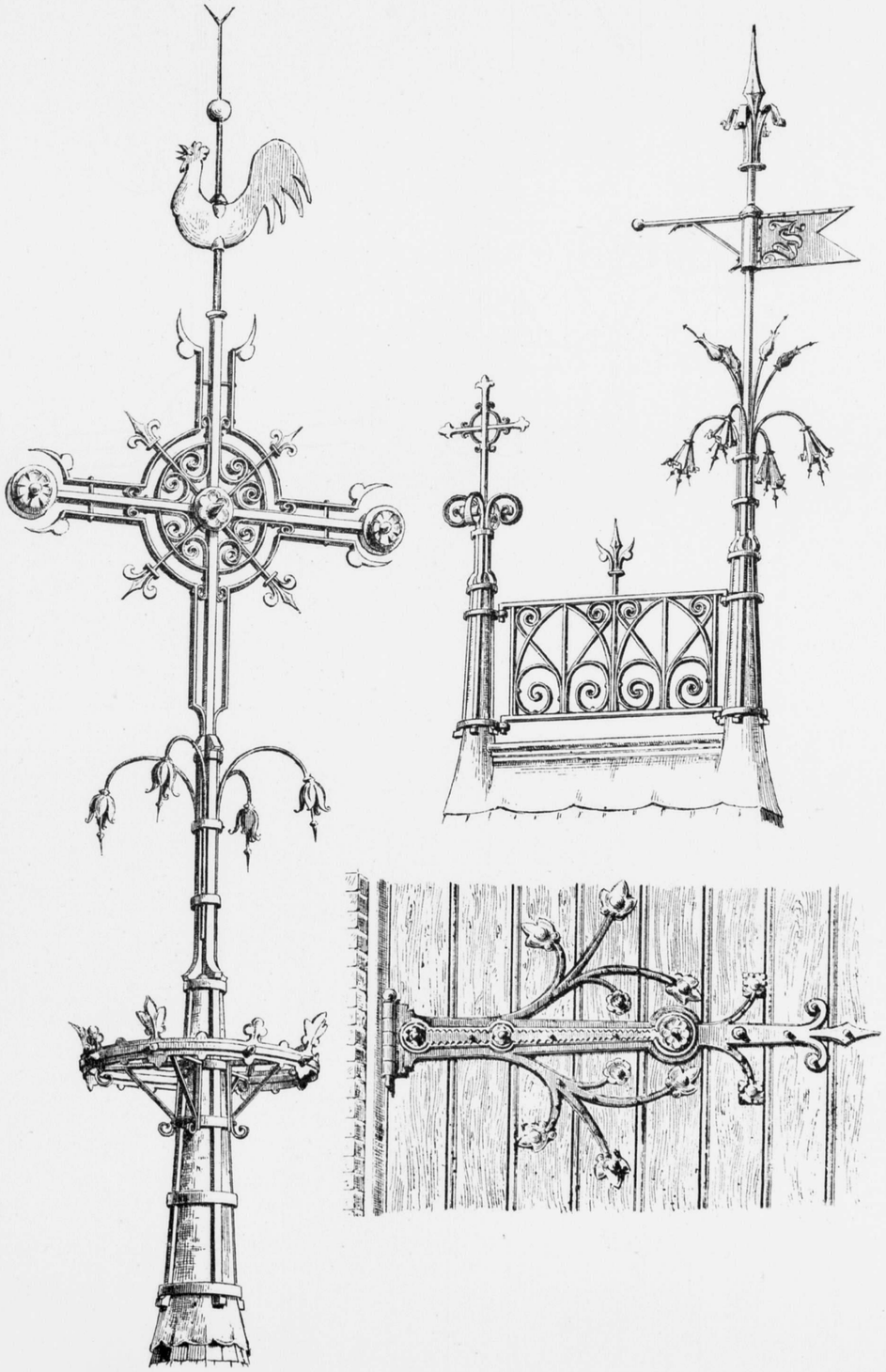
Bouwkundig Tijdschrift 2e Deel
(Deel 28 der Bouwkundige Bijdragen)

Uitgave van de Erven H. van Munster & Zoon, Amsterdam.

Phot. Lith. Wegner & Mottu Amst.

NIEUWE R.K. KERK EN PASTORIE AAN DEN SINGEL TE SCHIEDAM.

DETAILS.



Bouwkundig Tydschrift 2e Deel
(Deel 28 der Bouwkundige Bydragen.)

E. J. MARGRY
Architekt

Uitgave van de Erven H. van Munster & Zoon, Amsterdam.

Phot. Lith. Wegner & Mottu Amst.

Proefvormen.

Het mechanisch onderzoek naar de eigenschappen van mortels.

Fig A.

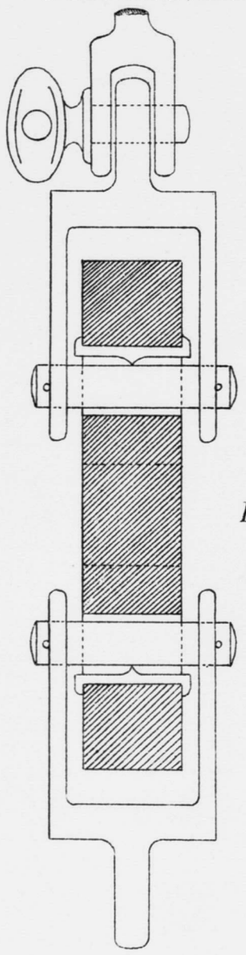


Fig B.

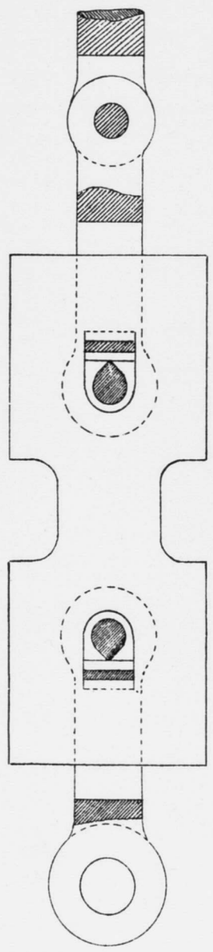


Fig C.

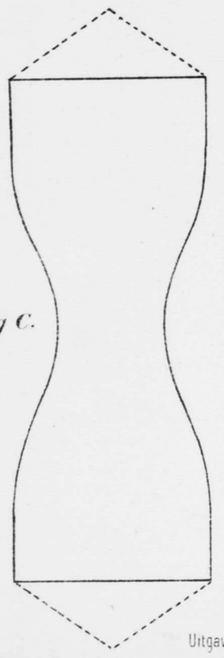


Fig E.

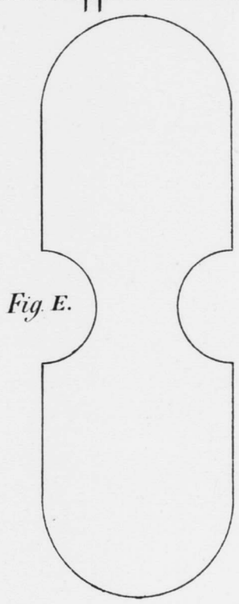
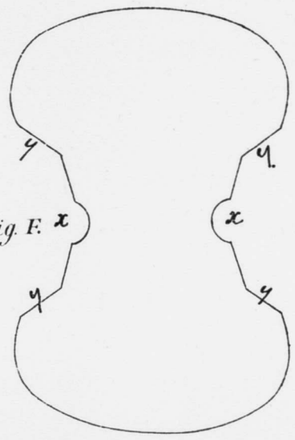


Fig F.



DOORSN: AB

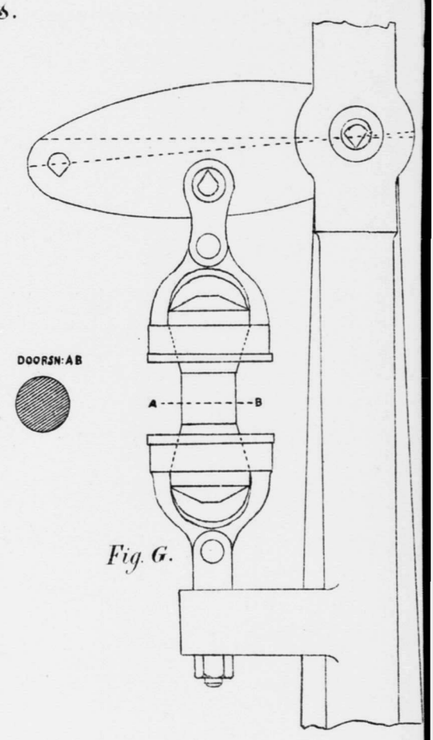


Fig G.

Schaal voor de Figuren A - E. halve grootte.
voor Figuur F. ware grootte.
voor Figuur G. één vierde der ware grootte.

Bouwkundig Tijdschrift 2e Deel
(Deel 28 der Bouwkundige Bijdragen)

Uitgave van de Erven H. van Munster & Zoon, Amsterdam.

PHOTOLITH: WEGNER & MOTTU AMST.

Het mechanisch onderzoek naar de eigenschappen van mortels.

Toestellen tot het bepalen van den absoluten weêrstand.

Fig. 1. Grant's toestel tot het drukken van proefvormen.

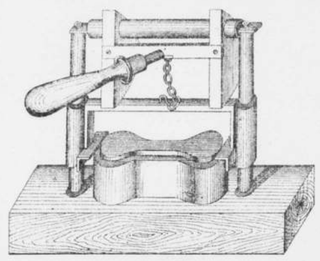


Fig. 2. Werktuig van P. Adie.

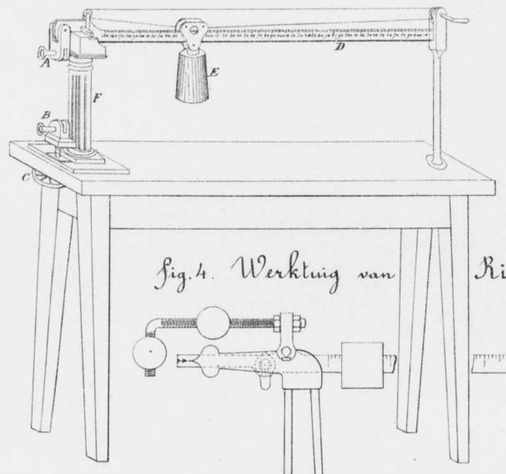


Fig. 3.

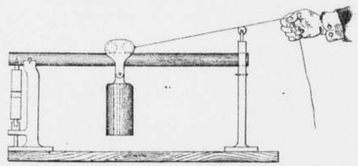


Fig. 4. Werktuig van Riehlé Bros.

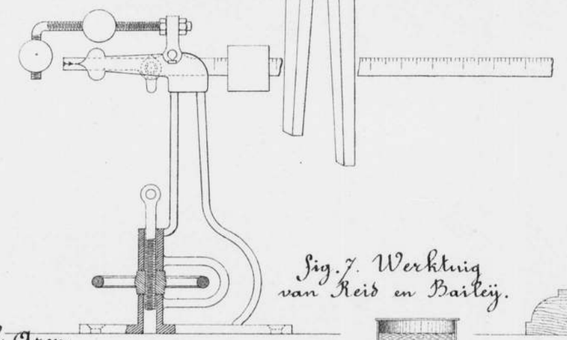
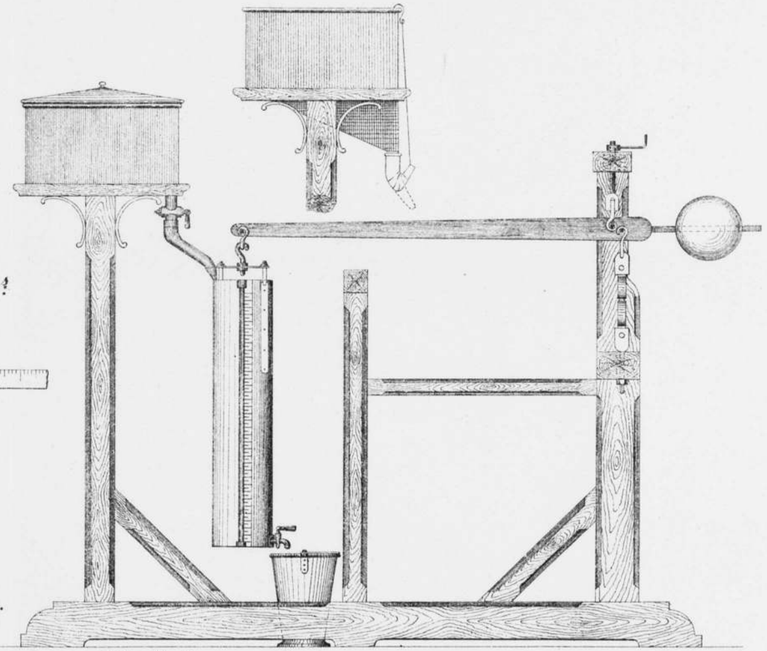


Fig. 5 Toestel van Dr. W. Michaelis.



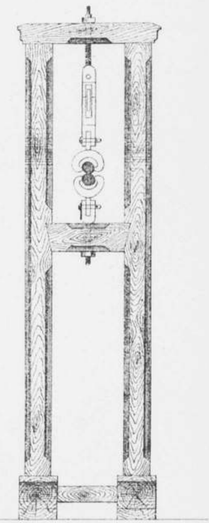


Fig. 6. Toestel van Dr. M. Leger en Dr. Jul. Aron.

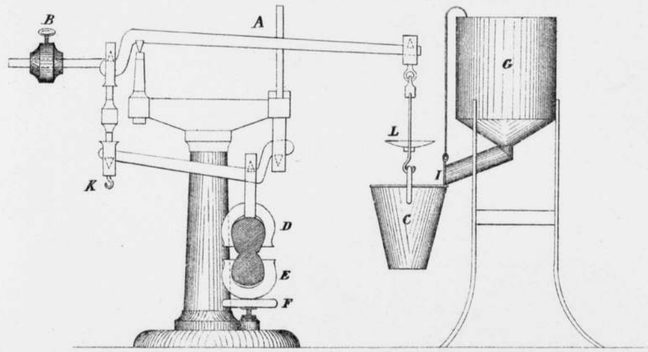


Fig. 7. Werktuig van Reid en Bailey.

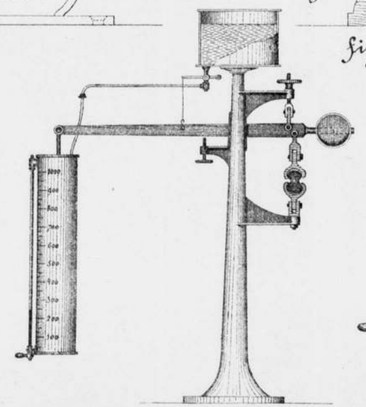


Fig. 8. Michele's werktuig.

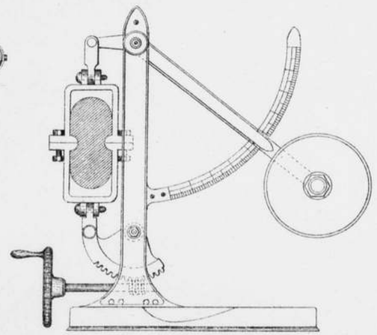
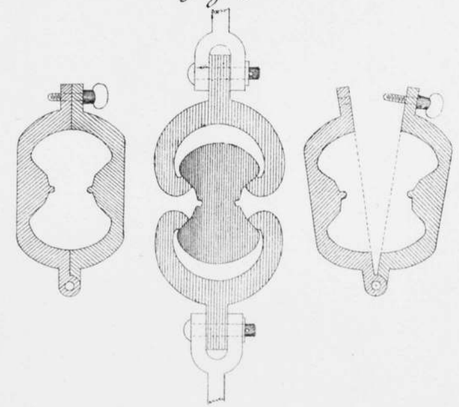


Fig. 9.



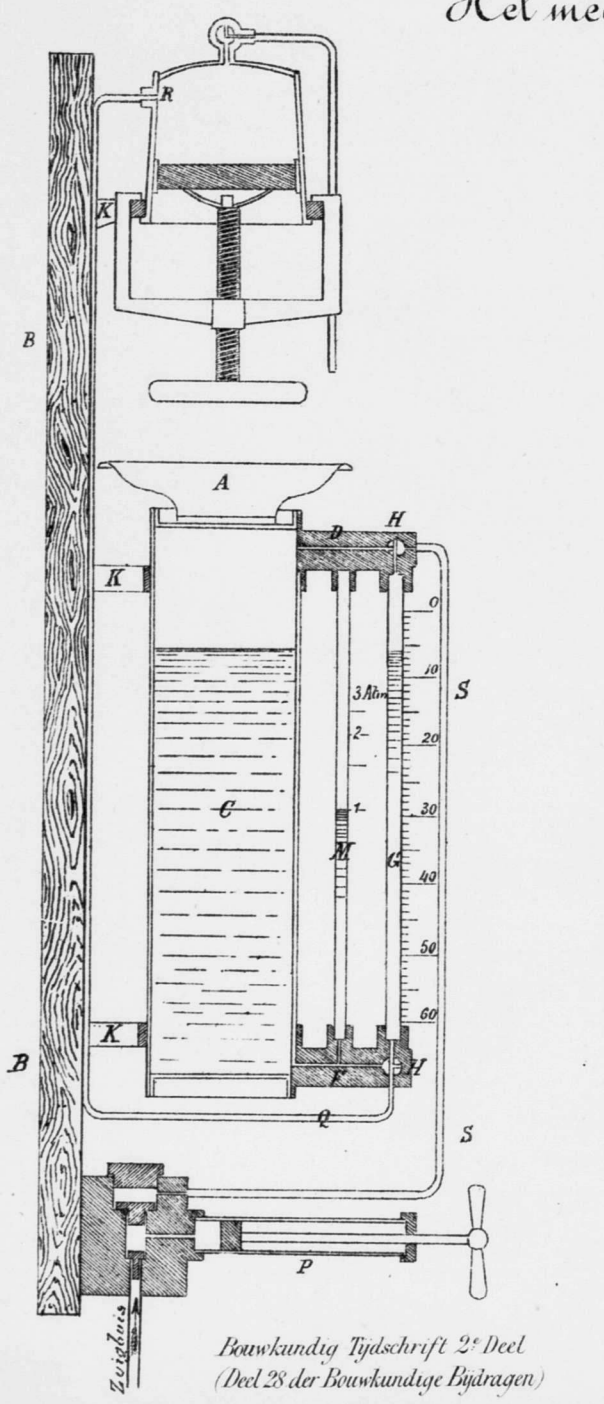
Bouwkundig Tijdschrift 2e Deel
(Deel 28 der Bouwkundige Bijdragen)

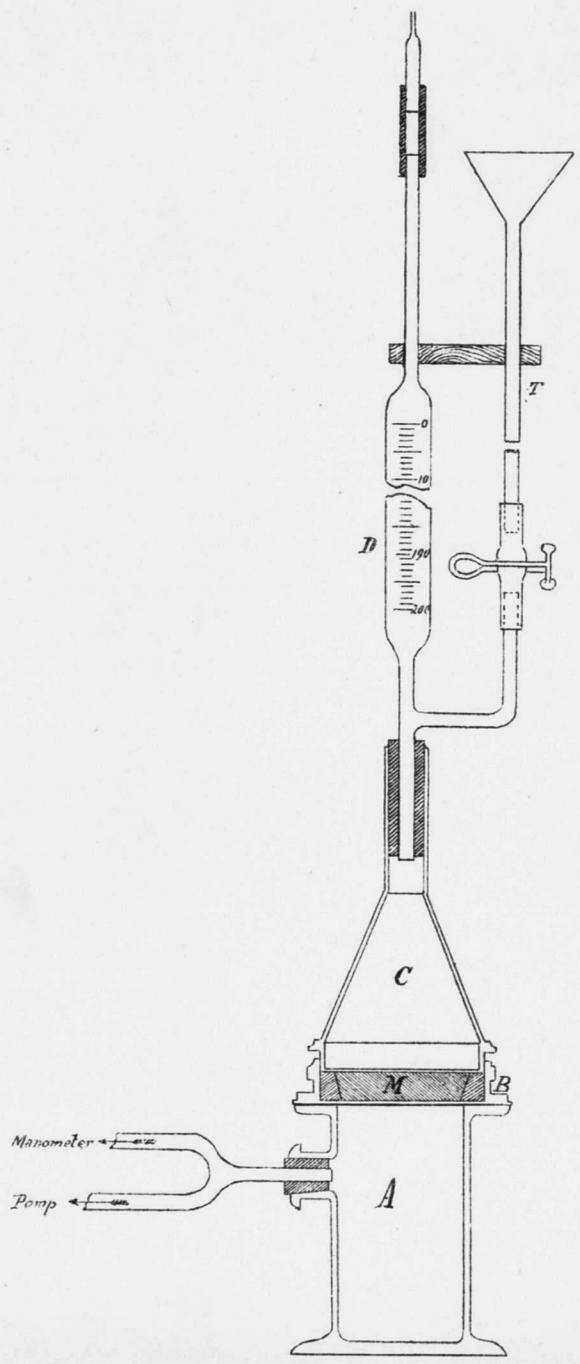
Uitgave van de Erven H. van Munster & Zoon, Amsterdam.

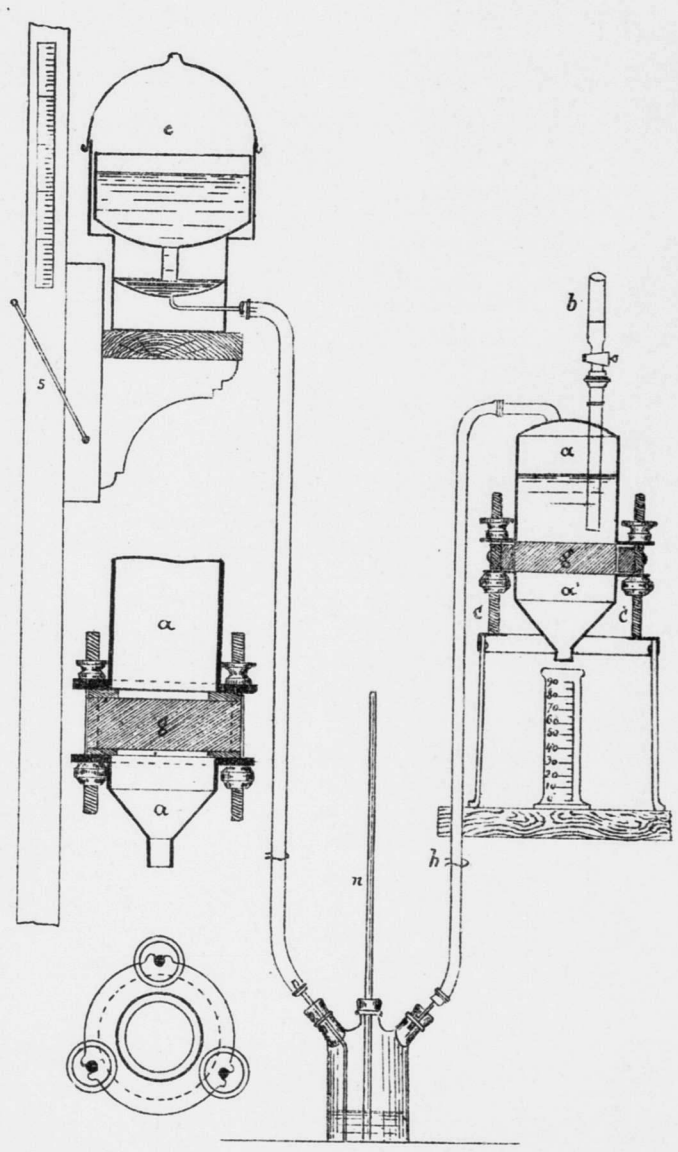
PHOTOLITH. WEGNER & MOLTU. AMST.

Dichtheidsmeters.

Het mechanisch onderzoek naar de eigenschappen van mortels.







Bouwkundig Tijdschrift 2e Deel
(Deel 28 der Bouwkundige Bijdragen)

Uitgave van de Erven H. van Munster & Zoon, Amsterdam.

PHOTOLITH: WEGNER & MOTTU AMST.



ONTWERP VOOR EEN STUDEERLAMP.

Bouwkundig Tydschrift 2e Deel
(Deel 28 der Bouwkundige Bijdragen.)

Uitgave van de Erven H. van Munster & Zoon, Amsterdam.

Phot. Lith. Wegner & Mettu Amst.

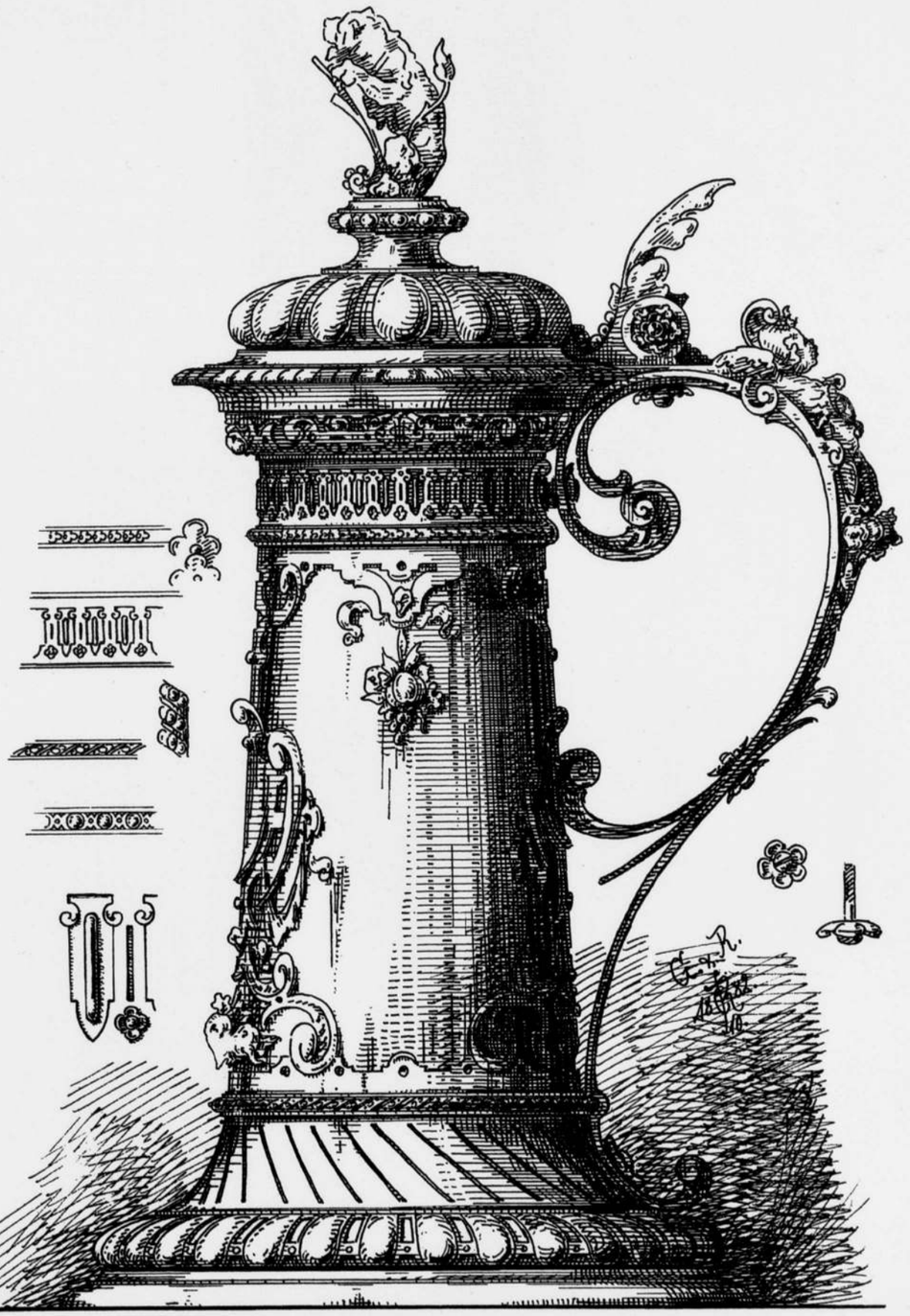


ONTWERP VOOR EEN STUDEERLAMP.

Bouwkundig Tydschrift 2e Deel
(Deel 28 der Bouwkundige Bijdragen)

Uitgave van de Erven H. van Munster & Zoon, Amsterdam

Phot. Lith. Wegner & Mottu Amst.



ONTWERP VOOR EEN KAN.

Bouwkundig Tijdschrift 2e Deel
(Deel 28 der Bouwkundige Bijdragen)

Uitgave van de Erven H. van Munster & Zoon, Amsterdam.

Phot. Lith. Wegner & Mottu Amst.

MAATSCHAPPIJ

TOT BEVORDERING DER BOUWKUNST.

BESCHERMHEER Z. M. DE KONING.

BOUWKUNDIG TIJDSCHRIFT

DEEL III.

DEEL 29 DER BOUWKUNDIGE BIJDRAGEN.



POLYTECHNISCHE SCHOOL

AMSTERDAM

DE ERVEN H. VAN MUNSTER & ZOON.

1883.

INHOUD.

HET RECHTSGEBOUW VAN TIEL, door J. F. METZELAAR. . . . . bladz.: 1.
EEN EN ANDER OVER BESTRATINGEN. . . . . „ 2.
PROEVE EENER VERZAMELING VAN VOORSCHRIFTEN voor het bepalen der dwarsafmetingen van de onderdeelen der bouwkundige constructiën, welke dagelijks op het gebied der burgerlijke bouwkunde voorkomen. Walmuren, schoeiingen, enz., door J. G. J. VAN ROOSMALEN. . . . . „ 12.
YATTENDON. Buitenverblijf van MR. ALFRED WATERHOUSE, architekt te Londen, door J. C. „ 34.
EEN DECORATIE STUDIE, door A. F. GIPS en C. ROSSE. . . . . „ 36.
NIEUW DIRECTIEGEBOUW der Nederlandsch-Indische Spoorweg-Maatschappij, door JOHN F. GROLL. . . . . „ 37.
HET NIEUWE DEPARTEMENT VAN JUSTITIE te 's-Gravenhage, door C. H. PETERS. „ 38.
IETS OVER VENSTERS VAN GEKLEURD GLAS EN GLASSCHILDERKUNST, door R. „ 46.

PLATEN.

HET RECHTSGEBOUW VAN TIEL.

I. Platte gronden.
II. Voorgevel.
III en IV. Zijgevel.
V. Doorsnede over de breedte.
VI en VII. Doorsnede over de lengte.

PROEVE EENER VERZAMELING VAN VOORSCHRIFTEN.

VIII—XIII. Figuren 1—19.

YATTENDON.

XIV en XV. Platte gronden en gevels.
XVI en XVII. Detail der binnen-architektuur.

EEN DECORATIE STUDIE.

XVIII. Decoratie voor een woonkamer.

NIEUW DIRECTIEGEBOUW der Ned. I. Spw. Maatschappij.

XIX en XX. Voorgevel.

HET NIEUWE DEPARTEMENT VAN JUSTITIE te 's-Gravenhage.

XXI. Plattegrond, verdieping gelijkstraats.
XXII. „ 1e verdieping.
XXIII en XXIV. Gevel aan het Plein.
XXV en XXVI. Doorsnede.
XXVII en XXVIII. Gevel-detail.

HET RECHTSGEBOUW VAN TIEL.

Toen door de aanneming der wet (van 15 Mei 1877) op de rechterlijke organisatie beslist was, dat de Arrondissements Rechtbank te Tiel zou blijven bestaan, werd door den ondergeteekende aan Zijne Exellentie den Minister van Justitie voorgesteld: aldaar een geheel nieuw gebouw te stichten, geschikt voor de zittingen van genoemde Rechtbank, zoomede voor de zittingen van het Kantongerecht.

Het gebouw, dat alstoen daarvoor in gebruik was, liet veel te wenschen over. Als woonhuis gebouwd, werd het zoo goed mogelijk voor het gebruik van de rechtbank ingericht, maar kon in vele opzichten zelfs aan de matigst gestelde eischen niet beantwoorden.

Na ruim een halve eeuw te hebben dienst gedaan als rechtsgebouw, en vroeger drie kwart eeuw als woonhuis, was het zoo bouwvallig geworden, dat sommige deelen er van, om der veiligheids wille, buiten gebruik waren gesteld.

Dit een en ander werkte gunstig, zoodat het door mij gedane voorstel door den Minister werd goedgekeurd, en in Juni 1878 aan mij werd opgedragen een ontwerp van een gebouw te maken ten dienste van de Arrondissements Rechtbank en het Kantongerecht te Tiel.

Het was niet mogelijk in de gemeente Tiel een gebouw te vinden, waarin tijdelijk de zittingen van de Arrondissements Rechtbank gehouden konden worden; daaruit volgde, dat het oude gebouw zoo lang in dienst moest blijven tot dat het nieuwe gebouw geheel voor den dienst gereed was. Op verzoek van den Minister van Justitie besloot de gemeenteraad van Tiel tot kosteloozen afstand van een stuk grond aan den Staat, gelegen aan den ouden Tielweg, ter breedte van 40,00 M. en diep 50,00 M. Op dit terrein kon het gebouw aan alle zijden onbelemmerd en vrij worden opgetrokken, en dus zonder moeite van licht en lucht worden voorzien.

Tegenover dit voordeel, leverde het terrein ook bezwaren op, die de bouwkosten aanzienlijk moesten verhoogen: in de eerste plaats lag het terrein zoo laag, dat het ruim 1 Meter over de geheele oppervlakte moest worden verhoogd; ten tweede moest voor den aanleg van het gebouw eene paalfundeering geslagen worden met palen van minstens 12 en 14 Meter lengte; ten derde, ofschoon zoo als boven reeds is vermeld het bouwterrein ruim 1 Meter wordt opgehoogd, lag het geheele terrein in eene diepte, ongeveer 3 Meter lager dan drie der toegangswegen, zoodat uit de verte altoos van uit de hoogte op het gebouw wordt gezien. Om dit laatste gebrek eenigszins te neutraliseeren, heb ik het gebouw op een soort podium geplaatst, waarin aan de achterzijde de woning voor den concierge is aangebracht; door dit podium is het rijzige van het gebouw zeer bevorderd.

De fundeeringsmuren zijn gemetseld van best roode waalmoppen in slap basterdtras; zij zijn hoog van de fundeerplaat tot aan den onderkant trasraam 2,87 Meter. Overal waar dit uitvoerbaar was, zijn tot besparing van materiaal spaarbogen gemetseld, waarvan de pijlers onder op de houten fundeering door omgekeerde bogen vereenigd zijn, ten einde de last van het gebouw niet alleen door de pijlers te doen dragen, maar deze zooveel mogelijk gelijkmatig over de doorgaande paalfundeering te verdeelen.

De gevels zijn allen gemetseld van utrechtschen appelbloesemsteen met gesneden voegen, met een spouwmuur er achter van een halven hardgrauwen waalmop; de banden, friezen, kroonlijsten, kolommen en versieringen zijn van gehouwen zandsteen of kunst cementsteen vervaardigd; het bordes, de plinten, bazementen enz. van hardsteen. De daken zijn met leijen gedekt.

Het perystilium is met kruisgewelven van ijsselsteen met gesneden voegen gedekt.

Inwendig is alles eenvoudig en met de bestemming van het gebouw in ernstigen zin uitgevoerd.

In de vestibulen en gangen zijn de vloeren belegd met hardsteenen platen, afgewisseld met wit marmeren banden en paneelen; de zolderingen zijn gesloten door steenen kruisgewelven van een halven mop gemetseld, en in mortel beraapt en opgeschuurd

In alle bureaux, wachtkamers en andere verblijven zijn de zolderingen op gewone wijzen geplafonneerd, de wanden gedeeltelijk met lambriseeringen voorzien en verder in mortel vlak afgeraapt; deze zolderingen en wanden worden in het volgende jaar beschilderd.

In de vestibulen en gangen zijn de wanden, pilasters, friesen, de kruisgewelven enz. allen beschilderd en met ornamenten, arabesken enz. in stille kleuren en strenge lijnen versierd.

De rechtzaal heeft eene breedte van 8,54 Meter, bij eene lengte van 16,10 Meter, met eene verdiepinghoogte van 10,30 Meter.

Tegen elk der beide lange zijmuren der rechtzaal, zijn tot versterking dezer hoog opgaande wanden op gelijke afstanden twee contreforten of pilasters, breed 0,50 en dik 0,34 M., uitgemetseld, die de zaal over de lengte in drie gelijke afdeelingen deelt, waarvan een

door het publiek, een door advocaten, procureurs, getuigen, en de laatste afdeeling door de leden van de rechtbank in beslag genomen wordt.

Tusschen de afdeelingen voor het publiek en de advocaten is eene balie gesteld, in het midden van een toegang voorzien, die door een gesmeed ijzeren hek wordt afgesloten. De vloer in de afdeeling, alwaar de rechters gezeten zijn, is 0,30 M. boven den zaalvloer gelegen. In de langs- of zijmuren der zaal, die elk door de beide daartegen gemetselde contreforten of pilasters in drie gelijke vakken worden afgedeeld, zijn gekoppelde getoogde drielichtvensters geplaatst, waarvan de onderdorpels 5,50 M. uit den beganen grond gesteld zijn. Deze hoogte van 5,50 M. is in twee vakken afgedeeld: het onderste vak, ter hoogte van 2,40 M. is geheel met paneel- of vakwerk betimmerd en als oud eikenhout behandeld, terwijl de eijerlijsten en andere versieringen, van galvanisch gebronsd zink vervaardigd zijn. Het bovenvak tusschen het paneelwerk en de onderdorpels der lichtvensters is met eene bronskleurige zware wollen stof tusschen vertikale plooien gedrapeerd. Deze drapeering met zware wollen stof is met het doel aangebracht om het galmen (de raisonnance) in de zaal zoo veel mogelijk tegen te gaan; zij helpt tevens het ernstige karakter der zaal bevorderen. De overige wanden en lijsten, zoomede de kroonlijsten en het plafond, zijn wederom in stille harmonische kleuren geschilderd, de ornamenten en andere versieringen, hoewel aan de renaissance herinnerende, zijn meer in eclectischen zin ontworpen. Op de wanden en boven den hoofdingang zijn eenige toepasselijke spreuken geplaatst. De zaal wordt door zes tuben of cilinders van roodkoper (met galvanisch gebronsde en vergulde kapiteelen en basementen versierd), waarin heet water circuleert en die langs de zijwanden der zaal zijn gesteld, verwarmd.

Voor de ramen in de zaal zijn geene gordijnen van zware of kleurige stof aangebracht, eene strak gespannen licht blauw gazen stof is voor het glas gespannen, van boven door eene eenvoudige smal opgeplooide lambrequin gesloten. De portiek, die van de zitplaats der rechters tot doorgang naar de raadkamer leidt, is door een gordijn gesloten; de stof waaruit dit gordijn is vervaardigd, evenals de lambrequins voor de lichtramen, is van dezelfde stof als die waarmede de wanden gedrapeerd zijn.

De raadkamer is tevens ingericht tot bibliotheek, waarvoor langs eene der lange zijwanden kasten getimmerd zijn; de wanden zijn in groen bronskleurige tinten beschilderd, met bruin roodachtige lijnen en ornamenten versierd.

Het plafond er van is grijs geschilderd, waarin vier medaillons met de portretten van rechtsgeleerden.

Het archief van het arrondissement, zoomede het archief der notarissen, bevindt zich op de verdieping boven de raadkamer en de daarneven ter wederzijde gelegen vertrekken; daarbij is nog een vertrek geplaatst om afschriften uit acten te kunnen maken.

In het sousterrein zijn de woning van den concierge, de bergplaatsen voor brandstoffen, enz.

De voorstelling in het frontespice door mij aangegeven, is door den heer J. Smit Crans ontworpen en in sgrafito uitgevoerd.

Aannemer van het werk was de heer P. A. van Regenmorter te Rotterdam.

Wanneer het gemeentebestuur van Tiel het omliggende terrein zal hebben opgehoogd, de wegen er om heen zal hebben aangelegd, zal dat terrein, hetwelk aan den staat behoort, door een hekwerk worden ingesloten en met eenige lagen bloeiende heesters worden beplant.

Het gebouw werd in November 1882 in dienst gesteld.

J F. METZELAAR.

's Gravenhage,
23 April 1883.

EEN EN ANDER OVER BESTRATINGEN.

Circulatie in de meest uitgebreide beteekenis van het woord, het verkeer door de voornaamste straten, zoowel van personen als van rijtuigen, vrachtwagens, handkarren, omnibussen, trams, enz. enz., wordt meer en meer een van die zaken, welke de voortdurende zorg behoeven van het gemeentebestuur eener groote stad.

Bij de noodzakelijkheid, waarin zich alle gemeentebesturen geplaatst zien, om den toestand van de hoofdwegen vooral, zooveel mogelijk in evenredigheid te houden met de eischen, welke door een belangrijk verkeer gesteld worden, heeft het op twee voorwaarden te letten, waaraan de bepaalde soort van bestrating, die het geschiktst wordt geoordeeld, in allen geval moet voldoen.

Met andere woorden: het gemeentebestuur moet zijn keus vestigen op een soort van plaveisel, dat zooveel mogelijk aan de gestelde eischen voldoet, en tevens op den duur zoo goedkoop mogelijk is.

Aan deze beide voorwaarden wordt voldaan, wanneer de bestrating:

1°. Van dien aard is, dat zij bij het vervoer van lasten den minst mogelijken weerstand biedt, zonder daarom zóó glad te zijn, dat hierdoor gevaar voor personen en dieren geboren wordt.

2°. Zoo stevig en duurzaam is gemaakt, dat reparatiën slechts zelden voorkomen. Deze laatste toch zijn niet alleen zeer kostbaar, maar leveren een bron van hinder en somwijlen ook van gevaar op, hetwelk allerminst in het belang van een geregeld verkeer is.

3°. Aan deze eigenschappen, die van goedkoopheid in aanleg paart.

Eindelijk zou men hier nog aan toe moeten voegen, dat het materiaal waaruit het plaveisel vervaardigd is, zoo moet gekozen zijn, dat het rijtuig- en wagenverkeer zoo min mogelijk aanleiding geeft tot gevaar, dat voor de bewoners van de aan de straat gelegen huizen hinderlijk of nadeelig is.

Bij het lezen van deze voorwaarden en wel vooral van hetgeen in sub 1 vermeld is, denken wij wel allereerst aan de asphaltbestrating. Deze soort van bestrating, biedt zeker wel den minst mogelijken weerstand bij het vervoer aan, maar een van de nadeelen, die daaraan verbonden zijn en door de tegenstanders terecht als van groot aanbelang worden vermeld, is de omstandigheid, dat zij bij nat weder te glad worden. Allerlei pogingen heeft men in het werk gesteld om hierin te voorzien en men zal moeten erkennen, dat er onder deze gevonden worden, die het beoogde doel vrij wel bereiken.

Zoo zorgt men in Parijs, dat de asphaltbestrating niet te glad wordt, door haar met buitengewonen zorg te reinigen en met scherphoekig en grof zand te bestrooien; het doel wordt daardoor volkomen bereikt, maar toch schijnt het wenschelijk hiertoe op een andere wijze te geraken en wel door de ruwheid van de straatoppervlakte meer langs natuurlijken en minder omslachtigen weg te verkrijgen.

Voor eenige jaren trachtte men hierin te voorzien, door de oppervlakte, nadat de asphalt gelegd was en zij nog week was van voren of gleuven te voorzien, doch deze proef mislukte, daar de opstaande kanten veel te snel afsleten en de gewenschte ruwheid verloren ging.

Later, nog onlangs heeft men in Londen andere proeven genomen, waarvan men zich meer voorstelde. Men vermengde namelijk de asphalt in de smeltketels met klein geslagen stukken kalksteen, mengde een en ander goed dooreen en goot nu van dit mengsel rechthoekige blokken, die de grootte hadden van de gewone straatsteenen. Deze werden, terwijl zij nog warm waren, in de vormen van een hydraulische pers gebracht, en aan een hevigen druk onderworpen. Met deze soort van steenen werd een gedeelte van de Queen Victoria-street te Londen bestraat en de aanwezigheid van de kalksteen in het mengsel, had zeker ten gevolge, dat de gladheid ongelijk veel minder was dan van gewone asphaltbestrating. De nadeelen van dit stelsel bleven echter niet uit, en vandaar dat een navolging hiervan niet geraden schijnt. De aanwezigheid van kalksteen toch moge er het hare toe bijdragen om de gladheid te verminderen — zeker is het evenwel ook, dat zij de homogeniteit van de bestrating zeer benadeelt. Het bleek dan ook dat de asphaltsteenen spoedig afbrokkelden en voortdurende herstellingen noodzakelijk maakten. Ook bleek dat, daargelaten het afbrokkelen, de algemeene slijtage over de geheele oppervlakte van de bestrating veel aanzienlijker was, dan bij het gebruik van onvermengde asphalt te constateeren viel. In het algemeen is men daar tot de conclusie gekomen, dat men beter doet zich zooveel mogelijk aan de gladheid van de asphaltbestrating te gewennen. De hinder en last welke zij biedt, zijn niet radikaal weg te nemen en het is alleen door met groote zorgvuldigheid op den zuiveren toestand van de oppervlakte te letten en zooveel mogelijk te zorgen, dat de verontreinigingen van allerlei aard spoedig verwijderd worden, dat de nadeelen van deze soort van bestrating, tot een minimum gereduceerd en de voordeelen zoo groot mogelijk worden.

Terwijl de asphaltbestrating in Londen jaarlijks meer en meer toeneemt en men zich daar zeer goed van de voordeelen van dit stelsel bewust is, maakt zij bij ons te lande slechts zeer kleine vorderingen. In Amsterdam bijvoorbeeld, schijnt men veel tegen het asphalt te hebben. Nadat eerst het eene gedeelte van de Kalverstraat — namelijk van den Dam tot aan de Taksteeg — voor ongeveer een tiental jaren op deze wijze bestraat was geworden, scheen men er na kennismaking zoozeer tegen ingenomen te zijn, dat eerst in dit jaar een verlenging der asphaltbestrating door de Kalverstraat tot aan het Sophiaplein werd voorgesteld en uitgevoerd.

Intusschen moet men blijven erkennen, dat deze bestrating impopulair onder de koetsiers blijft en niet dan bij hooge noodzakelijkheid bereden wordt. Dit verschijnsel, dat men in andere steden waar dezelfde soort van bestrating op grootere schaal is toegepast, niet ontmoet, is wel voornamelijk toe te schrijven aan het eigenaardige hoefbeslag, het zoogenaamd „Amsterdamsch beslag" met de zeer groote kalkoenen en neuzen, dat wellicht zeer goede diensten bij het op- en afgaan van de bruggen doet, maar weinig geschikt is om aan de paarden op de zeer vlakke oppervlakten van het asphalt, de noodige vastheid te geven.

Omtrent de asphaltbestrating in Berlijn staan ons een aantal tamelijk uitvoerige gegevens ten dienste.

In die stad zijn in de laatste zeven jaren ruim honderdtwintig duizend vierkante meter straatoppervlakte met asphalt, en wel met de zoogenaamde samengeperste asphalt, bedekt geworden. Terwijl in Amsterdam uitsluitend gebruik wordt gemaakt van den asphalt uit de Val de Travers in het Zwitsersche Canton Neufchâtel, bediende men zich in eerstgenoemde stad van drie soorten, namelijk van de zooeven genoemde, van de asphalt uit Seyssel afkomstig, hetwelk aan de Rhône in het Fransch Departement van de Ain ligt en eindelijk van asphalt van Ragusa op het eiland Sicilië. De Berlijners zijn zeer met die soort van bestrating inge-

nomen en allerwege wordt de wensch kenbaar gemaakt om dit stelsel ook op de andere straten in toepassing te brengen.

Belangrijk zijn de maatregelen, die men daar met het oog op het onderhoud dier bestrating genomen heeft, en daar die quaestie hier te lande voorzeker nog verre van opgelost is, zullen wij daarvan het voornaamste laten volgen, en in het kort, een oppervlakkig overzicht van de kosten geven, welke in die stad voor de asphaltbestrating moeten bestreden worden.

Bij het steeds toenemend verlangen onder de bevolking naar deze soort van bestrating en het vrij beperkte getal van hen, die voor het leggen en onderhouden van asphaltbestratingen in aanmerking kunnen komen, erkende het gemeentebestuur van Berlijn, dat bijzondere maatregelen moesten genomen worden, opdat men niet te eeniger tijd door het steeds toenemen van de met asphalt geplaveide straat- en trottoiroppervlakten geheel van de ondernemers afhankelijk zou zijn en dus — voornamelijk bij het onderhoud van bestaande plaveisels — sommen zou moeten betalen, die hun willekeur voorschreef.

De afdeeling van het stedelijk bestuur, die zich voornamelijk met de bestratingen bezig houdt, heeft toen voorgesteld, niet zooals gewoonlijk geschiedt, de kosten voor den aanleg en voor het onderhoud scherp van elkander af te scheiden, maar aan den ondernemer, die de nieuwe bestrating maakte, ook het onderhoud daarvan, gedurende een reeks van jaren, op te dragen.

Het contract waarbij een en ander is vastgesteld, bepaalt: dat de ondernemer van den nieuwen aanleg, de door hem vervaardigde asphaltlaag en de daaronder liggende betonbedding, gedurende negentien jaren nadat het werk gereed is gekomen, in goeden, berijdbaren toestand moet houden en het na dien tijd in dezen toestand aan het gemeentebestuur moet opleveren.

Voor dit onderhoud wordt in de eerste vier jaren geen vergoeding gegeven. In de volgende vijftien jaar ontvangt de ondernemer een toelage, waarvan de grootte afhankelijk is van de meerdere of mindere uitgebreidheid van het oorspronkelijke werk en van de nieuwe bestratingen, welke door den ondernemer in het betrekkelijke jaar worden gelegd. Wanneer de gezamenlijke oppervlakte van nieuwe asphaltbestratingen, die in een jaar tot stand komen, vijfduizend of meer vierkante meter bedragen, bedraagt de toelage voor het onderhoud dertig cents per vierkanten meter. Blijft dat getal onder de vijfduizend, dan betaalt het gemeentebestuur vijf en veertig cents per vierkanten meter uit. Die verhooging van vijftien cents vervalt evenwel, wanneer de ondernemer voor nieuwe bestratingen, een hoogeren prijs per vierkanten meter verlangt, dan oorspronkelijk werd vastgesteld.

Deze prijzen gelden voor de herstellingen aan gewone straatoppervlakten; voor reparatiën, die tengevolge van werken aan onderaardsche buizen, gasbuizen, waterleidingbuizen, telefoon en telegraafkabels, of van werken aan de rails der tramwegen, noodig waren, is een ander tarief gemaakt. Het behoeft nauwelijks vermeld te worden, dat de reparatiën, noodig wegens buitengewone gevallen, bijvoorbeeld het springen van waterleidingsbuizen en dergelijke niet voor rekening van den ondernemer komen. Verder laat de stad den ondernemer een vrij aanzienlijken waarborgsom storten, en heeft zij zich het recht voorbehouden, om ten allen tijde het contract te verbreken, mits daarvan minstens een jaar te voren kennis wordt gegeven.

Tot deze eigenaardige bepalingen van het contract is men gekomen, daar men van oordeel was, dat — wil men goed werk verrichten — voor het onderhoud van een bestaand plaveisel, hetzelfde materiaal moet gebruikt worden als waaruit het aanvankelijk werd samengesteld, en dat men alleen dàn de verzekering verkreeg, dat de nieuwe aanleg werkelijk goed werd uitgevoerd, wanneer den ondernemer de verplichting tot het langjarig onderhoud van hetzelfde werk werd opgelegd; dat de bepalingen eindelijk ook voor den ondernemer van belang waren en hem voordeel konden aanbrengen, omdat, nu hij zich met het onderhoud belasten moest, het grootste gedeelte van zijne onderhoorigen, die zich in het werk geoefend hadden konden gehouden worden en zijn machinerieën en toestellen ook niet voor een groot gedeelte van het jaar ongebruikt en dus rente-verslindend behoefden te blijven liggen.

Geheel zonder aanleiding te geven tot bedenkingen is dit contract niet. Intusschen zal men er in hoofdzaak wel mede eens wezen, en gelden de opmerkingen meer de bijzaken.

De toelage van dertig cents per vierkanten meter bijvoorbeeld — is die goed bepaald? Het is ongetwijfeld zeer moeielijk hieromtrent een oordeel uit te spreken, omdat de ondervinding in dit opzicht, zoowel te Berlijn als in welke andere stad ook, ten eenemale ontbreekt. Waarschijnlijk zal men zich bij het aangaan van een dergelijk contract wel bewust zijn van den risico, die beide partijen ongetwijfeld loopen en dat de stedelijke regeering zulke heeft ingezien, wordt wel bewezen door het artikel in het contract, waarbij zij zich het recht tot verbreken voorbehoudt. Intusschen moet erkend worden, dat — al moge hier en daar aanmerkingen op de voorwaarden gemaakt worden, het contract veel goede bepalingen bevat en het zeker van groot belang is, dat het langdurig onderhoud aan den ondernemer van den aanleg der bestrating wordt opgedragen. De ondervinding elders opgedaan, waar deze bepaling niet wordt nageleefd, toont op ondubbelzinnige wijze aan, van welk een groot voordeel deze schikking zoowel voor de stedelijke belangen als voor die van den aannemer der bestrating is.

Na de asphaltbestrating, levert de houtbestrating den minsten weerstand bij het vervoer van lasten op. Zooals bekend is, worden in tal van steden proeven genomen, ten einde de beste wijze te leeren kennen, die men bij den aanleg dezer soort van bestrating moet volgen, om tot de verlangde resultaten te komen. Even zeer weet een ieder, dat men in dezen nog lang niet tot een oplossing is gekomen, en dat nog om zoo te zeggen dagelijks, nieuwe

methodes voor de samenvoeging der blokjes worden aangegeven.

Welke soort van hout zal men moeten gebruiken? Moet men harde houtsoorten, zooals eiken- of beukenhout kiezen, of wel de zachtere naaldhoutsoorten?

Deze quaestie schijnt intusschen door de groote ondervinding, die men in Engeland in zake de houtbestratingen heeft opgedaan, geheel te zijn opgelost, en men is daar tot de overtuiging gekomen, dat een deugdelijke houtbestrating, die zoolang mogelijk tegen de slijtage door de wielen van rijtuigen en wagens, en door de hoeven der paarden veroorzaakt, weerstand moet bieden, uit dennen- of vurenhouten blokjes moet vervaardigd worden. De stammen, waaruit de blokjes gezaagd worden, moeten van middelbaren ouderdom en gaaf zijn, en in het algemeen een soort van hout opleveren, dat voor de gewone doeleinden bij huizenbouw geschikt is. Van groot belang is het dus, dat men bij de keuring van de blokjes met omzichtigheid te werk ga, en niet te gemakkelijk goedkeuren, omdat de nerf door de spoedige verontreiniging toch niet in het gezicht komt. Ook de tijd waarop de boomen geveld en de stammen verdeeld worden, staat in nauw verband met de waarde van het hout.

Van het grootste gewicht voor de deugdelijkheid van het stelsel als bestrating en voor het onderhoud van het geheel, is het onmiddelijk bestrooien der blokjes met een fijn soort van grind, waardoor langzamerhand een soort van vervilting aan den bovenlaag der houtvezels ontstaat, die naar het schijnt beschuttend voor het overige hout werkt. Hierop komen wij later terug.

Uit het voordeel van deze zoogenaamde vervilting, volgt als het ware vanzelf, dat de hardere houtsoorten niet geschikt zijn; want indien men beuken- of eikenhout of andere houtsoorten van dergelijken aard gebruikte, zou, tengevolge van den geheel anderen structuur van dit hout, zich de viltlaag niet kunnen vormen. De naaldhoutsoorten in het algemeen toch, vertoonen in de richting van den groei, lange uitgerekte houtcellen of vezels die zich, om zoo te zeggen, dooreenstrengelen, hetgeen bij de loofhoutsoorten onmogelijk het geval kan zijn, aangezien deze voornamelijk korte vezels in de richting van den groei hebben. Wel is daardoor dat hout zeer hard, maar evenzeer is daarvan het gevolg, dat de oppervlakte (het kopshout) zeer glad wordt en weldra onder den voortdurenden invloed van de wielen en de hoeven der paarden broos wordt, waardoor de zeer kleine houtvezeltjes loslaten en voortdurend een nieuwe houtlaag aan de vernielende werking van het straatverkeer wordt blootgesteld. Hier breken de houtvezels, terwijl zij bij de zachtere houtsoorten slechts buigen en dus tevens het daaronder liggende hout tegen vernieling beschermen.

Men weet, dat niet zelden stemmen opgaan, die zich tegen de houtbestratingen verklaren, en dat de tegenstanders niet geheel ongelijk hebben, volgt uit een aantal erkende nadeelen, die aan deze manier van bestrating verbonden zijn.

Vooreerst wordt gedeeltelijk aan de houtbestrating toegeschreven, de veelvuldige ziekten van de ademhalingswerktuigen, welke in New York, waar vooral de houtbestrating een groote toepassing gevonden heeft, werden geconstateerd. Die ziekten vinden hun oorzaak in de tegenwoordigheid in de lucht van zeer kleine vezeltjes, die van andere organische zelfstandigheden doortrokken zijn. Niettegenstaande de vervilting, waarop boven is gewezen, krijgen de oppervlakten der houtblokjes na verloop van langeren of korteren tijd een poreusachtig aanzien; de openingen en kanalen, die zich in het hout bevinden, vullen zich met water, modder en straatvuil, en geven aanleiding dat het hout langzamerhand begint te rotten en dat de kleine vezels loslaten onder den druk van de daarover vervoerde lasten of van de hoeven der paarden. Zoolang de bestrating door regenachtig weder of door besproeiing in voldoenden natten toestand blijft, zullen de vezels zich niet verspreiden maar bij droogte en onvolkomen besproeiing, verspreiden zij zich in de lucht, na eerst door de voortdurende beweging der rijtuigen en karren tot zeer fijn stof als het ware gemalen te zijn geworden.

Zooals men weet, worden de blokjes vóór zij in bewerking komen, op de een of andere wijze met creosootolie gedrenkt. Geschiedt echter dat creosooteeren op onvoldoende wijze, zoodat de olie zelve niet ver genoeg in het hout dringt, dan kunnen de organische stoffen, afkomstig van het straatvuil, tot op tamelijke diepte in de porien van het hout doordringen en aanleiding geven tot het ontwikkelen van gassen, die zeer nadeelig voor de gezondheid zijn. De verbinding verder der blokjes onderling, die in de meeste gevallen vrij onvoldoende is, zou volgens een opstel over dit onderwerp in een hygienisch tijdschrift voorkomende, tot soortgelijke resultaten leiden en aanleiding geven, dat de ondergrond verontreinigd wordt.

Eindelijk heeft men hier en daar gewezen op het gevaar, dat de bestrating bij brand op zou kunnen leveren. Men heeft zich beangst gemaakt over de quaestie of het niet mogelijk kon zijn dat een brand, welke aan de eene zijde van een straat ontstaan, zich langs de houtbestrating kon voortzetten en op die wijze de huizen aan de tegenovergestelde zijde der straat gelegen, kon aansteken. Het schijnt intusschen, dat het gevaar vrij denkbeeldig is, daar rapporten over deze quaestie naar aanleiding van onderzoekingen in New York en Londen ingesteld, het overplanten van een brand op de voorgestelde wijze als zeer onwaarschijnlijk deden voorkomen.

Belangrijke mededeelingen vinden wij vermeld over de proeven, die in de Champs-Elysées te Parijs met een nieuwe soort van houtbestrating zijn genomen, welke daar door een Engelsche maatschappij, die zich met de bestrating belast had, voor het eerst in het groot is gelegd. De nieuwe manier wijkt voornamelijk van de gewoonlijk gevolgde af, in de wijze hoe de blokjes ondeelig verbonden worden en zij moet beter in staat zijn te gemoet te komen aan de bezwaren, die hierboven met het

oog op de hygiene medegedeeld zijn. De volgende korte mededeelingen mogen hier een plaats vinden.

De blokjes hebben een kubusvormige gedaante en worden van dennenhout vervaardigd. De wijze hoe de Engelsche maatschappij de blokjes creosooteert is nog uiterst primitief, Zij worden namelijk in een bad van steenkolenteerolie gedompeld en verhit, hetgeen zooals men begrijpen zal niet voldoende is, om de olie daarin tot een behoorlijke diepte te doen doordringen. Intusschen heeft men ingezien, dat dit het zwakke punt van de methode, is en thans worden de blokken onder een druk van tien of veertien atmospheren zoolang in een bad van zeer hoog verhitte steenkolenteerolie gedompeld, tot dat de olie er, niet tot een bepaald bedrag, zooals gewoonlijk wordt opgegeven, — maar tot een bepaalde diepte van anderhalven of twee centimeters in doorgedrongen is.

De maatschappij, die thans op deze wijze laat creosoteeren, beweert echter een middel te hebben gevonden waardoor het eenvoudig dompelen in verwarmde steenkolenteerolie voldoende zal blijken te zijn. Zij wil namelijk een bepaald soort van grint over de houtbestrating uitspreiden. Dit grint wordt dan door de zware wagens, die er over heen rijden verbrijzeld en de zeer kleine stukjes steen dringen gedeeltelijk in het hout, waardoor na eenige maanden dienst een korst gevormd wordt van vijf tot negen millimeters dikte. Deze korst wordt buitengewoon hard en zeer vlak, en beschermt het hout tegen afslijting. Bovendien voorkomt zij de vorming van stof (bestaande uit fijne overal doordringende, zeer kleine houtvezeltjes) en maakt de geheele bestrating ondoordringbaar voor vocht. Daardoor wordt dan het hout niet alleen tegen afslijting beschermd, maar ook tegen een soort van plaatselijke rotting, die zooals wij boven aanmerkten, aanleiding geeft tot ontwikkeling van voor de gezondheid nadeelig gassen.

Uit een hygienisch oogpunt is dus aan een voorwaarde vrij wel voldaan. Ook wordt door de nieuwe methode voorzien in de nadeelige gevolgen, die aan een verontreiniging van den ondergrond moesten toegeschreven worden.

Volgens de nieuwe manier worden tusschen den ondergrond en het plaveisel drie verschillende lagen gelegd. Vooreerst maakt men een asphaltlaag, die ten minste een dikte heeft van vijf centimeter. Hierin wordt het houten blokje tot op een vierde gedeelte van zijn hoogte ingedrukt. Dan volgt een dunne laag van Portland Cement, die den noodigen ronden vorm heeft en eindelijk een bedding van beton van minstens vijftien centimeters dikte, welke met cement vermengd wordt.

De verbinding eindelijk der blokjes ondeeling geschiedt op drie-vierde der hoogte; de ruimte tusschen de blokjes overgelaten, heeft een breedte van een centimeter en wordt aangevuld met een mengsel van fijn grint en van Portland Cement. Dit mengsel verhardt schielijk en krijgt zulk een stevigheid, dat de blokjes wanneer men ze later wegneemt, eerder middendoor breken dan dat de verbinding tusschen hen onderling scheurt.

Door deze hechte verbinding wordt het onmogelijk, dat vloeistoffen van welken aard ook tusschen de voegen der blokjes doordringen en al mocht dit hier of daar het geval zijn, dan worden zij door de drie genoemde lagen, toch verhinderd met den grond in aanraking te komen.

In Londen zijn door Haidwood intressante waarnemingen gedaan, die een onderzoek ten doel hadden naar den aard van de stortingen op de verschillende soorten van bestratingen. Uit deze waarnemingen volgt, dat houtbestrating, in vergelijking met asphalt- en keibestrating het minst aanleiding geeft tot ongelukken, door stortingen van paarden ontstaan. Het zijn vooral de stortingen voorover, op de knieën, die bij de houtbestrating het talrijkst zijn. De volgende tabelletjes zijn aan dit rapport van Haidwoord ontleend.

Het eerste geeft aan, hoe groot de afstand is, welke door de paarden te Londen over de drie genoemde soorten van bestrating zonder val wordt afgelegd,

Asphaltbestrating	307	Kilometers
Keien „	212	„
Hout „	717	„

Het tweede geeft een overzicht van het meer of minder ernstige van den val.

	A	B	C	D
Asphaltbestrating	140	107	190	437
Kei „	135	22	134	291
Hout „	277	10	39	326
	552	139	363	1054

De getallen in de eerste rij (A) geven aan hoe veel maal één val op de knieën voorkwam.

In rij B vindt men het aantal vallen op de heupen vermeld. De rij C stelt het aantal stortingen voor, waarbij het paard geheel en al van de beenen geraakte en in de rij D worden de sommen van de verschillende stortingen op één soort van bestrating vermeld.

De houtbestrating geeft dus wel de meeste aanleiding voor stortingen op de knieën, maar het voordeel blijft toch aan deze soort van bestrating, omdat een dergelijke val de minste stoornis in de circulatie te weeg brengt. De in dit tabelletje vereenigde cijfers zijn van veel gewicht, omdat zij betrekking hebben op waarnemingen van vrij langen duur (van acht en vijftig dagen namelijk) en genomen zijn over een totalen afstand van zevenhonderd zeventig duizend kilometers.

Het is hier wel onnoodig op andere voordeelen te wijzen, die deze soort van bestrating heeft en betrekking hebben op het weinige gedruisch, dat de rijtuigen en wagens die daarover vervoerd worden, veroorzaken, of op den rustigen gang van deze middelen van vervoer. Laten wij ons bepalen tot de opmerking, dat houtbestrating, mits goed aangelegd, zoodat er niet voortdurend aan veranderd behoeft te worden, wel goedkoop is. Uit een rapport in Juni 1882 opgemaakt blijkt, dat de kosten te Parijs voor deze bestrating tusschen de drie

en twintig, en vier en twintig francs per vierkanten meter bedroegen en dat men den duur eener goede bestrating volgens de te Londen opgedane ondervinding, veilig op vijf jaar, en in gunstige gevallen op nog langeren tijd mag stellen. Verder moet men niet vergeten, dat na dien tijd de blokken in het geheel niet waardeloos zijn, maar zeer goed bijgehakt kunnen worden en dienst kunnen doen als bestrating in binnenplaatsen of in het algemeen in ruimten, waar het verkeer niet zoo druk is als in de meer voorname straten.

Niettegenstaande deze en andere voordeelen, zijn velen van oordeel, dat hout niet het materiaal is, waarvan wij onze plaveisels moeten vervaardigen, maar dat we onze aandacht liever op andere stelsels moeten richten, hetgeen met het oog op de toenemende schaarschheid en het gebrek aan goed timmerhout voor huizenbouw en dergelijke toepassingen op zijn minst genomen zeer zeker de aandacht van belangstellenden waard is.

Nadat wij nu het voornaamste over de asphalt- en de houtbestrating hebben medegedeeld, blijft ons nog over, een en ander met betrekking tot de gewone keibestrating in het midden te brengen, en daarbij zal het ons tevens niet aan gelegenheid ontbreken, nog hier en daar opmerkingen, over de twee eerstgenoemde soorten van bestrating en over de zoogenaamde Mac-adamwegen in het midden te brengen.

De pogingen om het verblijf in de steden aangenamer te maken, door de bestratingen meer overeenkomstig de behoeften en het verlangen van de ingezetenen in te richten, behooren tot den laatsten tijd. Het is nog niet zoolang geleden, dat de straatoppervlakte uit een mengelmoes van hot en heer liggende groote puntige keien bestond, die de daarover heen hossende wagens deden kraken en de voetgangers menigen zucht ontlokten. In Parijs bijvoorbeeld was de bestrating ten tijde van de Julirevolutie nog zeer primitief en den oproermakers werd de arbeid bij het opwerpen van barrikades niet weinig vergemakkelijkt, omdat zij de straatsteenen slechts voor het oprapen hadden, daar deze kris en kras door elkaar in den grond gelegd, en zoo goed en zoo kwaad als dat ging, aangestampt waren geworden. Slechts had men de ruimten tusschen de steenen en de bedding, waarop zij kwamen te leggen, met grof zand gevuld, dat evenwel begrijpelijkerwijze spoedig in vuil en modder veranderd werd en het beoogde doel miste, zoodat de verbinding der steenen onderling van geen beteekenis was en deze gemakkelijk konden verwijderd worden. Dit wat aangaat de stad Parijs. Wij zullen ons maar niet verdiepen in de toestanden van de bestratingen in de overige groote steden van het Europeesche vasteland. Deze waren wellicht nog in erger staat. In Engeland daarentegen was men reeds wat verder gevorderd.

In Londen bijvoorbeeld, waar in het begin dezer eeuw het straatverkeer reeds verhoudingen had aangewezen, waarvan men in de continentale steden niet droomde, was men als eerste verbetering overgegaan tot het bestraten met regelmatig behakte vierkante steenen van graniet, welke in een bed van grof zand in regelmatige rechte reien werden gestampt. Deze zandbedding rustte op een onderlaag van puin, welke op uitstekende wijze tot de duurzaamheid van het geheel bijbracht. In de straten, waar het vooral op een goede bestrating aankwam, werd die puin-onderlaag eerst door zeer zware walsen samengedrukt en daaraan een min of meer tonronden vorm gegeven.

Terwijl de steden op het vasteland, het door Engeland gegeven voorbeeld slechts zeer langzamerhand opvolgden, bleef men in Engeland niet bij die soort van bestrating stilstaan. Weldra bleek het meer en meer, dat het opvullen met zand niet genoeg was en daardoor het uitwippen van de straatsteenen niet voorkomen werd. Men had opgemerkt, dat de steenen gedurende het daarover heen rijden van de wagens, min of meer gedraaid werden om een horizontalen as, die men zich aan hun onderkant kan denken. Nadat de druk had opgehouden te bestaan, kwamen zij weer in hun oorspronkelijken stand terug en deze dikwijls herhaalde slingerbeweging, heeft een afronding van de kanten der steenen en een vergruizing van de grove zandkorrels ten gevolge, die in de voegen tusschen twee steenen als het ware fijn gemalen worden. De fijne stofdeeltjes mengen zich nu met het straatvuil dat tusschen de voegen indringt, en uit overblijfsels van paardenmest en fijngemalen stukjes keisteen bestaat.

Zoodra het nu begint te regenen, wordt de gevormde slib, het straatvuil, tusschen de steenen, omhoog geperst en bij het reinigen van de straten gedeeltelijk verwijderd. Het gevolg hiervan is, dat de voegen tusschen de steenen slechts onvolkomen met zand gevuld blijven, indien de bedding onder het plaveisel aan het regenwater wordt blootgesteld, waardoor verzakkingen ontstaan, die zich door de welbekende hinderlijke kuilen en ongelijkheden in de straatoppervlakte verraden. Om deze nadeelige gevolgen zooveel mogelijk tegen te gaan, werd sedert het jaar 1850 ongeveer, in Londen een methode in gebruik gesteld die, voornamelijk bestond in het opvullen der voegen met hydraulischen mortel; deze manier werd later, op het Londensche voorbeeld, ook in vele andere Engelsche steden, maar slechts in zeer beperkte gevallen in de steden van het Europeesch vasteland gevolgd.

Zooals in de meeste gevallen, waar het een onderzoek geldt naar de verschillende proeven, die genomen zijn om de een of andere moeielijke quaestie tot oplossing te brengen, moeten wij bij het vermelden van het voornaamste wat met het oog op de bestratingen is verricht, het oog voornamelijk op Engeland richten, omdat men in dat land zich het eerst bewust was van het groote gemak, dat een zoo goed mogelijk ingericht plaveisel, aan mensch en dier kan bieden. Van de tallooze proeven, die in de verschillende steden van Engeland genomen werden, mogen er hier eenige volgen.

In het begin had men aan de vierhoekige straatsteenen een vrij aanzienlijke lengte in de richting van

de straat gegeven. Terwijl toch tegenwoordig de steenen ongeveer acht bij acht centimeters meten, hadden deze een lengte van ongeveer vijf en twintig centimeters. De vorm bleek evenwel zeer ongeschikt te zijn, omdat de paarden bij het aanzetten te weinig steun op de lange gladde oppervlakten ondervonden en gewoonlijk uitgleden, totdat zij met hun hoeven op de kanten terecht kwamen. Dit uitglijden rondde de steenen spoedig af en door dezen vorm, werden de schokken van de wagens bij het gaan van den eenen steen op den anderen, heviger, hetgeen eveneens niet weinig tot het snel afslijten van de steenen aanleiding gaf.

Het gevolg van deze waarnemingen was de conclusie, dat het verkeer des te gemakkelijker en des te veiliger was naarmate de straatsteenen een geringere breedte en lengte hadden, en vandaar dat de lange straatsteenen weldra verdwenen, om plaats te maken voor die, waarvan de oppervlakten een lengte en een breedte van zeven of acht centimeters hebben.

Zooeven spraken wij van het opvullen der ruimten tusschen de straatsteenen met hydraulischen mortel. (Die ruimten zijn wel wat groot om ze met den naam van voegen te bestempelen.) Deze methode is intusschen geenszins zoo doeltreffend, als men wellicht bij de eerste kennismaking zou meenen. Wanneer het verkeer toch van de wagens te vroeg over het plaveisel wordt toegestaan en de mortel nog niet voldoende verhard is, wordt de brokkelige massa spoedig tot poeder gewreven en krijgt men met dezelfde verschijnselen te doen als bij die, waarvan boven met betrekking tot het opvullen der poriën met zand, sprake was.

In Manchester trachtte men daarom, nu ongeveer vijf en twintig jaar geleden, het verlangde doel te bereiken, door in plaats van hydraulischen mortel, asphalt tusschen de voegen te doen. Dit geschiedde door de ruimten tusschen de steenen eerst met een zeer grofkorrelig zand los op te vullen en dan een heet mengsel van zware en lichte steenkolenteerolie over het zand te gieten. Nadat de massa koud geworden is, vormt het mengsel, dat men „asphalt" geliefde te noemen, een taaie, volkomen waterdichte, massa, die dus het doordringen van vocht verhinderde, terwijl het grove zand het kantelen der straatsteenen tegenging.

Een nadeel van deze methode is, dat de teerachtige massa, waarmede de straatoppervlakte bij den aanleg en bij herstellingen in meerdere of mindere mate bedekt wordt, — omdat het natuurlijk onmogelijk is het oliemengsel alleen in de voegen te gieten — een onaangenamen lucht van zich geeft en de laarzen van de voetgangers bevuilt, wanneer de asphalt op warme dagen door de zon in weken, halfvloeibaren toestand gebracht wordt. Toch schijnt dit nadeel niet tegen de voordeelen van het systeem op te wegen, daar niet alleen in Manchester de meeste straten op deze wijze geplaveid worden, maar ook een groot aantal steden van het midden en het noorden van Engeland het door Manchester gegeven voorbeeld volgden en zich tot nog toe aan dat stelsel gehouden hebben voor zoover men zich daar niet van houtbestrating of van asphaltbestrating heeft bediend.

Het opvullen der voegen had nog een ander doeleinde, dan het reeds genoemde. Een groot nadeel namelijk van de keibestrating is het geraas, dat de zich daarover voortbewegende rijtuigen en wagens maken, en dat des te hinderlijker is, naarmate de voegen breeder en dieper zijn; opvulling dier voegen leidt natuurlijk tot vermindering maar geenszins tot geheele opheffing van dat nadeel. Het ontbrak weldra niet aan pogingen om aan dit gebrek van de keibestrating te gemoet te komen, doch in het begin wist men er niets anders op te vinden, dan het tamelijk radikale middel: wegruimen van de keien en macadamiseeren van de wegen. Wij behoeven ons hier niet bezig te houden met de voldoende bekende wijze, hoe de Mac-Adam wegen worden geconstrueerd, maar moeten er op wijzen, dat deze wijze van bestrating eigenlijk alleen voor die straten te gebruiken was, waar slechts een beperkt verkeer van voertuigen bestaat, terwijl toch ook in dat geval de voortdurende herstellingen en de dure manier van reinigen (besproeien) deze soort van wegen misschien tweemaal of driemaal zoo duur maakt als een goede keibestrating op den langen tijd is. Wordt bovendien niet zeer druk besproeid, dan hebben de bewoners nog den grooten overlast op den koop toe, van bij den minsten wind voortdurend in de stof te zitten. Ziet men intusschen minder op het geld en zorgt men voor uitstekende reiniging en besproeiing, dan zijn de Mac-Adam wegen ongetwijfeld zeer aangenaam zoowel voor hen, die er gebruik van maken, als voor de bewoners van de huizen aan die straten, en geen bestrating geeft zoo weinig aanleiding tot ongelukken door stortingen van de paarden als deze soort. Het zal dan ook veel aan deze voordeelen zijn toe te schrijven, dat voor een twintig jaren een groot aantal straten in de elegante kwartieren van Parijs werden gemacadamiseerd en dat men ook thans nog zoowel in Parijs als in Londen (namelijk in de voorsteden) allerwege Mac-Adam wegen aantreft.

Terwijl nu de Mac-Adam wegen nog min of meer bruikbaar zijn voor straten, waar zelden of nooit vrachtwagens komen en slechts door landauers en andere luxe rijtuigen bereden worden, moesten de proeven, welke daarmede in de drukke Citystraten genomen werden, door de voortdurende herstellingen en daaruitvolgende stremmingen van het verkeer, al zeer spoedig gestaakt worden. De proeven, reeds in jaar 1838 in Londen aangevangen, met de invoering van de zoogenaamde Russische houtbestrating, mislukten evenzeer, omdat de verschillende voor de bestrating gebruikte houtsoorten niet bestand waren tegen het drukke verkeer van de zware wagens en karren in de City.

De geschiedenis van de asphaltbestrating, waarvan wij boven reeds een en ander mededeelden begint omstreeks het jaar 1854, toen men in de Rue Bergère te Parijs voor het eerst een proef met deze bestrating nam. Men wist reeds sedert lang, dat de bitumineuse kalksteen, die in het canton Neufchatel gevonden werd, bij verwarming in poedervorm, onder krachtigen druk tot een taaie uiterst elastieke massa samengedrukt kan worden. De eerste proeven gelukten volkomen en weldra werd zoowel in Parijs als in Londen en andere groote steden, een ruim gebruik van de asphaltbestrating gemaakt.

De bestrating wordt verkregen door op de betonbedding van twintig tot vijf en twintig centimeter dikte, een laag verhitte asphalt uit te storten, welke gewoonlijk een dikte van acht centimeters heeft en door druk tot op vijf centimeters dikte verminderd wordt. Vroeger geschiedde die samenpersing door middel van stampers; tegenwoordig wendt men voor hetzelfde doel een bepaald soort van walsen aan, die inwendig door kolenvuren verhit worden.

De invoering van de asphaltbestrating in Londen bracht een geheele opschudding in zake de bestratingsquaestie te weeg. Van alle kanten kwamen voorstellen, om proeven te nemen met allerlei soort van mengsels uit zand en steenkolenteeroliën bestaande, waardoor langs kunstmatigen weg een soort van asphalt zou verkregen worden, dat de natuurlijke in deugdelijkheid als bestratingsmateriaal verre zou overtreffen, en het was vooral in de jaren 1870 tot 1873, dat de gemeentebesturen als het ware met voorstellen van allerlei aard bestormd werden.

De afdeeling „Wegen" van het Londensche gemeentebestuur, nam gaarne alle voorstellen aan en stond aan alle uitvoerders toe, proeven in de drukste straten te nemen. Ieder jaar zag een groot aantal patenten nemen, welke door groote namen de aandacht moesten trekken, maar na eenigen tijd van sukkelend bestaan weer in vergetelheid geraakten. Al die pogingen zijn mislukt. Het zoogenaamde gietasphalt, de ijzerbestrating, de gedruischlooze granietbestrating en nog tal van andere zijn weer van het aardrijk verdwenen en zullen waarschijnlijk wel voor goed in vergetelheid blijven. Alleen zij, die van den algemeenen lust tot het nemen van proeven, gebruik maakten om verbeteringen in de houtbestrating aan te brengen, hebben hun pogingen met meer of minder goeden uitslag zien bekroond worden. Nog een en ander uit de geschiedenis van deze soort van bestrating, moge hier in aansluiting met hetgeen wij daarvan boven reeds vermeld hebben, een plaats vinden.

De asphaltbestrating werd door de bewoners van de Londensche City met vreugde begroet en ieder, die niets met het vervoerwezen te maken had, dan zoover het alleen het oorverdoovende geraas aangaat, dat bijna dag en nacht in dat stadsgedeelte aanhoudt, zag in de asphaltbestrating, de bestrating bij uitnemendheid, het ei van Columbus, de weldoenster van dat gedeelte der menschheid, dat zich genoodzaakt zag in zeer drukke straten te wonen. Intusschen bleven de klachten van de tegenpartij niet uit.

De wagen en rijtuigverhuurders, de eigenaars van paarden klaagden steen en been over die gevaarlijke bestrating, die aanleiding tot allerlei ernstige ongelukken gaf. De klagers gaven intusschen een blijk van hun handigheid en hun menschenkennis, door niet op het wederinvoeren van de oude keibestrating aan te dringen, maar te wijzen op de houtbestrating, welke hier en daar in afgelegen stadsgedeelten aangelegd was geworden en die — aldus meenden zijn — na eenige daaraan toegebrachte verbeteringen op uitstekende wijze de asphaltbestrating zou kunnen vervangen, en de voordeelen dier bestrating in zich zou vereenigen, zonder daarom de nadeelen daarvan te bezitten.

Dat de houtbestrating niet in den smaak viel, lag, aldus meende men, minder in het materiaal in het algemeen genomen, dan wel in de wijze hoe de bestrating was ingericht. Wanneer gezorgd werd, dat kleinere, geheel spintvrije houten blokjes gebruikt werden, dat men de ruimten tusschen de blokjes onderling, kleine afmeting gaf en ze zorgvuldig met stoffen opvulden, die volkomen en doordringbaar voor water waren, en eindelijk, dat de houten bovenlaag op een volkomen vasten onderlaag gelegd werd — dan zouden de resultaten geheel anders zijn en de houtbestrating ongetwijfeld aan de gestelde verwachting voldoen.

Van lieverlede begon men zich op dit bestratingsmateriaal toe te leggen en een aantal maatschappijen, die zich met de vervaardiging zouden belasten, werden opgericht om ieder naar haar eigen patent werkzaam te zijn. De meeste van deze hielden weldra op te bestaan omdat zij zich angstvallig aan de methode vasthielden waarop patent genomen was. Slechts die, welke gebruik maakten van nieuwe ondervinding konden zich op den duur in stand houden.

De in den laatsten tijd uitgevoerde houtbestratingen komen — daargelaten de methode waarvan boven sprake is geweest — vrij wel met elkander overeen. De meestal kubusvormige houten blokjes komen op een betonlaag van ongeveer twintig centimeters te rusten. Men plaatst ze gewoonlijk in regelmatige rijen, waarvan de richting meestal loodrecht op die van de straat is. Ofschoon vele een kubusvorm hebben, treft men ook een aantal houtbestratingen aan, waarvan de blokjes bij eene hoogte van vijftien centimeters, eene breedte van zeven en een halven en eene lengte hebben van drie en twintig centimeters.

Behalve in Engeland heeft men van de houtbestratingen slechts een spaarzaam gebruikt gemaakt. In het genoemde land daarentegen vond zij ruime toepassing. In Londen is ongeveer de helft van de hoofdstraten en van de voornaamste zijstraten van de City en bovendien ook een groot gedeelte van Westend met hout geplaveid.

In Bristol, Birmingham en eenige groote steden van Midden Engeland zijn een aantal straten van dit materiaal voorzien. In andere steden zooals in Liverpool, Glasgow en Edinburg heeft men slechts enkele straten waarin openbare gebouwen liggen van houtbestrating voorzien, ten einde het gedruisch, dat in die gevallen vooral zeer hinderlijk is, te verminderen. Zooals men weet, geschiedt zulks ook in sommige steden van ons

land, waar bijvoorbeeld voor scholen zooals te Amsterdam, of voor kerken (zooals voor de Fransche kerk in den Haag) de straat met hout geplaveid wordt. Een bijzonder geval kan men opmerken in Haarlem. Daar heeft men in de St. Jansstraat waar vele scholen zijn, en vrij druk gereden wordt, drie reien van groote platte, ongeveer dertig centimeters breede steenen op de plaats gelegd, — waar gewoonlijk de wielen van de voertuigen zich over heen bewegen, terwijl de daartusschen gelegen gedeelten op de gewone wijze met keien bestraat zijn. Daardoor wordt het gedruisch dat het verkeer veroorzaakt, aanmerkelijk getemperd en bijna geheel tot dat van den hoefslag beperkt.

In Engeland wordt het naar het schijnt, en wij mogen wel zeggen zeer te recht, als eene noodzakelijkheid beschouwd om voor hospitalen, kerken en scholen, houtbestrating aan te leggen.

Terwijl nu de houtbestrating over het algemeen nog niet bijzonder groote toepassing gevonden heeft en de asphaltbestrating eveneens moeite heeft om zich sterk uit te breiden, hebben beide bestratingen toch een zeer grooten invloed gehad, die aan den toestand, waarin zich de plaveisels in het algemeen bevinden, aanmerkelijke verbetering heeft aangebracht.

Het is hiermede gegaan zooals het thans nog met het electrisch licht gaat. Zonder ons hier in de quaestiën omtrent de voordeelen van het electrisch licht als zoodanig te gaan verdiepen, moeten wij er op wijzen, van hoeveel invloed de verschijning van dat licht op de gasverlichting is geweest, daar de gasfabrikanten en allen die iets met dat vak of hetgeen daartoe behoort, te maken hebben, zich wel moesten inspannen om allerlei soort van verbeteringen in de gasverlichting aan te brengen. Wellicht zouden wij de voordeelen van de betere branders en van beter gaslicht eenmaal toch wel deelachtig zijn geworden, maar waarschijnlijk komt het ons voor, dat de ontwikkeling, die het elektrische licht in de laatste jaren onderging, de invoering van die verbeteringen zeer aanmerkelijk heeft bespoedigd.

Iets dergelijks vinden wij bij de bestratingen, waar de invloed van de asphalt- en houtbestratingen zich merkbaar door de verbeteringen aan de keibestratingen openbaart. De beide genoemde bestratingssoorten, de zoogenaamde „gedruischlooze" bestratingen hadden het publiek nog grooter tegenzin in het straatgeruisch doen geven, dan het daarin reeds had en van daar, dat men grootere eischen aan de keibestrating stelde en zich er werkelijk ook moeite voor gaf, verbeteringen aan te brengen, die tot voldoening van dat verlangen konden worden toegepast.

De asphalt- en houtbestratingen gaven intusschen reeds in zekeren zin aan, hoe men bij het verbeteren van de keibestrating te handelen had en in Engeland heeft men die vingerwijziging het eerst begrepen en er zijn voordeel mede gedaan. Men heeft van de eerstgenoemde bestratingen geleerd, hoe de voegen tusschen de steenen moeten opgevuld worden, hoe men de elasticiteit van het eigenlijke plaveisel kan verhoogen, hoe men de gelijkheid en regelmatigheid van de oppervlakte het best kan tot stand brengen en onderhouden, en last not least heeft men ingezien, dat voor alle soorten van bestrating — hetzij hout, of asphalt of steen gebruikt wordt — een betonlaag als ondergrond onmisbaar is voor een werkelijk goede en duurzame bestrating. Die betonbedding moet beschouwd worden als het eigenlijke dragende plaveisel, waarover de bestrating wordt aangebracht, welke het dragende plaveisel tegen de mechanische invloeden van het rijtuig- en wagenverkeer moet beschermen. Van dit beginsel, waarvan de waarheid blijkens de toepassing, die er van gemaakt wordt, in het buitenland, met name in Engeland erkend wordt, schijnt men hier weinig goeds te verwachten. Zoover ons bekend is althans, worden hier te lande nog steeds — wij weten niet om welke redenen — de keien eenvoudig in eene bedding van zand geplaatst en aangestampt. Dat deze methode evenwel verre van onfeilbaar is kunnen de voortdurende reparatiën — of als deze niet plaats hebben — de tallooze kuilen bewijzen, die het verkeer stremmen of het plaveisel onbruikbaar maken.

Ten slotte nog eenige algemeene opmerkingen.

Welk soort van bestratingsmateriaal voor een bepaalde straat uitgekozen moet worden, is onmogelijk zonder voorafgaand onderzoek naar de plaatselijke omstandigheden, uit te maken. Het karakter van het straatverkeer, dat zooals van zelf spreekt voor verschillende straten ongelijk is, kan hier alleen uitspraak doen.

Ieder materiaal heeft natuurlijk zijn voordeelen, welke in aanmerking komen en zelfs den doorslag kunnen geven bij het doen der keuze, wanneer eens gelet is op de door het verkeer gestelde voorwaarden.

De zekerste bestrating — dat wil zeggen, die welke het minst aanleiding tot ernstige ongelukken geeft, is de houtbestrating; de onzekerste is de asphaltbestrating vooral wanneer het pas begonnen is te regenen, zoodat de dunne laag van straatvuil vochtig en dus glibberig is geworden. Nog verderfelijker dan de verwondingen door storting, zijn de voortdurende overspanning der spieren in de voeten, waaraan de paarden lijden, zoodra zij snel over een gladde bestrating moeten loopen, welke hun geen voldoenden steun geeft. Deze steun welke hun aangeboden wordt, moet des te krachtiger zijn naarmate de lasten meer wegen, die zij voort te trekken hebben. Voor de lichte rijtuigen, zooals paniers, victorias, landauers en dergelijke, die bovendien veelal door twee paarden bespannen zijn, is houtbestrating zeer geschikt omdat het weinig neiging tot glad worden heeft en door den bovenvermelden viltachtigen laag een in de genoemde gevallen voldoenden steun geeft.

Omnibuspaarden of paarden, die andere zware lasten te trekken hebben, vinden meer steun in de dwarsvoegen van eene keibestrating en zouden op houtbestrating voortdurend en vooral bij het in gang brengen van hun last, uitglippen.

Voor stappend werk is asphaltbestrating de beste, daar hier de tegenstand het geringst is en de gladde

oppervlakte niet hinderlijk is of gevaarlijk wanneer de paarden zich daar langzaam over kunnen voort bewegen.

Het geraas, afkomstig van het gerammel en gestoot van de voertuigen en van den hoefslag is het geringst op houtbestrating en het sterkst op de gewone keibestrating. Het door den hoefslag veroorzaakt geraas hangt van de hardheid van de bestrating af en is dus bij de houtbestrating het geringst en het sterkst bij kei- en asphaltwegen. Het andere geraas, van de voertuigen afkomstig, is afhankelijk van de stooten en het hossen der wielen over het bestratingsmateriaal; dat geraas is dus des te geringer, naarmate de straatoppervlakte gelijkmatiger is. Dit geraas is dus het geringst bij hout- en asphaltbestrating.

Over het algemeen is bijna overal goede keibestrating het voordeeligst. Somwijlen is zij bij eersten aanleg wel duurder dan asphalt en veel duurder dan houtbestrating, maar houdt het daarentegen ook veel langer uit dan hout, en kost veel minder aan reparatiën dan de asphaltbestrating. Houtbestrating is op den duur iets duurder dan asphaltbestrating omdat het meer aan herstellingen kost en van tijd tot tijd geheel herbestraat moet worden. In zeer drukke en nauwe straten is dus houtbestrating niet gewenscht, omdat het verkeer daar dan dikwijls gestremd of althans bemoeielijkt wordt door de vereischte herstellingen. Beter is het, in die gevallen asphalt te kiezen, daar dit materiaal weinig herstellingen noodig heeft en deze bovendien uiterst gemakkelijk en snel kunnen verricht worden.

Laten wij besluiten met de verschillende soorten van bestratingen onderling te vergelijken, ten opzichte van de meerdere of mindere gemakkelijkheid van reiniging.

Het behoorlijk reinigen van straten is zeker allerwege zeer gewenscht, maar nergens zoo gebiedend noodzakelijk als in de betrekkelijk nauwe straten, waar slechts weinig breedte aan de trottoirs kan gegeven worden en dus een zeker aantal van de voetgangers voortdurend van de eigenlijke straat gebruik moeten maken. Zoowel uit een oogpunt van zindelijkheid als van gemak en zekerheid (uitglijden over glibberigen modder) is in die gevallen een zoo volkomen mogelijke straatreiniging gewenscht.

Geene bestrating laat zich natuurlijk zoo gemakkelijk reinigen als asphaltbestrating. Houtbestrating daarentegen is moeielijk goed te houden en blijft het langst van alle bestratingssoorten, glibberig en vuil na regen of regenachtig weder. Ook zoodra het 't opruimen van gevallen sneeuw geldt, is het voordeel bepaald aan de zijde van de asphaltbestratingen en ieder, die met deze soort van bestrating bekend is, weet dat de daarmede geplaveide straten gewoonlijk reeds lang van sneeuw en modder gezuiverd zijn, wanneer de bewoners der andere straten, nog al de onaangename gevolgen van een sneeuwbui ondervinden.

Het meest ondervinden de Mac-Adam-wegen den invloed van regenachtig weder. Geen bestratingssoort wordt dan zoo modderig en vuil als deze en geen andere laat zich tevens zoo moeielijk reinigen. Wij hebben met opzet weinig over deze soort van bestrating gesproken, omdat zij, naar het ons voorkomt, ten eenemale voor een stad of voor de voorsteden van een groote stad ongeschikt is. Gewoonlijk is een Mac-Adam-weg óf stoffig (en de daarvan afkomstige stof is van een zeer onaangenamen aard) óf modderig, terwijl het juiste en aangename midden tusschen deze twee uitersten slechts zeer zelden voorkomt of althans uiterst kort duurt.

Bij een eenigszins druk verkeer hebben deze wegen een groot nadeel. Gewoonlijk toch rijden de koetsiers vrij wel op dezelfde plaats van den weg en ontstaan dientengevolge twee gleuven, die vooral bij regenachtig weder spoedig een tamelijk aanmerkelijke diepte verkrijgen. Dit vereischt herstellingen, voornamelijk bestaande uit opvullingen met nieuw puin of grind, die wel niet zeer kostbaar zijn, maar een vrij onaangenamen invloed op den algemeenen toestand van den weg uitoefenen.

Slechts voor landwegen met een zeer gering verkeer zijn de Mac-Adam-wegen wellicht bruikbaar, ofschoon een gewone klinkerweg in de meeste gevallen toch te verkiezen is. De ondervinding schijnt dit ook te bevestigen, want menigen klinkerweg zouden wij hier kunnen aanwijzen, die oorspronkelijk als Mac-Adamweg was aangelegd.

PROEVE EENER VERZAMELING VAN VOORSCHRIFTEN

VOOR HET BEPALEN DER DWARSAFMETINGEN VAN DE ONDERDEELEN DER BOUWKUNDIGE CONSTRUCTIEN, WELKE DAGELIJKS OP HET GEBIED DER BURGERLIJKE BOUWKUNDE VOORKOMEN.

Walmuren, Schoeiingen, enz.

1. De walmuren, gewoonlijk kaai- of bekleedingsmuren genoemd, komen bij de burgelijke bouwkunde minder menigvuldig dan bij de water- en krijgsbouwkunde voor. Wij oordeelden het echter noodig ook deze, al is het dan minder uitvoerig, te moeten behandelen; en dit te meer, omdat bij de burgerlijke bouwkunde tal van gevallen voorkomen waarbij muurwerken kunnen beschouwd worden als geheel of gedeeltelijk in den toestand van deze muren te verkeeren.

2. De bestemming der walmuren is in het algemeen het op- of staande houden van gronden, welke zonder deze zouden afschuiven, en zij moeten als zoodanig den druk welke die afschuivende massa's uitoefenen, met volkomen zekerheid kunnen weerstaan.

3. De neiging tot dat afschuiven wordt natuurlijk grooter, wanneer de gronden welke door den muur worden opgehouden, nog bizonder belast zijn; en ook bij de uitvoering van bouwwerken, welke juist niet geheel en al tot de bizondere kunnen gerekend worden, komen dergelijke muren tot het ophouden van werven of wallen voor. Hierbij hebben wij nog rekening te houden met grondmuren welke slechts eenerzijds zijn aangeaard, zooals de muren van kelder verdiepingen enz. Er kunnen ook muren voorkomen die eenerzijds den druk van eene grondspecie te weerstaan hebben, en van de andere zijde den aarddruk van andere grondsoorten, somtijds bij aanaardingen van verschillende hoogten, te verduren hebben; en daarbij kan eenerzijds in de plaats van grondspecie water komen.

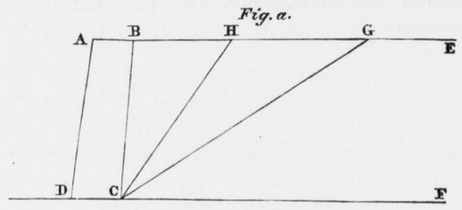
4. Wij zouden tal van voorbeelden kunnen aangeven, waarbij de muren, met dat doel opgetrokken, te gering van afmeting waren en welke, mogten zij ook bestaan gebleven zijn, dan toch in de wijze van dat bestaan genoegzaam het onvoldoende dier afmeting deden kennen. Altijd betrekkelijk genomen zijn deze muren om de nog al beteekenende afmetingen in dikte, welke zij behoeven, en om de betrekkelijk kostbare bouwstoffen, belangrijk genoeg om het wenschelijk te maken, dat wij op eene zoo weinig mogelijk omslachtige wijze ons bij beproeving van de genoegzaamheid der gekozene afmetingen overtuigen; en om het noodige voor zoodanig onderzoek te geven, gaan wij deze muren behandelen.

5. Wij meenden, al is dit ook slechts voor weinigen noodzakelijk, dat wij een paar wetenschappelijke termen, welke wij meermalen zullen gebruiken, nader moesten verklaren. Deze zijn 1° het natuurlijk aard- of grond talud en 2° de wrijvingshoek, met den daarvan afhangenden wrijvingsfactor, welke laatste eigenlijk wrijvingscoefficiënt genoemd wordt.

Wij weten bij ondervinding, dat wanneer wij een hoop grond opwerpen, deze eene rondom afloopende helling aanneemt, en dat die helling bij verschillende grondsoorten telkens anders is. Die helling verandert ook nog bij dezelfde grondsoort, naar gelang van den toestand, waarin deze verkeert. De graad van vochtigheid geeft in het minder of meerder steile dier helling een belangrijk verschil. Is die vochtigheid binnen zekere grenzen niet groot, dan geeft zij bij sommige gronden eene aankleving waarbij die helling steiler wordt, terwijl bij overmaat van vocht juist het tegendeel plaats heeft.

6. Wij begrijpen nu gemakkelijk, dat wanneer in fig. *a*, A B C D het profil van een muur is, welke als

Fig. a.



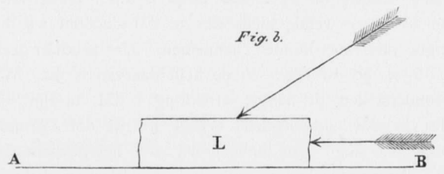
walmuur de aanaarding E B C F heeft op te houden, bij het plotselings wegnemen van den muur, de grond volgens het natuurlijk talud, hetwelk wij veronderstellen de helling C G te hebben, zoude afschuiven, zoodat de muur eigenlijk eene aardmassa heeft op te houden, welke in profil of doorsnede door den driehoek C B G wordt voorgesteld.

Was nu de muur te weinig bestand, dan zoude eene afschuiving van den grond kunnen volgen door het overzetten van den muur, welke zich dan om het punt D draaiende zoude bewegen; of ook zoude het geval kunnen voorkomen, dat de muur over D C werd voortgeschoven. Het eigen gewicht van den muur moet zulks beletten; wel komt hier de zamenhang van het metselwerk ten gunste, doch het is niet raadzaam daarvan rekening te houden, en vooral niet wanneer de aanaarding geschiedt vóór dat de muur eene genoegzame verharding verkregen heeft. De verschuiving zal alleen dàn kunnen geschieden, wanneer de werking van den grond in verbinding met het muurgewicht eene werkings richting geeft, die onder eene te flauwe helling met de lijn D C op deze werkt. Wij komen later hierop terug.

7. Denken wij ons het geval, waarbij een begin van omkanteling of voortschuiving plaats heeft; dan zal de grond door het profil B C G aangegeven in beweging komen. Bij die beweging zal de grond over B G en langs B C moeten schuiven en de tegenstand welke de wrijving hier geeft, maakt dat een gedeelte van het werkende gewicht dier aardmassa zal in evenwicht gehouden worden, zoodat de afschuiving niet volgens B G, maar volgens eene steiler gerichte lijn C H zal volgen; en natuurlijk moeten wij nu, om over de bestaanbaarheid van den muur te beslissen, bepalen welke die richting van C H is

8. Het begrip van wrijvingshoek zal ons uit het volgende duidelijk worden. Zij in fig. *b*, een lichaam L

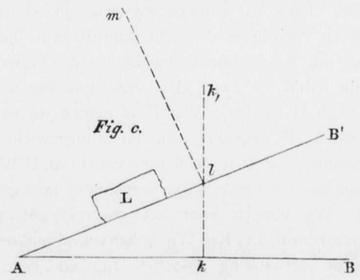
Fig. b.



voorgesteld, rustende op een waterpas vlak A B, dan is het duidelijk dat, zoo er geene wrijving bestond, de minste trekkende of duwende kracht genoegzaam zoude zijn om dat lichaam voort te bewegen, wanneer die kracht waterpas, of ook schuin gericht is. De ondervinding leert nu dat zoodanige kracht wel degelijk eene bepaalde grootte moet hebben, alvorens er beweging volgt. De oorzaak hiervan is het verschijnsel, dat wij wrijving noemen. Die wrijving wordt nu grooter of kleiner naar gelang de over elkander bewegende vlakken meer of minder gedrukt worden, of in verschillende toestanden verkeeren.

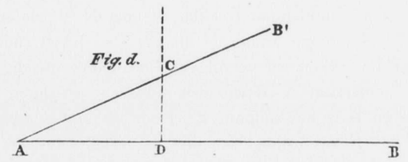
Stellen wij nu in fig. *c*, het lichaam L op het waterpas vlak A B liggende, en dat dit vlak om A opwaarts kan bewogen worden, dan zal bij een zekeren stand A B′, het lichaam beginnen af te glijden, en de grootte van den hoek B′ A B is nu die van den wrijvingshoek. Trekken wij nu ergens door een punt *k* eene vertikale lijn, welke A B′ in *l* snijdt en richten wij uit *l* op A B′ eene loodlijn op, dan verkrijgen wij een hoek, die zooals de meetkunst ons leert, gelijk aan den hoek B′ A B is. Men noemt nu de lijn *l m* een normaal op de helling A B′ en de hoek *k′ l m* welke de vertikaal met den normaal maakt, is nu gelijk aan den wrijvingshoek. Wordt deze hoek grooter, dan zal er afglijding volgen en zoolang die hoek kleiner is, blijft die afglijding onmogelijk. Wij gelooven, dat ook hiermede het begrip van wrijvingshoek voldoende verklaard is.

Fig. c.



9. Is nu in fig. *d* B′ A B de wrijvingshoek en laten

Fig. d.



wij uit een willekeurig punt C in A B′ de loodlijn C D vallen, dan kunnen wij door dadelijke meting, onverschillig met welke eenheid, bepalen welk gedeelte die loodlijn C D van A D is. Waren bij voorbeeld A D, 7 en C D, 2 eenheden groot, dan was die verhouding $\frac{2}{7}$. Deze breuk wordt nu de wrijvingsfactor, eigenlijk de wrijvings-coëfficiënt, genoemd. Deze coëfficiënten zijn voor verschillende stoffen en ook nog voor de verschillende toestanden waarin de wrijvende vlakken verkeeren bij proefneming bepaald, en in tabellen, welke in alle werken over de mechanica handelende worden aangetroffen, opgegeven. Die proeven zijn met veel nauwkeurigheid genomen, doch de uitkomsten verschillen nog al belangrijk; zoodat daarbij wel degelijk op de aangegevene omstandigheden moet gelet worden.

10. Van het beginsel uitgaande, dat de werkkring van hen voor wien wij dit opstel meer bepaald bestemden, wel immer ten aanzien der walmuren tot de alledaagsche gevallen zal bepaald blijven, beperken wij ons bij eenige weinige voorbeelden welke daartoe te rekeren zijn.

Zij in fig. 1 A B de achter- of aardzijde van een walmuur, welken wij eenige achteroverhelling geven. Zij B N de helling der aanaarding van den muur. Nemen wij A N onder zoodanige helling, dat de hoek N A P = 40° wordt, dan zal deze de richting van het natuurlijk talud aangeven, zooals wij dit voor de gewone gevallen kunnen aannemen.

Om dezen hoek te construeeren, is het voldoende op een willekeurige lengte als A *a* eenen gelijkzijdigen driehoek te beschrijven; uit A de boog *a b* te trekken, deze in drie gelijke deelen te deelen en door het deelpunt *c*, zijnde het tweede van *a* gerekend, de lijn *a c* te trekken, welke naar behooren verlengd het punt N

geeft. Wij beschrijven uit A met A *d* gelijk aan A *a* een circelboog, en nemen daarop twee deelen *d e* en *e f*, elk gelijk *a c*. Wij trekken door A *f* eene rechte lijn, welke het verlengde van N B in D zal snijden. Hierbij is nu de hoek B A D het dubbel van den hoek N A P, dat is het dubbel van den hoek van het natuurlijk talud, of 80°.

Wij trekken nu uit N een lijn rechthoekig op de achterzijde van den muur, welke het verlengde van die achterzijde in N′ zal ontmoeten. Wij beschrijven vervolgens op N D als middellijn eenen halven cirkel, en trekken door B eene lijn loodrecht op N D, welke nu dien halven cirkel in C′ zal snijden. Wij trekken verder D C′, en beschrijven uit D als middelpunt daarmede eenen cirkelboog, welke met D N het punt C als snijpunt zal geven. Hierna trekken wij A C en deze is nu de helling volgens welke de grond zal afschuiven. Uit N als middelpunt trekken wij met N N′ als straal eenen cirkelboog welke de lijn A N in E zal snijden. Door E trekken wij vervolgens eene lijn evenwijdig aan den achterkant A B van den muur en verkrijgen met deze en B N het snijpunt E′. Door dit punt E′ trekken wij E′ F evenwijdig aan het natuurlijk talud en dus aan A N, welke met A B het snijpunt F geeft. Door F trekken wij F G evenwijdig aan D N en deze geeft met A C het snijpunt O. Door dit punt O wordt O I wederom evenwijdig aan het natuurlijk talud A N getrokken; deze geeft met A B het snijpunt I. Door I. trekken wij eene lijn evenwijdig aan A C en deze geeft met A D het snijpunt L."

Meten wij nu naar de schaal der teekening de grootte van A L en ook die van A B, vermenigvuldigen wij de uitkomsten van deze met elkander, en nemen wij van het produkt de helft, dan hebben wij, alles in dM. rekenende, den inhoud van het aardlichaam, dat wij met het volle gewicht op den strekkenden dM. van de muur drukkende, in rekening te brengen hebben.

11. Wij hebben hier een algemeen teekenkunstig voorschift gegeven, zonder op eene bepaalde toepassing te doelen.

Passen wij dit op ons voorbeeld toe, en nemen wij voor de schaal der teekening $\frac{1}{20}$ der ware grootte dan zal onze fig. 1 eene grootte verkrijgen welke voor de opneming in dit Tijdschrift te veel ruimte zoude vorderen; en willen wij eene genoegzame nauwkeurigheid, dan zal deze schaal nog te klein zijn, en dienen wij daarvoor minstens $\frac{1}{10}$ der ware grootte te nemen. Ook bij de toepassing kan die schaal voor de behandeling lastig worden. Wij geven nu in fig. 2 tegelijk met de dadelijke toepassing, hierbij de schaal van 1 à 20 gebruikende, tevens het middel aan, om binnen engere grenzen tot het gewenschte resultaat te komen, doch maken gelijktijdig de opmerking, dat het inslaan van dien weg in geen geval anders dan minder voordeelig voor eene strikte nauwkeurigheid is.

Wij deelen het muurprofil, met het verder bijkomende op $\frac{1}{20}$ geteekend hebbende, in een zeker aantal deelen; wij kozen hiervoor 3, en nemen B *a* = $\frac{1}{3}$ B A. Wij trekken door *a* eene horizontale lijn, en maken bij *a* met deze, naar het gegevene voorschrift, een hoek van 40°. Wij vinden hierdoor de lijn *a n*. Wij nemen wederom den hoek B *a d* = het dubbel van 40°, en vinden dan het snijpunt *d*. Wij beschrijven vervolgens op *d n* een halven cirkel en trekken rechthoekig op *d n* door B eene lijn, welke dien halven cirkel in c′ zal snijden. De lijn *d* c′ getrokken hebbende, brengen wij de lengte van deze van *d* naar *c* op *d n* over.

Wij trekken nu *a c*. Uit *n* wordt nu op het verlengde van A B de lijn *n n′* loodrecht neergelaten en met *n n′* uit *n* een cirkelboog getrokken, de lijn *a n* in *e* snijdende. Door dit punt *e* wordt *e e′* evenwijdig aan a B getrokken; vervolgens door *e′* de lijn *e′ f* evenwijdig aan *a n*; en dan door *f* eene lijn evenwijdig aan *d n*. Deze geeft met *a c* het snijpunt *o*. Door *o* is nu *o i* evenwijdig aan *a n* getrokken, en door *i* de lijn *i l* evenwijdig aan *a c*. Deze lijn geeft met *a d* het snijpunt *l*. Door A is de lijn A L evenwijdig aan *a d* getrokken. De lijn door B en *l* gaande, zal laatstgenoemde in L snijden en nu zal het gewicht, als aarddruk in rekening te brengen, dat zijn van een lichaam, waarvan de inhoud gevonden wordt door A B met A L te vermenigvuldigen en van dit produkt de helft te nemen.

Wij vinden nu A L = circa 6 dM. De grootte van A B is weinig meer dan 30 dM., zoodat wij die lengte daarvoor kunnen aannemen. Het produkt geeft nu 6 × 30 of 180; en de helft daarvan is 90. Wij veronderstellen de lengte strekking 1 dM te zijn, en alles in dM. uitgedrukt. Weegt nu de dM³. grondspecie 1,6 Kg., dan hebben wij voor het gewicht dat wij als aarddruk in rekening te brengen hebben 90 × 1,6 of 144 Kg.

12. Om nu te beoordeelen of de muur voldoende tegen dien aarddruk bestand is, behoeven wij het muurgewicht per strekkenden dM. lengte te kennen en tevens te kunnen bepalen, in welken vertikaal wij moeten rekenen dat dit gewicht werkt. Dit gewicht is nu te stellen op 30 × 6,6 × 1,8 of ongeveer 360 Kg. Wij trekken nu de vertikaal, welke door het zwaartepunt van het muurprofil gaat. Dit zwaartepunt vinden wij in de snijding der diagonalen A P en B Q. Z is dit snijpunt en Z Z′ de bedoelde vertikaal. Men deelt nu A B in 3 gelijke deelen en neemt van A af A R = een van deze. Door R trekken wij eene lijn rechthoekig op A B en vervolgens door dit punt R eene lijn R T die met R S een hoek maakt, welke evenals het natuurlijk talud 40° is. Het verlengde van deze lijn zal Z Z′ in U snijden. Van U af nemen wij op U Z de lengte U V evenredig aan het muurgewicht en op het verlengde van T R, wederom van U af, U W evenredig aan den aarddruk, welke in rekening moet gebracht worden. Wij vonden voor het muurgewicht 360 en voor den aarddruk 144 Kg. Wij zoeken vervolgens de naastbijkomende verhouding tusschen 144 en 360 en wij

kunnen dan de eerste door 2 en de laatste door 5 voorstellen. U V wordt nu gelijk aan 5 willekeurige gelijke deelen genomen en U W gelijk aan 2 van deze. Wij construeeren dan het parallelogram U W X V, en trekken daarin de diagonaal U X, welke A Q in Y zal snijden. Eene in alle opzichten zekere bestaanbaarheid vordert, dat Q Y ten minste $\frac{1}{3}$ van Q A is. Bij eene zorgvuldige uitvoering, en gebruik van deugdelijken trasmortel kunnen wij voor de gevallen welke wij hier op het oog hebben, stellen dat die bestaanbaarheid voldoende zal wezen, wanneer Q Y, gemeten en in dM. uitgedrukt zijnde, 600 malen die grootte een gewicht geeft, dat niet kleiner is dan de som van muurgewicht en aarddruk te zamen. Wij vinden voor Q Y in ons voorbeeld iets minder dan $\frac{1}{3}$ van Q A, en zullen aannemen dat Q Y = 2 dM. is. Het weerstand biedend vermogen van dien muur is dan 2 × 600 of 1200 Kg., en daar de som van aarddruk en muurgewicht slechts 504 Kg. bedragen, mogen wij de afmeting van 6,6 dM. dikte als zeer ruim voldoende stellen. Beproeven wij op grond hiervan den muur $\frac{1}{2}$ steen minder dikte te geven, dan zullen wij ontwaren, dat daarbij de muur onbestaanbaar zoude wezen.

Bij de muurwerken van deze soort zullen wel nimmer bij de dagelijks in de *burgerlijke bouwkunde* voorkomende gevallen er zoodanige zijn, waarbij het gegeven voorschrift nog gevaarlijke resultaten zoude geven. Komen er echter gevallen voor, waarbij die muren òf meer hoogte dan 30 à 35 dM. behoeven òf moeten over de aanaarding zware lasten bewogen worden, dan zoude het kunnen gebeuren, dat die bestaanbaarheid, ondanks het voldoen aan het gegevene voorschrift, toch nog twijfelachtig werd. In dit geval raden wij aan geene muurdikte te nemen waarbij Q Y minder dan $\frac{1}{3}$ van Q A wordt, en dan nog bizonder te onderzoeken of de muur op het grondvlak Q A volkomen veilig, de daarop uitgeoefende drukking kan weerstaan. Wij trekken in dit geval door X op U Z′ de horizontale X Z′ en meten nu U Z′ welke dan de grootte van den vertikalen druk op Q A aangeeft. Wij meten U V in mM. en ook U Z′, en berekenen uit eene eenvoudige evenredigheid het gewicht hetwelk U Z′ voorstelt. Hiertoe vermenigvuldigen wij het aantal mM. van U Z′ met het muurgewicht en deelen dit produkt door het aantal mM. bij de meting voor U V gevonden. Wij nemen vervolgens het $\frac{1}{4}$ van Q A en vermenigvuldigen dat met 600. Is nu dit laatste produkt minder dan hetgeen wij voor het gewicht door U Z′ vonden, dan is de muur nog te licht en zal men telkens deze $\frac{1}{2}$ steen verzwarende de constructie moeten herhalen, totdat men een voldoende dikte verkregen heeft.

13. Wij zullen in alle gevallen van de gegevene voorschriften slechts dan zeker kunnen zijn, wanneer wij de aanaarding met alle mogelijke zorg uitvoeren. Muren welke aan die voorschriften voldoen en toch in soliditeit te wenschen overlaten, bestaan er meer dan genoeg, en meestal ligt hoofdzakelijk het onvoldoende in eene slordige behandeling der aanaarding. Vooral is het bezigen van baggergrond, wanneer deze niet bepaald baggerzand is, zeer gevaarlijk, en dit omdat deze veel waterhoudende gronden een veel flauwer natuurlijk talud hebben dan waarop men heeft gerekend; en al heeft men ook door uitdrooging den bagger doen verstijven, dan kan nog door een later indringen van water eene verflauwing van het natuurlijk talud volgen, en kan dit plaats hebben alvorens de muur door en door versteend is, dan zal de invloed der vermeerderde drukking zich zeer zeker openbaren. In streken, waar men verplicht is bagger tot aanaarding te bezigen, moet hierop bijzonder gelet worden. Het ligt buiten ons bestek hieromtrent in nadere bijzonderheden te treden; en wij moeten in dit opzicht veel aan het praktische inzicht van den uitvoerder of ontwerper overlaten; dezen is het aangeraden hierop wel degelijk zijnen aandacht te vestigen.

14. Vooral wanneer de muren op eene paalfundeering rusten en de palen daarbij eene aanzienlijke lengte hebben, kan het gevaar voor overzetten van de muren groot worden. Het ligt toch in den aard der zaak, dat bij een overzetting van den muur de paalrei onder den voorkant zeer sterk zal gedrukt worden en wanneer nu de palen zeer lang zijn en de ondergrond zeer slap is, zullen deze onder die drukking doorbuigen en hieruit zullen noodzakelijk gebreken in den muur moeten ontstaan. Wij veronderstellen bij de voorschriften, welke wij nu geven, dat de grondslag waarop de muur rust volkomen vast is, en dus geen zakken of uitwijken daarvan in aanmerking behoeft genomen te worden.

15. Den muur eene achteroverhelling te geven, is voor het weerstaan van den aarddruk stellig voordeelig, zooals bij de proef omtrent eenen muur die van dezelfde afmetingen te lood is opgetrokken, blijkt. Wij hebben in fig. 3 de constructie voor dit geval gegeven, en vinden nu A L grooter dan bij het vorige geval. De aarddruk welke wij in rekening te brengen hebben, wordt in dit geval in plaats van 144 nu 170 Kg. en maken wij nu bij de constructie van fig. 5, U W = 180 en U V wederom gelijk aan het muurgewicht en de overeenkomstige evenredigheid, dan zal nu de diagonaal U X de grondlijn Q A in Y snijden en wij zullen vinden, dat Q Y nog niet voluit het $\frac{1}{6}$ van Q A is, zoodat in dit geval de muur onbestaanbaar moet geacht worden.

Het achterover hellen heeft echter bezwaar, en wel omdat het moeilijk wordt in muren volgens die helling uit baksteenen opgetrokken, behoorlijk voegen te houden. Wij kunnen echter hierin voorzien door die voegen in portland cement op te zetten

16. Staat, zooals dikwijls het geval is, tegen de buitenzijde van den muur voortdurend water, dan zal dit zeker de uitwerking van den aarddruk tegenwerken.

Bij muren, welke op een paalfundeering rusten, is dit wel altijd het geval, doch bij de laagste waterstanden kan het laagste water slechts weinige dM. hoogte voor dien tegendrukkenden waterstand geven; en is dit het geval, dan kan die tegenwerking buiten rekening blijven. Is echter de hoogte van den waterstand standvastig of zoo weinig afwisselend, dat nog altijd eene aanmerkelijke waterhoogte boven den voet van den muur blijft, dan zal men ter besparing van kosten van deze omstandigheid partij kunnen trekken. Bij het aanleggen van zoodanigen muur zal de fundeeringsput droog gemalen moeten zijn en het zoude, wanneer men de aanaarding voltooide vóórdat het water tegen den muur wordt toegelaten, noodig zijn op de volle werking van den aarddruk te rekenen. Men zal echter in verreweg de meeste gevallen het water vroeger kunnen toelaten, en men kan dan den tegendruk hiervan in rekening brengen. De voorzichtigheid vordert, dat men zich hier bij den laagsten waterstand bepaalt.

17. Om aan te geven, hoe men in dat geval tot eene voldoende beoordeeling van de al- of niet bestaanbaarheid van den muur komt, hernemen wij den muur van fig. 3 en stellen, dat de waterhoogte welke wij hier in rekening kunnen houden, is Q Q′ = 9 dM. Wij nemen nu Q Q″ = $\frac{1}{3}$ Q Q′ en Q″ is dan het punt waarop wij bij het profil den tegendruk van het water kunnen rekenen te werken. Om de grootte van dien tegendruk te bepalen voor de dM. muurlengte, hebben wij de halve hoogte in dM. met de totale hoogte te vermenigvuldigen. Wij vinden in ons geval daarvoor 9 × 4, 5 of 40,5 Kg.

Wij trekken nu Q″ S′ horizontaal, deze zal de diagonaal U X in *a* snijden. Wij nemen nu op Q″ S,′ *a b* evenredig aan de gevondene 40 Kg. en trekken dan, *bc* evenwijdig aan U X en maken *bc* = a X. Trekken wij nu *ac* dan zal deze Q A in Y′ snijden; de afstand Y Y′ zal nu aangeven, hoever de waterdruk het vroeger gevonden punt Y meer binnenwaarts in den muur verplaatst; en wij zullen op grond van het voorgaande wederom de al of niet bestaanbaarheid van den muur hierdoor kunnen bepalen.

18. Wij merken nog op, dat de langs dezen weg verkregene resultaten wel niet met volledige zekerheid overtuigend zijn, wanneer zij eene voldoende bestaanbaarheid geven, doch de muur een meerdere lengte dan 5 hoogstens 6 M. heeft. Hebben wij met eene meerdere lengte te doen, dan zouden wij aanraden de muren op de hoeken met contraforten te verzwaren, en daaraan de breedte en den achterwaartschen sprong der muurdikte te geven. Worden de muren nog langer dan 6 M., dan is het aan te raden ook nog in het midden zoodanig contrafort uit te metselen, en wanneer de lengte zeer aanzienlijk wordt, raden wij aan op afstanden van circa 4 M. op dergelijke wijze den muur te versterken.

19. De door ons gegevene voorschriften geven dikten, welke bij die door anderen aangegeven, inderdaad te gering zijn. Wij hebben ons ten taak gesteld bij die voorschriften op het kleinst mogelijke kostenbezwaar bizonder de aandacht te vestigen, en meenen dan ook de bestaanbaarheid tot de uiterste grens bepaald te hebben. Die voorschriften zijn hier alleen te vertrouwen bij betrekkelijk niet groote werken, welke in geene bizondere omstandigheden verkeeren. Zeer veel hangt hier af van eene zorgvuldige uitvoering, bij het gebruik van deugdelijke metselsteenen en trasmortels. Verzuimt men deze noodzakelijke voorzorgen, dan zal men ongetwijfeld daarvan in de toekomst de gevolgen ondervinden. De muren zullen in die gevallen wel niet bepaald omslaan of instorten, doch verschijnselen vertoonen, welke het minder soliede kennelijk genoeg zullen doen opmerken.

20. Bij het gevaar van vooruitschuiving, zullen wij slechts kort te verwijlen hebben. In den regel is de richting, waarin de gezamenlijk werkende krachten hiertoe haar vermogen uitoefenen, ten opzichte van het grondvlak van den muur te steil, om zoodanige verschuiving te doen vreezen. Gevallen waarbij de vrees daarvoor grond zoude hebben, komen bij de gewone uitvoeringen zoo te zeggen niet voor. Bevinden wij, dat bijvoorbeeld de hoek U Y A, fig. 2, grooter dan 30° en dus grooter dan het $\frac{1}{3}$ van eenen rechten hoek is, dan zal dit gevaar ook zelfs bij het nog versche metselwerk niet te vreezen zijn; en wij mogen aannemen, dat wanneer wij op de gewoonlijk voorkomende bouwgronden die muren fundeeren, ook daarop dan geen gevaar voor verschuiving bestaat. Draagt de muur op een paalfundeering, dan is een goed bevestigde schuifrib altijd aan te bevelen. Mogt men in enkele gevallen op eenen genoegzaam vasten, doch gladden leem- of kleigrond te fundeeren hebben, dan zoude het kunnen gebeuren, dat ook onder zoodanigen hoek werkende, de werkzame krachten nog eenige verschuiving zouden kunnen veroorzaken. Het is in die gevallen raadzaam den aanleg van den muur naar de aardzijde eenigszins te laten afhellen. De meest gepaste helling zoude b. v. voor den muur van fig. 2 die zijn, waarbij de gevondene richting U X daarop loodrecht stond. Meestal zal echter hierbij de muur naar die helling ook in de lagen opmetselende, de achteroverhelling te sterk worden. In dit geval zouden wij aanraden die helling niet meer te nemen dan met de aangenomene achteroverhelling overeenstemt, en de mogelijke verschuiving door andere middelen, welke gevoegelijker bij de behandeling der fundeeringen kunnen behandeld worden, te beletten.

21. Men geeft aan de walmuren, vooral wanneer zij voor werven waarbij vaartuigen aanleggen moeten dienen, bij voorkeur eene loodrecht opgaande voorzijde en daarbij dan aan de achterzijde versnijdingen, waardoor de muren in verschillende banketten van ongelijke dikte doch gelijke hoogte worden opgetrokken.

Zij in fig. 4 A C_1 D_1 E_1 F_1 B P Q wederom zoodanig muurprofil. Laten de bovendikte P B = 5,5 en de onderdikten Q A = 7,7 zijn. Het verschil in deze dikten is in drie banketten, met versnijdingen telkens van $\frac{1}{2}$ steen verkregen. Wij trekken A B en nemen,

van de strikte waarheid afwijkende, aan, dat de muur aan de aardzijde de overhelling heeft door die lijn aangewezen.

Wij volgen nu, om de lengte van A L te bepalen, wederom geheel de constructie van fig. 1. Wij hebben, om gemakkelijk te kunnen vergelijken, dezelfde letternotatie als bij fig. 1 aangehouden en vinden A L = ongeveer 9 dM., terwijl A B = 20,5 dM. is. De hier in aanmerking komende aarddruk is dan $\frac{9 \times 30,5 \times 1,6}{2}$ of nabij 220 Kg. Het muurgewicht is hetzelfde als dat van den muur van fig. 3, en alzoo 360 Kg. Wij nemen nu U V tot U W in verhouding van 360 tot 220 of van 18 tot 11. Wij construeeren verder het parallelogram U W X V en trekken daarin de diagonaal U X, welke A Q en Y zal snijden. Nu Q Y metende, zal men vinden, dat deze ongeveer 1,3 dM. is. Nemen wij nu wederom aan, dat de muur 350 + 220 Kg. d. i. 580 Kg. te weerstaan heeft, dan zal de weerstand van den muur zoo groot mogelijk in rekening brengende, 1,3 × 600 of 780 Kg, zijn. Wij hebben in het algemeen gerekend, dat de zekerheid van den weerstand door het aangenomen getal 600 in rekening te brengen, eene tienvoudige is en, hiervan uitgaande, hebben wij dan eene zekerheid voorgesteld door $\frac{780}{580} \times 10$ of eene ruim dertienvoudige. De muur van fig. 2 bevonden wij onder dezelfde gegevens eenen weerstand van 1200 Kg. en eene belasting van 504 Kg. te hebben; zoodat daarbij de zekerheid ruim twintigvoudig is. Wij mogen hieruit besluiten, dat in de gewone gevallen het profil van fig. 1 boven dat van fig. 4 te verkiezen is; en dat alleen wanneer men om bepaalde redenen eenen loodrechten voorkant wil, het profil van fig. 4 moet gevolgd worden. Wij zouden dat van fig. 3, waarbij beide kanten te lood staan, minder aanraden, omdat zich ook de geringste verzettingen daaraan onmiddelijk doen bemerken. Zijn de muren betrekkelijk lang, dan is het aan te raden daaraan eenige naar de aardzijde gekeerde ronding te geven.

Wij dienen nog op te merken dat, zoo wij den weerstand als boven berekenen, wij aannemen dat de druk welke bij Y neerkomt, zich ter weerszijden van Y over gelijke breedte als Q Y gelijkmatig verspreidt. Dit nu is eigenlijk niet volkomen waar. De theorie leert ons, dat wanneer Y zoodanig valt, dat Q Y juist het $\frac{1}{3}$ van Q A is, de totale weerstand door ons zoude moeten gesteld worden op 300 malen de halve muurdikte, en dus op $\frac{6,6}{4} \times 600$, terwijl wij daarvoor $\frac{6,6}{3} \times 600$ in rekening brengen; zoodat wij eigenlijk dan dien weerstand 50 kG. op den dM² te groot stellen. Wij lieten echter allen invloed van den zamenhang in het metselwerk buiten rekening, en namen de gezamenlijke werking op Q A gelijk aan de som van het muurgewicht en den aarddruk. Deze stelden wij in rekening gebracht te moeten worden. Deze laatste som is nu te groot. Wij houden ons volledig overtuigd, dat wanneer Q Y niet minder dan het $\frac{1}{4}$ van Q A wordt, ons voorschrift ondanks onze meer gunstige veronderstelling, voor de gevallen welke wij hier op het oog hebben, kan worden toegepast. Wij stellen daarmede echter geenszins vast, dat die voorschriften ook voor meer beteekenende werken kunnen gelden. Bij de behandeling der muren onzer gebouwen gingen wij van ditzelfde beginsel uit, zonder zelfs daarbij te bedingen, dat het punt waar de gezamenlijke druk neerkomt, juist niet minder dan dit $\frac{1}{4}$ van den buitenkant der muren verwijderd lag. Ook voor deze toegift bestond geen bezwaar, omdat de velerlei verbindingen en koppelingen, welke de constructie dier gebouwen geeft, naar ons oordeel dit vervoorloofden.

Heeft men bij de walmuren met den zuilenbazalt inplaats van baksteenen als bouwstof te doen, dan neme men de achteroverhelling liefst $\frac{1}{10}$ van de muurhoogte, en stelle daarbij, dat de dM³ van deze stof 2 Kg. weegt. Met deze gegevens zal men ook dan de voorgeschrevene constructie gemakkelijk kunnen toepassen.

22. Moeten over het terrein achter den muur zware lasten bewogen of opgeslagen worden, dan is de gevonden muurdikte niet meer voldoende, en moet met deze omstandigheid wel degelijk rekening gehouden worden. Het is uiterst moeielijk, zoo niet onmogelijk, het bedrag van het hier meerdere in rekening te brengen voor ieder geval nauwkeurig te bepalen. Wij raden aan, wanneer men met het maken van een werf, in dien toestand verkeerende, belast is, te onderzoeken hoeveel naar gissing die bijkomende belasting per M² kan bedragen.

Wij zullen wederom een bepaald voorbeeld kiezen en aannemen, dat wij met eene belasting van 1200 Kg. per M² te doen hebben. Wij moeten deze belasting stellen te zijn voortgebracht door een laag grondspecie gelijk aan die der aanaarding, op dien M² drukkende. Nemen wij aan, dat van die grondspecie de dM³ 1,6 Kg. weegt, dan zal een aardlaag van 1 dM. hoogte 160 Kg. drukking voortbrengen; en zoo wij nu 1200 door 160 deelen, vinden wij 7,5, zoodat wij den bovenkant van het terrein achter den muur nog met een grondlaag van 7,5 dM. moeten belast denken.

23. Nemen wij hetzelfde muurprofil van fig. 2 en overigens, behoudens dien bovenlast en de flauwere helling van den bovenkant der aanaarding, alles in den zelfden toestand verkeerende, aan.

Zij in fig. 5 A B de achterzijde van den muur, en A N wederom de lijn welke de helling van het natuurlijk talud aangeeft. Nemen wij nu, rechthoekig op B N eene lijn getrokken hebbende, daarop *a b* = 7,5 dM.; verlengen wij A B en trekken wij door *b* eene evenwijdige aan B N, dan bekomen wij het snijpunt B′.

Wij maken nu den hoek D A B wederom = 80°, en vinden hierdoor het punt D op het verlengde van N B. Wij beschrijven vervolgens op D N eenen halven eirkel, en trekken door B eene lijn rechthoekig op B N, welke met dien halven cirkel het snijpunt C′ zal

geven. Wij trekken nu C′ D, en brengen de lengte van deze op D N van D naar C over; trekken wij dan A C, dan zal deze wederom de helling aangeven volgens welke de grond zoude gaan afschuiven. A N tot in N′ verlengd hebbende, trekken wij uit N eene lijn loodrecht op het verlengde van A B. Wij nemen dan N′ M als straal en beschrijven daarmede eenen cirkelboog, welke A N in E zal snijden. Wij trekken door E eene evenwijdige aan A B, gevende dan op N′ B het snijpunt E′. Door dit punt trekken wij eene evenwijdige aan A N, welke A B in F zal snijden. Door F trekken wij wederom eene evenwijdige aan B N, welke nu met A C het snijpunt O zal geven. Door O wordt eene evenwijdige aan A N getrokken, gevende met A B het snijpunt I. Wij trekken nu eindelijk I L evenwijdig aan A C, en vinden dan op A D het snijpunt L. Meten wij nu de grootte van A L naar de schaal der teekening en vermenigvuldigen wij, altijd in w. g. de helft van A B met A L en dit product met 1,6 als eigen gewicht van den grond, dan hebben wij den aarddruk welke verder in rekening moet gebracht worden.

Wij deelen hierna B A in drie gelijke deelen en nemen A P $=\frac{1}{3}$ A B. Door P trekken wij P Q rechthoekig op A B en door P nog een andere lijn P R welke met P Q eenen hoek gelijk aan dien van het natuurlijk talud, en dus van 40°, maakt.

Wij moeten nu de vertikaal bepalen, welke door het zwaartepunt van den muur gaat. Wij vinden dit zwaartepunt door in het muurprofil de diagonalen te trekken, welker snijpunt dit zal geven. Wij trekken nu door dit snijpunt Z de vertikaal Z Z′, en wanneer wij nu R P verlengen, dan zal deze Z Z′ in S snijden. Wij vonden reeds vroeger voor het muurgewicht 360 K. g.. A B′ is nu 375 d. M. Meten wij A L, dan vinden wij daarvoor ongeveer 7,4 dM. en de in rekening te brengen aarddruk is dan $\frac{37,5 \times 7,4}{2} \times 1,6$ gevende ongeveer 180 Kg.

Het muurgewicht, hier het dubbele van den aarddruk zijnde, nemen wij S W van willekeurige grootte en dan S V op het verlengde van R P gelijk aan de helft van S U. Wij construeeren het parallelogram S V W U en trekken daarna de diagonaal S W, welke de grondlijn in Y zal snijden. Is nu G Y gelijk of meer dan $\frac{1}{3}$ van G A, maar tevens minder dan $\frac{2}{3}$ hiervan, zoo kunnen wij den muur als bestaanbaar beschouwen. Als uiterste grens dier bestaanbaarheid, zouden wij aanraden het geval te nemen, waarbij G Y het $\frac{1}{4}$ van G A is. De plaats waar wij bepaalden dat het punt P zoude vallen, is niet volkomen juist het punt, waarop de aarddruk moet gerekend worden te werken. In de meeste gevallen zullen wij dat punt P daarvoor kunnen houden, tenzij men met zeer zware bovenlasten, die een geruimen tijd op de aanaarding werken, te doen heeft. Wij vinden een meer nauwkeurige plaats P_1 door B L te trekken, en dan B b_1 door B evenwijdig aan A L_1 waardoor wij het snijpunt b_1 vinden. Wij deelen nu B b_1 en ook A L elk in twee gelijke deelen in c en d en trekken *c d*. Op het verlengde van B b_1 nemen wij b_1 e = A L′ en op het verlengde van L A_1 van A af, A F = B b_1. Wij trekken vervolgens c f welke c d in g zal snijden. Brengen wij eindelijk door g eene lijn evenwijdig aan A L, dan geeft deze met A B_1 het gevraagde punt P_1. Men trekt nu P_1 Q, loodrecht op A B en door P_1 de lijn P_1 B_1 zoodanig, dat de hoek R_1 P_1 Q_1 wederom gelijk aan het natuurlijk talud van den aanaardingsgrond wordt, in ons geval R_1 P_1 Q_1 = 40°. Wij nemen vervolgens P_1 V_1 gelijk aan den verhoudingsgewijze voorgestelden aarddruk, zijnde S_1 het snijpunt van P_0 P_1 na verlenging van deze, met de vertikaal door *g* gaande, S_1 V_1 is alzoo = S V. Wij construeeren nu het parallelogram S_1 V_1 W_1 U_1 en trekken daarin de diagonaal S_1 W_1. Deze snijdt A G in Y en nu moet G Y, eigenlijk het $\frac{1}{3}$ van G A en niet minder wezen; of men zal de lengte van G Y_1 in dM. uitgedrukt en dan met 600 vermenigvuldigende, eene waarde moeten verkrijgen die meer dan P_1 W_1 aangeeft. Wij zouden wel is waar iets minder dan den druk P_1 V_1 in rekening te brengen hebben, doch raden aan de grootte van P_1 W_1 bij de in te stellen beoordeeling aan te houden.

24. Hoewel niet rechtstreeks tot ons tegenwoordige onderwerp behoorende, meenden wij hier de behandeling van houten beschoeiingen geschikt te kunnen inlasschen. Wij zullen hierbij de volgende gevallen onderscheiden: 1°. dat waarbij wij met eenen toestand te doen hebben welke geen verloop van grond ten gevolge van waterstrooming of andere oorzaken te vreezen geeft, en 2°. die waarbij zulks wel het geval is.

25. Wij hebben in fig. 6 eene schets gegeven van de constructie voor eene beschoeiing in het 1e geval verkeerende. Wij nemen aan, dat de schoeiingspalen van midden tot midden 10 d. M. uit elkander staan, en geven in onze fig. 6 eene doorsnede over het midden van een der palen. De aarddruk werkt nu onmiddellijk op het achtervlak van de schoeiing, voorgesteld door A B. A N is wederom de helling van het natuurlijk grondtalud. Wij namen den hoek *a* A *b* = 40°. De hoek *c* A *d* moet nu echter minder dan het dubbel van *a* A *b* genomen worden. Wij zullen aannemen dat wij de wrijvingshoek van den grond op de bekleeding op 20° kunnen stellen, zoodat dan *c* A *d* = 60° wordt. Wij beschrijven op A *c* eenen gelijkzijdigen driehoek, welke in zijnen top ons het punt *d* geeft. De lijn door A *d* getrokken, zal het verlengde van N B in D snijden. Wij bepalen nu de grootte van A L, wederom geheel volgens het gegevene teekenkunstige voorschrift, en meenden dit in woordelijke omschrijving niet te moeten herhalen. Bij de bepaling van wrijvingshoek der aarde tegen de schoeiing gingen wij, door deze op 20° te stellen van de veronderstelling uit, dat men voor de aanaarding eene grondspecie beschikbaar had,

welke niet zooveel water kan opnemen, dat de aangenomene wrijvingshoeken belangrijk kleiner zouden kunnen worden, of dat voor zoodanige doorwatering geen vrees bestaat. Verkeert men hieromtrent in minder gunstige gevallen, dan zal men dien hoek kleiner moeten stellen; en wanneer men zeer slappe grondsoorten voor de aanaarding bezigt, dan is het aan te raden den wrijvingshoek der aarde op de schoeiing volstrekt niet in rekening te brengen, en dus gelijk o te stellen. Wij nemen dan den hoek *c* A D′ wederom gelijk 40° of gelijk aan dien van het natuurlijk talud. Wij vervolgen de voorgeschreven constructie en vinden in plaats van A L, de grootte A L′. Wij hebben in onze fig. de helling van het natuurlijk talud 40° genomen, doch wanneer wij met veen- of soortgelijke slappe gronden te doen hebben, moet de hoek belangrijk minder genomen worden, en kan men daarvoor niet meer dan hoogstens 15° stellen. Het is ondoenlijk dien hoek met volkomen juistheid te bepalen; en wij moeten aan den praktischen takt van den ontwerper overlaten eene doelmatige keuze te doen, waarbij wij dan aanraden dien hoek liever te klein dan te groot te stellen, en nog meer, om dergelijke gronden, wanneer dit slechts op eenige wijze kan vermeden worden, niet voor de aanaarding te bezigen.

26. Nemen wij nu aan eene beschoeiing te willen, met palen welke op zich zelven, d.i. zonder bijkomende verankering, den aarddruk kunnen wederstaan, dan nemen wij op A B een stuk A P = $\frac{1}{3}$ A B. Wij trekken P Q rechthoekig op A B en maken den hoek P Q R = den wrijvingshoek van de aarde op den achterkant der beschoeiing. Wij hebben dien hoek 20° genomen. Hiertoe is A *a* op P Q uitgezet, uit P als middenpunt is daarmede een cirkelbooog beschreven en op deze Q R = de helft van *a b* genomen, omdat 20° juist de helft van 40° of van het aangenomen natuurlijk talud is. Nemen wij nu, A L en A B gemeten hebbende, P S naar eene willekeurige eenheid van gewicht gelijk aan het produkt dat wij verkrijgen door de helft van A B met A L en dan nog met 10 × 1,6 te vermenigvuldigen, in ons geval gelijk 1440; zijnde 1,6 het gewicht van den dM. grond, en 10 dM. de afstand der palen van midden tot midden.

Deze aarddruk werkt in de richting P S, zijnde het verlengde van R P. Nemen wij nu op P S deze lengte evenredig aan het gewicht 1440 Kg., een mM. voor 20 Kg. nemende, dan wordt P S = 72 mM. Wij trekken nu door S, de evenwijdige T S, namelijk evenwijdig aan A B, en wanneer wij nu P T meten, zullen wij daarvoor vinden 67,5 mM. Wij besluiten hieruit, dat de paal loodrecht op de richting zijner lengte met 20 × 67,5 of 1350 Kg. gedrukt wordt. Meten wij op gelijke wijze T S dan zullen wij zien, dat de paal in de richting van zijne lengte nog den druk van 24,5 × 20 of 490 Kg. te lijden heeft. Bedenken wij nu wat er gebeuren zoude, wanneer de paal werd overgezet en de grond bij U niet werd zamen gedrukt, dan begrijpen wij, dat de paal bij U A zoude afbreken.

Wij kunnen echter niet aannemen, dat de grond bij U zoodanige vastheid heeft, dat daar volstrekt geen toegeven te verwachten is. Het is om zoo te zeggen ondoenlijk met zekerheid te bepalen in hoeverre op dit nageven van den grond moet gerekend worden, en wij zullen daarom hier een veronderstelling aannemen welke voor de gewone gevallen, zooals ons de ondervinding leerde, gerustelijk kan aangenomen worden, doch waarbij dan op geene buitengewone gevallen gerekend is, en wij met aanaardings gronden te doen hebben, waarvan wij het natuurlijk talud op 40° mogen stellen. Wij nemen aan, dat de paal tot een diepte gelijk aan zijne hoogte boven den grond, is ingeheid, dus in ons geval ter diepte van 3 M., en dat de gevaarlijke doorsnede van den paal op het $\frac{1}{6}$ van de paalhoogte beneden den grond valt. Wij zouden aanraden om bij zeer lage beschoeiingen van deze soort, de diepte welke de palen in den grond steken in geen geval minder dan 1 M à 8 dM. te nemen. Wij stellen dat W X die doorsnede is.

Wij nemen aan, om de afmetingen van den paal te berekenen, dat deze eene lengte heeft van 140 cM. en van deze hebben wij A P en A X te zamen in rekening gebracht. A P neme men 0,33 van A B. De paal verkeert dan in den toestand van met het eene einde bevestigd, en op het uiteinde van de vrijuitstekende lengte met 1350 Kg. belast te zijn. Wij nemen nu de verhouding tusschen de breedte en dikte van den paal als 5: 7, waarbij wij de afmeting volgens de lengtestrekking der schoeiing vallende, voor breedte nemen.

Wij vermenigvuldigen nu de belasting met 7 malen de aangenomen lengte. Dit produkt deelen wij door 50 en uit het quotient trekken wij den derde machts-wortel. Deze geeft de gezochte paaldikte. Passen wij dit op ons voorbeeld toe, dan moeten wij uit $\frac{1350 \times 7 \times 140}{50}$ den derden machts-wortel trekken, waarvoor wij ongeveer 30 cM. vinden, zijnde deze dan de verlangde dikte. De breedte is nu $\frac{5 \times 30}{7}$ of ongeveer 23 cM.

Nemen wij deze afmetingen aan, dan dienen wij optemerken, dat wij den druk van 490 Kg. in de richting van den paal werkende, buiten rekening hebben gelaten. Gebruiken wij nu palen van taai deugdzaam eikenhout, dan kunnen wij ons met de gevondene dwarsafmetingen tevreden stellen, daar de weerstand van het eikenhout, zooals deze hier in rekening gebracht is, in rede van 7: 6 kan vergroot worden; en dit geeft in de gewone gevallen meer dan noodig is voor het weerstaan van den druk volgens de lengte van den paal.

Bezigt men daarentegen gecreosoteerd naaldhout dan dienen wij van dien druk rekening te houden. Wij merken nog op, dat de paal hier in het ongunstigste geval voor een belasting volgens de lengte verkeert. Om in geen geval te weinig te rekenen, zullen wij aannemen, dat de drukking van 490 Kg hier op het boveneinde van de paal werkt en dat de lengte van deze 350 cM. is. Houden wij nu de breedte aan, dan vinden wij de meerdere dikte aan den paal te geven, op de volgende wijze. Wij

vermenigvuldigen de derde macht van de paalbreedte met het standvastige getal 12821. In ons geval hebben wij dan 12831 × 21 × 21 ×21, gevende 118827891. Wij deelen dit produkt door 48 malen de paallengte, verheven tot de tweede macht. Na dit produkt eerst door 100 gedeeld te hebben, deelen wij het op de straks gevondene getallenwaarde, en eindelijk het quotient op het tienvoud der belasting. Dit verder uitwerkende vinden wij ten slotte ongeveer 1,5 en de paaldikte welke wij 30 cM. vonden, zal nu op 32 cM. moeten gebracht worden.

Bij deze bepaling der afmetingen is aangenomen, dat de palen geen grooteren afstand tusschen de dagzijden hebben dan 4 malen de paalbreedte. Wij raden aan ook bij zeer lage beschoeiingen de palen geene mindere breedte dan 10 à 12 cM. te geven. Had men nu eene beschoeiing van b. v. 1 M hoogte en gaf men aan de palen 12 cM. breedte, dan zouden wij de opgegevene verhouding 5 : 7 aanhoudende, voor de dikte hebben $\frac{7 \times 12}{5}$ of nabij 18 cM. Namen wij voor de afstand tusschen de dagzijden 4 × 12 of 48 cM. en dus van midden 5 × 12 of 60 cM., dan zouden wij een aanzienelijke overmaat van weerstandbiedend vermogen bij de palen hebben. Wij zouden voor dergelijke gevallen aanraden wederom A L volgens de opgegevene constructie te bepalen en voor de lengte van den paal, 0,7 van de hoogte der beschoeiing te nemen. In genoemd geval was dan de in rekening te brengen hoogte 0,7 M.

Wij zullen vinden, wanneer wij de opgegevene constructie volgen, dat A L ongeveer 2 dM. zal zijn. Nemen wij nu de afstand der palen van midden tot midden 6 dM. terwijl wij geheel het opgegeven voorschrift volgen, dan vinden wij voor den aarddruk welke wij in rekening te brengen hebben 6 × 2 × 5 × 1,6 of 96 Kg. Om nu de dikte, welke wij volstrekt noodig stellen, te vinden, hebben wij de belasting met 0,7 van de beschoeiings hoogte te vermenigvuldigen en dan het produkt door het tienvoud van de aangenomene breedte te deelen. In cM. rekenende, hebben wij $\frac{96 \times 70}{12 \times 10}$ of $\frac{6720}{120}$ waarvoor wij vinden 56. Hieruit nu den vierkants wortel trekkende, is deze ongeveer 8, zoodat bij 12 cM. breedte de dikte van 8 cM. voldoende zoude zijn. In dergelijke gevallen zouden wij aanraden de dikte in geen geval minder dan de aangenomene breedte te nemen. 1)

1) Wij zullen aan het einde van dit gedeelte van ons opstel in hoofdzaak de grondslagen aangeven, welke wij stelden voor de ontwikkeling der teekenkunstige constructie, waardoor wij aangaande den aarddruk datgene leerden bepalen, wat wij tot vaststelling der afmetingen behoefden.

Wij hebben hierbij wederom gebruik gemaakt van het meergenoemde werk van Dr. Wittmann. Wij meenden ons hieraan te moeten houden, omdat de theorien, welke tot die constructie voerden, gemakkelijker zullen begrepen worden dan die van meer ingewikkelden aard, welke tot andere constructien aanleiding geven, hoewel die laatste in belangrijker gevallen de voorkeur zouden verdienen.

27. De bepaling van de dikte der beschoeiingsplanken door berekening, zal in de meeste gevallen en wel altijd in die welke wij hier op het oog hebben, onnoodig zijn Men zoude echter, tot de uiterste spaarzaamheid gaande, deze zeer goed te gering kunnen nemen, en hierom willen wij datgene aangeven wat noodig is, om daaromtrent met voldoende zekerheid te beslissen.

Wij vinden de volstrekt noodige dikte als volgt: De grootte van A L, naar aanleiding van onze teekenkunstige constructie bepaald hebbende, vermenigvuldigen wij deze met den afstand der palen in dM. uitgedrukt, en van midden tot midden gerekend. Nemen wij, zooals wij vonden, A L = 6 en den afstand der palen 10 dan hebben wij 6 × 10 × 1,6 of 96 voor den druk op een plankstrook van 1 dM. breedte Wij denken ons dien druk over de lengte van 100 cM. verspreid.

Wij vermenigvuldigen nu de gevondene 96 met 100 en hebben dan 9600. Wij deelen deze uitkomst in ieder geval door 800. Het quotient geeft 12, en de vierkants wortel uit deze ongeveer 3,5 cM. welke nu de dikte der schoeiingsplanken, die volsterkt noodig is, aangeeft. Wij kunnen bij 5 cM. dikte der planken in verreweg de meeste gevallen zeker zijn, een genoegzamen weerstand te hebben. 2)

Wij stellen in fig. 6 A B het gedeelte te zijn, van den paal boven den grond staande en dan A B = H. Wij stellen A C''' = D en A L = m.

Wij denken ons nu den aarddruk over de totale lengte B C''' te werken en den tegendruk over het gedeelte A C'''. Wij vinden de grootte van den druk op de hoogte H + D in de lengte van A L of m uitgedrukt, door de evenredigheid H : H + D = m : $\frac{m\,(H+D)}{H}$, en wanneer wij den tegendruk per vierkante eenheid van oppervlakte gelijk aan den aarddruk stellen, dan vinden wij voor de grootte welke hier in de plaats van A L in rekening komt : $\frac{D}{H} \times m$. Stellen wij verder het gewicht, dat voor den aarddruk per kubieke eenheid grond in rekening moet gebracht worden g, dan vinden wij, de paalbreedte *b* noemende, voor den aarddruk, welke over de totale lengte B C''' in rekening moet gebracht worden $\frac{b\,m\,g}{2\,H}\,(H+D)^2$. Op den paal drukt buitendien nog over het gedeelte A B, de aarddruk op de schoeiingsplanken tusschen twee palen, en zoo wij den afstand hier 4 *b* stellen hebben wij hier eenen druk voorgesteld door $\frac{4\,b\,m\,g}{2\,H} \times H^2$, en voor het gewicht, dat voor den tegendruk in rekening moet gebracht worden: $\frac{b\,m\,g}{2\,H} \times D^2$.

Om het aangrijpingspunt der resultante van deze vermogens te bepalen, nemen wij hunne momenten ten opzichte van B. De aarddruk op B C wordt op $\frac{2}{3}$ van deze, gerekend van B, die op A B op $\frac{3}{4}$ daarvan wederom uit B, en de tegendruk op A C op $\frac{1}{3}$ daarvan uit A naar C genomen. De genoemde afstanden zijn nu achtereenvolgens $\frac{2\,H}{3}$, $\frac{2\,(H+D)}{3}$ en $H + \frac{1}{3} D$ of $\frac{3\,H+D}{3}$.

Wij vinden dan voor deze momenten $\frac{2\,b\,m\,g}{6\,H}\,(H+D)^3$; $\frac{8\,b\,m\,g}{6\,H} \times H^3$ en $\frac{b\,m\,g}{6\,H}\,(3\,H+D)\,D^2$.

De algebraïsche som van deze momenten is, de tegendruk als negatieve in rekening brengende, $\frac{b\,m\,g}{6\,H}\{8\,H^3 + 2\,(H+D)^3 = (3\,H+D)\,D^2,\}$

of na herleiding: $\frac{b\,m\,g}{6\,H}\,(10\,H^3 + 6\,H^2\,D + 3\,H\,D^2 + D^3)$

Wij vinden voor het gezamenlijke der verschillende drukkingen

$$\frac{b\,m\,g}{2\,H}\{(H+D)^2 \div 4\,H^2 - D^3\}$$

of $\frac{b\,m\,g}{2\,H}\,(H^2 + 2\,H\,D + D^2 + 4\,H^2 - D^2)$

d. i. $\frac{b\,m\,g}{2\,H}\,(5\,H^2 + 2\,H\,D)$.

Deelen wij nu de som der momenten door de som der drukkingen, dan vinden wij na herleiding:

$$\frac{10\,H^3 + 6\,H^2\,D + 3\,H\,D^2 + D^3}{15\,H^2 + 6\,H\,D}.$$

Willen wij nu, dat het aangrijpingspunt der resultante, door deze formule aangegeven, in A valt, dan moeten wij hebben

$$\frac{10\,H^3 + 6\,H^2\,D + 3\,H\,D^2 + D^3}{15\,H^2 + 6\,H\,D} = H.$$

Hieruit volgt na herleiding: $5\,H^3 - 3\,H\,D^2 - D^3 = 0$.

Stellen wij nu H = n D. dan gaat deze laatste vergelijking over in $5\,n^3 D^3 - 3\,n D^3 - D^3 = 0$ of $n^3 - \frac{3}{5} n - \frac{1}{5} = 0$.

Deze vergelijking heeft eenen bestaanbaren positieven wortel tusschen 0 en 1 en wij namen nu $n = 1$; daaruit volgde dan D = H.

Wij brengen hier in aanmerking, dat zoo als wij de toestanden van den paal beschouwden, deze van het volkomen juiste afwijkt, doch meenen, op grond van hetgeen wij bij ondervinding konden vaststellen, te mogen aannemen, dat bij het voldoen aan de aldus verkregen resultaten, de genoegzaamheid der constructie voor de gevallen, welke wij hier op het oog hebben, buiten twijfel is.

Wij stelden den weerstand van den grond gelijk aan den aarddruk; ook dit zal niet altijd onvoorwaardelijk het geval zijn en te minder naar gelang de ondergrond slapper is. Er kunnen zich in dit geval verschijnselen voordoen, welke aan geene berekening te onderwerpen zijn. Wij wijzen eenvoudig op de samenzetting van den ondergrond, wanneer tot de aanaarding zwaardere grondspecie gebezigd wordt; zoodat de ondervinding in deze bizondere gevallen omtrent de dan te nemen maatregelen geheel moet beslissen

Er bestaan theoriën omtrent dit onderwerp, welke voor de toepassing in meer belangrijke gevallen als die waarop wij hier doelen, dienen geraadpleegd te worden. Deze geeft ons den Hoogleeraar Scholz in zijne medewerking aan de door de Heeren Henket, Steuerwald en van der Toorn nog slechts gedeeltelijk bewerkte Waterbouwkunde. Men zal, deze raadplegende, dadelijk inzien, dat wij, om tot ons doel te geraken, ons met minder moesten vergenoegen, en daarbij toch datgene moesten geven, hetwelk voor de gewone voorkomende gevallen praktisch voldoende kan geacht worden.

De formules, welke wij ter bepaling van de afmetingen bezigden zijn gevolgd naar de algemeen bekende $P = \frac{b\,d^2}{b\,l} \times k$ en $Q = \frac{E\,\pi^2\,d\,b^3}{48\,l^2}$. In deze hebben wij wat de eerste betreft $d = \frac{7}{5}\,b$ genomen en in de tweede de dus gevondene waarde voor b gezet.

2) Bij het voorschrift der bepaling voor de noodzakelijke dikte der schoeiingsplanken, gaan wij van het denkbeeld uit, dat deze de lengte hebben van den afstand der palen, dat zij met de einden eenvoudig ondersteund zijn en, dat de belasting daarover verspreid gevonden wordt door de bij de constructie bepaalde lengte van A L eerst met 1 dM. hoogte te vermenigvuldigen en dan nog met 1,6 zijnde het soortgelijk gewicht van den aanaardingsgrond. Stellen wij wederom A L = *m*, dan vinden wij, de afstand der palen *a* noemende en g het soortelijk gewicht zijnde, voor die belasting *a m g*. Deze vooraf berekenende, stellen wij daarvoor P, en wij hebben dan, de plankdikte *d* noemende, en de afmeting in cM. rekenende dewijl nu *b* = 10 is, $P = \frac{8\,b\,d^2\,k}{6\,a}$ of $P = \frac{80\,d^2\,k}{6\,a}$; en voor k = 60, $P = \frac{800\,d^2}{a}$ en $d = \sqrt{\frac{a\,P}{800}}$, waarbij dan ook *a* in cM. moet uitgedrukt zijn. Willen wij hier eene twintigvoudige zekerheid, dan hebben wij $d = \sqrt{\frac{a\,P}{400}}$.

3) Bij het hier gegeven voorschrift gingen wij van het beginsel uit, dat het gedeelte B P van den paal bij P bevestigd is, en uit $\frac{1}{3}$ van B P, van P afgerekend, met den aarddruk op dat gedeelte B P belast is; terwijl wij het gedeelte A P van den paal als in A en P ondersteund beschouwen, en dan gelijkmatig belast met den druk op dat gedeelte A P. Wij nemen nu verder aan, dat de beide paaleinden gelijke dwarsafmetingen moeten hebben

28. Wanneer wij het overzetten der palen door verankeringen van deze willen beletten, hebben wij overeenkomstig de wijze waarop dit geschiedt, de volgende gevallen te onderscheiden: 1°. Dat waarbij elke paal bizonder verankerd is, 2° dat waarbij slechts enkele palen verankerd zijn, en 3° dat waarbij langs de voorzijden der palen eene gording gelegd is, waaraan de ankers verbonden zijn.

29. Het eerste geval opvattende, kiezen wij wederom een voorbeeld, en nemen daarbij de gegevens van het vroeger behandelde aan. Naar aanleiding der beschrevene teekenkunstige constructie, vonden wij voor A L de lengte van 6 dM. De theorie, berustende op de grondslagen die wij als zoodanig aannamen, leert ons, dat de voordeeligste plaats der ankers het midden van het paalgedeelte is hetwelk boven den grond uitsteekt; dus het midden van A B fig. 7. Wij hebben dat midden gemerkt met de letter P en de andere plaats van het anker met P'.

Om nu voor dat geval de afmetingen der palen te bepalen, nemen wij wederom bij deze de verhouding van de breedte tot de hoogte als 5 tot 7 aan. Wij vermenigvuldigen dan het $\frac{1}{8}$ van de totale schoeiinghoogte eerst met de lengte van A L, dus in ons geval met 6, dat produkt vervolgens met den afstand der palen of 10 en dan nog met 1,6. Wij vinden dan $\frac{30 \times 6 \times 10 \times 1,6}{8}$ gevende 360 Kg. Deze vermenigvuldigen wij met 7 malen de totale schoeiingshoogte in cM. uitgedrukt en deelen het produkt door 300; wij vinden dan voor quotient 2520. Uit dit quotient moet nu de derde machtswortel getrokken worden; wij vinden voor deze als naast grootere 14, zoodat de dikte van den paal bij een volkomen, vasthouden van het anker 14 cM. zoude zijn. Wij raden evenwel aan, om in dit geval met de uiterste voorzichtigheid te werk te gaan en de paaldikte eenige centimeters grooter dan de gevondene waarde te nemen, alzoo b. v. in ons geval 16 cM., de breedte wordt dan $\frac{5}{7} \times 16$ of 10 cM. Ook nu nog geeft de verankering de gelegenheid om palen van mindere afmetingen te bezigen, doch daartegenover staan de meerdere uitgaven welke de ankers vorderen en wij zullen gemakkelijk opmerken, dat hierdoor aan geene besparing van kosten te denken valt; zoodat dan ook in den regel die constructie niet gevolgd wordt. Wij behoeven daarbij niet langer stil te staan (3).

30. Het tweede geval komt in de praktijk herhaaldelijk voor en wel, omdat het aanbrengen van een gording niet altijd geschikt kan geschieden. In sommige gevallen worden de palen om den anderen verankerd, somtijds ook om den derden paal. Wij raden niet aan bij de gewoonlijk voorkomende gevallen de ankers nog verder uit elkander te nemen. In dit geval is het eene volstrekte noodzakelijkheid, dat de koppen der palen in een doorgaande deksloof verbonden worden, terwijl bij de verankering van alle palen eene enkele dekplaat tot weering van de inwatering der paalkoppen voldoende kan zijn.

---

en het punt P zoodanig moet gekozen worden, dat hieraan voldaan wordt.

Stellen wij de beteekenis van m, a en g dezelfde als vroeger; verder de totale schoeiingshoogte H en het gedeelte B P $= x$. Trekken wij nu P C evenwijdig aan A L, wanneer P B de hoogte van de schoeiing was. Wij vinden nu voor den aarddruk op het gedeelte B P de waarde $\frac{a\ g\ m\ x^3}{2\ H}$. De totale druk op de paal is $\frac{a\ g\ m\ H}{2}$ of $\frac{a\ g\ m\ H^2}{2\ H}$, en dus de aarddruk op het benedengedeelte A P den $\frac{a\ g\ m}{2\ H}\ (H^3 - x^3)$. Wij stellen nu de paalbreedte $= b$, en de paaldikte $= d$, dan hebben wij voor de berekening der dwarsafmetingen van het boveneinde B P de formule $\frac{a\ m\ g\ x^2}{2\ H} = \frac{b\ d^2\ k}{6 \times \frac{x}{3}}$ en voor het benedeneinde de formule $\frac{a\ m\ g}{2\ H}\ (H^2 - x^2 = \frac{8\ b\ d^2\ k}{6\ (H-x)}$. Lossen wij uit beide vergelijkingen b d² k op en stellen wij in deze vergelijking $H = n\,x$, dan gaat zij over in: $5\,x^3 + 3\,n\,x^3 + 3\,n^2\,x^3 - 3\,x^2 = 0$ en hieruit hebben wij $n^3 - n^2 - n - \frac{5}{3} = 0$. Deze vergelijking oplossende, vinden wij dat n eenen positieven wortel tusschen 1 en 2 heeft. Stellen wij $n = 1$, dan wordt het eerste lid $= \frac{8}{3}$. Stellen wij $n = 2$, dan wordt dat lid $= + \frac{1}{3}$, zoodat de wortel zeer dicht bij 2 zal vallen en wij daarom $n = 2$ kunnen stellen. Wij hebben dan $2\,x = H$ en $x = \frac{1}{2} \times H$.

Is nu, zoo als wij veronderstellen, de waarde van $\frac{a\ m\ g\ x^2}{2\ H}$ of na inzetting van $x = \frac{H}{2}$ die van $\frac{a\ m\ g\ H}{8} = P$ gesteld, vooraf berekend, dan hebben wij $P = \frac{5\ d^3}{7 \times 6 \times \frac{1}{6}\ H} \times 60$ of $P = \frac{300\ d^3}{7\ H}$ en dus $d = \sqrt[3]{\frac{7\ H\ P}{300}}$, waarbij nu H in cM. moet uitgedrukt zijn. Men verkrijgt dan de waarde van d mede in cM., terwijl $b = \frac{5}{7}\ d$ is. Wij zullen in ons voorschrift een eenvoudig overbrengen van deze formule in woorden erkennen.

Wij merken hierbij nog op, dat het volkomen vaste van het anker bij P niet zoo geheel onvoorwaardelijk kan aangenomen worden, doch ook tevens, dat het onmogelijk is een minder volkomen vastheid in rekening te brengen. Nemen wij echter een geringe zetting aan, totdat alles in rust gekomen is, dan zal die vastheid verkregen zijn, doch dan zal de grootte van den aarddruk zijn toegenomen. Van eenen anderen kant hebben wij het ondereinde van den paal verondersteld in eenen toestand te verkeeren, welke ongunstiger is dan de werkelijk bestaande, zoodat een en ander niet ver van de waarheid zal afwijken. Om nu echter rekening te houden met de verzwakking door de altijd noodige verbinding van den paal met den ankerbalk, hebben wij gemeend de dikte-afmeting en gevolgelijk ook die der breedte met eenige cM. te moeten vergrooten.

De palen worden in het door ons beschouwde geval gewoonlijk met pen en gat, dikwijls op schuine borsten met de deksloof verbonden, en deze verbinding op de gewoone wijze met een houten sluitnagel of pen verzekerd. Wij dienen hierbij optemerken, dat de wijze waarop hierbij de pen wordt aangebracht, voor den weerstand daarvan zeer onvoordeelig is, waarop wel degelijk moet gerekend worden. Hierin is echter moeielijk te voorzien en niet zonder kostenbezwaar. Schroomt men dit niet, dan zoude men de bovensloof uit twee stukken kunnen nemen en deze op voorloeven en keepen met de palen kunnen verbinden. Men zoude deze met bouten sterk op elkander kunnen klemmen en de paalkoppen dan zonder belangrijke verzwakking tusschen die stukken door, tot gelijk met de hoogte van deze laten heen schieten, om ze dan gezamenlijk met een eiken dekplank te dekken, waarbij nu het tweede stuk zoo veel zwaarder kan genomen worden, dat dit de schoeiingsplanken tegen inwatering overdekt. Deze constructie is zoo eenvoudig, dat zij geene nadere toelichting behoeft.

31. Bij deze verankering om den andere paal moeten de ankers op $\frac{1}{4}$ van de totale hoogte boven den grond uit den bovenkant geplaatst worden. Wij hebben nu de afmetingen van den onverankerden paal te bepalen, en geven dan deze ook aan de verankerde, ook nog wanneer deze laatste mochten blijken minder te kunnen zijn. Wij moeten daartoe de belastingen kennen, welke hier in rekening moeten gebracht worden, en deze vindt men voor de verankerde palen als volgt: men vermenigvuldigt de paalafstand met de bij de constructie voor A L gevonden waarde, dan nog met 17 malen de totale schoeiingshoogte in dM. uitgedrukt, en eindelijk nog met 1, 6. De aldus verkregene uitkomst door 96 deelende, hebben wij de gevraagde belasting, welke ter berekening der paalafmetingen in rekening moet gebracht worden. Ons voorbeeld geeft alzoo $\frac{10 \times 6 \times 17 \times 30 \times 1.6}{96}$ of 510 Kg. Om nu de afmetingen van den paal te vinden vermenigvuldigen wij de gevonde belasting met 7 malen de hoogte van de schoeiing in cM. uitgedrukt. Wij deelen dit produkt door 200, en trekken uit het quotient den derden machtswortel. Deze geeft de paaldikte in cM. Ons voorbeeld geeft hiervoor $\frac{510 \times 7 \times 300}{200}$ en daaruit zijnde 5355, den derden machtswortel trekkende, hebben, wij zeer nabij 18 cM. voor de paaldikte, en $\frac{5}{7} \times 18$ nabij 13 cM. voor de paalbreedte. De belasting, bij de niet verankerde palen in rekening te brengen, vindt men door den paalafstand wederom met de waarde van A L te vermenigvuldigen, vervolgens met de schoeiingshoogte in dM. uitgedrukt en dan nog met 1, 6. Van dit produkt neemt men eindelijk de helft en heeft dan de gevraagde belasting. Ons voorbeeld geeft $\frac{10 \times 6 \times 30 \times 16}{2}$ of 1400 Kg. Om nu de afmetingen van den onverankerden paal te vinden, vermenigvuldigen wij de gevondene belasting met

7 malen de schoeiingshoogte, deelen het produkt door 400 en trekken uit het quotient den derden machtswortel. Ons voorbeeld geeft $\frac{7 \times 300 \times 1440}{400}$ of 7560, en hieruit den derden machtswortel trekkende hebben wij ruim 19 of 20 cM. De paalbreedte wordt dan $\frac{5}{7}$ 20 × of 15 cM. Wij geven nu ook aan de verankerde palen de meerdere dikte en breedte die wij het laatste vonden. Van dit geval zal het voldoende zijn de belasting en afmetingen van de onverankerde palen te berekenen, en wij mogen dan aannemen dat deze berekening, welke wel een te groot voor de verankerde palen geeft, toch om de verzwakking welke de ankersverbingen moet voortbrengen, dient gevolgd te worden, en dit te meer, daar de ankerpaal nog niet zoo vast met de ankers verbonden is, dat men op dat onvolkome niet eenigszins te rekenen zouden hebben. De afmetingen der onverankerde palen zullen de hier overigens gewenschte, voldoende nauwkeurigheid geven. 4).

Op de bepaling der afmetingen voor de ankers komen wij later terug.

---

4) Zijn de palen om den anderen verankerd, dan is de druk op het boveneinde van den verankerden paal, de aangenomen gegevens aanhoudende: $\frac{a\ g\ m\ x^2}{2\ H}$. De niet verankerde paal is belast met $\frac{a\ g\ m\ H^2}{2\ H}$, en de druk daardoor op een bovensloof voortgebracht, is dan $\frac{a\ g\ m\ H^2}{6\ H}$, omdat het middelpunt van drukking hier op $\frac{2}{3}$ van de hoogte benedenwaarts valt en het boveneinde dan met het $\frac{1}{3}$ van de totale belasting gedrukt wordt. De helft van dien bovendruk wordt nu op het uiterste boveneinde van den verankerden paal overgebracht, en die overgebrachte druk is dan $\frac{a\ g\ m\ H^2}{12\ H}$. Van het schoeiingsvlak ter andere zijde van den verankerden paal brengt de niet verankerde eenen gelijk grooten druk op dat einde over, en de totale druk op het boveneinde door de niet verankerde palen daarover gebracht, is dan $\frac{a\ g\ m\ H^2}{6\ H}$. De druk $\frac{a\ g\ m\ x^2}{2\ H}$ werkt op het $\frac{1}{3}$ van x uit de plaat van het anker gerekend, en het boveneinde van den verankerden paal wordt hierdoor gedrukt met $\frac{a\ g\ m\ x^2}{2\ H}$. De gezamenlijke druk van dat boveneinde is dan $\frac{a\ m\ g}{6\ H}\ (H^2 + x^2)$.

Berekenen wij nu de afmetingen, welke de beide paaleinden elk afzonderlijk overeenkomstig hunne belastingen behoeven, dan hebben wij de volgende formules:

Voor het boveneinde $\frac{a\ m\ g}{6\ H}\ (H^2 + x^2) = \frac{b\ d^2\ k}{6\,x}$.

Voor het benedeneinde $\frac{a\ m\ g}{2\ H}\ (H^2 - x^2) = \frac{8\ b\ d^2\ k}{6\ (H-x)}$.

Lossen wij uit beide deze vergelijkingen b d² k op en stellen wij deze aldus afgezonderde waarden aan elkander gelijk, dan komen wij na de noodige herleidingen en ontwikkelingen verricht te hebben, tot de eindvergelijking $5\,x^3 + 3\,H\,x^2 + 11\,H^2\,x - 3\,H^3 = 0$. Stellen wij wederom $H = n\,x$, dan gaat deze vergelijking over in $5\,x^3 + n\,x^3 + 11\,n^2\,x^3 - 3\,n^3\,x^3 = 0$. En hieruit komen wij tot de derde machts-vergelijking:

$$n^3 - \frac{11}{3}\,n^2 - n - \frac{5}{3} = 0.$$

Deze vergelijking heeft een bestaanbaren positieven wortel tusschen 3 en 4, en wanneer wij deze benaderen, dan vinden wij, dat deze zeer nabij 4 valt. Wij hebben dus $4\,x = H$ en $x = \frac{1}{4}\,H$.

32. Nemen wij nu het geval dat de palen om den derden paal verankerd zijn. Wij raden voor dit geval aan, de ankers wederom op het $\frac{1}{4}$ van de hoogte uit den bovenkant der schoeiing te plaatsen; en wij geven nu aan de palen $\frac{7}{6}$ maal de afmetingen welke wij bij berekening voor de niet verankerde palen vinden. De berekening van deze laatsten is geheel en al dezelfde als die in ons laatste voorbeeld gegeven.

Eigenlijk moest, zoo wij ons stipt hielden aan de beginselen welke in bij het vorige geval de plaats der ankers gaven, nu het anker aan den paal op ongeveer $\frac{1}{6}$ van de hoogte uit den bovenkant gerekend geplaatst worden.

Tegen een absolute toepassing hiervan hebben wij echter een bezwaar en dit is, dat bij toenemende lengte van het onderdeel der verankerde palen de druk op het grondeinde van dezen grooter wordt, terwijl de weerstand van den grond bij het ingeheide gedeelte niet toeneemt. Heeft men nu met vaste gronden te doen en zijn de palen behoorlijk diep ingeheid dan zoude men de ankers zonder bezwaar hooger kunnen plaatsen. Wij dienen nu ook de verankerde palen de afmetingen te geven, welke de onverankerde hebben, en wij voldoen hier aan, wanneer wij het boven daarvoor aangegevene volgen.

Men houde bij dit alles wel in het oog, dat wij hier op geen andere dan gewoonlijk voorkomende gevallen doelen, en dus op schoeiingen, die niet meer dan 30 hoogstens 35 dM. hoogte hebben, en dat wij deze veronderstellen in gronden geplaatst te zullen worden, welke eene redelijke vastheid hebben. Heeft men echter schoeiingen te plaatsen in veen-, of andere slappe gronden, dan is het eene volstrekte noodzakelijkheid de constructien daarnaar te wijzingen. Er valt dan, vooral in de ergste gevallen, zeer weinig te rekenen op den weerstand van den grond bij het ingeheide gedeelte der palen, en deze moet dan door bijzondere constructien geholpen worden. Wij stellen als zoodanig die voor, waarvan wij in fig. 8 een schets geven. Wij leggen hierbij langs den voorkant der palen, ter hoogte van den lagen grond of waterbodem eene zandstrook, waaraan achterwaarts wijkende ankers verbonden worden, welke men op ingeheide palen kan verbinden, of ook door kruizen en steekpalen tegen een voorwaarts bewegen kan verzekeren. Wij zouden hier de ingeheide palen op ankerkespen met opgewigde pennen verbonden aanbevelen. Aan deze ankerkespen kunnen dan in voegen, als de schetsteekening aangeeft, ijzeren trekschoren verbonden worden. Deze laatste raden wij aan van rondijzer te nemen. De bijzonderheden der constructie zijn onzes inziens voldoende door de schetsteekening aangegeven. 5)

---

5) Voor de berekening van de verankerde palen gebruikten wij de formulen $P = \frac{b\ d^2\ k}{6 \times \frac{4}{7}\ H}$, waarin wij $b = \frac{5}{7}\ d$ en $k = 60$ stelden. Deze formule gaat hierbij over in $P = \frac{200\ d^3}{7\ H}$ en wij vinden dan $d = \sqrt[3]{\frac{7\ H\ P}{200}}$. Voor de bepaling der af-

33. Bij het stellen van schoeiingen in slappe gronden, welke de neiging hebbben om, gedrukt wordende, zich zijdelings uittezetten, heeft de tot nu toe aangegevene constructie soms veel bezwaren, zullen zij standhoudende blijven, en dit niet alleen voor de gevallen waarbij die schoeiingen eene meer dan gewone hoogte bereiken, maar ook voor die welke tot de dagelijks voorkomende te rekenen zijn. Zet de ondergrond zich belangrijk zijdelings uit, dan is het niet vreemd, dezen voor de schoeiingen, bij en eenigen tijd na de aanaarding te zien oprijzen; vooral wanneer men deze schoeiingen in den droge plaatst, en zij dus den tegendruk van het water missen. Is deze toestand te verwachten, dan zouden wij aanraden de constructie door ons in fig. 8 aangegeven, of eene soortgelijke, te volgen. Wij brengen over de grondpalen eene tweede zandstrook en verbinden daarop volgens de beschreven wijzen de ankerpalen. De ankerkespen worden nu op keepen met voorloeven over en op de beide zandstroken verbonden, en die verbanden door bouten verzekerd. Men kan nu, zoo men om den tweeden of derden paal, de schoeiingspalen verankert, nog tusschen de ankerkespen niet onderheide kespen leggen. Men verkrijgt op deze wijze balken welke men met een vloer kan bekleeden, op welke dan de aanaardingsgrond draagt en welks druk op de palen wordt overgebracht. Moeten de ankerkespen zeer lang worden, dan kan men op het midden van deze nog een onderheide zandstrookplaatsen. Op deze wijze kan men zeker veel tot zekerheid van de soliditeit der schoeiing bijdragen, doch de hierbij noodige kosten zijn ook zeer aanzienlijk. Een bekleeding der ankerkespen over eene breedte van 1 á 1,5 M zal reeds zeer gunstig werken. Het hangt nu geheel en al van de plaatselijke toestanden af, hoe men in dezen zal te handelen hebben, en het is onmogelijk daarvoor algemeen voldoende voorschriften te geven. Wij zouden nog aanraden in deze gevallen de schoeiingen eene achteroverhelling van $\frac{1}{10}$ der hoogte te geven.

Wil men in minder dreigende gevallen de kostbare ankerkespen met het bijkomende vermijden, dan raden wij aan, de verankering der palen (zie fig. 9) op $\frac{2}{3}$ uit den bovenkant der hoogte te nemen en de verankerde palen nog met een ijzeren trekschoor aan de ankerbalken te verbinden, welke maatregel ook voor de ergste gevallen zeer is aan te raden. Wij zouden in deze gevallen de palen minstens om den andere verankeren.

Bij deze voorzieningen kan het gebeuren, dat de afmetingen der verankerde palen grooter worden dan die van de niet verankerde. Brengt men de ankers op het $\frac{1}{4}$ der hoogte uit den bovenkant, dan zijn de afmetingen der niet verankerde palen voldoende. Wordt het anker op $\frac{2}{3}$ van de hoogte geplaatst, en zijn de palen om den anderen verankerd, dan hebben wij om den aarddruk op de palen te vinden wederom volgens onze aangegeven teekenkunstige constructie, de grootte van A L te vinden. Wij zullen die constructie niet andermaal beschrijven, doch geven in fig. 10 eene schets op kleine schaal daarvan. Wij bedoelen hier, de helling aan het natuurlijk talud, op 15° stellende, dat wij aan de schoeiing eene helling naar achterwaats van $\frac{1}{10}$ der hoogte geven. In onze fig. is A m het $\frac{1}{10}$ van B m, en de lijn B m vertikaal. Wij gaan hier verder van de veronderstelling uit, dat de wrijving van den grond tegen het achtervlak van de schoeiing buiten rekening kan blijven. Om nu den hoek N A X te construeeren, nemen wij wederom eene willekeurige lengte A a en beschrijven daarmede uit A als middelpunt een cirkelboog, welke wij door A B heen voortzetten. Uit a wordt met de lengte A a het punt b afgesneden. De boog a b wordt dan in vier gelijke deelen gedeeld, en door het verkregen deelpunt c, zijnde a c $= \frac{1}{4}$ a b, en A een lijn getrokken, welke het punt N geeft. Deze lijn geeft de helling van het natuurlijk talud aan. Wij moeten nu den hoek D A B gelijk aan N A a nemen, waardoor het punt D verkregen wordt. Vervolgens zetten wij de vroeger gegeven constructie voort, en komen daardoor tot de grootte van A L.

De ankers op $\frac{2}{3}$ van de hoogte geplaatst zijnde, nemen wij ook $\frac{2}{3}$ van A L. Wij trekken daartoe B L, nemen B P $= \frac{2}{3}$ B A en trekken P Q evenwijdig aan A L. Wij meten nu B P en P Q, vermenigvuldigen hunne getallenwaarde met elkander en de helft van dit

---

metingen van de niet verankerde palen diende de formule $Q = \frac{8\ b\ d^2\ k}{6\ H}$, waaruit wij dan vinden $Q = \frac{400\ d^3}{7\ H}$ en $d = \sqrt[3]{\frac{7\ H\ P}{400}}$. Stellen wij in deze formules de waarden van d, gevende voor P en Q de bizondere waarden in, dan hebben wij, wanneer wij willen onderzoeken waar de ankers dienen geplaatst te worden, wanneer wij de afmetingen d gelijk willen houden, $\sqrt[3]{\frac{7\ H\ Q}{400}} = \sqrt[3]{\frac{7\ H\ P}{200}}$, waaruit volgt: $\sqrt[3]{\frac{Q}{2}} = \sqrt[3]{P}$ of $Q = 2\ P$.

Wij hebben dan ook $\frac{2\ a\ g\ m\ (H^2 + x^2)}{6\ H} = \frac{3\ a\ g\ m\ H^2}{6\ H}$ of $2\ H^2 + 2\ x^2 = 3\ H^2$ en dus $x^2 = \frac{1}{2}\ H \sqrt{2} = \frac{1,414}{2}\ H = 0,705$ H. Nu is $\frac{2}{3} \times H = 0,67$ H en dus x zeer nabij $\frac{2}{3}$ H.

Plaatsen wij dus de ankers op $\frac{2}{3}$ uit de hoogte, dan zullen de afmetingen der palen hierbij niet grooter worden en is dan ook die plaatsing, vooral in de gevallen dat men in slappe gronden werkt, aan te bevelen. Intusschen hebben wij dan op den paal eene meer ongelijkmatige werking, die wij, in geval de gronden eene voldoende vastheid hebben, liever voorbij gaan, ook zal een lager plaatsen van de ankers eene noodzakelijke verzwaring van de deksloof noodig maken, en vooral ten aanzien der paalpennen is het te verkiezen de ankers hooger aan te brengen. De keuze hoe hier te handelen, is dus geheel afhankelijk van de gesteldheid der gronden waarin men werkt, en de beslissing blijft hier geheel aan den praktischen takt.

produkt nog met het gewicht van den aanaardingsgrond per dM³. Wij zullen hiervoor 1,1 stellen en rekenen dan op een ligte, slappe grondsoort. Wij hebben in dit geval, A L = 17 dM. en $\frac{2}{3}$ A L = 11,3 dM. Stellen wij den afstand der palen van midden tot midden wederom 10 dM., dan vinden wij voor den aarddruk op het boveneinde van den verankerden paal onmiddelijk uitgeoefend wordende: $\frac{1,1 \times 11,3 \times 20 \times 10}{2}$ of 1243 Kg., waarvoor wij stellen 1245 Kg. Deze druk werkt op $\frac{2}{3}$ van B P uit den bovenkant, en daarom wordt het boveneinde met het $\frac{1}{3}$ daarvan of 409, stel 410 Kg., belast. De niet verankerde paal is belast met eenen aarddruk dien wij vinden door de becijfering van $\frac{1,1 \times 17 \times 30 \times 10}{2} = 2805$ Kg; hiervan drukt op de bovensloof $\frac{1}{3}$ of 935 Kg. Het boveneinde van den verankerden paal wordt dan gedrukt met 409 + 905 of 1344 Kg. waarvoor wij stellen 1350 Kg.

Om nu de afmetingen der verankerde palen te vinden, vermenigvuldigen wij dien aarddruk met de schoeiingshoogte in cM. uitgedrukt. Dit produkt deelen wij door 75, en trekken uit het quotient den derden machts-wortel. Wij vinden daarvoor ongeveer 18. Kunnen wij nu op een volkomen vasthouden der ankers rekenen, dan zullen palen van 13 bij 18 cM. voldoende zwaarte hebben. In dergelijke gevallen raden wij aan de palen de dus gevondene afmetingen te geven, doch ze dan niet verder dan 5 × 13 of 65 cM. van midden tot midden uit elkander te plaatsen, en wij achten dan buitendien noodig, de ijzeren trekschoren als toegift gelijktijdig aantebrengen. De niet verankerde palen hebben in dit geval eene voldoende zwaarte. Wij gaan hierbij van de veronderstelling uit, dat men de palen geene mindere lengte dan 6 à 7 M geeft. Oordeelt men dat zij, van die lengte zijnde, nog te gemakkelijk inheien, en dat, in ieder geval om eenen redelijken stuit te bekomen, de palen buitengemeen lang zouden moeten worden, dan is het aan te raden den grondweerstand op het ingeheide paaleinde, door de vroeger aangegevene constructie te verzekeren. Wij zouden bij dergelijke gevallen ook nog aanraden, iederen ankerbalk te voorzien van twee kruisen en twee stellen ankerpalen. Is de grond zeer slap, dan zoude men de kruisen moeten laten doorloopen en tusschen de ankerpalen kunnen dan tegen die ribben, steekplanken worden ingeslagen, aan welke men de helling der ankerpalen geeft.

De bijkomende toestanden en omstandigheden kunnen bij dergelijke werken bizondere voorzorgen eischen. Het is niet mogelijk hieromtrent bepaalde voorschriften te geven. Men doe in dit geval liever te veel dan te weinig, doch meene niet, dat het verzwaren der palen hier de noodige zekerheid geeft. De zorg moet zich hier bepalen bij de verzekering van het volkomen vasthouden der ankers, en van die van den weerstand van den grond bij het ingeheide paaleinde, waarvoor wij het noodige hebben aangegeven 6).

34. Wij gaan nu over tot het geval dat de schoeiingen door dam- of steekplanken tegen het grondverloop beveiligd worden. In fig. 11ª hebben wij eene schets gegeven van de dan gewoonlijk, ten minste in hoofdzaak, gevolgde constructie. Dienen hierbij de damplanken alleen als zekerheidsmaatregel, dan zal, zoolang er geen grondverloop plaats heeft, de schoeiing geheel en al in den toestand van de vroegere behandelde gevallen ver-

---

6) Wij hebben nog rekenschap te geven van de grondbeginselen, waarop wij het in § 32 gegevene lieten berusten.

Stellen wij de plaats van het anker uit den bovenkant der schoeiing gerekend wederom x, dan is de druk op het boveneinde als gevolg der onmiddelijke werking van de aanaarding op deze $\frac{a\ g\ m\ x^2}{2\ H}$. De druk op elke niet verankerde paal is $\frac{a\ g\ m\ H^2}{2\ H}$, en het gedeelte hiervan op het boveneinde, of op de sloof werkende $\frac{a\ m\ g\ H^2}{6\ H}$, en de totale druk op dat einde van den verankerden paal kunnen wij dan stellen $\frac{m\ a\ g\ (2\ H^2 + x^2)}{6\ H}$ te zijn. Wij hebben nu voor het draagvermogen van het boven paaleinde $\frac{a\ g\ m\ (2\ H^2 + x^2)}{6\ H} = \frac{b\ d^2\ k}{6\ x}$; en voor dat van het beneden-einde $\frac{a\ g\ m}{2\ H}\ (H^2 - x^2)\ \frac{8\ b\ d^2\ k}{6\ (H-x)}$. Uit beide deze vergelijkingen $b\ d^2\ k$ oplossende, komen wij, na de noodige herleidingen verricht te hebben, tot de vergelijking: $3\ H^3 - 3\ H^2 x - 3\ H\ x^2 + 3\ x^3 = 16\ H^2 x + 8\ x^3$ of $5\ x^3 + 19\ H^2 x + 3\ H\ x^2 - 3\ H^3 = 0$ en deze wordt na $H = n\ x$ gesteld en dan door x^3 gedeeld te hebben: $n^3 - \frac{19}{3}\ n^2 - n - \frac{5}{3} = 0$.

Deze vergelijking heeft slechts eenen positieven wortel tusschen 6 en 7. De waarde 6 aan n gevende, wordt het eerste lid der vergelijking 19,667; en voor $n = 7,24$. Bij verdere benadering vinden wij voor dien wortel circa 6,4 en wij hebben dan $x = \frac{H}{6,4}$ of $\frac{11\ H}{64} = \frac{5\ H}{32}$. Wij hebben hiervoor 6 genomen, en dit gaf $x = \frac{H}{6}$.

Blijven wij voor den afstand van het anker $\frac{H}{4}$ behouden, dan is de belasting op het boveneinde van den verankerden paal $\frac{a\ g\ m}{6\ H}\ (2\ H^2 + \frac{1}{16}\ H^2) = \frac{33}{96}\ a\ g\ m = \frac{11}{32}\ a\ g\ m$. De belasting van den ankerpaal is $\frac{a\ g\ m\ H}{2}$.

Stellen wij de belasting voor het boveneinde P en die van den onverankerden paal Q, dan hebben wij P : Q $= \frac{11}{32} : \frac{1}{2}$ of ook P : Q $= \frac{11}{16} : 1$ en dus P $= \frac{11}{16}$ Q. Wij hebben alzoo $\frac{11}{16}\ Q = \frac{b\ d^2\ k}{6 \times \frac{1}{4}\ H}$. En wanneer wij hierin b $= \frac{5}{7}$ d stellen, dan gaat deze formule over in $\frac{11}{16}\ Q = \frac{200\ d^3}{7\ H}$.

Wij hebben ook $Q = \frac{8\ b\ d^2\ k}{6\ H}$; en hieruit vinden wij $Q = \frac{400 d^3}{7\ H}$.

Hieruit volgt nu $d'^3 = \frac{77\ H\ Q}{3200}$ en $d^3 = \frac{7\ H\ Q}{400}$. Zullen nu de waarde van d en d_1 in de gepaste verhouding staan, dan moeten wij $d_1^3 : d^3 = 77 : 56$ hebben; en dus $d_1 : d = 4,254 : 3,826$ gevende zeer nabij $d_1 : d = 21 : 19$ en dus $d_1 = \frac{21}{19}$ d.

Wij namen hiervoor nu $d_1 = \frac{7}{6}$ d, en meenen alzoo deze waarde voor de praktijk voldoende nauwkeurig te hebben bepaald.

keeren. Dit is niet meer het geval bij de constructie in fig. 11 aangegeven, waarbij de zandstrook van fig. 11[a] overgegaan is in eene gording, welke op zekere hoogte boven den bodem A X achter de palen is aangebracht; en indien er bij de constructie van fig. 11[a] grondverschuiving plaats heeft, zal de daarvoor gestelde schoeiing in het geval van fig. 11 gaan verkeeren. Wij zullen ons daarom alleen met het eerstgenoemde dezer beide gevallen bezig houden. Wij geven aan de schoeiing eene achteroverhelling van $\frac{1}{10}$ der hoogte, stellen de totale hoogte op 30 dM. en nemen aan, dat de gording op 20,5 dM. uit den bovenkant geplaatst is.

Wij stellen ons nu aanvankelijk voor, dat de damplanken niet bestonden, en de beschoeiing langs de palen tot beneden doorliep. Wij bepalen met behulp van de verklaarde teekenkunstige constructie de afglijdingshelling A C en de grootte van A L. Wij trekken door P de lijn P Q evenwijdig aan A L, en vinden dan door de snijding van deze met de getrokken lijn B L, het punt Q en tevens de lengte P Q, welke tot de berekening van den aarddruk op het bovengedeelte B P der schoeiing moet dienen. Wij trekken nu E C'' evenwijdig aan A C, en denken ons het achtervlak van de damplanken gedrukt door eene aanaarding, welke onder een talud volgens E C'' evenwijdig aan A C gericht is.

Uit m is m N' onder eene helling, gelijk aan die van het natuurlijk talud van den aanaardingsgrond getrokken. Wij verlengen N C en maken den hoek B m D_1 gelijk aan den hoek van dat natuurlijk talud, waarbij wij de wrijving van den grond op den achterkant der damplanken buiten rekening laten, hetgeen zekerheidshalve is aan te bevelen. Deze constructie geeft met N C het snijpunt D. Wij trekken nu m C'' en uit E eene evenwijdige daaraan, welke laatste door hare snijding met N D het punt C_2 geeft. Wij vereenigen de punten m en C_2 door eene rechte lijn, welke wij zoo noodig, en dus in ons geval, verlengen totdat de lijn N_1 M_1 loodrecht op m M_1 gericht, daarmede het snijpunt M_1 geeft. Uit N_1 met N_1 M_1 als straal, eenen cirkelboog beschrijvende, vinden wij op m N_1 het punt H. Door dit punt trekken wij H H_1 evenwijdig aan m C_2, waardoor wij het punt H_1 op N D verkrijgen. Uit H_1 wordt H_1 I evenwijdig aan m N_1 getrokken, welke het punt I bij de snijding met m C_2 geeft Door I trekken wij eene lijn evenwijdig van N D_1 en bekomen dan op m C_1 het snijpunt H. Door dit punt H trekken wij H H_1 evenwijdig aan m C_2, gevende op N D het punt H_1 Uit H' wordt H_1 I evenwijdig aan m N_1 getrokken, gevende met m C_2 het snijpunt I. Door I trekken wij eene lijn I K evenwijdig van N D waardoor dan op m C_1 het snijpunt K bepaald wordt. Door dit punt K trekken wij K i evenwijdig aan m N_1 waardoor wij op de lijn welke den achterkant der damplanken aangeeft het punt i verkrijgen. Door dit punt i trekken wij dan i L_4 evenwijdig aan m C_1 gevende op m D_1 het punt L_4 en dus ook de lengte m L_4.

Vermenigvuldigen wij deze lengte met de helft van m C_2, dan hebben wij, na nogmaals vermenigvuldigd te hebben met het gewicht van de dM³. aanaardings grond, den aarddruk op den achterkant der damplanken per strekkende dM. van deze.

Om nu te bepalen in welk punt van dien achterkant de aarddruk moet gerekend worden te werken, gebruiken wij fig. 11.[b] In deze is uit fig. 11 de driehoek m L_4 C_2 op dubbele schaal genomen, en uit m, E m wederom gelijk aan de hoogte der damplanken boven den lagen grond m X. Door E is E m_1 evenwijdig aan m X en dus horizontaal getrokken, en vervolgens door E de lijn E E_3 evenwijdig aan m L_4; op m C_2 is bij m de loodlijn m L_2 getrokken en gelijk aan m L' genomen. Wij trekken nu L_4 C_2, vervolgens C_2 a evenwijdig aan m L_4 en maken C_2 b gelijk C_2 a. Wij nemen vervolgens op C_2 m het stuk C_2 d = B m Wij trekken d b, en uit m daaraan evenwijdig m b_1. Hierna trekken wij C_2 B_1 en E E_3 evenwijdig aan m L_3. Wij trekken e f evenwijdig aan m B_1 vervolgens m f, en E g evenwijdig aan m f, gevende op de horizontale lijn B f het punt g. Wij trekken hierdoor de vertikaal g h, welke met E E_3 het snijpunt h geeft. Hierna trekken wij h L_3 en nemen E i gelijk aan de helft van L_3 m en L_3 k gelijk aan de helft van E h. Wij vereenigen de middenpunten p q, en verkrijgen dan op de lijn p q door het trekken van i k, het snijpunt Z. Trekken wij nu eindelijk Z R evenwijdig aan k m, dan is R het punt waar wij den vereenigden aarddruk op den achterkant der damplanken moeten rekenen te werken.

Bij meeting vinden wij bij fig: 11 P Q = 4,2 dM. en wij hebben dan voor den aarddruk op den strekkenden dM. van de schoeiing boven de damplanken $\frac{4,2}{2} \times 20,5 \times 1.6$ of 68,38 Kg. Wij zullen deze echter grooter moeten nemen, omdat wij eigenlijk geene rekening hebben gehouden met den grond welke op de zandstrookgording, tot bevestiging der damplanken aanwezig draagt, en ook zijdelings op het boveneinde der schoeiing drukt. Stellen wij voor de beneden breedte dezer aardmassa 1,8 dM. dan zullen wij zekerheidshalve moeten aannemen, dat wij nog een meerderen druk van $\frac{1.8}{2} \times 20,5 \times 1.6$ of 29,520 hebben; zoodat de gezamenlijke aarddruk ter grootte van 68,38 + 29,52 in rekenig moet gebracht worden. Wij nemen hiervoor 100 Kg.

Wij vinden voor de lengte van m C_2, 31 dM. en voor m L_4 6 dM. De druk op de damplanken is dan per strekkende dM. $3 \times 31 \times 1.6$ of 153,8 Kg., stel 160 Kg. In fig 11 b vinden wij m R zeer nabij aan de helft van m E, en dus zal de druk op de gording zandstrook 80 Kg bedragen; terwijl de overige 80 Kg bij m drukken. Wij rekenen nu de palen onverankerd te zijn, en van midden tot midden 10 dM uit elkander te staan. De totale oppervlakte der damplanken is dan, gerekend tusschen twee palen, met 1600 Kg. belast en dus de zandstrookgording over die strekking met 800 Kg. Nemen wij

nu wederom aan, dat bij bezwijken der palen, de druk op $\frac{7}{6}$ van de hoogte dier palen boven den grond en dus op ongeveer 36 dM. uit B zal vallen, dan moeten wij voor de berekening der afmetingen van de palen dien druk naar het uiterste van het boveneinde overbrengen. Wij vermenigvuldigen te dien einde den druk van 800 Kg. met den afstand der zandstrookgording tot het gedachte breukpunt van den paal en dus 800 met 9, 5 × 6 of met 15,5; dit produkt deelen wij dan door de totale lengte van den paal tot dat breukpunt gerekend, en dus door 36. Wij hebben dan $\frac{800 \times 15,5}{36}$ of ongeveer 350 Kg. De druk op het boveneinde van de schoeiing is bij den paal afstand van 10 dM, 1000 Kg, en daar die druk op $\frac{2}{3}$ van de hoogte van dat bovendeel werkt, vinden wij den druk op het boveneinde van den paal, als volgt.

Het punt, waar de druk op het boveneinde van de schoeiing werkt, ligt op $15,5 \times \frac{20,5}{3}$ dM. van het aangenomene breukpunt van den paal, alzoo op den afstand van ongeveer 22,3 dM. Wij hebben nu den gevonden druk van 1000 Kg. met 22,3 te vermenigvuldigen en door 36 te deelen, om in het quotient, dat zeer nabij 720 is, den verlangden druk te hebben. Wij beschouwen nu den paal als zijnde 36 dM. lang, aan het eene einde bevestigd en op het andere met 350 × 20 of 1070 Kg. belast Om de paaldikte te vinden, vermenigvuldigen wij 1070 met 7 × 360, welk laatste getal de paallengte in cM. uitgedrukt is. Dit produkt deelen wij door 50, en trekken dan uit het quotient den derde machtswortel. Deze geeft in cM. de gevraagde paaldikte. De berekening uitvoerende, vinden wij voor die dikte circa 33 cM. en dusvoor de breedte $\frac{5}{7} \times 33$ of ongeveer 24 cM.

Beschouwen wij de damplanken als gelijkmatig met 160 Kg. op den strekkenden dM. belast, dan hebben wij deze 160 te vermenigvuldigen met 49 malen de hoogte der damplanken boven den grond en deze hoogte in cM. uitgedrukt. Dit produkt hebben wij dan te deelen door 2400. Alzoo hebben wij $\frac{160 \times 49 \times 95}{2400}$ of ongeveer 211. Wanneer wij hieruit den derden machtswortel trekken vinden wij als naast grootere 7; en deze is nu in cM. de dikte der damplanken.

Wij zullen, als voor de praktijk voldoende, stellen, dat men aan de lengte der damplanken in geen geval minder dan $2\frac{1}{2}$ malen de hoogte van deze boven den grond moet geven, en dat ook in de gunstigste gevallen die planken nog altijd ten minste 1 à 1,25 M. moeten ingeheid zijn. Wanneer de aanaardings- en vooral ook de ondergronden van een uiterst slappe geaardheid zijn, dan zouden wij aanraden de hoogte niet minder dan 3 à 4 malen de bovengenoemde hoogte te nemen.

Behalve de verankering der palen, waarop wij later terugkomen, zouden wij voor de gevallen, dat wij met slappe gronden te doen hebben en deze sterk van water doortrokken zijn, aanraden onze constructie in te richten, in den geest van onze aanwijzing in fig. 12 gegeven; alzoo langs den achterkant der palen, en daarmede op keepen, voorloeven en bouten verbonden, een doorgaande zandstrook te leggen, en deze te doen dragen op ankerkespen, welke met zwaluwstaarten en bouten aan de palen verbonden zijn. Deze zandstrook heeft wederom eene verbinding op keepen, met voorloeven en bouten op de ankerkespen, welke laatste geheel zooals de vroegere beschreven, met inbegrip der heipalen, genomen zijn. Tegen deze zandstrook worden nu de damplaten, evenals tegen de hooger liggende gording genageld, en alzoo het voortdringen van het ondereinde der palen en damplanken belet.

Er doet zich bij deze contructie eene zwarigheid voor, en deze is, dat daarbij de ankerkespen door de damplanken moeten heengaan. Naar ons gevoelen kan, ter verwijdering van deze zwarigheid, onder de plaats der damplanken bij iedere kesp eene wederzijds gegroefde dampaal in plaats van eenen gewonen heipaal ingeslagen worden en kunnen die groeven over de hoogte der kespen in deze zijn voortgezet. De hierdoor bij de damplanken in de rei blijvende openingen ontstaande, kunnen nu met strooken, wederzijds met veeren bewerkt, gedicht worden.

35. Wij zullen nu aannemen, dat de palen om den anderen verankerd zijn, en dat de ankeringen op $\frac{2}{3}$ van het schoeingsdeel boven de damplanken, en dan gerekend uit den bovenkant, aangebracht worden. Wij vinden in dit geval de afmetingen in dikte, welke de boveneinden der verankerde palen moeten hebben, als volgt.

Wij houden het gekozene voorbeeld van fig. 11, behoudens de verankeringen aan, en vermenigvuldigen $\frac{2}{3}$ van P Q met $\frac{2}{3}$ van E B of $\frac{2}{3}$ van 4,2 dat is 2,8 met $\frac{2}{3}$ van 20,5 of 13,7, en dit produkt vervolgens met 1,6 zijnde het gewicht van den dM³ aanaardingsgrond. Van het dan gevondene nemen wij de helft. Wij moeten het gevondene gewicht herleiden tot een ander, dat op het uiterste boveneinde van den paal werkende, daarop dezelfde uitwerking voortbrengt. Wij vinden dit, door van de gevondene belasting 31, het $\frac{1}{3}$ te nemen, waarvoor wij 11 zullen stellen. De druk op het boveneinde der niet verankerde palen, waarvoor wij 68,38 Kg. vonden, op dezelfde wijze herleid, geeft 26 Kg. Deze laatste druk van de beide palen dadelijk ter weerszijde van den verankerden paal staande, wordt voor elken paal voor de helft op den verankerden paal overgebracht; en wij kunnen dus het uiterste boveneinde van dezen als met 11 × 26 of 37 Kg. belast rekenen. Stellen wij nu, dewijl wij deze belastingen per dM. in rekening brachten, den afstand der palen 10 dM., dan wordt die belasting voor elken verankerden paal 370 Kg. De paallengte welke wij hier in rekening te brengen hebben is nu, wanneer wij den paal als bij het anker bevestigd en aan het bovenste uiteinde belast denken, $\frac{2}{3} \times 20,5$ of nabij 140

cM. Wij vermenigvuldigen wederom 7×140 met de belasting 370, en deelen het produkt door 50; het quotient geeft 7252. De naast grootere derde machtswortel uit dat getal is 20; en het bovencinde van den paal, dat is, het gedeelte boven het anker, zal dus de dikte 20 cM. moeten hebben.

De breedte is dan $\frac{5}{7} \times 20$ of nabij 15 cM.

Om de dikte voor het ondereinde van den paal te bepalen, hebben wij dat te beschouwen als bij de beide uiteinden te zijn ondersteund; zoodat het eene steunpunt de plaats is van het anker, en overigens die paal ter plaatse van de gording der damplanken belast. Wij vonden, dat die belasting daar 800 Kg. was. Wij vermenigvuldigen nu de beide lengten van dat paaleinde, door de gordinghoogte, in twee deelen gedeeld, met elkander en hier dus 70 met 150. De lengte van het ondereinde van den paal tot aan het gestelde breukpunt, was toch 36-14 of 22 dM. welke nu in de deelen 7 en 15 gedeeld is Van hier, in cM. uitgedrukt, de waarde 70 en 150. Het genoemde produkt van deze geeft 10500. Wij nemen dit product 7 malen en bekomen dan 73500 Dit getal vermenigvuldigen wij met 800. De uitkomst geeft 58800000. Wij deelen deze door 50 malen de totale lengte van 220 cM. en vinden dan voor deeler 11000. Het quotient geeft 5346. Trekken wij hieruit wederom den derden machts-wortel, dan vinden wij daarvoor als naast grootere getal 18, waaruit wij zien, dat de afmetingen 20 bij 15 ook voor het ondereinde van den paal, en zelfs ruim voldoende zijn. Wij dienen echter nog te onderzoeken of deze afmetingen ook genoegzaam zijn voor de niet verankerde palen. Wij kunnen dan deze palen beschouwen als 360 cM. lang te zijn, en daarbij op 140 cM. van den bovenkant belast met 350 Kg. en op 205 cM. uit den bovenkant met 800 Kg. Wij vermenigvuldigen nu 350 met 14 en vinden daarvoor 4900. Wij deelen dit getal door 18, zijnde de halve paallengte, en vinden voor quotient ongeveer 278 Kg. Wij vermenigvuldigen verder 800 met 20,5 en hebben dan 164000 en dit produkt wederom door 18 deelende, hebben wij 911 Kg. Wij rekenen nu den geheelen paal als in het midden met 278 + 911 of met 1189, waarvoor wij stellen 1190 Kg., belast. Wij nemen nu $\frac{7 \times 360 \times 1190}{200}$ gevende 14994. Wanneer wij uit dit laatste getal den derde machtswortel trekken, vinden wij als naast grootere 26; en de niet verankerde paal zoude dus 26 cM. dikte bij $\frac{5}{7} \times 26$ of 20 cM. breedte moeten hebben. De niet verankerde paal behoeft alzoo zwaardere afmetingen dan de verankerde en er blijft nu, wanneer men den afstand der palen op 1 M. wil houden, niets over, dan ook aan de verankerde palen die afmetingen te geven. Wij kunnen echter ook de palen minder afstand geven, doch deze werkwijze zal in ons geval geene besparing opleveren.

Wij stelden hier wederom, dat het anker volkomen vasthoudend was, en dat de ondergrond tegen den druk van 800 Kg. op den strekkenden M. damplank bestand is. Bestaat hiervoor redelijke twijfel, dan wordt het noodig door ankerkespen of eenige andere constructie het uitdringen der damplanken onmogelijk te maken, en ook gelijktijdig de palen daartegen te verzekeren.

36. Wij zouden nu nog de beschoeiingen op watergebinten gesteld, te behandelen hebben. Wij mogen echter aannemen, dat deze bij de werken welke wij bij ons opstel in het oog hebben, niet zullen voorkomen.

Wij dienen echter nog de aandacht te vestigen op de bekende constructie van staande steekgewelfjes, welke op houten of ijzeren stijlen hunne wortelporringen vinden. Het doel dezer constructie is om eene meerdere duurzaamheid dan die der schoeiingen, en het mindere kostbare der walmuren gelijktijdig in aanmerking te nemen.

Bepaalt zich deze duurzaamheid enkel bij het vermijden van de betrekkelijk spoedige vergankelijkheid der schoeiingsplanken, dan zal men voor die stijlen of palen wederom houten kunnen nemen, doch dan ook slechts ten halve dat doel bereiken. Beter zijn in dit opzicht de ijzeren palen. Veelvuldig bezigt men hiertoe het gegoten ijzer, en dit zoude ook stellig te verkiezen zijn, wanneer geene bijkomende omstandigheden hier nadeelig waren. De ondervinding leerde ons niet zeldzaam, dat zoodanige gegoten stijlen braken, en dan ook nog hier het gegoten ijzer op eene wijze gebezigd wordt, welke minder goed met de natuurlijke geaardheid van die stof strookt. Zijn toch de stijlen stevig en onwrikbaar verankerd, dan verkeeren zij in den toestand van staven, welke loodrecht op hunne lengtestrekking belast zijn. Nemen wij in aanmerking, dat de korrelige geaardheid van het gegoten ijzer zeer ten nadeele van de buigbaarheid komt, en de weerstand tegen buigen bij verlaging der temperatuur minder wordt, terwijl de inwerking van schokken nog buitendien in aanmerking moet komen, dan ligt in het bovengenoemde verschijnsel niets vreemds; vooral niet, omdat ook nog de onzekerheid bestaat, dat de weerstand van het gegoten ijzer over de geheele uitgestrektheid van den stijl dezelfde is, en er geene gebrekkige plaatsen daarin aanwezig zijn. Wil men hierin voorzien, door voor de stijlen getrokken of gewalst ijzer te nemen, dan heeft men de inwerking van het water en vooral ook van den vochtigen grond te vreezen, welke invloed in de gevallen dat men met zoetwater te doen heeft, voor het gegoten ijzer stellig minder is.

Met het oog op deze omstandigheden, meenen wij de constructie in fig. 13 voortgesteld, te kunnen en mogen aanraden. In deze figuur zijn A. dennen heipalen, eenigszins schuin ingeslagen; B zijn kespen. Over de voorste rei palen is een doorgaande zandstrook C gelegd, waarachter de damplanken zijn ingeslagen, en waartegen deze door stevige vernageling verbonden zijn. De genoemde kespen worden met keepen op voorloeven op de zandstrook, en op de gebruikelijke wijze met opgewigde pennen en gaten op de achterste palen verbonden. Over de kespen is een dennen plaat D van 7 à 10 cM. dikte gelegd. De breedte van deze plaat moet zoodanig zijn, dat de ijzeren stijlen met de flenzen of lappen en ook de gewelfjes daarop steun vinden. Er moet gezorgd worden, dat het aldus geconstueerde waterbint met den bovenkant ongeveer 2 dM. beneden den laagsten waterstand blijft. De stijlen bestaan uit 2 aan elkander geklonkene scheefhoekige hoekijzers, zooals in fig. 14 is aangetoond. Tusschen de waaiersgewijze zich uitbreidende armen van de stijlen, zijn op afstanden van 50 à 70 cM. steunplaatjes aangebracht, welke met hoeklappen tegen en aan die armen verbonden zijn Aan de voorzijde wordt de opening der beide armen met een gebogen plaat van betrekkelijk geringe dikte gedicht, en zijn die armen aan de voorkanten nog zooveel omgezet, dat zij tegen de gewelfjes aansluiten. In de figuur is ook nog de verbinding der trekstangen van de ankers aangegeven. Op de genoemde dennenplaat is voor elken stijl bizonder een plaat van gegoten ijzer gelegd, voorzien van opstaande randen, om daarmede door tusschenkomt van schroef boutjes eene verbinding voor de stijlen te geven. De genoemde gegoten platen worden met zware houtschroeven in de kespen van het waterbint door de dennenplaat heen verbonden. De afdekking der palen en gewelfjes is verkregen door een gegoten dekplaat met hoekarmen. De beschouwing der figuren 13 en 14 is voldoende, om die constructie te doen begrijpen.

37. Om nu te onderzoeken of bij eene aangenomen dikte der gewelfjes, deze tegen den aarddruk voldoende bestand zijn, zullen wij weder een bepaald voorbeeld kiezen.

Wij stellen de hoogte der gewelfjes boven de dennenplaat van het watergebint 23,5 dM., dat wij aannemen als eene absolute vasten voet voor het bovendeel der constructie. Wij hebben dan wederom, zie fig: 15, de grootte van A L, door de teekenkunstige constructie, welke wij vroeger opgaven, te bepalen. Deze gevonden zijnde vermenigvuldigen wij de lengte daarvan met de halve lengte van A B en dan nog met het gewicht van de kubieke eenheid van den aanaardingsgrond, om den druk welke de grond tegen het achtervlak uitoefent te hebben. Wij stelden opzettelijk in ons voorbeeld eene aanaarding met zeer slappe grondsoort, en namen den hoek N A X $=$ 15°. Deze helling A N, geeft met D N of de bovengrenslijn dier aanaarding het punt N. Wij laten voorzichtigheidshalve de wrijving van den grond tegen het achtervlak onzer constructie buiten rekening, nemen daarom den hoek B A D $=$ N A X, en vinden alzoo het punt D. Op D N als middellijn beschreven wij eenen halven cirkel. Wij verlengen B A tot in p, zijnde het snijpunt met dien halven cirkel. Wij wijken hier wel eenigszins van de vroeger gegevene constructie af, doch meenden dit zonder bezwaar en ter wille der eenvoudigheid te mogen doen. Wij trekken nu D p en brengen deze met een cirkelboog uit D als middelpunt beschreven in C op D N over. Wij trekken A C, en veronderstellen nu, dat bij eenige werking in onze constructie de grond van A C zal beginnen af te glijden. Wij trekken N M rechthoekig op het verlengde van A B, en beschrijven uit N als middelpunt met N M als straal eenen cirkelboog, welke met A N het snijpunt E geeft. Door E trekken wij evenwijdig aan A B den lijn E E_1, en bekomen dan op D N het snijpunt E_1. Door E_1 trekken wij E, F evenwijdig aan A N, en bekomen dan met A B, het snijpunt F, Wij trekken vervolgens F G evenwijdig aan D N, welke met A C het snijpunt H geeft. Door H wordt nu H S evenwijdig aan A N getrokken, waardoor op A B het snijpunt S verkregen is. Wij trekken nu nog S L evenwijdig aan A C en bekomen dan op A D het snijpunt L; en A L is nu de lengte welke wij zochten.

Wij vonden bij meting daarvoor 14,25 dM. Staan nu de ijzeren stijlen 10 dM van midden tot midden uit elkander, en is A B $=$ 23,5 dM; terwijl de dM^3 van den aanaardingsgrond op 1,5 gesteld wordt, dan is de aarddruk op een der staande gewelfjes $10 \times 14{,}25 \times \frac{23{,}5}{2} \times 1.5$, waarvoor wij, hoewel iets te groot, 2600 kG. stellen.

Wij hernemen nu fig. 14. Deze geeft in A B C D den platten grond van de helft van een der gewelfjes. M is het middelpunt waaruit de binnen en buiten welflijnen getrokken zijn. Wij deelen B C in D en A D in E door midden, en beschrijven den middenboog E D′. Na ook de koorden E D′ getrokken te hebben, deelen wij deze in F over midden en trekken door F den straal M G. Wij nemen nu een klein stuk van den boog in den passer, klein genoeg om als een recht lijntje beschouwd te kunnen worden, en zetten daarmede, het overblijvende bijvoegende, de lengte van den boog op M C van M tot b uit, en van M tot K op M G de lengte van de koorden D′ E. Wij trekken b k, en uit D′ de lijn D′ F evenwijdig aan b k, waardoor wij op M G het punt F bekomen; en dit punt is nu het zwaartepunt van den platten grond van het halve gewelf. Wij nemen verder C H gelijk aan het $\frac{1}{3}$ van C B en A T daaraan gelijk; zijnde dan tevens het derde van A D. Door F trekken wij de vertikale lijn K L en door M een horizontale lijn, welke met die vertikale het snijpunt K geeft; en eindelijk nog door K en S de lijn K N. Wij nemen K L evenredig aan den gevonden druk van 2600 kG. Hiertoe namen wij voor 50 kG 1 mM. Bij de toepassing is het te verkiezen eene grootere eenheid te nemen b. v. 1 mM. voor de kG. Door het gevondene punt L, trekken wij L P horizontaal, en verkrijgen dan op K N het snijpunt P. Wij vonden nu bij meting K P $=$ 77,5 mM, en nu zal $77{,}5 \times 50$ of 3875 de druk zijn welke op het porrignsvlak en dus ook op den ijzeren stijl in de richting K N wordt uitgeoefend.

Wij zullen ligtelijk inzien dat de totale achterwand tusschen twee stijlen, niet gelijkmatig met dat gewicht gedrukt wordt. Wij moeten hier rekening houden met het gedeelte hetwelk den grootsten druk te lijden heeft. Wij nemen in fig. 15 a welke den driehoek A B L van fig. 15 op dubbele schaal geeft A a $=$ 1 dM. en trekken door a eene lijn evenwijdig aan A L, welke evenwijdige de lijn van B naar L getrokken in a' zal snijden. Wij zetten nu a a' in het verlengde van A L van L tot b uit. Wij vermenigvuldigen de lengte a'' B met $\frac{1}{4}$ van A b zijn de a'' het midden van a a'. Dit product

vermenigvuldigen wij eerst met 10 dM. zijnde de afstand der palen of stijlen en dan nog met 1,5 of het gewicht van den dM³ der aanaardingsspecie. Dit doende hebben wij tot uitkomst 2340 Kg. De vermenigvuldiging van A L met de helft van A B gaf 2600; terwijl de druk in de richting van K N fig: 14, 3875 Kg. bevonden is te zijn. Wij hebben nu de evenredigheid 2600 : 2340 = 3875 : x en wij vinden als het naast kleindere tiental voor de onbekende 3480. Wij trekken nu van 3874, het getal 3480 af en behouden dan 395, voor den druk welken wij kunnen rekenen, dat de onderste dM. hoogte van het gewelf op het porringsvlak uitoefent. Als uiterste grens der bestaanbaarheid van het gewelf bij een halve steen dikte moet nu $\frac{1,1}{3} \times 1,1 \times 600$ of 242 gelijk zijn aan den gevonden druk 395; en wij zien dan dat voor ons geval het gewelf daar aan een halven steen te weinig dikte heeft, en alzoo een steen dik moet genomen worden. Wil men nu geene te vergedrevene spaarzaamheid in acht nemen dan is het te verkiezen aan de gewelfjes, over de geheele hoogte doorgaande, die laatste dikte te geven. Wil men de uiterste spaarzaamheid in acht nemen dan dienen wij te bepalen tot welke hoogte de gewelfjes ter dikte van één steen moeten opgetrokken worden, enz. van waar zij dan hooger op met de dikte van een halven steen kunnen volstaan. Om deze hoogte te vinden nemen mij het dubbel der gevonden belasting 395, en dus 790. Hieruit trekken wij den tweeden machtswortel waarvoor wij 28 stellen. Deze deelen wij op 20 malen de muurdikte en daar wij een halven steen voor die dikten aannamen, hebben wij dan 20 × 1,1 of 22. Maken wij nu de breuk $\frac{22}{28}$ of $\frac{11}{14}$ op, dan hebben wij de hoogte waarbij van boven afgerekend de gewelfs dikte van een halven steen voldoende is en de overblijvende $\frac{3}{14}$ van de totale hoogte moet nu ter dikte van een steen opgetrokken worden. Wij vinden voor ons geval $\frac{3}{14} \times 23,5$ of 6 dM.

Wij gelooven hiermede het noodige voor de bepaling der afmetingen van de onderdeelen dezer soort van constructiën gegeven te hebben, behoudens de bijvoeging van de voldoende ijzerdikte der stijlen. Wij kunnen deze op 1 cM. stellen, doch nemen dan daarbij aan dat de steunplaten waarvan wij vroeger spraken op de gegevene afstanden aangebracht worden en dat deze bij betrekkelijk hooge werken van deze soort benedenwaarts dichter bij elkander geplaatst worden; ook hebben wij evenmin als bij de vroeger gegeven voorbeelden, de afmetingen van de ankers bepaald en wij gaan nu deze in behandeling nemen.

38. Is de plaats van het anker bepaald, dan vinden wij voor het geval dat alle palen verankerd, en de ankers ter halver hoogte aangebracht zijn, de afmetingen der ankerbalken of trekkers als volgt. Wij veronderstellen de belasting op den paal dien wij als niet verankerd beschouwen gevonden te hebben, nemen hiervan $\frac{2}{3}$ en hebben dan de trekking of spanning in den ankerbalk. Deze bepaald zijnde deelen wij het bedrag daarvan door 60, en hebben dan in cM² de doorsnede van den zwaluwstaartswortel waarmede de ankerbalk aan den paal verbonden is. Nemen wij de gegevens aan zooals wij die in § 26 stelden, dan vinden wij voor den druk op den onverankerden paal 1350 Kg. Het $\frac{2}{3}$ daarvan is 900 Kg., en wanneer wij nu 900 door 60 deelen, dan vinden wij 15 cM² voor den zwaluwstaartswortel. Geven wij nu aan dien wortel 5 cM. minder hoogte dan de totale hoogte van den ankerbalk en brengen wij voor de dikte daarvan de helft van die van den ankerbalk in rekening, terwijl wij dien balk in doorsnede vierkant aannemen, dan vinden wij de afmeting van den ankerbalk op de volgende wijze.

Wij brengen $\frac{5}{2}$ tot de tweede macht, en tellen daarbij het dubbel der doorsnede welke wij gevonden hebben nodig te zijn. Dit doende vinden wij $\frac{25}{4} \times 30$ of $\frac{145}{4}$. Wij trekken hieruit den vierkants wortel en nemen daarvoor $\frac{13}{2}$. Hierbij tellen wij $\frac{5}{2}$ en bekomen dan $\frac{18}{2}$ of 9 cM., welke nu de dwarsafmeting van den ankerbalk is.

De ankerbalk is met deze afmeting wel met tienvoudige zekerheid tegen de trekking bestand, doch er komen hier nog omstandigheden in aanmerking, welke het noodig maken die afmeting te verzwaren. In de eerste plaats hebben wij de altijd volgende inklinking van den aanaardings grond, en dan nog den nadeeligen toestand waarin de ankerbalk ten aanzien zijner duurzaamheid verkeert. De inklinking brengt op den ankerbalk eene drukking voort, welke hem tracht te doen buigen, en hierop is bij de bepaling der gevondene afmeting niet gerekend. Het is ten eenenmale ondoenlijk met juistheid aan te geven, wat de ankerbalk zal te lijden hebben om dien druk te weerstaan. Intusschen is het duidelijk, dat bij toenemende lengte die weerstand grootere afmetingen zal vorderen, en dat alzoo de aanaardingen met slappe grondsoorten belangrijk zwaardere afmetingen voor die ankerbalken kunnen vorderen, en er dan in die gevallen sprake van kan zijn om ze op het midden der lengte door ingeheide palen te ondersteunen, of door ijzeren trekkers aan het boveneinde der schoeiingen verbonden, de noodige tusschensteunsels te geven. Nemen wij deze maatregelen, dan zal in het algemeen de zwaarte der ankerbalken op het dubbel der gevondene afmetingen moeten gesteld worden, en wij rekenen dan hierbij nog op korrelhout. Met deze zwaarte kunnen wij ook den invloed van de tweede der genoemde omstandigheden genoegzaam onschadelijk gemaakt rekenen.

Bezigen wij ijzeren trekkers dan neme men daarvoor bij voorkeur rondijzer, omdat de meetkunst ons leert, dat bij den zelfden inhoud de cirkel een kleineren omtrek dan elk ander figuur heeft; en hierdoor bij de ronde staven de inwerking van de roest minder is, dan bij vierkante. Wij kunnen aannemen, dat voor het ijzer per cM². 700 Kg. weerstand tegen trekking veilig in rekening

kan gebracht worden. Bepalen wij ons nu tot de alzoo absoluut noodzakelijke dikte, dan zouden die staven altijd veel te dun vallen. Wij raden dus aan geene mindere middelijn dan 3 cM. te nemen, en dan de staven nog te ondersteunen door hangende trekkers aan het bovenste der schoeiing verbonden, en wanneer deze trekkers nog buitengewoon lang worden, ze door een of meer verbindings staven te ondersteunen. 7)

39. Zijn de palen niet allen, maar om den anderen verankerd, dan is zoo wij de zelfde gegevens aanhouden, de druk op elken paal wederom gelijk aan 1350 Kg. waarvan voor den niet verankerden paal het $\frac{1}{3}$ of 450 Kg. op de bovensloof werkt. Stellen wij nu het anker op $\frac{1}{4}$ van de hoogte uit den bovenkant geplaatst, dan hebben wij voor den druk ter plaatse van het anker en dus voor de trekking welke dit te weerstaan heeft ten gevolge der gevondene 1350 Kg., hetgeen ons de volgende berekening geeft. Wij stelden dat het breukpunt van den paal op het $\frac{1}{6}$ van de paalhoogte boven den grond, beneden dezen viel en hebben dan voor den afstand van het punt waar dien druk van 1350 Kg. werkt tot aan dat breukpunt $\frac{1}{3} \times \frac{1}{6}$ van die hoogte alzoo te zamen $\frac{3}{6}$ of $\frac{1}{2}$. De afstand van het aangrijpingspunt van het anker tot dat breukpunt is $\frac{3}{4} \times \frac{1}{6}$ van die hoogte of $\frac{11}{12}$. Wij moeten 1350 met $\frac{1}{2}$ vermenigvuldigen en dan door $\frac{11}{12}$ deelen, doen wij dit, dan vinden wij voor dat gezochte ongeveer 737 Kg. Wij stellen hiervoor 740. De afstand waarop de gevondene 450 Kg. tot het breukpunt werkt is $\frac{7}{6}$ van de hoogte der palen boven den grond, en deze 450 moeten wederom overgebracht worden tot de plaats van het anker welke van dit breukpunt zooals wij reeds vonden $\frac{11}{12}$ van de genoemde paalhoogte, afstand heeft. Wij hebben nu wederom 450 met $\frac{7}{6}$ te vermenigvuldigen en door $\frac{11}{12}$ te deelen; dit doende, vinden wij zeer nabij 580 Kg. De gezamenlijke trekking door het anker te wederstaan is dan 740 × 580 of 1320 Kg. Deelen wij deze uitkomst door 60 en trekken wij uit het product den tweeden machtswortel, dan vinden wij het anker in doorsnede vierkant stellende, de afmeting van dit. Dit uitwerkende vonden wij voor het genoemde quotient $\frac{1320}{60} = 22$ en de naast grootere tweede machtswortel hieruit is 5; zoodat voor het anker alzoo een ribbetje van 5 bij 5 cM. als voldoende zoude zijn. De verbinding door middel van zwaluwstaarten tusschen de ankers en palen vordert nu, dat de wortel van zoodanige zwaluwstaart den genoemden weerstand tegen de gevondene trekking biedt. Stellen wij nu, dat bij dien wortel de hoogte 5 cM. minder wordt genomen, dan zouden wij voor eene nauwkeurige bepaling der strikt noodige afmeting der vierkante ankerbalken eene berekening moeten instellen welke wij hier voorbij kunnen gaan. Er bestaan toch meer dan gewone redenen om de ankerbalken belangrijk zwaarder te nemen dan hetgeen de pas verkregene uitkomst daarvoor gaf, en wij nemen aan dat de dus gevondene afmeting drievoudig moet genomen worden, en men dan nog wel op korrelhout moet rekenen.

Voor ijzeren trekkers zouden wij in ons geval 1320 door 700 deelende, vinden 1,9 en dit zoude dan in cM. de afmeting zijn van een vierkanten ijzeren ankertrekker. Wij dienen deze nu te herleiden tot een cirkelvormige doorsnede, doch zullen ons hiervan onthouden en bepalen dat, in gevallen als waarop wij doelen, die trekkers van geene mindere dikte dan 3,5 cM. rondijzer moeten genomen worden. Zij hebben dan stellig overmaat van afmeting, doch in aanmerking nemende hoe zeer zij aan vergankelijkheid zijn blootgesteld, is dat meerdere noodzakelijk te achten. De cirkelvormige doorsnede is voor deze trekkers bizonder te verkiezen, omdat onder alle doorsnedevormen de cirkel bij den zelfden inhoud de kleinste omtrek heeft en dus de ronde stangen minder aan roest zijn blootgesteld.

---

7) De constructie welke wij in fig: 15ª gegeven hebben berust daarop, dat wij over een dM. lengte van A af den druk regelmatig verspreid denken. De druk op de hoogte B a is $\frac{1}{2}$ a′ × Ba, die op de geheele hoogte $\frac{1}{2}$ A L × A B. Nemen wij nu A b = A L × aa″ dan is het gemiddelde van deze $\frac{A L + a a'}{2}$. Wij hebben nu $\frac{A L + a a'}{4} + A''B$ voor den inhoud van het aardprofil dat van het totale moet afgetrokken worden. Wij hebben bij het volgende berekeningen aangenomen, dat de dus gevondene druk, horizontaal werkte. Dit is niet het geval, en wij stelden dien druk dus grooter dan hij werkelijk is. Wij meenden dit echter te kunnen en mogen omdat het bij het bestaan van eene niet volkomen zekerheid, het altijd te verkiezen is, eer te veel dan te weinig in rekening te brengen.

Tot het voorschrift waarbij wij bepalen, tot hoe verre men in ons gekozen voorbeeld de gewelfjes ten minste ter dikte van 1 steen dient op te trekken, gingen wij van de volgende beginsel uit. Wij stellen de hoogte over welke van den bovenkant gerekend de gewelfjes een halve steen dikte kunnen hebben $\frac{H}{n}$; waarbij H de geheele hoogte van deze is. Wij kunnen nu aannemen dat de hier in rekening komende drukkingen zich verhouden als $H^2 : \frac{H}{n^2}$ of als $n^2 : 1$. Stelden wij den hierbedoelden druk bij het totale gewelf P en bij het gedeelte dat wij ½ steen minder dik willen optrekken Q dan hebben wij $n^2 : 1 = P : Q$, of $Q = \frac{P}{n^2}$.

Nu is de hier in rekening komende weerstand $\frac{2}{3} d^2 \times 300$ en dus $\frac{P}{n^2} = \frac{2}{3} d^2 \times 300$ of $n^2 = \frac{P}{200\, d^2}$ en $n = \frac{\sqrt{P}}{10\, d \sqrt{2}} = \frac{\sqrt{2P}}{20\, d.}$ en dus $\frac{1}{n} = \frac{20\, d}{\sqrt{2P}}$ alzoo $\frac{H}{n} = \frac{20\, d}{\sqrt{2P}} \times H.$ en $H = \left(\frac{20\, d}{\sqrt{2P}} 1\right)$

Bij de bepaling der afmetingen van de ankers, gingen wij van het beginsel uit, dat de totale druk op elken onverankerden paal op ⅔ van de hoogte van boven af gerekend neerkwam. Wij brachten met behulp van de leer der statische momenten, dien druk op de plaats van het anker over en zoo ook den druk welke op de bovensloof bij de palen werd uitgeoefend. Wij beschouwden de ankers als in de richting hunner lengte getrokken. Wij gelooven hiermede de noodige toelichtingen gegeven te hebben.

Aangaande de kruisen en ankerpalen merken wij op, dat deze de afmetingen der ankerbalken verkrijgende, kunnen geacht worden eene voldoende zwaarte te hebben, en dat de steekpalen in geen geval minder dan 2 M. lengte moeten hebben, of in ieder geval waarbij die lengte onvoldoende zoude wezen, deze zoodanig moet genomen worden, dat zij met een ligte trekhei waarvan het blok een gewicht heeft dat minstens gelijk aan dat van den paal is, ingeheid wordende, bij een valhoogte van het blok, groot 90 cM. à 1 M. een stuit van niet meer dan 7 cM. in den tocht van 30 slagen hebben. Men geve aan de steekpalen geene mindere dikte dan van 15 à 20 cM. De bouten tot verbinding der verschillende stukken geve men 3 cM. middellijn en kieze daarvoor schroef- of spiebouten.

40. Wij hebben hiermede gegeven, wat wij onzes inziens, en met terugzicht op het doel van dit opstel noodig en voldoende rekenen. Wij hebben, zooals wij reeds vroeger aanmerkten, ons nog al afwijkingen van de resultaten welke dieper doorgaande beschouwingen geven, veroorloofd. Wij vertrouwen echter, dat die afwijkingen niet van zoodanige wijde strekking zijn, dat daaruit gevaar voor de toepassing zoude kunnen volgen; terwijl ook hier geene grootere afmetingen verkregen worden dan die, welke redelijkerwijze geoordeeld kunnen worden noodig te zijn.

Wij zouden dit gedeelte van onze proeven nu voor afgehandeld kunnen houden. Wij dienen echter nog de bemerking te laten volgen, dat bij den opslag van waren welke korrelige massa's geven, als b. v. koren, tras enz. eene ophooging van deze tegen de muren eenen belangrijken zijdelingschen druk kan uitoefenen, wanneer die stoffen daar tegen tot eene beteekenende hoogte opgestapeld worden. Men moet dit dan of vermijden, of bij de bepaling der afmetingen van de muren in rekening houden.

Is het natuurlijk talud van deze stoffen bekend en tevens het gewicht per dM³ daarvan, dan kunnen wij door toepassing van het voorgaande gemakkelijk tot de muurdikte besluiten, welke wij in dit laatste geval noodig hebben.

Onder de voorkomende bouwwerken waarbij het hier aangehaalde in aanmerking komt, hebben wij bizonder onze aandacht te vestigen op de bergplaatsen van drooge haardasch. Deze heeft een zeer flauw natuurlijk talud, en daarbij een gewicht, groot genoeg om betrekkelijk hoogst aanzienelijke drukkingen op de muren uit te oefenen. Er zijn gevallen waarbij de helling van dat natuurlijk talud op niet meer dan 5° à 6° is te stellen, en hierbij dienen wij het gewicht in geen geval minder dan dat van water in rekening te brengen.

Bergplaatsen voor gemalen tras-kalk enz., kunnen in soortgelijke toestanden verkeeren. Bij deze werken moet alles vermeden worden, wat eenen zijdelingschen druk kan bevorderen. Laat de gelegenheid het toe, dan geve men aan deze werken den grondvorm van eenen regelmatigen veelhoek of van eenen cirkel. In het eerste geval versterke men de hoeken door contraforten. Wij zullen bij de behandeling der gewelven op onderwerpen neerkomen, welke bij dergelijke bouwwerken mede in aanmerking dienen genomen te worden; zoo b. v. op de verankeringen welke moeten gebezigd worden, om in sommige gevallen den noodigen weerstand tegen zijdelingschen druk te geven. (8).

8) Wij gaan nu over tot de aanwijzing van hetgeen waarop de aangegevene constructie, waarvan wij de verklaring aan het einde van ons opstel belooften. Deze grondslagen zijn die, door Dr. Wittmann in zijn vroeger aangehaald werk hiervoor gegeven, en wij volgen voor zoover noodig hetgeen te dien aanzien in dat werk voorkomt.

Zij in fig. 16 A B de achterkant van eenen walmuur of van eene schoeing, en A N de helling van het natuurlijk talud van den op te houden grond. B A N is dan het profil van het aardlichaam, dat door den muur, of door welke andere constructie ook, opgehouden moet worden. Bestond er geene wrijving noch op het vlak A N, noch op den achterkant A B van den muur, dan zoude in geval er eenige beweging in den muur kwam, de afglijding van het opgehouden aardprisma volgens A N volgen. Die wrijvingen zullen echter een gedeelte van het gewicht van dat aardprisma in evenwicht, en dus in rust, houden, en de afglijding zou dan geschieden volgens eene helling A C, welke met A N een grooteren hoek dan A N maakt. Denken wij ons de muur en ook het aardprisma de eenheid van lengte te hebben, en dat het voorgestelde profil door het midden van deze gaat, dan kunnen wij ons het zwaartepunt van het hier ter sprake komende aardprisma in Z denken, hetwelk dan met dat van den driehoek A B C zamen valt. Wij stellen nu het gewicht van dit aardprisma gelijk R, dat dan in de vertikaal van Z zal werken Dit gewicht R kunnen wij nu ontbinden in twee krachten, welke volgens Z a en Z b op A C en A B drukken, en voor het evenwicht zal de hoek $d\,c\,a = \varphi$ moeten zijn, wanneer namelijk $c\,d$ normaal op A C gericht is; en ook $f\,e\,b = \varphi_1$, wanneer $f\,e$ normaal op A B is gericht, en φ_1 de vrijwingshoek is van den grond tegen den achterkant van den muur. Wij nemen nu Z g = R en construeeren het parallelogram $a\,g\,h$ Z; zoodat wij in h Z en a Z de betrekkelijke grootten hebben van de krachten waarin wij R ontbonden. Wij trekken nu A D zoodanig dat hoek B A D $= \varphi + \varphi_1$ is, en verlengen hierna N A. Wij nemen op dit verlengde A i, gelijk aan Z g, en trekken door i de lijn $e\,k$ evenwijdig met A C. Wij bekomen dan met A D het snijpunt R. Wij trekken verder A E vertikaal en stellen hoek E A B = β.

Wij hebben nu hoek R A Y = 90° + $\beta - (\varphi + \varphi_1)$ verders Y A $i = \varphi$ en L i A = 90° + $\beta - \varphi$, nu is b Z g = 90° + $\beta - \varphi$, en alzoo L A i = k Z g = Z g a. Verders hebben wij G A X gelijk aan g Z m, en alzoo ook g Z a + C A X = φ = i A N = L i A, en daar wij nu A i = Z g genomen en i L evenwijdig aan A C getrokken hebben, zijn de driehoeken L A i en Z a g gelijk en gelijkvormig.

Nemen wij voor A C eene andere helling aan en passen wij daarop ditzelfde toe, dan vinden wij op A D in de plaats van L een ander snijpunt, waarbij de afstand van dat punt tot A altijd de betrekkelijke grootte voorstelt van het gewicht of de grootte van den aarddruk op den achterkant van den muur, en de omzichtigheid vordert nu, dat de richting A C zoodanig gekozen wordt dat A L een maximum is.

Om langs den teekenkundigen weg de richting A C te vinden, welke voor A L een maximum geeft, deelen wij, zie fig. 17, B N in eene willekeurige aantal gelijke deelen, als B C_1, C_1 C_{2_1} C_2 C_{3_1} enz., en trekken de lijnen A C_1, A C_{2_1} A C_3 enz. Wij kunnen dan naar aanleiding van het pas voorgaande de overeenkomstige grootte van A L voor deze hellingen bepalen. Wij namen bij de pas voorgaande bepaling van A L, zie fig. 16, voor het gewicht R de lengte Z g geheel willekeurig aan. Wij zullen nu echter de

betrekkelijke waarde van R zoodanig moeten nemen dat de daaruit afgeleide druk op den achterkant van den muur door meting bij gebruik van de schaal der teekening kan bepaald worden. Trekken wij te dien einde uit C_1, C_{2_1} C_3 enz. lijnen loodrecht op het verlengde van A B, dan zullen de basis A B behoudende $C_1\,c_1$, $C_2\,c_{2_1}$ $C_3\,c_3$ enz. de hoogten der driehoeken A B C_1, A B C_{2_1} A B C_3 enz. zijn, en de inhouden dier driehoeken worden dus gevonden door de helft van A B, met C_1 c_1, C_{2_1} c_{2_1} C_3 c_3 enz. te, vermenigvuldigen. Wij zetten nu van A af op A N_1 in het verlengde van N A, C_1 c_1. C_{2_1} c_{2_1} C_3 c_3 enz. uit, en bekomen dan de punten C'_1, C'_{2_1} C'_3 enz. Door deze punten trekken wij dan lijnen, evenwijdig met A C_1, A C_{2_1} A C_3 enz., welke A B in de punten 1, 2, 3 enz. zullen snijden. Is nu A D zoodanig getrokken dat de hoek B A D = $\varphi + \varphi'$ is, dan verkrijgen wij met deze en de genoemde evenwijdige lijnen snijpunten, welke de afstanden A L voor iedere helling geven; en het is nu naar aanleiding van het voorgaande dat wij, is A L dus gevonden, de betrekkelijke grootte van den druk op den achterkant van den muur voor iedere bizondere afschuivingshelling als A C hebben. en dat de grootte daarvan gevonden wordt door A B en A L naar de schaal der teekening te meten, en dan $\frac{A\,B \times A\,L}{2}$ door berekening te bepalen, waarna dit product dan nog met het gewicht der kubieke eenheid van den aanaardingsgrond moet vermenigvuldigd worden.

Wij merken nu op, dat wanneer A N in gelijke deelen gedeeld is, en dus ook A N_1, ook A B in gelijk deelen zal gedeeld zijn; en wanneer wij nu het aantal deelen van A N oneindig groot nemen zullen wij in de lijnen C'_1 1, enz. raaklijnen hebben aan de parabool waarvan A B en A N, raaklijnen zijn. Het gevraagde maximum voor A L is nu het punt L waar die parabool de lijn A D snijdt.

Hadden wij die parabool geconstrueerd en door het snijpunt L van deze met A D een raaklijn daaraan getrokken, dan zoude klaarblijkelijk A C evenwijdig aan die raaklijn met B N het snijpunt C geven, en A C de afglijdingshelling zijn, waarbij A L en dus de druk op den achterkant van den muur een maximum is. Trekken wij nu door C'_1, C'_{1_1} enz: lijnen evenwijdig aan B N, dan verkrijgen wij op het verlengde van B A de punten 1_1, 2_1, 3_1 enz. Dewijl nu A B dus in gelijke deelen gedeeld wordt, en zoo ook A 7^1 zijn de lengte $1-1'$, $2-2'$, enz: mede gelijk. Stellen wij die gelijke afstanden e, dan hebben wij uit de gelijkvormige driehoeken 1 C'_1 $1'$ en A B C'_1 dat e: A B = C'_1: B C_1. Uit de gelijkvormige driehoeken B C_1 c_1 en A N c 7 volgt dan ook: $C'_1 : L_1\,c_1$ = B N : A N. Eindelijk volgt nog uit de gelijkvormige driehoeken B C_1 c_7 en A N c_7 de evenredigheid C_1 c_1 : B C_1 = N c_7 : N A en uit de dus gevondene evenredigheden volgt dan e : A B = N c_7 : A N. Nemen wij nu N E = N c_{7_1} en trekken wij door E de lijn E E_1 evenwijdig aan A B, dan zal E E_1 = e zijn; want wij hebben dan A E : A N = E E_1 : N B of N c_7 : A N = E E_1 : A B en dus ook E E_1 : A B = e : A B, dan volgt E E_1 = e.

De middellijnen van de parabool loopen allen evenwijdig aan B N. Stellen wij nu in fig. 18 dat $a\,b$ een zekere stand is waarbij a en b de eindpunten der lengte e zijn. Men neme nu op A B, A als het midden van eene gelijke lengte e en dus A c = A d = ½ e. Trekken wij dan $d\,d_1$ en A m beide evenwijdig aan B N onzer vorige figuur en vervolgens A D', dan zal m het midden van C d' zijn, en tevens het raakpunt van de raaklijn $c\,d_1$ aan de parabool. De lijn $c\,d_1$ deelt nu alle verdere lijnen als $a\,b_1$ getrokken over midden. Trekt men nu A K en door m_1 de lijn m_1 M beiden evenwijdig aan B N, dan zijn de driehoeken $a_1\,k\,d_1$ en d_1 A c gelijkvormig. Nu is $d\,c = a\,b$ en gevolgelijk $a\,d = b\,c$ Uit de genoemde driehoeken volgt: a k : a_1 m_1 = b c : b m_1 en zoo nu $d\,k = b\,c = a\,d$ was, zoude ook $a_1\,m_1 = b\,m_1$ zijn.

Wij hebben nu uit de gelijkvormige driehoeken d_1 A c en $d_1\,a_1\,k$ de evenredigheid: a_1 A : a_1 d = A c : a_1 k en ook nog d_1 A : d_1 a = A d : a d_1, dan is A c : a_1 k = A d : a d. Nu is A c = A d = ½ e en dus a_1 k = a d = b c_1 en gevolgelijk $a_1\,m_1 = b\,m_1$; zoodat $a_1\,b$ in m door midden gedeeld wordt; en wij begrijpen dat wanneer $a\,b = e$ genomen wordt, terwijl het punt a naar willekeur op A B genomen is, de lijn $a_1\,b$ in ieder geval door $c\,d_1$ door midden zal gedeeld worden.

Stellen wij nu in fig. 19 R J de raaklijn welke het raakpunt in L op de lijn A D heeft, aannemende dat wederom hoek B A D = $\varphi + \varphi_1$ is, dan zal R S evenwijdig aan B N getrokken zijnde, S J = e moeten zijn. Is nu M het midden van S J, I H = A S genomen en L H evenwijdig aan B N getrokken, terwijl I H = A S is genomen, dan zal L H door het punt L moeten gaan. Stellen wij nu A H = d, dan is H I = A S = $\frac{e-d}{2}$ en dewijl nu ook H I = I F is, zullen de driehoeken I L H en I F V gelijk en gelijkvormig zijn, en dus ook F V = L H Stellen wij deze = a.

Uit de gelijkvormige driehoeken I F V en I R S volgt, R S = b stellende: $\frac{e-d}{2}$: a = e : b; en uit de gelijkvormige driehoeken A S R en A F G evenzeer: b : $\frac{e-d}{2}$ = F G : e dus ook: $\frac{e-d}{2}$: a = e : b, en omdat P S = b is, ook nog $\frac{e-d}{2}$: e = b : F G, en eindelijk hebben wij dan $\frac{e-d}{2} \times e : \frac{e-d}{2} \times a = e \times F\,G : b^2$ of 1 : = F G : b^2 en b^2 = a × F G.

Denkt men zich alzoo door A eene lijn evenwijdig aan de nog onbekende raaklijn R V getrokken; zoodat F O = R S = b wordt, dan moet F O midden evenredige tusschen F V en F G zijn.

Wij hebben nu nog uit de gelijkvormige driehoeken F I V en F A O de evenredigheid: F I : F A = F V : F O = a : b Wij vonden F G = $\frac{b^2}{2}$ en a = $\frac{b^2}{F\,G}$ en hebben dus $\frac{F\,I}{F\,A} = \frac{b}{F\,G}$ of F I : F A = F O : F G, en gevolgelijk is I O evenwijdig met A N. Verder is de driehoek K F O gelijkvormig met O G, waaruit volgt: O G : O F = AG : K O. Wij hebben dus F G : F O = OG : FO, dus ook $\frac{F'G}{F'O} = \frac{O\,G}{O\,F} = \frac{F'G - F'O}{F'O - F'F}$ en hieruit leiden wij af F O^2 = F' G × F' F, en wij hebben dan ook evenzeer D c^2 = D N × D B.

Wij vinden alzoo de richting A C van het afglijdingsvak waarbij de aarddruk op den muur een maximum is, door D C midden evenredig tusschen D N en D B te nemen, en dit is bij de opgegevene constructie geschied. Behalve deze constructie berust het overige der grondslagen van onze voorschriften op de meest algemeen bekende mechanische beginselen, zoodat wij daarvoor geene verdere toelichtingen noodig oordeelen.

YATTENDON.

BUITENVERBLIJF VAN Mr. ALFRED WATERHOUSE, Architekt te Londen.

Op zeven kwartier afstand van een der kleinste stations van de Great-Western Railway, die Londen door het dal van de Theems met Oxford verbindt, ligt het dorpje Yattendon, met het schoone buitenverblijf van den architekt A. Waterhouse, welke villa voor ongeveer vijf jaren volgens de plannen van den eigenaar werd gebouwd Zie de platen 15—17.

Om den waren indruk van dit gebouw te kunnen gissen, en met eenige oplettendheid het ontwerp te bestudeeren, wenschen wij met den lezer die streek in den geest te doorkruisen om daarna een bezoek aan een der beroemdste Engelsche bouwmeesters te brengen.

De natuur is hier zeer geaccidenteerd, en de ligging der woning is gekozen boven op een boschrijken berg, waaromheen zich de landerijen en bezittingen uitstrekken. Een breede, slingerende weg voert ons bergopwaarts door wilde bosschen die, hoe hooger wij komen, al meer en meer de sporen dragen dat zij onder het gebied van den tuinman geraken.

Langs een in rooden baksteen opgetrokken boschwachtershuisje rijden wij het park binnen, door een steeds slingerende laan. Dit park verandert spoedig in een grooten tuin met schoone partijen oude boomen en frissche golvende grasvelden.

Door het kronkelen van den weg, wordt de woning tot op het laatste oogenblik voor ons verscholen gehouden, maar op eens zwenken wij om de onder klimop verscholen stallen en dienstwoningen, en bevinden ons eensklaps voor den hoofdingang der villa.

De aanleg der omgeving van dit buitenverblijf is op zeer karakteristiek Engelsche wijze opgevat, en het komt ons voor, dat zij redelijk genoemd kan worden. Het is voor de aankomende gasten niet aangenaam om een kwartier vóór dat zij aankomen, steeds aan het einde van eene rechte laan de plaats hunner bestemming te zien, instede dat het oog afgeleid wordt door de steeds afwisselende omgeving van een slingerenden weg. Zoo doende is de familie zeker, van niet uit de verte bespied te worden, maar kan zij zich vrij rondom het huis bewegen, waar overal vergezichten in den aanleg gehouden zijn, terwijl de straatweg alleen aan het oog onttrokken blijft.

Hiermede willen wij echter niet alle indrukwekkende rechte lanen en oprijwegen veroordeelen, want ofschoon de Engelsche tuinbouwkundigen zich bizonder op het schilderachtige toeleggen, zoo is b. v. de prachtige rijke aanrit voor het paleis Hampton-Court een bewijs, dat zij weten het onderscheid in acht te nemen tusschen een paleis waar statige optochten af- en aantrekken en defileeren, en eene partikuliere villa, bestemd voor het familieleven.

Wij zijn nog voor de woning (aan de zijde tegenover die, welke op de perspektivische teekening is voorgesteld, zie de plaat), en werpen even een blik in de woning, geheel van roodbruinen baksteen, met donkere leien afgedekt, en zoo een aangenaam kleurenspel opleverende met de lichtgroene tonen van het gras, en de donkere van 't sparrengroen.

Aanlokkelijk is de ingang in een inspringenden hoek onder een eikenhouten voorportaal (zie plan). Aan twee zijden beschutten ons de muren, terwijl het dak zoo laag mogelijk boven het hoofd is aangebracht, om de bezoekers tegen wind en regen te beschutten.

Het huis binnentredende, vinden wij in het voorhuis ter linkerzijde een klein vertrek, om jassen en hoeden weg te bergen, en desnoods onze kleeding in orde te brengen, voordat wij den Hall (in de platte-grond teekening is de Hall, salon genoemd) binnengaan, waar de huisvrouw, door de geheele familie omgeven, ons begroeten zal.

Slechts bij de Engelschen vindt men zoodanig vertrek.

Het is steeds een groote zaal, die bijna tegelijkertijd vestibule en woonkamer is, terwijl de trappen in den gang zonder afsluiting er in uitkomen. Deze groote ruimte is toch zoodanig ingericht, dat wij er zeer gezellig een groot gedeelte van den dag en den avond in den familiekring kunnen doorbrengen. Voor de verwarming is zorg gedragen door den aanleg van een grooten haard (zie detailteekening), die het middenpunt van den gezelligen kring vormt. Aan de eene zijde staat eene bank of sofa, aan de andere de tafel met verschillende stoelen en daartegenover de piano.

Zijdelings in den haard zijn twee zeer eigenaardige zitplaatsen uitgespaard, waarvan eene des daags nog beter verlicht wordt door het kleine venstertje, dat 's avonds als nis kan dienen om er een kaars of lampje in te stellen, waarmede het boek van den lezer, die zich koestert in

den vlammengloed, van boven wordt verlicht, terwijl zijn overbuurman met sigaar of sigarette op het tegenover gestelde bankje een kalme rust geniet.

In den plattengrond is het gemakkelijk op te merken, dat dit groote vuur juist geplaatst is aan den voet van den zwaren toren, waar langs de schoorsteen hoog kan opgetrokken worden.

De detailteekening kan ons een denkbeeld geven van den aangenamen indruk, die de met zorg betimmerde schoorsteen maakt, wanneer een brandende houtstapel de roodbruine tegels als vuur doet gloeien; om deze tegels bevindt zich de zwart marmeren omlijsting, die weder omgeven en afgedekt is met zware deklijsten in eikenhout, keurig afgetimmerd, welke boven eene toonplank vormen, waarin kunstprodukten van metalen en vooral van porcelein en aardewerk gezet worden, en ons weder aangenaam in den geest bezighouden, terwijl ons lichaam de weldoende warmte geniet.

Behalve door dezen haard wordt de verwarming en ventilatie van Hall en gangen in den winter onderhouden door een calorifère, die door kanalen in de muren, warme lucht naar verscheidene punten voert.

Voor het toelaten der versche buitenlucht is hier eene bijzondere inrichting getroffen in al de kamers. In de hoeken van sommige vertrekken zien wij in beide plattegronden vierkante hokjes geteekend; dit stellen houten kokers voor, die tot eene hoogte van minstens 2 Meter opstijgen en sierlijk betimmerd kunnen zijn. De koude lucht treedt van buiten aan de onderzijde in, wordt naar boven gedrongen, en verkrijgt hierdoor eene vertikale snelheid, zoodat zij, vooral vóór dat zij terugkomt op den vloer, vermengd is met de warme lucht van 't vertrek. De koude luchtstroom over den vloer en om de beenen wordt hierdoor vermeden. De kokers kunnen van boven met eene klep gesloten worden.

Gedurende deze beschouwingen zijn wij nog steeds om den haard gezeten in den Hall, en merken nog op, dat al de vensters van binnen banken hebben, waarvan veel gebruik gemaakt wordt om het vrije uitzicht in den tuin te genieten. De ruimte onder den toren kan door portières van den Hall afgesloten worden, zoo dit in den winter wegens de koude noodig mocht zijn. Naar de andere zijde hebben wij een schilderachtig uitzicht, onder de bogen van den ingang door, naar den eikenhouten trap, vooral daar in het trapgat bloemen en sierplanten gesteld zijn. De muren zijn gepleisterd en in een effen grauwen toon geschilderd, allen door eenvoudige banden afgezet, en waar de vlakten te veel zonder kleur bleven, zooals in het trapgat, heeft men een rijke kleurenschakeering verkregen, door het ophangen van Smyrnasche tapijten.

Laat ons nu even opstappen, om een overzicht te krijgen van de verdeeling der vertrekken.

Van uit den Hall kan men onmiddellijk bereiken:

1°. den „parloir" (in de plattegrond teekening, Ontvang-Spreekkamer genoemd) of zaal met rijke betimmering, meubileering, fraaien parketvloer en twee vooruitspringende lokalen, waar deftige bezoeken ontvangen en soirées gegeven worden.

2°. de studeerkamer van den heer des huizes, die tevens als leeskamer en tot samenkomst der heeren dient;

3°. de eetkamer.

Deze drie kamers hebben toegang tot een veranda.

De eetkamer is zoo geplaatst, dat de gasten door eene deur van uit den Hall binnentreden, terwijl de bediening door eene andere deur van de keuken kan geschieden, door een afgesloten gang. De uitbouw aan de eetzaal is zoo gesteld, dat een klein gezelschap zeer goed er in kan dineeren, en drie vierden der in den uitbouw zittende gasten van een vrij uitzicht in den tuin en in het dal kunnen genieten. Door dit afgesloten gedeelte van den gang, komen wij in die vertrekken van de woning, waarbinnen de drukte en de bezigheden van het huishouden verborgen blijven.

Links naast de trap is vooreerst aangelegd een dessert- en provisiekamer, met slaap- en zitkamer voor de huishoudster en tevens een brandkast, waarin 't zilver geborgen wordt.

Een tweede groep vertrekken vormt de keuken met waschkeuken, melk- en provisiekamer. Hierneven is de uitgang naar de binnenplaats. Tegenover de keuken is eene eet- en zitkamer voor de bedienden, welke vertrekken op de binnenplaats uitzien, terwijl de andere buitenmuur blind is, zoowel omdat daarin een erker is uitgebouwd, alsook om de gewenschte vrijheid voor de familie bij het spelen van cricket, enz., op de tegenoverliggende grasperken, te verzekeren.

Het gangetje daarneven is de kortste weg naar den tuin, als men van de slaapkamer op de verdieping langs de brandvrije steenen diensttrap naar beneden komt.

Na nog even een blik geworpen te hebben in de hier verscholen liggende studeerkamer, gaan wij de ronde doen op de verdieping.

Om in de groote woonvertrekken beneden genoegzame hoogte te hebben zijn de kamers links van de trap tot boven de eetzaal vijf treden hooger gelegd.

De namen der kamers geven duidelijk genoeg hare bestemming aan. De „parloir" (in de platte-grond teekening Spreekkamer genoemd,) in onmiddellijk verband met de slaapkamer der gastvrouw, is ook bijzonder voor haar tot zitkamer bestemd.

Het smallere trapje langs de badkamer geeft toegang tot eene kamer onder het dak van den Hall, dan naar eene studiekamer in den toren op de 2de verdieping, en eindelijk naar buiten, boven op het platvorm, vanwaar wij een heerlijk uitzicht hebben over de bergen en in het dal.

Juist de hooge ligging van het gebouw maakte den zwaren toren noodzakelijk; bij gebrek aan welwater, verzamelen de bewoners het regenwater, pompen dit op in een hoogen vergaarbak boven in den toren, en kunnen het zoodoende gemakkelijk naar alle deelen van het huis voeren.

Nog eenige opmerkingen aangaande de konstruktie, voor dat ons bezoek afgeloopen is.

Alle deuren met hare betimmeringen zijn uitgevoerd

in pitch-pine, dat blank behandeld is, en alzoo wel wat licht van kleur.

Op de verdieping zijn eenige schoorsteenen van marmer, andere van pitch-pine.

Met grooten lof moet gesproken worden van de Engelsche timmerlieden, die al dit werk, evenals zooveel ander, met de grootste zorg hebben uitgevoerd. Wij kunnen er van overtuigd zijn, dat zij de moeite aan het werk besteed niet verloren laten gaan door het gebruik van nat hout, zooals hier nog steeds het algemeen misbruik blijft, want nergens in lambriseering of deur, die zelfs niet geschilderd zijn, konden wij eene enkele aansluiting vinden, die afgeweken was, terwijl het huis reeds vier jaren bewoond is.

De vensters zijn, wat aangaat de groote ondervleugels, van groote spiegelruiten in ijzer gevat, met kleine ijzeren kozijntjes in sponningen van terra-cotta sluitende; maar in de bovenpaneelen is steeds gekleurd glas in lood gesteld, waardoor het aantal gordijnen, die anders noodig zijn om eene kamer gezellig te verlichten, zeer beperkt, wordt.

De gangen en Hall zijn bevloerd met zoogenaamd Terrazzo of oud-Italiaansch mozaiek.

De overige woonvertrekken zijn met eikenhouten parketvloeren belegd. De hoofdindeelingen dezer verschillende vloeren zijn op de plattegronden met stippellijnen aangegeven.

Wat betreft de behandeling van het metselwerk met betrekking tot de indeeling der voegen, en de afmetingen der stukken terra-cotta, die voor deze villa gebruikt zijn, komt de konstruktie geheel overeen met een gebouw, waarbij gebruik is gemaakt van natuurlijken steen in kleine afmetingen, en baksteen. Alle hoeken, lijsten stijlen, dekplaten enz. zijn van groote stukken; de muren zijn van gebakken steen, in formaat met onzen waalvorm nagenoeg overeenkomende, maar die mooier van kleur en gladder van oppervlakte is.

J. C.

EEN DECORATIE STUDIE.

De plaat, voorstellende een decoratie studie voor een woonkamer van een patricisch gezin, is vervaardigd in het atelier van de heeren Gips en Rosse, decorateurs te 's Gravenhage, en is ontworpen en geteekend door den heer A. F. Gips.

Bepaalde stijl is hier niet gevolgd; de motieven zijn modern, geïnspireerd door oud-Hollandsche en Duitsche renaissance.

De meubelen zijn uitgevoerd in donker gebijtst eikenhout. De pooten van de tafel zijn uit een zware plank gezaagd en verder door gebeeldhouwd ornament rijker versierd.

Op de zelfde wijze zijn de rugleuningen der stoelen uitgevoerd. De pooten zijn gedraaid en enkele profillen bovendien gebeeldhouwd. De zitting is met geperst leder overtrokken.

Aan den wand staat een buffetkast, rijk met beeldhouwwerk en entarsia-paneelen versierd. Het servies, dat gedeeltelijk tot sieraad, gedeeltelijk tevens tot huiselijk gebruik dient, bestaat uit Japansche-, Duitsche- en Delftsche-fayences, Venetiaansch glaswerk en majolica.

De wanden zijn met effen behangselpapier behangen ieder wandvak afzonderlijk met een rijken rand omzoomd. Deze effen wanden geven niet alleen een rustigen aanblik aan het vertrek, maar doen ook de schilderijen allergunstigst uitkomen.

Het plafond is in stucco uitgevoerd, in paneelen verdeeld en deze zijn met geschilderd bladornament versierd. Het tapijt is eveneens effen, doch met een kostbaarder karpet bedekt, evenwel alles in stille harmonieerende kleuren, passend bij het ameublement, de decoratie en de bestemming van het vertrek, dat huiselijkheid en gezelligheid moet ademen, den bewoner prettig stemmen en hem weldadig en aesthetisch aandoen, door fraaie vormen en lijnen en aangename zachte kleuren.

Het vertrek ontvangt licht door een dubbel venster, door een rijk gebeeldhouwde halfzuil in tweeën verdeeld. De paneelen in den dag van het kozijn zijn met arabesken op gedempten gouden ondergrond versierd.

Vitrages en overgordijnen temperen het sterke licht. Een korf met hangplanten voor het venster geeft een vroolijke, frissche afwisseling te midden van al deze voorwerpen van kunst en kunstindustrie.

NIEUW DIRECTIEGEBOUW DER NEDERLANDSCH-INDISCHE SPOORWEG-MAATSCHAPPIJ.

Aangezien het gebleken is, dat het huis waarin tegenwoordig de kantoren der Nederlandsch-Indische Spoorweg-Maatschappij gevestigd zijn, niet meer aan de eischen des tijds voldoet, besloot de directie een nieuw gebouw te stichten op een onlangs daartoe aangekocht terrein.

Het gebouw, waarvan hierbij eene perspectiefteekening der facade gevoegd is, is ontworpen in een stijl welke „domestic-English-gothic" genoemd mag worden.

De facade aan de straat is 17 M. breed, 20 M. hoog en 17 M. diep, terwijl aan de achterzijde nog terrein aanwezig is voor uitbouwen, als keuken enz. met afzonderlijke uit- en toegangen in eene steeg.

De materialen voor het buitenwerk zijn: machinaal gevormde baksteenen van eene helroode kleur, donkerroode profilsteenen voor de bogen, met aanwending van zandsteen voor sokkel-, plint-, venster- en deuromlijstingen, cordonlijsten, banden enz., eene dergelijke steensoort van fijnere korrel voor de beeldhouwwerken en Jersey-Graniet voor de kolonnetten.

De kam op den nok, de gevelbekroningen en windwijzers en de grilles voor de rez-de-chaussée, vensters en hoofddeur zijn van gesmeed ijzer, terwijl de goten, versierde regenwaterpijpen en vergaarbakken van Mac Farlane's gegoten ijzer zijn.

Een electrisch uurwerk is aangebracht in de roos van het dakvenster.

Het wapen met motto, geplaatst in een tympan boven de balkondeur der 1e verdieping van het middengedeelte der facade, is dat van de Maatschappij, zijnde een palmboom en rijzende zon op een veld van azuur, met de woorden „sempre crescendo."

Cartouches zijn aangebracht in de tympans boven de vensters der 2e verdieping en in de borstweeringen van de vensters der 1e verdieping, voor data en voor namen der hoofdstations op Java, terwijl verder in de 2 rozen der puntgevels van de zijvleugels, busten van vrouwelijke figuren, voorstellende Nederland en Java, als „mezzo-relievos" zijn geplaatst.

De schoorsteenen zijn opgevoerd tot eene hoogte, welke eene voldoende en geregelde trekking verzekeren; zij zijn bovendien zoodanig gebouwd, dat zij karakteristieke en integreerende onderdeelen van de uitwendige decoratie vormen, twee zaken, waaraan misschien te weinig gewicht gehecht wordt bij de moderne Hollandsche gebouwen, wier schoorsteenen ons meer aan kachelpijpen met verlengstukken (en liefst dan nog bont beschilderd) herinneren dan aan een architectonisch onderdeel van het geheel.

Ten einde het gebouw zooveel mogelijk tegen brandgevaar te verzekeren, zijn de vloeren in alle verdiepingen vervaardigd volgens Dennet's „fire-proof" systeem, bestaande uit segmentgewelven van beton (concrete) tusschen gewalst ijzeren balken op de plaats zelve op formeelen gegoten, aan welk systeem tevens het voordeel verbonden is, dat het geluid niet van de eene verdieping naar de andere wordt voortgeplant.

De treden van de hoofdtrap zijn van Keene's patentcement, voorzien van Florentijnsch mozaïk met koperen of bronzen wellatten, de balustraden zijn van gesmeed ijzer met koperen leuningen.

De spiltrap van de 2e verdieping naar den zolder is van Mac-Farlane's gegoten ijzer; de geheele kapconstructie is van gewalst en geslagen ijzer, bedekt met leien volgens het systeem Fourgeau.

Hieruit ziet men, dat in de hoofdconstructie zooveel mogelijk brandvrije materialen aangewend zijn.

De ruimten in de rez-de-chaussée zijn gedeeltelijk bestemd voor magazijnen en portierswoning, terwijl keuken enz. nog afzonderlijk uitgebouwd zijn. Op de 1e verdieping zijn de bureaux der direkteuren, de vergaderzaal en het brandvrij archief.

Het laatste vertrek is voorzien van elektrische alarmsloten; muurbekleedingen, de deur en vensterblinden zijn van Chubb's patent hardstaal; het geheel is dus als eene reusachtige brandkast ingericht.

Op de zolderverdieping is een gegalvaniseerd ijzeren zich zelf vullend en regelend waterreservoir, verbonden met de stads-waterleiding en dienstig voor het dagelijksch waterverbruik van Engelsche privaten en lavatories van de rez-de-chaussée en 2e verdieping, terwijl in de verschillende verdiepingen nog brandkranen zijn aangebracht.

Het hout voor de binnenbetimmering, evenals dat van

het meubilair in de vergaderzaal, is Amerikaansch notenhout. In de vergaderzaal en het trappenhuis versieren encaustische en majolica tegel-decoratien de muren; de vensters zijn er bezet met geschilderd glas en voor de plafondvelden zijn gebruikt, decoratief geëmailleerd ijzeren paneelen (patent van Messrs Simpson & Co., 101 St. Martins-Lane, London).

Het gebruik van decoratief-geëmailleerd plaatijzer voor plafond- en muurbekleeding, ofschoon misschien duurder bij den aanleg, is door de duurzaamheid van 't materiaal, de gemakkelijke wijze van bevestiging, het niet flets worden der kleuren en de eenvoudige reiniging van stof en rookaanslag met spons en water, toch op den langen duur goedkooper dan eenig ander materiaal tot heden toe gebruikt. Het verlies aan goud der vergulding, onvermijdelijk en dikwijls zeer aanzienlijk door de hernieuwing van plafonds, in andere materialen uitgevoerd, wordt er geheel door voorkomen.

De vloerbedekkingen in de hoofdvertrekken zijn van parquet, die in de vestibulen en corridors van onverglaasde tegels.

De bekleeding der muren van den met glas afgedekten lichtkoker, bestaat uit wit verglaasde baksteenen, ten einde het licht daarin zooveel mogelijk te concentreeren.

De 2e verdieping bevat de bureaux en teekenkamers van het dienstpersoneel.

Voor voldoende kamerventilatie is zorg gedragen door het aanbrengen van de „Imperial ventilating tubes" en tevens door het gebruik van vuurhaarden met „Griffin's ventilating register stoves."

De kosten van het gebouw met de inrichting zijn voorloopig geraamd op fl. 112.000.

JOHN F. GROLL.

HET NIEUWE DEPARTEMENT VAN JUSTITIE TE 'S GRAVENHAGE.

In 1875 betoogde de Minister van Justitie, Mr. C. Th. Baron van Lijnden van Sandenburg, aan zijn ambtgenoot van Binnenlandsche Zaken, Mr. J. Heemskerk Azn., dat de toestand waarin de gebouwen van het Departement van Justitie verkeerden, hoogst gebrekkig was.

Een gedeelte van het Departement was in een huis in de Nobelstraat gevestigd, de meeste afdeelingen bevonden zich in een oud, niet zeer hecht gebouw in de Lange Pooten 1).

Men klaagde over onvoldoende bureauruimte, lastige indeeling en den in vele opzichten zelfs bouwvalligen toestand der gebouwen.

Tot de stichting van een nieuw gebouw werd daarom besloten en de Minister van Binnenlandsche Zaken bracht voor dat doel op de Staatsbegrooting voor het dienstjaar 1876 eene eerste bouwsom groot *f* 160.000.

Het lag in de bedoeling, zoowel het gebouw dat door het Departement van Justitie in de Pooten betrokken werd, alsook het daarvoor gelegen, in de XVIIe eeuw door Constantijn Huyghens gestichtte huis, te sloopen 2) en op het aldus verkregen terrein een nieuw gebouw te stichten, ruim genoeg om er al de bureaux van het Departement van Justitie in te vestigen.

Aanvankelijk meende men zelfs plaats genoeg te hebben om er een nieuw kantongerecht aan toe te voegen, een denkbeeld dat echter spoedig werd prijsgegeven.

Aan de Tweede Kamer gaf de Minister te kennen, dat reeds door den hoofd-ingenieur, belast met het beheer der Landsgebouwen, den heer Mazel, in overleg met den Minister van Justitie, een voorloopig schetsplan was ontworpen; ten aanzien van den stijl waarin de gevels zouden worden opgetrokken, en alles wat meer bepaald het architectonisch karakter van het nieuwe gebouw betrof, zou geen beslissing genomen worden, dan na raadpleging met de Rijks-adviseurs voor de Monumenten van Geschiedenis en Kunst en na overleg met een bekwaam bouwkundige.

Als zoodanig koos de Minister den heer H. P. Vogel, te 's Gravenhage.

Voorts deelde de Minister mede, dat de kosten van

1). Dit placht eertijds het huis te wezen van de gezanten van Engeland, daarna werd het bewoond door Lodewijk van Brunswijk-Wolffenbuttel (de Britsche Hertog), vervolgens door Graaf van Heerdt tot Eversberg, dignitaris aan het hof van Willem de Vijfde. Deze verkocht het in 1801 aan George Daniël Augsbourgue, die het 8 September 1806 voor *f* 15.000 overdroeg aan het Domein.

De Fonseca, La Haye II, p. 41.

2). Bij acte van 22 Maart 1634 verkreeg Constantijn Huyghens, Ridder, Heere van Zuilichem, Zelhem, ende in Monickeland, eerste Raad en Rekenmeester van sijne Hoogheit den Heere Prince van Orange, van dezen Prins (Frederik Hendrik), de grond, waarop hij in datzelfde jaar juist tegenover het Maurits-huis de stallen, en gedurende de jaren 1635-1637 door den architekt Jakob van Kampen, heer van Rambroek, het huis liet bouwen. Van de familie Huyghens ging dit huis over op de Zeeuwsche familie van Citters, die het verkocht aan den staatsraad J. Goldberg, wiens erfgenamen het in 1829 overdroegen aan het Domeinbestuur. In 1785 werd het huis bewoond door de Douairière Baronnesse van Wassenaar van Ruyven.

De Fonseca, La Haye II p, 30.

het nieuwe gebouw voorloopig op *f* 206.000 geraamd werden, een cijfer dat — zoo voegde hij er bij — natuurlijk als het plan definitief was vastgesteld, nog wijziging zou ondergaan.

In de Tweede Kamer bleek, dat sommige leden meenden, dat men moest beproeven het Huyghens-huis te behouden en het door aanbouw geschikt te maken voor het Departement van Justitie; door anderen werd het denkbeeld geopperd om naast het Huyghens-huis een gebouw op te trekken, dat het voordeel zou bieden den wanstaltigen gevel van den Hoogen Raad aan het oog te onttrekken; nog anderen wenschten een flink gebouw, geschikt ook tot opneming van alle te 's Gravenhage gevestigde rechterlijke collegiën.

De Kamer toonde zich vooral bezorgd voor het uiterlijk aanzien dat de nieuwe stichting zou bekomen. Men was zóó beducht, dat men, op grond van de verkregen ondervinding wegens de stichting van landsgebouwen te 's Gravenhage, die niet altijd gelukkig was, niet gaarne gelden voor een nieuwen kostbaren bouw wilde toestaan, dan na inzage der gemaakte plannen.

De Minister van Binnenlandsche Zaken verklaarde in zijn antwoord aan de Kamer, dat inderdaad het Huyghens-huis bezwaarlijk te behouden was, ook met het oog op de door het Haagsche Gemeente-bestuur voorgenomen verbreeding der Lange Pooten aan die zijde. Hij vreesde, dat zoo hij gevolg gaf aan het denkbeeld, om bezijden het Huygens-huis op het Pleintje vóór den Hoogen Raad te bouwen, het licht aan de gebouwen aldaar geheel zou worden benomen; de stichting van één gebouw waarin tevens alle te 's Gravenhage gevestigde rechterlijke collegiën hun zetel zouden hebben, zou de onteigening eischen van al de gebouwen aan de noordzijde der Pooten en langs de oostzijde van het Hofspui, iets dat de Regeering te kostbaar achtte.

Nadat de gevraagde gelden waren toegestaan, werden de inmiddels door de heeren Mazel en Vogel gereedgemaakte plannen in Maart 1876 aan het collegie van Rijks-adviseurs om advies toegezonden; ofschoon daarbij enkel een advies over de gevels was gevraagd, meenden deze, en te recht, verder te moeten gaan, daar bezwaarlijk het uitwendige van een gebouw, afgescheiden van het inwendige, en zonder tevens rekenschap te houden met de indeeling en de constructie, kan worden beoordeeld — want het uitwendige, de gevelbouw, is geen willekeurig voorvoegsel zonder nauw verband met het inwendige, maar behoort het logisch gevolg, het uitvloeisel van den inwendigen bouw te zijn.

Zij verzochten daarom overlegging van het programma van eischen, dat tot het ingediende ontwerp had geleid, en van een situatieplan, ten einde den voorgestelden bouw in zijn geheel en tevens in verband met de aangrenzende Rijksgebouwen te kunnen beoordeelen.

De Minister van Binnenlandsche Zaken weigerde echter deze bescheiden over te leggen en wenschte uitsluitend advies over de gevels, waarom de Rijks-adviseurs zelve een situatieplan lieten opmeten en aan het Departement van Justitie een programma van eischen vroegen, en daarna in een gemotiveerde omvangrijke nota, talrijke bezwaren tegen de voorgestelde plannen uitbrachten.

Die bezwaren waren in hoofdzaak ten aanzien der plannen:

a. Dat de archieflokalen, wier indeeling ongeschikt werd geacht, niet uit voorzorg tegen vocht en brandgevaar, waren overwelfd en boven kelders aangebracht.

b. Dat de vestibule een tochtafsluiting of vóór-vestibule miste en niet monumentaal was opgevat.

c. Dat de beide hoofdtrappen te smal van afmeting waren en een dezer ondoelmatig was geplaatst.

d. Dat de dispositie van het achter-gebouw geen voldoende belichting toeliet.

e. Dat vele kamers te bekrompen van afmeting waren, en gelijk mede eenige privaten ongelegen waren aangebracht.

f. Dat voor een gebouw van zoodanige hoogte, de aangegeven muurzwaarten bepaald onvoldoende waren.

Vooraf werd het wenschelijke betoogd om het gebouw op den hoek van het Plein en de Lange Pooten meer of minder afteronden, en vóór den hoofdingang eene overdekking aan te brengen.

In het algemeen was men van oordeel dat van de beschikbare ruimte niet volledig was partij getrokken, noch uit het oogpunt van het gemak voor den dienst, noch uit het oogpunt van het monumentaal aanzien van het geheel.

Ten aanzien der 2 overgelegde gevels, dien langs het Plein en dien langs de Pooten was het hoofdbezwaar, gemis aan karakter. De adviseurs waren van oordeel, dat de ontworpen gevels in geenen deele de bestemming van het gebouw uitdrukten, en instèe van aan een Ministerie, aan een groot woonhuis deden denken.

Ook de stijl miste eenheid, en achtte men niet in harmonie met de omgeving, noch met de traditie der hollandsche architectuur — bezwaarlijk kon men zich het doel voorstellen, van de vrijstaande, nietsdragende zuilen ter weerszijden van den hoofdingang geplaatst, evenmin als van de veelvuldige grootere en kleinere fronton-vormen ter hoogte van de goot-lijst, frontons door den kapvorm noch door iets anders gemotiveerd, — ook de raamverdeeling achtte men niet gelukkig en de zolderbelichting verzuimd, zoodat de adviseurs als slotsom den Minister adviseerden tot afkeuring der hen ter beoordeeling gezonden gevelontwerpen, en in overweging gaven andere gevels te doen projecteeren.

De wijze waarop de ontwerpers hun plannen trachtten te verdedigen kwam den Minister niet afdoende voor, hij verzocht hen daarom in Juni 1876, de plannen volgens het advies der Rijksadviseurs te wijzigen; de gewijzigde ontwerpen werden in Augustus ingediend, doch wijl daarbij in 'tgeheel niet was voldaan aan de verlangde verbetering der indeeling, werden in September op nieuw verbeterde plannen gevraagd, onder overlegging tevens van eene indeelingsschets, zooals deze destijds aan den Minister en den Secretaris-Generaal van het Departement van Justitie

het doelmatigst en het meest gewenscht toescheen.

In October kwamen wel nieuwe plannen in, doch in plaats van gevelteekeningen was daarbij eene verklaring van den Heer Vogel gevoegd, inhoudende dat de eischen der kunst onoverkomelijke bezwaren opleverden tegen het ontwerpen van gevels, indien de verlangde indeeling werd gehandhaafd.

Ten einde onze bewering op aanschouwelijke wijze te kunnen wederleggen, verzocht de Heer V. de Stuers, Referendaris bij het Departement van Binnenlandsche Zaken (die inmiddels met de leiding der afdeeling Landsgebouwen was belast geworden) mij, toenmaals Bouwkundige bij het Dep. van Finantiën, om een paar gevelschetsen geheel in overeenstemming met de nieuwe plannen te ontwerpen; deze schetsen mogten de goedkeuring verwerven van den Minister van Binnenlandsche Zaken, welke ze daarop den Hoofd-Ingenieur Mazel toezond met de mededeeling, dat zij eene oplossing der vermeende bezwaren inhielden en daarom zoo noodig bij het verdere ontwerp als leidraad gevolgd zouden kunnen worden.

De Heer Vogel trok zich daarop terug, waarna de Minister van Binnenlandsche Zaken zijn ambtgenoot van Finantiën verzocht, mij te willen machtigen, om aan het ontwerpen enz. van het Justitiegebouw mijne diensten te verleenen, eene machtiging mij in Januari 1877 verstrekt; de plannen en het bestek voor den opbouw werden toen met de Directie der Landsgebouwen vastgesteld en uitgewerkt, nadat inmiddels reeds in December 1876 de fundeeringswerken waren aanbesteed en gegund aan W. P. Teeuwisse, aannemer te 's-Gravenhage, voor *f* 42.990,00.

Einde April 1877 volgde de aanbesteding van den opbouw, welke zich bepaalde tot het buitenwerk, de binnenmetselwerken en de onbewerkte balklagen, en voor *f* 338.400 aan W. M. Schram, aannemer te Sliedrecht werd gegund.

Hier dient te worden opgemerkt, dat het cijfer voor de kosten van den bouw door den Minister in 1875 voorloopig op 206 mille gesteld, was geraamd toen alle gegevens nog ontbraken, geen enkel plan nog was vastgesteld, noch aan het oordeel der Rijksadviseurs was onderworpen, en zelfs vóór er nog een officieel program bestond van hetgeen geeischt werd.

Het aanvankelijk opgemaakt schetsplan was zelfs wat de indeeling en het aantal lokalen betreft, ten eenmale op zijde gesteld en een geheel nieuw ontwerp, gegrond op een program van eischen van veel wijdere strekking dan hetgeen de Hoofd-Ingenieur Mazel eerst bedoelde, was na ontvangst van het rapport der Rijks-adviseurs, en na raadpleging met den Minister en den Secretaris-Generaal van Justitie, aangenomen.

De Minister achtte zich dan ook niet gebonden aan het voorloopig cijfer, dat hij trouwens geheel onzeker had genoemd en keurde achtereenvolgens de beide eerste bestekken, die van de fundering en die van den buiten opbouw, te zamen *f* 407,700.— goed.

Tijdens de uitvoering van den opbouw, werd kort na de optreding van het Departement van Waterstaat, Handel en Nijverheid, in het begin van 1878, de inrichting van het beheer der Landsgebouwen gewijzigd en de directie gesplitst, en mij, die bij het nieuwe Departement was overplaatst, verder de leiding van den Justitie-bouw opgedragen.

Het gebouw, dat nu bijna geheel voltooid is, beslaat een terrein van 2105 M², waarvan na aftrek der beide binnenplaatsen, te zamen groot 520 M², een ruimte van 1585 M² bebouwd is, ingedeeld in een sousterrein, drie verdiepingen en de kapruimte.

Het sousterrein, dat ongeveer ¾ gedeelte van het gebouw beslaat, ligt met zijn bevloering 2,15 M. onder bovenkant trottoir, is geheel van waterdicht metselwerk opgetrokken en bevat behalve lokaliteit voor de 4 calorifères en voor brandstofberging de z. g. n. vuurkeuken, (waar de doove kolen, 's winters benoodigd voor het aanleggen der haarden en kachels, worden gebrand) de provisiekelders van den concierge, en voorts ruime en volkomen brandvrije archief-lokalen; de noodige trappen geven van hieruit onmiddellijk toegang tot de binnenplaatsen, de bovenverdiepingen en het buitenterrein.

De verschillende kanalen tot aanvoer van verwarmde lucht, alsook de water- en gasgeleidingen zijn meerendeels in 't gezicht langs de gewelven van het sousterrein aangebracht; de vloeren zijn gedekt met roode en blauwe plavuizen.

Het gedeelte van het gebouw, waaronder, ter wille der rioleering en wegens de lagere ligging van de bevloering gelijkstraats, geen sousterrein kon worden daargesteld is mede overwelfd; onder deze gewelven heeft door middel van de in de borstwering geplaatste hardsteenen roosters de noodige luchtstrooming plaats.

De verdieping gelijkstraats, hoog van vloer tot vloer 4.10 M. bevat aan de Plein-zijde den hoofdingang met vestibule, groot ruim 120 M². De vestibule, door de lagere ligging der bevloering 5 M. hoog, is tot in- en in verband met de aangrenzende binnenplaats tevens tot doorrit ingericht, een 6-tal kolommen en een 2-tal pijlers met hun bogen, verdeelen deze ruimte in regelmatige gewelfvelden; tusschen de pijlers zijn de noodige doordraaiende tochtdeuren aangebracht.

Bezijden de vestibule is de portiersloge, en een der hoofdtrappen, terwijl de rondgaande gangen daaraan ter weerszijden aansluiten; behalve de concierge-woning met afzonderlijken ingang is de overige ruimte gelijkstraats geheel voor archief- en materieelberging ingericht; tot de archief-vertrekken behoort mede de zaal in den noordwestelijken vleugel met haar op 14 steenen kolommen rustend ziend gemetseld stergewelf; de tevens door bovenmuren belaste kolommen zijn van hardsteen, de overige van Udelfanger zandsteen.

Ter vermindering van brandgevaar is, zooals trouwens uit het plan blijkt, de geheele benedenverdieping met gemetselde kruisgewelven afgedekt; de bogen en pilasters waarop zij rusten zijn allen ziend gemetseld van geprofileerde boerengrauw, de gewelven van IJsselsteen, deels met, deels zonder afzonderlijke graad-bogen van savonnière, of van gebakken steen.

Wegens de betrekkelijk lage verdiepingshoogte, werd bij enkele raamopeningen, die te veel bezijden de as der gewelfvelden vielen, een bijzondere gewelfvorm vereischt.

In het eerste, tijdens 1877—1879, gebouwde gedeelte, rusten de houten vloeren der eerste bovenverdieping op getrokken ijzeren I balken, die vrij van de gewelven liggen en met houten dekplaten, ter vastnageling der vloeren, gedekt zijn; in het tijdens- 1880—1883 gebouwde gedeelte echter zijn de ijzeren balken met hun liggers weggelaten, de gewelfkappen zooveel verhoogd, vlak aangeraseerd en gedekt met eene laag asphalt, waarin, terwijl deze nog vloeibaar was, smalle eiken riemen, breed 6—8 cM. parketsgewijze zijn vastgelegd 1). Zoodanige bevloering geheel afgewerkt en in de was gewreven, kost *f* 6.25 per M². en geeft bij meerdere soliditeit, minder brandgevaar en eene belangrijke besparing in verdiepingshoogte, is bovendien onverslijtbaar, en maakt het leggen van vaste tapijten onnoodig; waar men beducht is voor opstijging van vocht of gassen, of voor gehoorigheid, verdient zoodanige vloer alle aanbeveling.

Alle vloeren gelijkstraats zijn van marmer-mozaïek met eenvoudige randen en banden tusschen de kolommen en pilasters; in den vestibule vloer bij den ingang in de Pooten, herinneren de mozaïek-letters: S. P. S. L. aan het „Salus Populi Suprema Lex;" — ook de magazijn- en archiefvertrekken zijn met mozaïekvloeren belegd, die op de minst kostbare wijze zijn behandeld, zoodat daarvan de prijs per M². gelijk staat met dien van eene bevloering in Naamsche tegels; alleen de doorrit is ter voorkoming van geraas met asphalt gedekt.

De muren der vestibules, gangen en portalen zijn bezet met eene lambrizeering van blauwe tegeltjes, afwisselend voorstellende de Nederlandsche leeuw, een oranjetak, een pijlbundel (als symbool der elf provinciën) en een bloemkelk; een donkerder gekleurde tegel met parelrand vormt de overgang tot de zwart marmeren plinten, terwijl een smalle meanderrand en een marmeren of eiken deklijst de lambrizeering afsluit. Deze tegels werden vervaardigd in de fabriek van de gebroeders Tichelaar te Makkum en zijn alle met de meeste zorg uitgevoerd; uit dezelfde fabriek zijn ook afkomstig de naar oude modellen beschilderde veelkleurige tegeltjes waarmede de privaten in de garde-robes zijn bekleed.

Om de deuren gelijkstraats is binnen de nissen aan de gangzijde eene betegeling aangebracht, die volgens 't ontwerp van den heer A. Lecomte geschilderd en gebakken is in de bekende fabriek van den heer Joost Thooft te Delft; de opschriften in de verschillende cartouche-vormen met athangende bladranken geven de bestemming aan der vertrekken, tot welke de deuren toegang verleenen.

Tot de verdere betegelingen behoort die der conciergekeuken, wier wanden geheel zijn bekleed, onder gebruikmaking van oude figuur-tegels zoo voor randen als paneelen; ook de privaten met hun portalen en de schoorsteenboezems zijn alle met tegels bezet.

Een drietal trappen van gehouwen steen, geven toegang tot de verschillende verdiepingen; de vestibuletrap, zoogenaamd wegens zijn ligging bezijden den vestibule, hoog 90 treden, vormt in plan een langwerpig gat, groot binnenwerks 4.50 bij 9.25 M. met halfronde bordes-sluitingen; de graniet treden rusten langs de buitenmuren op ingemetselde, het beloop dier treden volgende lijststukken en op een binnenboom van Udelfanger zandsteen, die door middel van kolommen en bogen, waar mogelijk, à jour is gehouden De aan de onderzijde in 't gezicht blijvende bordesplaten rusten op bogen, daartoe tusschen een der binnenboomkolommen en de trapwand-pilasters geslagen.

Waar de gangmuur al buitenboom dient is deze op de verschillende verdiepingen zoodanig samengesteld, dat de last geheel wordt overgebracht op twee pijlers en een middenkolom van gehouwen steen en het verdere open blijft, 't geen zoo op den trap als op de gangen eigenaardige doorzichten geeft; de binnenboom eindigt ter hoogte der zolderverdieping in drie kolommen welke een gemetseld netgewelf dragen.

De open gedeelten der buiten- en binnenboomen zijn met gesmeed ijzeren leuningen gesloten, wier eiken dekleuningen in bladvoluten eindigen.

Eene lambrizeering van bruin-rood Jura marmer, omvat door banden van Vert des alpes en met eene marmeren muurleuning afgedekt, volgt langs de buitenboomen het trapbeloop, evenals de volgens dat beloop verspringende ramen, welke met glas in lood zijn gedicht.

De bibliotheek-trap, zoo genoemd wijl hij aan de bibliotheek grenst, en op de bordessen toegang geeft tot hare galerijen, is 87 treden hoog en vormt in plan een rechthoek, van 5.20 bij 9 M. Ook hier rusten de graniettreden langs de bibliotheek-zijde op ingemetselde steenen lijststukken, en verder op den opengehouden binnen- en buitenboom van Udelfanger zandsteen; van af den vloer der eerste bovenverdieping is het gedeelte gangmuur dat tot buitenboom dient ter doorgaande hoogte van twee verdiepingen, à jour; op de aan de doorgaande kolommen gelaten kraagstukken rust een strijkbalk en hierop de balklaag van den aangrenzenden gang; hierdoor zijn doorzichten verkregen, die op de gangen bijna de geheele traphoogte en op den trap een deel van de gangen der beide bovenverdiepingen omvatten.

De middenzuil van den binnenboom eindigt bij de zolderverdieping als vrijstaande hardsteenen kolom die het hooge stergewelf draagt, dat de trapruimte afdekt.

De bordessen rusten op bogen, waartusschen kruisgewelven zijn geslagen; de onderzijden der treden blijven bij beide trappen in 't gezicht gelaten en zijn geprofileerd.

Tusschen de gesmeede ijzeren leuningen in de boog-

1). Het „parquet-gourguechon", zoo genoemd naar de fabriekanten Gourguechon Frères te Parijs.

openingen zijn koperen 5 lichts gas-candelabres geplaatst; de muurzijden zijn met eene marmeren lambrizeering bekleed.

Ten behoeve der verlichting moesten de muren van dezen trap tot boven de aangrenzende daken worden doorgetrokken en zijn zij op die hoogte met een tiental raamopeningen voorzien; hierdoor lost zich het trappenhuis ook uitwendig van den overigen bouw en doorbreekt het de kaplijn als opgaanden traptoren.

De 3e trap, hoog van af den keldervloer, 110 treden, is een ronde bordestrap van 5.10 M. binnen diameter met een open binnengat.

De hardsteenen treden en bordessen rusten op Udelfanger kraagsteenen, en zijn met hun uiteinden in den trapwand ingemetseld; door deze belasting dier einden, konden zij zonder verderen steun blijven.

De trapwand is door pilasters van natuurlijken steen, die tevens tot steunpunt voor de dubbele kraagsteenen zoo van de bordessen als van het gewelf dienen, in 6 vakken verdeeld, waar binnen de raam- en toegangopeningen zijn aangebracht.

Eene lambrizeering van massieve zandsteen blokken volgt het trap beloop; daar boven is het muurwerk ziend gemetseld en gevoegd, alleen de nissen zijn gepleisterd; de verspringende ramen, zijn met glas in lood gedicht; een hoog opgaand stergewelf, dat tusschen de bovenste raam-krans aanvangt, rust op soortgelijke kraagsteenen als de bordessen, en eindigt in een open middenrozet; eene eenvoudige gesmeed ijzeren leuning omsluit het binnen trapgat, terwijl een ronde spits dezen op de 2e binnenplaats bijna geheel vrijstaanden traptoren afdekt.

Op de 1e verdieping, hoog van vloer tot vloer 5.40 M., ligt zooals uit het plan dier verdieping blijkt, in het midden van den Plein-gevel juist boven den hoofdingang, de zaal waar de Ministerraad vergadert.

Deze zaal met haar voorspringende loge is geheel in eikenhout betimmerd, het plafond wordt door moerbalken in velden verdeeld, welke met gegraveerd paneelwerk zijn gedicht; de moerbalk die het plafond der loge van dat der zaal afscheidt, rust op pilasters en op een tweetal vrijstaande gebeeldhouwde kolommen; eene paneellambrizeering dekt het ondergedeelte der wanden, die verder met in papier geïmiteerd goudleer zijn bekleed. De twee schoorsteenmantels zijn van zwart marmer met wit marmeren gebeeldhouwde kapiteelen en basementen; de fijn gesculpteerde bovenmantels zijn van savonnière-steen en prijken met de in relief, door Bart van Hove uitgevoerde, beeltenissen van Z. M. Koning Willem III, en van H. M. Koningin Emma; cartouches melden hunne namen. In het fries dezer mantels staan de opschriften: HET HEIL DES VOLKS IS DE HOOGSTE WET, en: GEEF EEN ELK WAT HEM TOEKOMT.

Het schild met kroon van het Nederlandsche wapen vormt het middengedeelte der lijstafsluiting.

Aan de gangzijde staat tegen den zaalwand eene dubbele kast met tusschen geplaatst kaartenrek, bestemd behalve tot het ophangen en bergen van kaarten, tot plaatsing van boeken, en als buffet.

Het plafond van het open bovengedeelte dezer kast wordt gedragen door 4 vrouwenfiguren, welke de Wijsheid, Kracht, Rechtvaardigheid en Voorzichtigheid voorstellen.

Boven de dubbele deuren ter weerszijden der schoorsteenmantels, zijn in de daarvoor bestemde vakken, geschilderde kartons aangebracht, de vier groote volksbelangen symboliseerende, welke geacht mogen worden de Hooge Vergaderingen welke in deze zaal plaats hebben stilzwijgend te presideeren, — namelijk de *Geestelijke Ontwikkeling*, voorgesteld door attributen der bouw-, beeldhouw-, schilder- en toonkunst en van verschillende takken van wetenschap; de *Stoffelijke Ontwikkeling*, voorgesteld door attributen van landbouw, scheepvaart, industrie, handel en visscherij; *de Wetgeving*, voorgesteld door de Koninklijke kroon met staf en Rijksappel, liggende op een rood fluweelen kussen met gouden kwasten, door een groep wetboeken, waaronder de opengeslagen Grondwet, en door het zwaard en de weegschaal als symbolen der wetsuitvoering; *de Defensie*, voorgesteld door een wapengroep, gedrapeerd met de Nederlandsche vlag.

Deze kartons zijn met veel talent ontworpen en geschilderd door de Heeren N. van der Waaij, E. S. Witkamp Jr. en H. J. Haverman, leerlingen der Rijksacademie te Amsterdam.

Een eiken parketvloer met breede meander rand dekt de bevloering; voor de haarden ligt een eenvoudige mozaïek van Engelsche tegels; in de loge zijn ter weerszijden vaste zitbanken, rustend op gebeeldhouwde voetstukken.

Het ameublemeut der zaal bestaat uit eene groote, in 't midden met groen laken bekleede en gebeeldhouwde tafel, uit twee kleinere tafels, een 12-tal stoelen met hooge ruggen, waaronder één armstoel voor den voorzitter, allen met den Rijks leeuw bekroond, en voorts uit 2 groote koperen gaskroonen, 2 smyrnasche karpetten en de haarden met bijbehooren.

Een aangrenzend kabinet dient tot garde-robe en bevat het daartoe noodige, alsmede een privaat. Het groote portaal voor den vestibuletrap op deze verdieping is overwelfd en geeft toegang zoowel tot boven genoemde zaal als tot de kamers van den Minister en van den kamerbewaarder. 's Ministers kamer met een loge of uitstek aan de Pleinzijde heeft een eikenhouten zoldering welke door 2 moerbalken in 3 velden is verdeeld; de vakken tusschen de kinderbalken zijn in paneel betimmerd; de moerbalken rusten op eiken sleutelstukken en deze op gebeeldhouwde kraagsteenen van savonnière-steen.

Door gecanneleerde pilasters en omgaande lijsten zijn de wanden, welke ter hoogte van 2.50 M. met een eiken paneel-lambrizeering bekleed zijn, in vakken verdeeld, die met geïmiteerd goudleder zijn bekleed.

In aansluiting aan de lambrizeering staat langs den wand tegenover de loge eene dubbele boekenkast, in 't midden met een doorgang naar het aangrenzend kabinet; de deuren dezer kast zijn met à jour gebeeldhouwde paneelen en groen merinos gedicht; op het

fries staat tusschen de cherubijn- en leeuwenkopjes, welke de lijst dragen, het opschrift:

MEN SAL TRAGHELIKEN ENDE VOORDACHTELIKEN RADEN ENDE DAT MEN RAET RASSELIKEN VOLBRENGHEN.

De schoorsteenmantel van Vert des alpes bestaat uit een 8 tal kolommen met vergulde kapiteelen en basementen, welke 4 aan 4 het massive en gebeeldhouwde dekstuk en dekblad dragen; de eiken betimmering van den bovenmantel dient tot omlijsting voor een schilderstuk, de gerechtigheid voorstellende, door J. van Strij in 1780 geschilderd. Eene zittende, geblinddoekte vrouw met het zwaard in de eene, en de weegschaal in de andere hand is omgeven door een groep engeltjes, 't geheel in eene zachte grauwe kleur.

De vakken boven de deuren ter weerszijden van den schoorsteenmantel zijn bestemd voor geschilderde kartons, de Wijsheid en de Voorzichtigheid voorstellende.

De aangrenzende garde-robe is ter halve wandshoogte met eiken paneelwerk bekleed en voorzien van kapstokken, waschtoestel, vasten spiegel en een privaat, welks fries een korten tijd de oude spreuk: *Ten heeft nijement eer sonder last*, herinnerde.

De audientiekamer met haar eiken paneel plafond, dat ten deele gegraveerd is, heeft eene lambrizeering met gebeeldhouwde middenpaneelen en een eiken parketvloer; boven eene der deuren staat het opschrift: *Men sal snellic horen ende traghelic antwoorden.* De rood marmeren schoorsteenmantel is hoogst eenvoudig in plaatmarmer daargesteld; de bovenbetimmering is ingericht ter plaatsing van een schilderstuk. Een deur geeft toegang tot de wachtkamer, langs wier wanden vaste zitbanken zijn geplaatst; geschilderde kartons, de *fortuin*, de *hoop* en het *geduld* voorstellende, zijn als schoorsteen-en deurstukken aangebracht; deze kartons zijn mede het werk van de Heeren van der Waaij en Witkamp; een hoogst eenvoudig eiken ameublement met bruin leder bekleed en een eiken parketvloer voltooien dit vertrek, dat uitziet op de eigenaardige portiek van het gebouw van den Hoogen Raad, op het Departement van Koloniën, en vooraf op de schilderachtig daartusschen in 't gezicht komende Mauritspoort.

De vleugel, besloten tusschen de beide binnenplaatsen, is ingenomen door de bibliotheek, eene zaal van 13.50 M. lengte, 6.10 M. breedte en 11.80 M. hoogte; door drie omgaande galerijen in 4 kastverdiepingen verdeeld, zijn langs de wanden, gescheiden door tusschenschotten van plaat- en T-ijzer, 36 kastvakken en één hijsch- of elevator-vak aangebracht, allen met eene plaatijzeren, cartouche-vormige bekroning eindigende, waarop de kastnummers zijn aangegeven.

De gegoten ijzeren roostervloeren der galerijen rusten op gesmeed ijzeren draagarmen, welke aan de voorflenzen der kaststijlen zijn vastgeschroefd; deze draagarmen dienen mede tot steun voor de hoofdbalusters der langs de galerijen aangebrachte gesmeede leuningen; een klein ijzeren wenteltrapje verbindt de galerijen, die in hoogte ligging met de aangrenzende gangvloeren en trapbordessen overeenstemmen en daarop uitkomen.

Deze bibliotheekzaal, ingericht tot berging van 18000 tot 20000 boekdeelen, ontvangt bovenlicht en is gedekt met eene koepelvormige ijzeren binnenlantaarn, onder rondgaande gedicht met gemetselde gewelfvakken en in 't midden met geschilderd glas in lood, vervaardigd in het atelier van Nicolas te Roermond; de ijzeren bekapping is ter weerszijden gedekt met brute spiegelglas en de binnenlantaarn zoo ingericht, dat in geval van lekkage het water door de kanaalvormige roeden wordt afgevoerd in het water-reservoir, behalve de aanwezige brandkranen nog uit voorzorg tegen brand aldaar geplaatst.

Onder de overige lokalen dezer verdieping onderscheiden zich de kamer van den Secretaris-Generaal met haar stervormig eikenhouten plafond, met gebeeldhouwde rosetten, haar drievoudige boekenkast met gebeeldhouwd fries en à jour bewerkte paneelen en den eveneens gebeeldhouwden marmeren mantel, waar boven in de eiken omtimmering het beeld der Waakzaamheid prijkt; de kartons boven de deuren ter weerszijde van den mantel stellen de Voorzichtigheid (Prudentia) en de Gematigdheid (Temperantia) voor.

Op de boekenkast staat het opschrift: *„Hij behoort wel toe te wezen, welsprekende, verde denckende ende groetsinnich."*

Op de secretarie bestaat de zoldering uit eiken kinderbalken welke op met eikenhout bekleede moerbalken rusten, waaronder gebeeldhouwde kraagsteenen; de kastwand, die ten deele als portaal het hartsteenen wenteltrapje afsluit dat toegang geeft tot het gelijkstraats gelegen magazijn, draagt op zijn fries het opschrift

„Laet scriven gherustich
„De clerck gheoccupeert
„Laet bliven gheluckich
„An 't werk dat exerceert."

Op het einde van dienzelfden vleugel is op deze verdieping eene commissie- of vergaderkamer met voorspringende loge of uitstek in de Lange-Poten; dit vertrek, dat geheel met eikenhout is bekleed, heeft een geschilderd houten plafond, afkomstig uit Oud-Justitie, waar het tijdens de afbraak van dat gebouw onder een later daarover genageld pleister-plafond werd gevonden.

Na volledig gerestaureerd te zijn is het in dit vertrek herplaatst; door een 2-tal moerbalken welke op gebeeldhouwde sleutelstukken en pilasters rusten, is het plafond in drie velden verdeeld, het midden-veld stelt een Cupido-groep voor.

Ook in een 4-tal andere vertrekken, op deze en de volgende verdieping zijn geschilderde eiken plafonds, welke deels in Oud-Justitie deels bij de restauratie van het Stadhouderlijk kwartier in brokstukken, gedekt door latere plafonds, werden gevonden en na hun restauratie zijn herplaatst.

De gangvloeren dezer verdieping, welke op de aanrazeering van de gewelven der benedenverdieping rusten, zijn alle in marmer-mozaïek uitgevoerd; de wanden

hebben eene lambrizeering van engelsche tegels, afgedekt door bijbehoorende gebakken lijststukken, en zijn overigens roomkleurig geschilderd met in blokverband getrokken roodbruine voeglijnen, de zoldering bestaat uit moer- en kinderbalken met gepleisterde velden waarin op een lichten grond een bruinrood vlak-ornement is geschilderd.

Ter verlichting van de trappen en gangen zijn in verband met de trapleuningen koperen gas-candelabres geplaatst en aan de gewelven en plafonds gaslantaarns gehangen; brandkranen met bijbehoorende slangen en straalpijpen bevinden zich op de geschiktste plaatsen in muurkastjes, terwijl gesmeed ijzeren kapstokrekken met koperen parapluie-standaards ten behoeve der audientiebezoekers zijn aangebracht.

Het bovengedeelte der ramen is op alle gangen met glas in lood gedicht, 't geen gordijnen onnoodig maakt.

Op de 2e bovenverdieping is de indeeling dezelfde als op de vorige verdieping; de hoogte van vloer tot vloer is deels 4.25 M., deels (in 't laatste gebouwde gedeelte) 4.50 M.; behalve de eiken deuren en ramen zijn de betimmeringen op deze verdieping in hoofdzaak van Americaansch grenenhout en zeer eenvoudig behandeld.

Boven de Minister-raadzaal is de zaal, bestemd voor de vergaderingen van den Hoogen Raad van Adel; het in paneel bewerkte eiken plafond met zijn koepelvormigen overgang wordt gesteund door gebeeldhouwde kraagstukken; de paneelvelden zijn voor een deel gegraveerd en gebeitst, de overige worden beschilderd met wapens en deviesen.

De moerbalk die het plafond der zaal van dat der loge scheidt, rust op pilasters en op twee vrijstaande gebeeldhouwde eiken kolommen; eene dubbele oranjerank slingert zich met haar bladen, bloesems en appels over de gecanneleerde kolomschaften.

In plaats van door architraven zijn de dubbele zaaldeuren besloten tusschen pilasters in wier kapiteelen de wapens der verschillende provinciën zijn gebeiteld; deze pilasters dragen de bovenbetimmeringen, die ingericht zijn ter omlijsting van een viertal schilderstukken, de vier oudste van onze nog deels bestaande vorstelijke kasteelen voorstellende, namelijk: de Hof- of Ridderzaal op het Binnenhof te 's-Gravenhage, het Valkenhof te Nijmegen, het Oude Loo te Apeldoorn en het kasteel Brederode bij Haarlem; de Heer J. Bosboom, onze beroemde schilder, heeft de uitvoering dezer vier stukken welwillend op zich genomen.

Aan het eene einde der zaal is tusschen de deur betimmering een gebeeldhouwde eiken lijst met spiegel geplaatst, aan het tegenovergestelde einde staat een eenvoudige zwart marmeren schoorsteenmantel, en daarboven omvat door een zware eiken lijst, een paneel ter volle zaalhoogte waarin het wapen des Konings en die zijner voorouders in de mannelijke en vrouwelijke lijn, beiden tot in het 4e geslacht zijn gebeeldhouwd, de 31 wapenschilden, waartusschen de takken en ranken van den stamboom doorslingeren, worden gedragen door engelfiguren en zijn allen geschilderd. *)

Eene dubbele boekenkast met gebeeldhouwde pilasters, fries en paneelen staat langs den gangwand de ter weerszijden aangebrachte lagere kastjes, dienen tot berging der wapenkaarten, wapenboeken enz.

Een eiken parket dekt de bevloering, terwijl een passend ameublement het geheel voltooit.

Onder de overige vertrekken dezer verdieping zijn nog een tweetal met gerestaureerde oude eiken plafonds, en eiken betimmeringen; het meerendeel is echter gedicht met eene zoldering uit moer- en kinderbalken bestaande en gepleisterde of in paneel bewerkte houten velden; in alle kamers zijn de wanden bekleed met lambrizeeringen, zijn dubbele ramen, de noodige vaste kasten en marmeren schoorsteenmantels.

De gangen dezer verdieping zijn gedekt met een eenvoudigen eiken parketvloer, en de muren ter hoogte van 1.10 M. bekleed met eene eiken paneel-lambrizeering; overigens zijn deze, en de zoldering, behandeld als op de eerste verdieping.

De verschillende zolders met hun beschoten en met leien gedekte daken zijn door brandmuren gescheiden; plaatijzeren deuren geven toegang tot de verschillende gedeelten.

Uitwendig spreekt de hoofdvorm van het gebouw door de voorspringende gevelgedeelten met hunne opgaande topgevels en door de daklijnen.

Boven de 2.10 M. hooge, in zware hardsteenen blokken gemetselde borstwering is de verdere bouw in bak- en zandsteen uitgevoerd; de zandsteen is gebezigd voor omlijstingen, cordons, hoek-, dek-, sluit- en kraagstukken, voor banden, kolommen, pijlers, kapiteelen en gewelfaanzetstukken, terwijl de baksteen met uitzondering van de ontlastingsboogen boven de ramen in hoofdzaak de velden binnen de door den Udelfanger zandsteen gevormde hoofdlijnen vult. Hardsteenen goten op Udelfanger kraagsteenen rustend, ontvangen het water der daken en voeren dit af in de op de voorspringende gevelhoeken aangebrachte getorste zinken afvoerbuizen, welke tusschen gebeeldhouwde zandsteenen ringstukken gevat zijn.

De ramen zijn alle zoogenaamde kruisramen met een middenstijl en een middendorpel van Udelfanger steen, waartusschen de eiken kozijnen zijn opgesloten;

*) Het motief is ontleend aan de graftombe van *Maria van Bourgondië*, dat in de Onze-Lieve-Vrouwe-Kerk, te Brugge aanwezig, in 1482 in verguld koper werd uitgevoerd.

De in dezelfde kerk geheel gelijkvormig behandelde graftombe van *Karel den Stoute* dagteekent eerst van 1558, en werd op last van Philips II door Jacques Jonghelinckx, overeenkomstig de eerste vervaardigd.

De wapens welke in voornoemde zaal op den Koninklijken stamboom voorkomen zijn:

Het wapen van Koning Willem III, die van zijn ouders Koning Willem II en Anna Paulowna, Groot Hertogin van Rusland, die van hunne ouders, Koning Willem I en zijne gemalin Frederika Louise Wilhelmina, Prinses van Pruisen, en van Paul I Petrowitz Keizer van Rusland, en zijn echt genoote Sophia Brothea Augusta Louise, Prinses van Wurtemberg, en die van de ouders en grootouders van deze.

behalve op de gangen en in de magazijnen zijn alle raamopeningen met dubbele ramen gedicht, welke aan gesmeede winkelhaakhengsels zijn afgehangen, en met een eenvoudige klinksluiting voorzien zijn. Gelijkstraats zijn tusschen de onder- en de midden raamdorpels gesmeede ijzeren hekken opgesloten.

Boven alle raam- en deuropeningen zijn ontlastingsbogen van geprofileerden baksteen aangebracht met gebeeldhouwde sluitsteenen; de tympans of trommels zijn gedicht met een vlechtwerk van gele, roode en zwarte metselsteenen, alleen bij enkele middenramen uitgezonderd, waarin een plaat gebeeldhouwde Savonnière het vlechtwerk vervangt.

De cordon-lijsten rusten op blokken gehouwen steen, die deels gebeeldhouwd deels gecanneleerd zijn, terwijl een vlechtwerk van baksteen de tusschenruimten vult.

De anker-schotels zijn allen in 't gezicht gelaten en voor de verschillende verdiepingen verschillend bewerkt; de topgevels zijn deels met Udelfanger lijststukken afgedekt, deels met verspringende staande blokken afgesloten waaraan de afdeklijst is gekapt; tot tegendruk dienen de zware als schildhoudende dieren, gebeeldhouwde hoekstukken, die de wapens der elf provinciën voeren.

Op de topstukken der gevels staan gesmeed ijzeren puntstukken met koperen windvanen.

In het midden van den Pleingevel is de hoofdingang, bestaande uit eene dubbbele inrij- en twee zijdeuren, gescheiden en ingesloten door een viertal zware pijlers met driekwart voorspringenden kolommen, op wier kapiteelen de groote Udelfanger draagsteenen rusten, waarop de hardsteenen platen dragen, die tot bevloering der middenloge dienen en tevens den hoofdingang overdekken.

Op de borstwering dezer loge is het opschri: „Departement van Justitie" uitgehouwen; in den tympan van het middenraam der 1e verdieping is het Rijkswapen geplaatst; een Mozes-kop als wetgevend symbool, dient tot sluitsteen van den ontlastingsboog van dien tympan; in de tympans der zijramen houden vrouwenfiguren een cartouche, waarop de jaarcijfers van het begin en van de voltooiing van den bouw zijn gebeiteld.

Boven het middenraam der tweede verdieping zetelt de Rechtvaardigheid, in relief voorgesteld door eene zittende vrouwenfiguur met attributen, een Minerva-kop dient tot sluitsteen van den boog. Het in Udelfanger steen opgaand middengedeelte dient tot omsluiting der groote uurwijzerplaat; zittende leeuwen met de wapens van Nassau en van Waldeck op hun schilden dienen tot hoekstukken, terwijl de als topstuk aangebrachte grootere leeuw de symbolen der Justitie vasthoudt, eene afzonderlijke spits dekt en teekent in verbinding met de hoofdkap dit middengedeelte.

De kamer van den Minister is uitwendig kenbaar door de kleine loge met haar beeldhouwwerken, welke voor den rechtervleugel van den Pleingevel uitspringt; deze loge rust op twee Udelfanger kraagsteenen, die de hardsteenen vloerplaat dragen; in de borstwering is een kindergroep gebeiteld, eene rechtspleging voorstellende, terwijl in de tympans, twee der hoofddeugden of hoofdvereischten, „de Wijsheid" en „de Kracht", door zittende vrouwenfiguren met bijbehoorende attributen zijn gebeeldhouwd.

In de overige gevelgedeelten is deze deugden-cyclus in de tympans van de middenramen der voorsprongen voortgezet, en komen de Waakzaamheid, het Geloof, de Hoop en de Liefde voor.

In de topgevels zijn in medaillons een zestal borstbeelden van beroemde Nederlandsche Rechtsgeleerden geplaatst, namelijk die van:

Elbertus Leoninus, Kanselier van Gelderland, geboren te Zalt-Bommel in 1520, overleden te Arnhem in 1598 of 1601.

Philippus van Leyden, Raadsheer van Graaf Willem van Beyeren, in 1373 vicaris generaal van Arnout van Haren, Bisschop van Utrecht; hij stierf te Utrecht in 1380.

Cornelis van Bijnkershoek, geboren te Middelburg in 1673, in 1724 President van den Hoogen Raad, gestorven te 's Gravenhage in 1743.

Hugo de Groot, geboren te Delft in 1583, gestorven de Rostock in 1645.

Jan Melchior Kemper, geboren te Amsterdam in 1776, gestorven in 1824.

Jan Rudolf Thorbecke, geboren te Zwolle in 1796, gestorven te 's Hage den 4e Juni 1872.

Op de onder deze medaillons geplaatste cartouches zijn hunne namen gebeiteld.

In het middengedeelte van den gevel in de Pooten is een tweede ingang, met den zoogenaamden man met de boordjes tot sluitsteen; eene kleine loge en daarboven een open balkon met steenen afsluiting op de 2e verdieping, gedekt door een op kraagsteenen rustend eiken afdakje is aan het westelijkste avant-corps van deze gevel aangebracht; in de borstwering dier loge stelt een kindergroep de wetgeving voor. Ter weerszijden staan op kraagsteenen en gedekt door baldakijns de door Bart van Hove van Amsterdam gebeitelde beelden, de „waarheid" en „de Spaarzaamheid".

In den noordgevel, tegenover het gebouw van den Hoogen Raad, zijn de toegangen tot de brandstof kelders en tot de conciergewoning; boven den ingang dezer woning herinnert een als sluitsteen gebeeldhouwde hondenkop den bewoner aan zijn taak, waakzaamheid; ook de deklijst der hardsteenen borstwering eindigt ter weerszijden der deur in hondekoppen.

De verschillende binnenplaatsgevels zijn mede in bak- en bergsteen opgetrokken, zeer eenvoudig en zonder eenig beeldhouwwerk behandeld; de traptorens en de privaten breken door de wijze waarop zij uitgebouwd zijn 't eentonige der vele op gelijke hoogte omgaande horizontale lijnen; op de eerste binnenplaats die tevens tot doorrit en wachtplaats voor rijtuigen dient, staat op een hardsteenen voet een à jour bewerkte gesmeede ijzeren candelabre met een koperen gaslantaarn; klimop en wilde wringerd slingeren zich tegen het muurwerk van den vestibuletrap omhoog.

De tweede binnenplaats met haar bijna geheel vrijstaande traptoren, staat door een open brandgang, die met een ijzeren deur is afgesloten in verband met de straat.

Op de daken, gedekt met blauwe leien, is van paarskleurige leien een mozaïek van overhoeksche figuren aangebracht; de noodige dakvensters dienen ter verlichting der zolders en tot toegang naar de goten; een looden dakkam, bevestigd aan en versterkt door gesmeed ijzeren veeren, siert den nok.

De bouw, in December 1876 aangevangen, werd in den loop van dit jaar voltooid. De aanbesteding had in vier gedeelte plaats:

de eerste besteding, die der fundeering, werd in December 1876 gegund aan den aannemer W. P. Teeuwisse te 's Gravenhage voor *f* 42900.; de tweede besteding, die van den opbouw, welke zich in hoofdzaak tot het buitenwerk bepaalde, werd in Mei 1877 gegund aan W. M. Schram, aannemer te Sliedrecht, voor *f* 338400; de derde aanbesteding, die van den binnenbouw, volgde in Maart 1879, en werd gegund aan den aannemer W. J. Kolkert te Deventer voor *f* 197800.; de vierde aanbesteding eindelijk, die der voltooiing, had plaats in Juli 1880 en werd na gehouden herbesteding, mede gegund aan W. J. Kolkert voor *f* 249430.

Aan de firma Geneste et Herscher, Caloristen te Parijs, werd voor *f* 17900 opgedragen het leveren en stellen der calorifères, benoodigd voor de verwarming der magazijnen, lokalen, bibliotheek, gangen en trappen. Met inbegrip van eenige onvoorziene werken heeft het geheele gebouw gekost ongeveer *f* 871 000, alzoo per M². bebouwd oppervlak p. m. *f* 540,00 en per M³. p. m. *f* 27,00.

Met het toezicht over de uitvoering was belast de buitengewone opzichter, de Heer J. Kranenburg, wien daartoe nog wastoe gevoegd de Heer A. Mialaret; met het uitwerken der detailteekeningen, waren behalve genoemde opzichters nog belast de Heeren B. Huizers, en L. Faber.

Na het bovenstaande kan eene verdere toelichting der nevensgaande en der later volgende teekeningen van het gebouw onnoodig geacht worden.

De Bouwkundige voor de Landsgebouwen.

Den Haag Juni 1883. C. H. Peters.

IETS OVER VENSTERS VAN GEKLEURD GLAS EN GLASSCHILDERKUNST.

Onder de voorname kunsten, die, na een tijdelijk verval, in de 19e eeuw weder met liefde beoefend worden en tot merkbare ontwikkeling of bloei gekomen zijn, behoort in de eerste plaats genoemd te worden de glasschilderkunst.

Voorwaar een verblijdend verschijnsel.

Beschouwen wij de groote, nuchtere lichtopening in onze tegenwoordige woonvertrekken, die op niet de minste versiering aanspraak maakt, of in menigen rijk versierden salon als 't ware smeekt om ietwat kleur, dan kunnen wij haar niet anders noemen dan een groote wanklank. Deze is echter niet onopgemerkt gebleven; door middel van gordijn op gordijn te stapelen, heeft men getracht een schrede nader te komen tot het temperen van het al te schelle en overmatig toevloeiende licht.

Maar betere kenteekenen zijn zichtbaar; met de groeiende liefde voor de kunst, begint ook het kleurige venster zich meer en meer in te burgeren.

Wat het venster, uit gekleurd glas samengesteld, in de middeneeuwen voor de kerken was, dat zal het voor dergelijke gebouwen steeds blijven; in onze woning echter moet het nog een meer blijvende plaats veroveren.

Zooals Lübke terecht zegt, is de glasschilderkunst een onafscheidelijk onderdeel van den gothischen stijl. Hare werken moeten de groote lichtopeningen der kerkgebouwen versieren, en het binnenstroomende licht, kleur en gloed geven ... Es sind — zegt de kunstgeleerde — aus Licht und Glut gewobene Farbenteppiche, welche diese weiten Oeffnungen erfüllen, Darstellungen einer Welt verklärter Wunder, welche dem Auge rings entgegentreten und das schon wundervolle Wesen des baulichen Systems zur völlig bewaltigender Wirkung steigern.

Deze woorden geven als 't ware eene definitie van wat een gekleurd venster is voor een kerkgebouw. Maar deze verklaring is tevens van toepassing op het venster van het woonvertrek door alle stijlen heen. Ook Kugler zegt, dat evenals plastisch en geschilderd ornament- en beeldwerk, het geschilderde venster: für die Totalität des baulichen Werkes von wesentlicher Bedeutung ist.

Waar thans pogingen worden gedaan om de spiegelruiten hier en daar te verdringen door gekleurd glas, zal het wel van genoegzaam belang zijn om eenige

weinige regels te wijden aan de glasschilderkunst, daartoe geholpen door den kundigen eigenaar van eene fabriek van geschilderd glas, te Linnich bij Aken, de heer Dr. Med. H. Oidtmann, die in tal van tijdschriften door zaakrijke verhandelingen veel heeft bijgedragen om de kunst te populariseeren, en die in zijne werkplaatsen steeds voortgaat met ijver de kunst op goede wegen te leiden en haar door nieuwe en doelmatige uitvindingen grootere toepassing te verzekeren.

De heerlijke kunst, wier hooge vlucht wij aan den invloed van het Christendom in de middeneeuwen danken, is als onafscheidelijk verbonden aan de architektuur van de tempels waarin de beschavende leeringen verkondigd werden. Was de romp der steenen heiligdommen gereed, dan moest der massa leven gegeven worden, daar buiten door beelden, daar binnen door schilderwerk ... tot op de ramen voortgeplant. Met die monumenten was de kunst één; met hen werd zij groot of zij ging met hen onder, en met het geloof deelde zij alle wisselvalligheden van het lot.

Ongetwijfeld dankt het gebruik van gekleurde vensters zijn ontstaan aan de vloer- en wandmozaieken, die vooral bij de Romeinen, zelfs daar waar het marmer niet inheemsch was, zeer gewild en veel gebruikt werd. Zelfs in ons vaderland vindt men in streken van oudere perioden, waar evenwel geen marmer gevonden wordt, in Limburg treft men overblijfselen van romeinsche villa's aan, waarin dergelijke mozaieken voorkomen. En geen wonder, dat die soort van versiering algemeen de aandacht trok, ook noordwaarts van de Alpen. Trouwens, de christelijke kunst, leefde van de vruchten van klassieken bodem, en uit de catacomben toog ook de wandmozaiek naar de bovenaardsche kerken.

Terwijl de antieke tempel zijn grootste pracht naar buiten verspreidt, tooit de christelijke zich meer en hoofdzakelijk inwendig; vloeren en wanden worden met opus tesselatum en opus sectile versierd, en de zoldering en gewelven vooral prijken met glasmozaiek, een moeilijk aan te brengen versiering, die echter rijk van effekt is, tevens monumentaal en in hooge mate degelijk en duurzaam. De heilige Nulus (5e eeuw) verwierp het daarbij in toepassing gekomen planten ornament. Hij gaf de voorkeur aan voorstellingen uit den bijbel, evenals Paus Gregorius II, die hen, welke niet geleerd genoeg waren om de heilige boeken te lezen, aanschouwelijk op wanden en vensters wilde aantoonen, wat het doel der christelijke leer was. Het venster moest dus behalve tot versiering ook tot leering strekken.

Dat de lichtopening reeds lang de aandacht trok om aan het laatstgenoemde doel te beantwoorden, is zonder twijfel, maar vóór de 10e eeuw schijnt zij daartoe nog niet gebruikt te zijn.

De ouderdom van de kunst om uit glas, ook van verschillende kleur, vensters te maken, is hoogst moeilijk met zekerheid te bepalen; om het met benadering te doen zou men moeten opsporen, in welken tijd ongeveer van het eerste vensterglas gebruik gemaakt werd.

Hoewel glazen vaatwerk voor huiselijk gebruik reeds zeer vroegtijdig in zwang kwam, ja zelfs wandversieringen van gekleurde glazen kubussen, in mozaiek gelegd, vervaardigd werden, is het glas, als afsluiting voor lichtopeningen eerst van veel lateren datum. De Romeinen gebruikten voor dat doel dun geslepen platen van doorschijnend albast, achat of talk, uit Capadocië of Spanje aangevoerd. De gunstige weêrsgesteldheid van Italië droeg er intusschen toe bij, om deze vrij kostbare en met veel moeite verkregen platen, geruimen tijd een luxe-artikel te doen blijven, dat als zoodanig door philosophen, als Seneca b. v., streng werd veroordeeld in hunne predikatiën tegen de in hunnen tijd toenemende verwijfdheid van het volk. Het klimaat was oorzaak, dat men geen behoefte gevoelde om dunne glasplaatjes voor de ramen te gebruiken. Ook is het waarschijnlijk, dat men zeer ongaarne afstand deed van de albasten platen die er zeker veel toe bijdroegen om aan de kleurige wandschilderingen een aangename en warme tint te geven, vooral in de kleinere ruimten zooals de baden en de villa's der voorname Romeinen, een dienst die zij daar bewezen, behalve die van beschutting tegen het ruwe weder in meer noordelijke streken. De albasten platen deden hetzelfde effekt als ons tegenwoordig melkglas.

De opgravingen te Pompeji en Herculanum hebben belangrijk meer licht verspreid over de eerste aanwending van glas als raambekleeding. De eerste sporen daarvan kunnen tot in de 4e eeuw na Christus terug gebracht worden.

Winkelman vond in het puin van Herculanum stukjes vlak glas, en besloot daaruit en uit het feit dat hij naderhand dezelfde vondst deed in een nog aanwezig venster, dat de Romeinen reeds onder hunne eerste keizers het vensterglas kenden. Andere berichten uit de eerste eeuw der christelijke jaartelling doelen waarschijnlijk op het doorzichtige gipsspath hetwelk hier en daar nog in de middeneeuwen gebruikt werd. Latere vondsten, te Pompeji gedaan, schijnen volkomen te bewijzen, dat in die stad verschillende ramen met glas bestaan hebben. Helder wit was dit glas echter niet; uit citaten van meerdere schrijvers moet opgemaakt worden, dat het een geel- of warm roodachtige tint bezat. Zoo verhaalt onder anderen Gregorius van Tours, dat het glas der kerkvensters, geel van kleur zijnde, niet zelden gestolen werd, omdat de dieven meenden, dat die geele kleur, de aanwezigheid van goud bewees.

Eerst het Rome der christenheid maakte van de kunst om voorwerpen van glas te vervaardigen een kleinkunst der catacomben, want daarin ontstonden de eerste werkplaatsen der christelijke kunst Tot bijna volkomen ontwikkeling kwam daar de kunst om email te vervaardigen en met eene wel te begrijpen voorliefde werden uit azuurblauwe stukjes glas, medaillons vervaardigd met de beeldtenissen der apostelen Petrus en Paulus, of de meest bekende christelijke symbolen: de visch, het lam, het hert, de haan, de pelicaan, de phoenix, de slang, enz., waarvan voorbeelden in bijna elk museum van eenigen omvang, vooral in Italië, te vinden zijn. De grond is

meestal glinsterend blauw, de kleur der liefde, met randen uit witte arabesken bestaande; de figuren hebben kleedij met gouden, zilveren en purperen versierselen, en de overige ornamentale onderdeelen zijn met goud, of groen en rood versierd. Alles getuigt van eene vrij groote kunstvaardigheid die thans nog verbazing wekt.

Aan de zegevierende romeinsche legioenen danken de noordelijke volkstammen van Europa de kennis van verschillende kunstambachten en hunne produkten, onder anderen ook die van de glasschilderkunst, die eene gereede invoering heeft gevonden.

Trouwens in die noordelijker gelegen landen was het glas in de lichtopeningen veel meer op zijn plaats dan in 't zuiden, en de ontwikkeling van de kunst heeft dan ook onder de Galliërs en Germanen haar gouden eeuw beleefd.

Vele zangers uit de 4e en 5e eeuw maken met warmte gewag van de wondervolle indrukken die gekleurde wandmozaieken op hen maakten. In Rome en Lyon en voornamelijk in vele der groote gallische steden, schenen de kerken toen reeds met dergelijke versieringen te prijken. Van alle monumentale bouwwerken is het echter de Agia Sofia van keizer Justinianus, die de heerlijkste mozaieken vertoonde op wanden en bodem. Wie die niet gezien heeft kan een weerschijn daarvan vinden in San Marco te Venetië en San Giusto te Triest. In deze laatste kerk aanschouwde ik dergelijke wandbekleeding voor het eerst, op grooter schaal in toepassing gebracht, en de indrukken daar verkregen zullen mij niet lichtelijk ontgaan.

Het gebruik van gekleurd of geschilderd glas in vensters klimt op tot in de 5e eeuw. Zoo bezingt de bisschop van Clermont, Sidonius Apollinarius, in 450, de vensters der Maccabeuskerk te Lyon. Menig dergelijk voorbeeld zouden wij hier nog kunnen aanhalen uit de „Histoire de la peinture sur verre" van Levy et Capronnier.

In zijne liederen vergelijkt Prudentius († 413 na Chr.) de reeds van verschillend glas samengestelde boogvensters der St. Paul te Rome, met hun „grasvelden vol bloemen."

Paus Leo III schonk aan de Pieterskerk te Rome, vensters van veelkleurig glas.

Paus Benedictus III deed in 856 hetzelfde met de kerk der heilige Maagd aan gene zijde van de Tiber. Deze waren slechts mozaiek vensters.

In de 7e en 8e eeuw heeft de kunst reeds eene tamelijke hoogte bereikt, vooral in Noord-Italië en in Gallië, en uit de fransche werkplaatsen reizen de bekwame werklieden naar alle oorden, tot naar Engeland, Denemarken en Zweden.

Ook toen ter tijde kwam het encaustisch schilderen in zwang; het tapijt van mozaiek wordt veredeld en volmaakter en de vrije teekening met het dekkende smeltzwart wordt er aan toegevoegd.

In de 10e eeuw kwam een vrij belangrijke uitvinding aan de kunst, die toen voorbereid werd, ten goede; het was die der looden roeden. Vroeger namelijk zette men, zooals nog in romaansche kerken is aan te wijzen, het glas in de doorboorde steenplaten en, waren deze open gedeelten te groot, dan zette men er eerst een houten ring in, waarin dan het glas gevat werd. Met behulp van looden roeden kon echter de kunstenaar meer ingewikkelde dessins

Fig. 1.

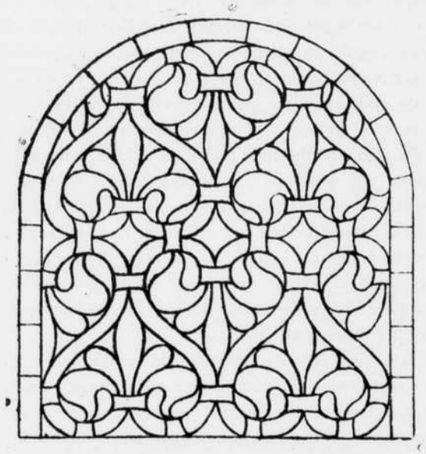


Fig. 2.



maken, zooals de fig. 1 en 2 aantoonen. Deze stellen vensters van een later tijdperk voor, en worden alleen als voorbeeld gegeven. Bij dergelijke samenstellingen werd aanvankelijk van slechts eene kleur van glas gebruik gemaakt, later van twee, hoogstens van drie kleuren.

Enkele berichten duiden alleen op geelachtig glas, b. v. een uit het jaar 1000 over de kerk te Tegernsee, terwijl andere van meerdere kleuren gewag maken. Raspert, een monnik van St. Gallen b. v., bespreekt in zijne beschrijving, dateerende ongeveer 870, over de Munsterkerk te Zurich, niet alleen het beeld- en schilderwerk dezer kerk, maar ook de veelkleurige vensterglazen. Het duidelijkste bericht vindt men evenwel in

de kronijken van een monnik van St. Remy, die zelfs van vensters verhaalt waarop verschillende gebeurtenissen waren voorgesteld.

Gedurende de middeleeuwen waren het de kloosters, waar met voorliefde de glasschilderkunst beoefend werd, vooral ten behoeve van de kerkversiering, hare grootste roeping. Of echter de eerste monniken-glasschilders de noodige kartons zelve ontwierpen of dat zij de enkele stukken glas slechts tot een geheel samenbrachten op die kartons, dit is niet met zekerheid te zeggen.

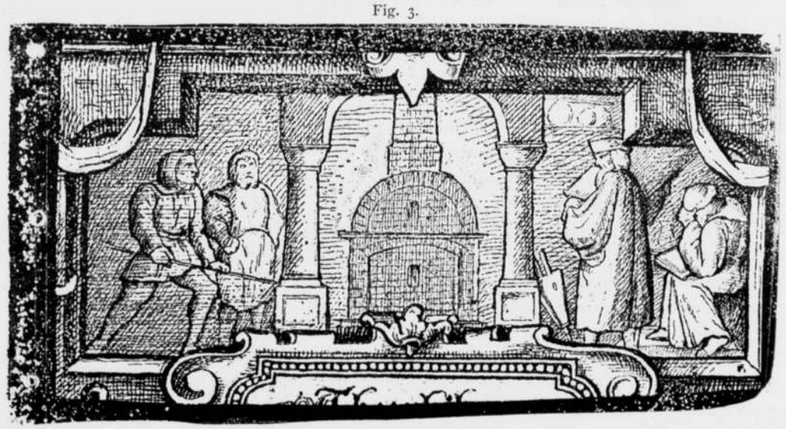
De stichter der benidictijner orde prentte zijn volgelingen het „bidt en arbeidt" in, met uitdrukkelijke verwijzing naar de kunsten. Zijne volgelingen waren het die de glasschilderkunst het ijverigst beoefenden.

De eerste tevens meest betrouwbare schrijver over gekleurd glas was Theophilus. In welken tijd en waar deze monnik geleefd heeft en zijne recepten voor den glasschilder schreef, is niet met zekerheid te bepalen. Fransche schrijvers en geschiedvorschers, als Hendric en Labarte, meenen te moeten aannemen, dat hij in het eerste vierde gedeelte der 11e eeuw in een duitsch klooster zijne geleerde studiën en aanteekeningen maakte. Hij heeft onder anderen eene uitvoerige beschrijving van de toenmalige wijze van bewerking gegeven, aan welke handleiding wij het volgende ontleenen.

De kunstenaar teekende op een houten bord, bedekt met een dunne laag geslempt wit krijt, de juiste verhoudingen van het ontwerp en daarna de omtrekken der beelden, ornamenten, enz., eerst met lood of tin, en vervolgens met roode of zwarte verf; daarna gaf hij de schaduwen, plooien, enz. met juistheid zoodanig aan, zooals zij op het glas moesten voorkomen.

De aldus verkregen karton werd vervolgens gekleurd of wel de kleuren werden er met letters op aangegeven. Elke kleur had namelijk een eigen letter ter onderscheiding. Op de gekleurde deelen werden dan gelijkkleurige stukken glas gelegd, waarop nauwkeurig de voor het doel noodige grootte werd afgeteekend en de stukken volgens die grenslijnen met een gloeiend ijzer afgesneden. (Het gebruik van diamant was toen nog onbekend.) Op deze stukken werden vervolgens met smeltzwart de schaduwen, of kleinere verdeelingen geteekend, en ingebrand in een oven als door fig. 3 wordt voorgesteld. Deze figuur is ontleend aan een brokstuk geschilderd glas uit de 13e eeuw

Fig. 3.



Oven voor het inbranden der kleuren in het glas (naar Theophilus); 13e eeuw.

of het begin der 14e eeuw, en vertoont een oven, geheel gelijk aan die welke nog heden ten dage gebruikt worden.

In figuur 4 wordt voorgesteld op welke wijze de schilder, bij doorvallend licht, de kleuren op het glas bracht.

Omtrent de bereiding van het genoemde smeltzwart zegt Theophilus het volgende: Fijn geslagen of gestampt koper moet in een ijzeren schaal geheel tot poeder gebrand worden, 't welk dan met eene even groote hoeveelheid groen glas en griekschen saphir vermengd moet worden; alle bestanddeelen moeten tusschen phosphyrsteenen gemalen worden. Als bindmiddel werd van wijn en soms van andere vloeistoffen gebruik gemaakt. Dit mengsel diende om daarmede de teekening aan te leggen.

Waren de lijnen enz. behoorlijk ingebrand, dan werd een mozaiek samengesteld en de enkele deelen daarvan door middel van looden roeden tot een geheel samengesteld.

Dezelfde bron leert, hoe men schrift op glas bracht. Dit laatste werd met dekbruin bestreken, hetwelk weder weggenomen werd ter plaatse waar de letter moest komen, zoodat deze eigenlijk zich voordeed als van goud op een zwarten grond.

Deze uitvoerig beschreven handelwijzen bleven onveranderd behouden in de 12e en 13e eeuw, die een rijke nalatenschap van bewijzen daarvoor achterliet; het smeltzwart werd intusschen daarna verbeterd, doordien een mengsel van zand of poeder van vuursteen, loodoxyde en borax, met bruinsteen, koper- of ijzeroxyde gebruikt werd.

Onder belangrijke geschiedkundige aanteekeningen vinden wij vermeld, dat een klooster te Tegernsee in de 11e eeuw van geschilderde ramen voorzien werd, die vervaardigd waren door den monnik Weringher, tevens beeldsnijder, miniatuurteekenaar en schrijver.

Fig. 4.



Ook uit eene verklaring van den bisschop Godehard van Hildesheim (1022—1039) moet opgemaakt worden, dat in zijn tijd reeds werkelijk geschilderde vensters gemaakt werden. Het gebruikte glas, zooals uit vele vensters van dien tijd blijkt, was zeer dik; in een kerk te St. Denis onder anderen .5 mM.; het was niet vlak en kwam in stukken voor welker grootste afmetingen slechts 12 cM. bedragen.

Uit de 11e en de beide volgende eeuwen zijn enkele namen van bekwame glasschilders tot ons gekomen. Voor Nederland is het merkwaardig hier te vermelden, dat te Roermond reeds eene beroemde fabriek van geschilderd glas bestond in de 12e eeuw, onder graaf Gerard III van Gelre, die een aantal architekten en beeldhouwers om zich henen verzamelde ten behoeve van den bouw van de Munsterkerk.

De Cisterciensers mochten, wegens een verbod in de statuten hunner orde in 1134 uitgevaardigd, geen menschelijke figuren afbeelden; zelfs was hen het genot ontzegd zich te verlustigen in het spel der kleuren. In vele hunner kerken werden dan ook slechts éénkleurige vensters gebruikt. Maar zij schijnen het niet allen zoo geheel nauw met het verbod genomen te hebben, zelfs niettegenstaande in 1182 het kapittel der orde het andermaal uitvaardigde. In vele toch, der uit dien tijd af komstige vensters, wordt het verbodene aangetroffen. In de 14e eeuw zijn de vensters der Cistercienser kerken weder meer algemeen met bont gekleurde figuren versierd en alleen de meer ondergeschikte ornamentale deelen zijn aan den ouderen stijl getrouw gebleven. In 't algemeen dienden de uit marmer of brons in de romaansche vensterbogen gebruikelijke arabesken, zooals deze nog in San Marco te Venetië en San Miniato bij Florence aanwezig zijn, en welker open vakken licht en lucht moesten doorlaten, tot voorbeelden voor den Cistercienser glasschilder. Trouwens ligt het zeer voor de hand, dat juist deze versieringen het eerst in gebruik kwamen om nagebootst te worden op glas, dat in ruwere klimaten tot beschutting der inwendige kerkruimte moest dienen; bij de eerste voorbeelden van dien aard bestond de beschildering, waar die soms werd aangetroffen, uit dekkend zwart of bruin, op zoogenaamd wit glas, dat in werkelijkheid echter groenachtig was.

Herberger, de archivaris der stad Augsburg, wil uit den stijl en de kleedij der figuren, voorkomende op de geschilderde vensterglazen van den dom zijner stad, opmaken, dat zij uit de 11e of zelfs uit de 10e eeuw afstammen, terwijl Kugler ze onder de werken der 13e eeuw rangschikt. Andere schrijvers meenen op goede gronden uit de verklarende onderschriften en de romaansche ornamentiek dezer kunstwerken te moeten besluiten, dat zij met zekerheid uit het midden der 11e eeuw afstammen en geenszins van ouderen datum zijn. Wel is de wijze waarop de mantel op den rechter schouder is vastgehecht volgens eene der oudste gebruiken voorgesteld, maar deze komt nog in het laatst der 12e eeuw voor, toen het vasthechten op de borst door middel van een agraaf mode was.

Wanneer de vorm der hoeden bij de Joden in gebruik, en voorgesteld op de glazen te Klosterneuburg,

Fig. 5.



Venster uit Klosterneburg. 12e eeuw.

meer trechtervormig, en die op de Augsburger vensters meer suikerbroodachtig is, dan is echter door deze vormen nog niet uitgemaakt, dat de vensters waarop de laatste voorkomen, de oudste zijn.

Ook het byzantijnsche in houding en drapeering der figuren, is geen bewijs voor Herbergers stelling; ja,

men kan er tegen aanvoeren, dat de figuren zeer groot en alleen staande zijn en dat de achtergrond alle versiering mist, hetgeen bij de werken der 10e en 11e eeuw nooit voorkomt.

Verschillende godshuizen beroemen er zich op, vensters met beeldwerk te bezitten, uit de 12e eeuw afstammende; de meerdere kennis, uit de onderzoekingen voortvloeiende die in onze dagen plaats hadden, heeft echter bewezen dat meerdere dezer kunstwerken van veel lateren tijd zijn.

Een voorstelling van de menschelijke figuur komt zeer zelden in schilden of medaillons van die ramen voor, welke uit de eerste tijden van de beoefening der kunst dateeren; in die tijden behooren de zuiver ornamenteele compositiën te huis en wel voornamelijk die zooals de arabesken enz., welke aan geweven stoffen, wandbeschilderingen en vloermozaieken ontleend zijn.

Wat figuren betreft, de oudste voorbeelden doen ons zien, dat de omtrekken daarvan door het lood werden bepaald, zooals in vele vensters der abdijen Bonlieu, gebouwd van 1119 tot 1141, en Pontigny, van 1114 tot 1150, enz. bewijzen.

Eenige vensters uit groenachtig wit glas samengesteld, in de Cistercienser kloosterkerk te Heiligenkreuz in het Wiener Wald bij Weenen, evenals die der beide laatstgenoemde abdijen, dragen sporen van meer kunstvaardige bewerking. De omtrekken worden eensdeels door het lood, maar anderdeels, en dan met groote vaardigheid, door smeltzwart aangegeven en de schaduwen met bruin, terwijl de grond gestreept is. Deze laatste werd verkregen door op het glas smeltzwart te brengen, dat vóór het inbranden daarvan, waar zulks noodig was, weder met een radeerstift werd weggenomen.

Het genoemde klooster te Heiligenkreuz werd door markgraaf Leopold van Babenberg in 1135 gesticht. De daarin aanwezige vensters zijn vooral om hunne zeldzaamheid van belang voor de geschiedenis der kunst. In de Cistercienser kloosters van Bonlieu en Obasine in Frankrijk (Limoges), werden dergelijke gevonden door den abt Texier, die ze beschreven heeft in zijne „origine de la peinture sur verre, 1850." De vensters uit Heiligenkreuz werden in teekening gebracht door Albert Camesina en de afbeeldingen in 1859 in het licht gegeven.

Bij de vensters van de Hohenzollersche Stiftskerk te Heilsbronn bij Anspach zijn de beelden streng, vlak, zonder veel beschildering (met schaduw) gehouden, terwijl de gestreepte grisaille op de hiervoren aangegeven wijze door middel van radeeren is verkregen.

Tot de beste voorbeelden met figuren, uit de vroegste tijden tot ons gekomen, behooren de vensters uit den apsis der abdijkerk te St. Denis, welke op last van den abt Sugerius omstreeks het midden der 12e eeuw werden vervaardigd, en waarvan één, Sugerius zelve voorstelt, knielende aan de voeten der heilige maagd.

De vensters uit Chartres en Vendome zijn uit ongeveer denzelfden tijd afkomstig, maar hebben minder kunstwaarde. Chartres evenwel is rijk aan meesterwerken uit de 13e eeuw en een der aldaar gevestigde glasschilders leverde onder anderen een venster te Rouan; zijn naam was Clemens Vitrearius Carnotensis M(agister).

In de Sainte Chapelle en in Notre-Dame te Parijs, in de kathedralen van Amiens, Bourges, Lyon, Mons, Poitiers en Reims komen glasschilderwerken uit denzelfden tijd voor; in Normandië en in de omstreken van Parijs worden de meeste voorbeelden uit dien tijd gevonden.

Frankrijk was destijds de hoofdzetel dezer kunst en mocht de beste werklieden herbergen; deze werden nu hier, dan daar in den vreemde geroepen, onder anderen tijdens de regeering van Jan zonder Land, naar Engeland. De vensters van de kathedraal van Salisbury werden echter nog te Dyon vervaardigd, maar die uit de zijschepen van het koor der kathedraal te Canterbury, waarschijnlijk uit het laatst der 12e eeuw afstammende, schijnen in Engeland zelve vervaardigd te zijn, hoewel door Fransche kunstenaars.

Tot de schoonste werken in Duitschland uit het begin van de 13e eeuw, behooren de drie koorvensters der stiftskerk St. Materniani te Bücken aan de Weser. Het middelste stelt de geschiedenis van den Heiland voor, de beide andere, de legende van den heiligen Nicolaus. De randversieringen stellen de geschiedenis der dwaze en wijze maagden voor.

Behalve enkele vensters uit de Munster te Straatsburg en de Maria-bergkerk te Helmstadt, die uit de 12e eeuw afstammen, heeft de 13e eeuw zeer merkwaardige voorbeelden achtergelaten in het oostelijk dwarsschip en koor der Kunibertskerk, in het koor en de kapellen van den kooromgang van den Dom te Keulen; en om verder slechts enkele andere voorbeelden te noemen, in de kathedraal te Lausanne en de kloosterkerk te Wettingen in Zwitserland.

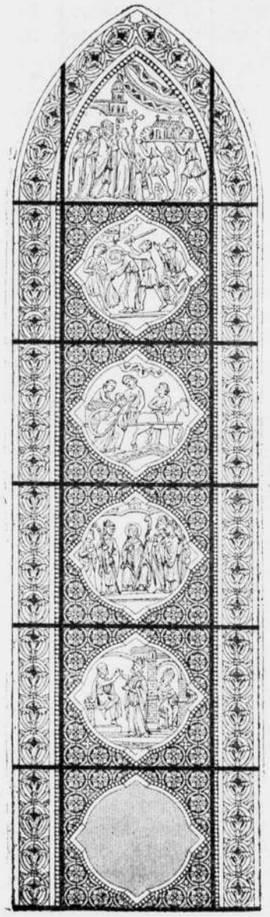
De dom te Praag werd in 1276 met een tweetal prachtige vensters versierd; het drietal uit de Johanneskerk in den Tower te Londen dateert na 1240.

In Klosterneuburg woonde nog in 1290 een beroemd meester, Eberhard, aan wien vele kunstwerken uit den omtrek worden toegeschreven.

De 13e eeuw is zonder eenigen twijfel de merkwaardigste tijd voor de glasschilderkunst geweest. Zij deed toen een ware triomftocht door Italië, Sicilië, Spanje en tot in het verre Oosten, overal nieuwen en frisschen gloed verspreidende. De oostelijke grenzen van Frankrijk bezitten thans nog de meeste kunstwerken uit dien tijd, die meerendeels zijn gepubliceerd. Zij zijn echter niet geheel gaaf maar met verstand gerestaureerd, tot ons gekomen.

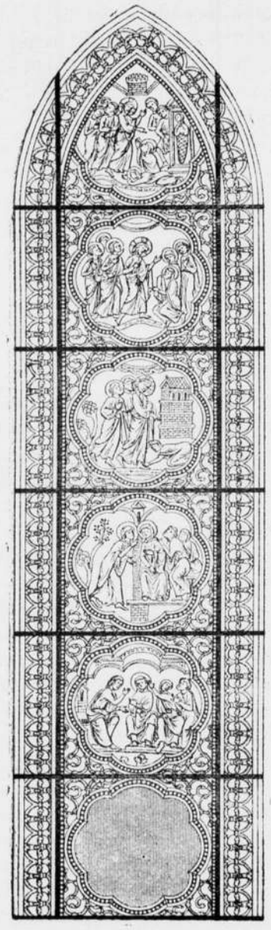
Het karakter, de stijl van het 13e eeuwsche venster was nog gebleven overeenkomstig den stijl der 12e eeuw, alleen zijn de figuren vrijer en losser van teekening en tevens grooter van omvang, meestal op kleurloozen grond, dus grijs in grijs geschilderd. Gewoonlijk werden deze grootere figuren in het bovenvenster van het schip der kerk geplaatst, in een omlijsting met grisaille, terwijl in de ramen der zijschepen en de kooromgangen de verdeeling met medaillons, waarin veelal portretten, behouden bleef.

Fig. 6.



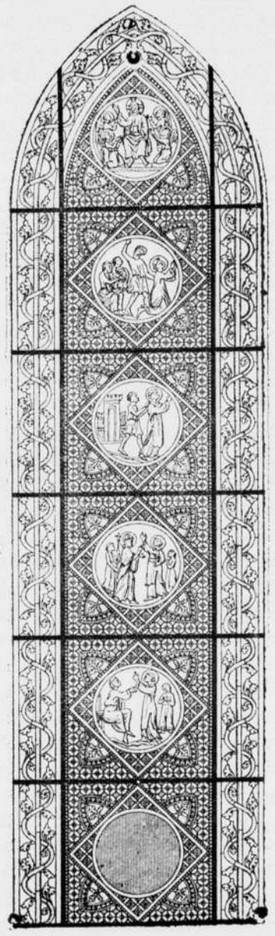
12e eeuw.

Fig. 7.



Cathedraal van Bourges. 13e eeuw.

Fig. 8.



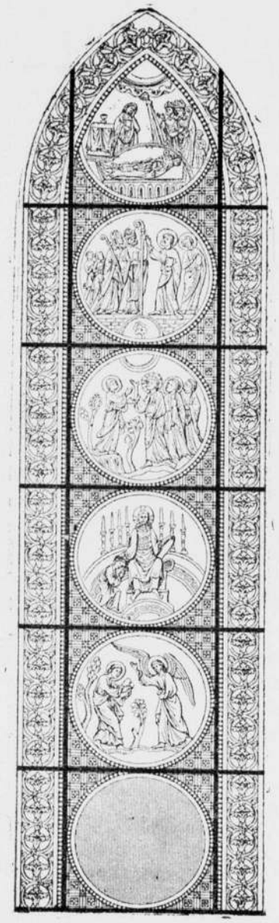
12e eeuw.

Van af de 11e tot de 13e eeuw vertoonen de beschilderde vensters één groote familietrek, die trouwens op elk kunstgebied uit die periode valt waar te nemen; elke kunst uitte zich in christelijken zin, zich losmakende van antieke overleveringen, daarbij den germaanschen geest huldigende. De groote werken der glasschilderkunst vertoonen ornament vol van fantasie, ontleend aan de versieringen der geweven stoffen, terwijl de figuren, personen uit de Heilige Schrift voorstellende, òf in medaillons, dus omlijst, òf vrij, als enkelvoudige herhalingen, een patroon samenstellen. Van naturalisme is bijna geen spoor te vinden; de figuren zijn geteekend onder den invloed der christelijke symboliek. Het Oude en het Nieuwe Testament leverden voortdurend en in rijke verscheidenheid tal van onderwerpen die op de naiefste wijze behandeld werden. Groote verscheidenheid heerschte in den vorm der medaillons, hetgeen reeds blijkt uit de weinige hier gegeven voorbeelden. In de figuren 8 en 9, vensters uit het laatst der 12e en de 13e eeuw voorstellende, is de vorm al zeer eenvoudig. In figuur 10 zien wij de medaillons onderling door kleinere, met bladornament gevuld, vereenigd.

In de figuren 11 en 12 zijn vensters afgebeeld (waarschijnlijk uit de kathedraal te Lyon) afkomstig uit de 13e eeuw. Zij zijn samengesteld uit meerdere geheele en halve, somwijlen gedeeltelijk in elkander grijpende, medaillons van verschillende vormen, op een achtergrond welke versierd is met fijn ornament, aan geweven stoffen ontleend.

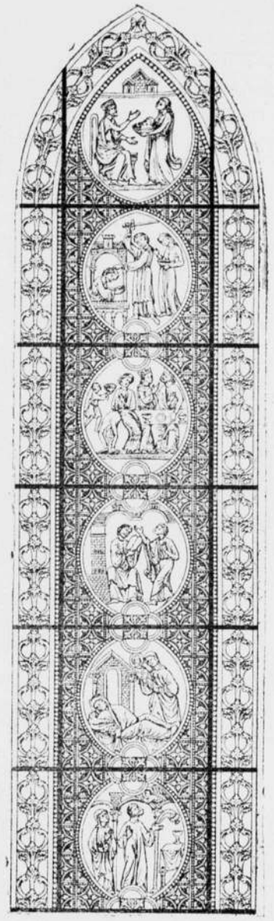
De werken van de 12e en het begin der 13e eeuw staan merkbaar veel hooger dan die uit het einde der laatstgenoemde eeuw, zoowel wat karakter als wat teekening betreft. In de 12e eeuw waren nog griekschbyzantijnsche invloeden merkbaar, vooral bij de figuren welker kleedij nog geschilderd was op een volgens zuiver anatomische wetten geteekend lichaam; niet één plooi was toevallig. Al was het kleedingstuk nog zoo ruim,

Fig. 9.



13e eeuw.

Fig. 10.



13e eeuw.

Fig. 11.



13e eeuw.

de schouders, ellebogen, heupen en knieën waren duidelijk daaronder zichtbaar en daar waar het kleed los moest blijven hangen, werd het voorgesteld alsof het door den wind bewogen werd. De beschildering van het venster waarvan wij hier een afbeelding geven (zie fig. 13) moge daarvan getuigenis afleggen. De kleur is daarin even bestudeerd als dit van de proportiën uit deze houtsnede blijkt.

Het algemeene karakter der teekening is kenschetsend voor deze tijden; in de ontwerpen is veel meer losheid en veel grooter handeling te bespeuren. De stijfheid der figuren uit de grieksch-byzantijnsche school afkomstig, werd op zijde gedrongen door levendigheid in den handelenden persoon; de traditioneele gerekt-ovale vormen van het menschelijk gelaat zonder uitdrukking, werd vervangen door physionomiën welker trekken duidelijk het voortestellen karakter gaven. In één woord, de kunst was los van het conventioneele in alle onderdeelen. In den loop der 13e eeuw begon men echter ook reeds te zondigen tegen hetgeen den roem van den voortijd was geweest.

In 't algemeen werd in de 12e en de 13e eeuw de kunst nog met groote liefde en nauwgezetheid beoefend en stond zij in hooge eere; maar nalatigheid in de teekening en de rangschikking der kleuren volgde in steeds toenemende mate in de 14e eeuw; in de daaropvolgende tijden werd de kunst aan achteloosheid, ja zelfs aan vergetelheid prijsgegeven.

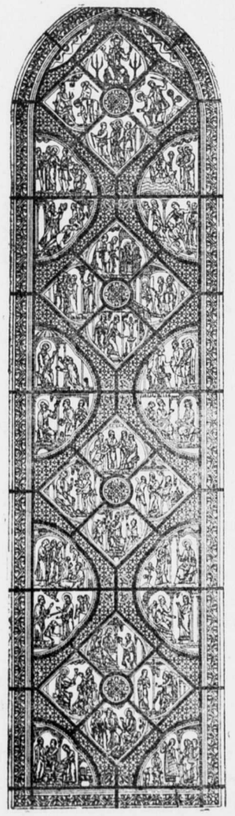
Hoewel de uitvoering van lateren datum schijnt te zijn, zijn de prachtige ramen uit het westelijke koor van den dom te Naumburg aan de Saale nog in den stijl der 13e eeuw uitgevoerd. In de medaillons, duidelijk door ijzeren roeden omzoomd, volgen een aantal voorstellingen, in den geest van St. Michiel die den draak bekampt, op elkander; zij verheerlijken de overwinning van het Christendom op Joden- en Heidendom. De achter-

grond der medaillons, die verschillend van vorm zijn, is steeds versierd met dessins aan geweven stoffen ontleend.

Het met recht monumentale karakter der glasschilderwerken begint in de 14e eeuw langzamerhand op den achtergrond te geraken; de ramen schijnen veelal niet meer in het kader der gebouwen te passen. De figuren worden al grooter en grooter, en hoewel de teekening, vooral van de kleedij en het weergeven van het karakter harer stoffen, beter en belangrijker worden, beginnen de ontwerpen in hun geheel, vooral wat harmonische indeeling aangaat, zeer in aesthetische waarde te verminderen. De figuren gaan te veel domineeren; zij houden op een onderdeel van het ornament te zijn; zij treden als portretten voor zich zelve op, later omlijst met onderwerpen uit de architektuur geput. Baldakijnen, nissen, tempelportieken en vele andere architektonische onderdeelen te treden sterk op den voorgrond en hebben het geestig in elkander geslingerde ornament en het kleurige mozaiekwerk van vroegere eeuwen verdrongen.

In fig. 14 wordt een afbeelding gegeven van een venster uit eene kerk in Engeland, welk kunstwerk getrouw in den stijl der 14e eeuw is uitgevoerd. De drie

Fig. 12.



13e eeuw.

daarop voorgestelde tafreelen uit het leven van Jezus zijn niet meer in medaillons gevat; de figuren zijn grooter dan die welke in de vorige eeuwen werden gebruikt en het streven om het eigenlijke schilderstuk met details te omlijsten, die aan de architektuur ontleend zijn, is reeds duidelijk kenbaar. Dit schaadt hier aan de eenheid.

Een voorbeeld van de samenstelling van vensters uit de 15e eeuw geven wij in figuur 15. Dit venster, op last van den op het slot Breil wonenden graaf von Goltstein uitgevoerd en in de kerk te Hünshoven geplaatst, is wel van hedendaagsch maaksel, maar is getrouw naar de traditiën van de 15e eeuw gevolgd. Op een voetstuk als 't ware, evenals wij dit in fig. 14 vinden, waarop hier het familiewapen van den schenker prijkt, staat de figuur van een ridder, die een draak versloeg, onder een baldakijn, in schilderwerk weergegeven, zooals deze in marmer zou kunnen uitgevoerd worden. De achtergrond, slechts boven in het venster zichtbaar, bestaat uit fijn ornament, naar geweven stoffen genomen.

Deze inlassching van eene kleine- in een groote architektuur, heeft het aanschijn gegeven aan de onrustige ramen die, als kantwerk in glas en steen, den gothischen stijl in zijn verval voorgaan en volgen.

In Italië heeft de glasschilderkunst nooit de hoogte bereikt van de kunst in Frankrijk, Duitschland of Engeland.

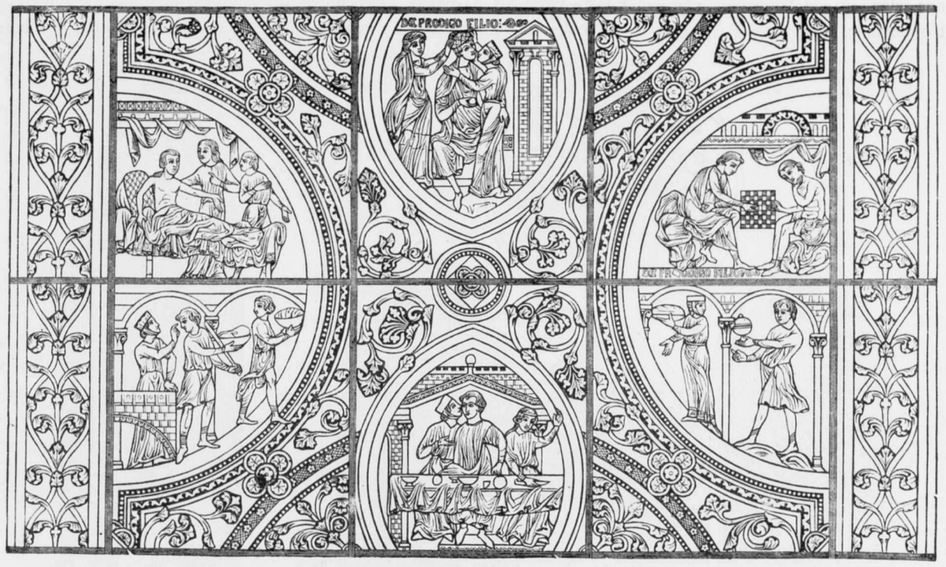
In den dom van Orvieto zijn de eerste zeer merkwaardige voorbeelden aanwezig, afstammende uit de 14e eeuw, de tijd waarin te Sienna een school voor glasschilderkunst gevestigd werd.

Toen de Sancta Maria de Fiore te Florence gesticht werd, moest omstreeks 1434 in ver verwijderde landen naar kunstenaars gezocht worden, die dit grootsche bouwwerk met daarvoor passende geschilderde ramen versieren zouden, niettegenstaande Florence zelve toen ter tijde op elk ander gebied van kunst de beste beoefenaars huisvestte. De glazen zijn van een kunstenaar uit Lübeck.

Een bewijs, dat althans in Italië het inbranden van schilderwerk in glas niet algemeen was — of wel dat, al was de degelijke kunst der 12e en 13e eeuw niet in haar volle glorie tot die streken doorgedrongen, dit toch wel het geval was met de kenteekenen van haar verval en naderenden ondergang — vindt men in een contract, te Arezzo in 1477 opgemaakt en waarbij uitdrukkelijk wordt bepaald: dat de kleuren moesten worden ingebrand en niet op het glas mochten worden geschilderd met verwen welke niet ingebrand konden worden.

Tot in de 14e eeuw bewoog de kunst zich bijna uitsluitend op godsdienstig terrein, maar in de 15e eeuw begon het huisselijke en openbare leven hare hulp al meer en meer in te roepen. Elk raadhuis, de huizen der gilden en bijna elke patricische woning, ja zelfs vele burgerwoningen, die toen bijna allen inwendig een bewijs van heerschenden kunstzin leverden, waren met gekleurde of geschilderde vensters getooid, welke laatste vooral in Duitschland een eigenaardig karakter dragen. Elke werkplaats bracht zijn eigen kunstwerken ter wereld; deze waren als de verschillende dialekten van de taal die

Fig. 13.



Fragment van een der 146 vensters der kathedraal van Chartres, voorstellende de geschiedenis van den Verloren Zoon.

door een zelfde ras gesproken worden; zij dragen een gemeenschappelijk karakter. De reden daarvan?

In de werkplaats werd 's meesters opvolger gevormd, en had deze de noodige bekwaamheid verkregen om op eigen beenen te staan, dan moest hij, reizende, zijn opvoeding verder voltooien. Kon hij na die kunstreis zijn proefstuk goed afleveren, dan werd hij zelve meester in het vak; zoo niet, dan bleef hij onder hetzelfde dak met zijn vroegeren leermeester werken en als diens familielid beschouwd.

In Italië stichtte de Dominicaner monnik Jacob Griesinger, uit Ulm geboortig, te Bologna waar hij in 1491 stierf, een eigen school; hierdoor en door de groote vaardigheid waarmede hij kleuren in glas wist te branden heeft hij zich een welverdienden naam bezorgd. Hij wordt ook genoemd als de uitvinder van het schoone uit zilverzouten bereide geel, dat thans nog onder den naam van kunstgeel of glasgoud der ouden een groote rol speelt. Tot in de 18e eeuw werd deze Griesinger nog telken jare herdacht als schutspatroon der glasschilders; de San Petronia te Bologna bezit meerdere zijner werken waarin men de duitsche kleuren, gepaard met de italiaansche wijze van schilderen, terstond opmerkt.

Reeds in de eerste helft van de 15e eeuw werden in de kunst kenteekenen van zeer bedenkelijken aard waargenomen, die in de tweede helft dezer eeuw zoodanig op den voorgrond treden, dat men er duidelijk den geest in kan waarnemen die er toe dringen wilde, de wetten die de kunst beheerscht op zijde te schuiven. Toch bleef uitstekend werk niet uit, vooral in Duitschland, werk dat van oorspronkelijkheid en kracht getuigt. De beste stukken uit de 15e eeuw worden aangetroffen in de Nicolaaskerk te Wilsnack, de Catharinakerk te Salzwedel, de Matthiaskerk te Trier, de Munster te Freiburg, de domkerken te Regensburg, Stendal, Augsburg, Eichstadt, de Frauenkirche te München, de slotkapellen te Blutenberg en te Wiener-Neustadt, de Jacobskerk te Straubing en in kerken te Falkenhagen, Pipping, Jenkofen en Heiligenblut bij Weiten; de kroon spannen de glazen te Nürnberg, Ulm en Keulen, en die uit de St. Lorenz- en St. Sebaldkerken te Nürnberg worden tot de schoonste ter wereld gerekend.

In laatstgenoemde stad leefde en werkte Veit Hirschvogel — in 1451 geboren uit eene familie welke zich sinds jaren op het glasschilderen had toegelegd — die door geen zijner tijdgenooten werd overtroffen.

In de bovengenoemde St. Lorenzkerk leverde meester Wolkammer in 1493, ten behoeve van een venster met den stamboom van Christus, de voorstelling der Donatorenfamilie en haar schutspatroon, zijn beste werk, en omstreeks 1480 schilderde meester Hans Wild twee vensters voor het koor van den dom te Ulm, die van ongeëvenaarde kleurenpracht zijn. Tot de meest beroemd geworden werken behooren de 5 vensters uit het noordelijke zijschip van den dom te Keulen, in de jaren 1507—1509 vervaardigd.

In de 15e en 16e eeuw staan den glasschilders eene grootere verscheidenheid van kleuren ten dienste dan in de daaraan voorafgaande tijden, en onder deze zijn het de goudkleur en het zilvergeel die aan de grisaille vensters, vooral die der Cisterciensers, een kleuriger en rijker aanzien geven. Maar in 't algemeen is toch bijna overal reeds verval waar te nemen. Uit dien tijd dateeren zelfs enkele vensters van het overigens zoo rijk versierde koor van Santa Croce te Florence, waarop de tafreelen echter

met gewone olieverf geschilderd zijn. Waar wij dergelijke zonde zien in een bouwwerk van een kunstwaarde als het genoemde, daar mogen wij geen al te hoogen dunk meer koesteren van den toestand waarin de kunst zich bevond. De echte kunst blijkt aan het tijdperk van verval genaderd, waartoe nog eene nieuwe vinding het hare

Fig. 14.

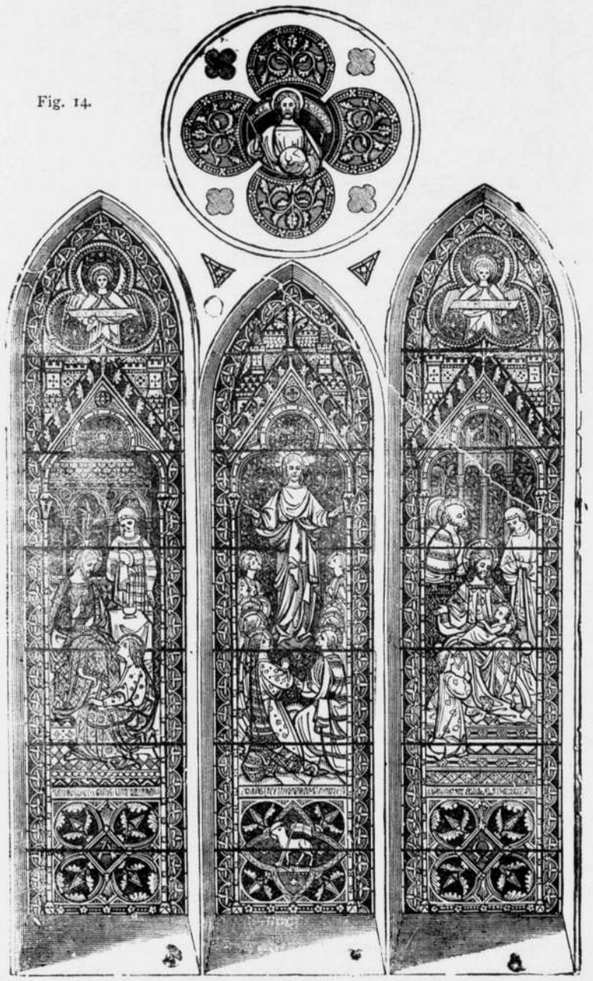


Fig. 15.



bijdroeg: het kleurlooze glas waarop eene dunne laag gekleurd glas was aangebracht. Door het naar gelang der behoeften meer of minder wegslijpen of wegetsen der gekleurde laag, werd het verlangde effekt gezocht. Maar een dergelijke kunstgreep is in de glasschilderkunst te verwerpen, eerstens omdat zij te kinderachtige effekten voor het doel doet geboren worden, die verre achterstaan bij de meer geniale en grootsche, aan de oorspronkelijke methode van werken eigen, en ten andere omdat door deze slechts gedeeltelijk gekleurde glassoorten niet die intense kleuren kunnen verkregen worden die de andere glassoorten in volle pracht ons aanbieden.

Met de groote vlucht welke de schilderkunst nam, werden de eischen voor het glasschilderwerk ook allengs veel omvattender. De kunst was daarbij reeds sinds lang van uit de stille kloostermuren in het burgerlijke leven binnen getogen; behalve door den christenlee raar werd zij in eere gehouden door den eenvoudigen burger, en culmineerde ten laatste als 't ware in de schilderkunst. De beste beoefenaars der glasschilderkunst namen een plaats in op de zetels van den tempel waar hunne kunstbroeders troonden en hun offers plengden; het is te betreuren, dat de werken van Bernhard van Orley (1470—1548) en Michael Coxic in de Nederlanden, Dürer en Hirschvogel in Duitschland, niet in ander materiaal dan in glas zijn uitgevoerd. Streng genomen behooren hunne werken te huis onder schilderkunst, niet onder glasschilderkunst, en dat feit kenteekent als geen ander het tijdperk van verval.

Namen van glasschilders zijn weinig tot ons gekomen; dat echter de glasschilderkunst vrij algemeen beoefend

werd in de 16e eeuw, wordt ons door het feit bewezen, dat ook vrouwen, en soms met geluk, er zich op toegelegd hebben. Zoo schilderde in 't begin der 16e eeuw een burger jonkvrouw, Adelheid Schraders, de glazen voor het klooster Winnhausen, terwijl tegelijkertijd eene non uit Nürnberg een boekje schreef, waarin onder meer eene duidelijke beschrijving te vinden is voor het vervaardigen van glasschilderwerk.

Uit den tijd der renaissance zijn de vensters van de grootsche en ernstige St. Gudule te Brussel de beste voortbrengselen; betooverend waarlijk zijn deze kunstwerken, die de kleurenpracht van een Rubens en een Van Dijk schijnen te willen overvleugelen. In compositie zijn zij zwak, weifelend zooals de vormen der kerk, over wier gothischen stijl de adem van de renaissance is heengegaan. De beste werden door of naar de teekeningen van Bern. van Orley en Coxic uitgevoerd, ongeveer op denzelfden tijd (1555—1577) dat Wouter en Dirk Crabeth de 12 beste der 42 vensters voor de Groote- of St. Janskerk te Gouda bewerkten. In de sakristy dezer kerk worden nog de merkwaardige gekleurde kartons bewaard die de gebroeders voor deze glazen ontworpen hebben.

Verder willen wij deze schets niet vervolgen, maar kunnen de bovenstaande mededeelingen niet eindigen zonder in het kort nog herinnerd te hebben aan de „Butzenscheiben" of „Linsenscheiben," de lensschijf, zooals wij haar zullen noemen.

Het oude zoogenaamde witte vensterglas, dat echter in werkelijkheid flesch-groenachtig was, werd in twee verschillende vormen gemaakt, òf wel als vlakke platen, òf als ronde en ovale schijfjes van 6 tot 12 cM. doorsnede. Deze laatste zijn de zoogenaamde „Butsenscheiben", die geheel en al het uiterlijk hebben van den voet van een ruw wijnglas. Aan de eene zijde is het schijtje een weinig ingedrukt, aan de andere zijde met een verhevenheid overeenkomende, die schijnt ontstaan te zijn door het afbreken van een glazen stift. Uit dezen vorm kan men volkomen nagaan op welke wijze het schijtje is vervaardigd. In het midden is het dikker dan aan de randen.

In verschillende grootten, maar steeds van hetzelfde

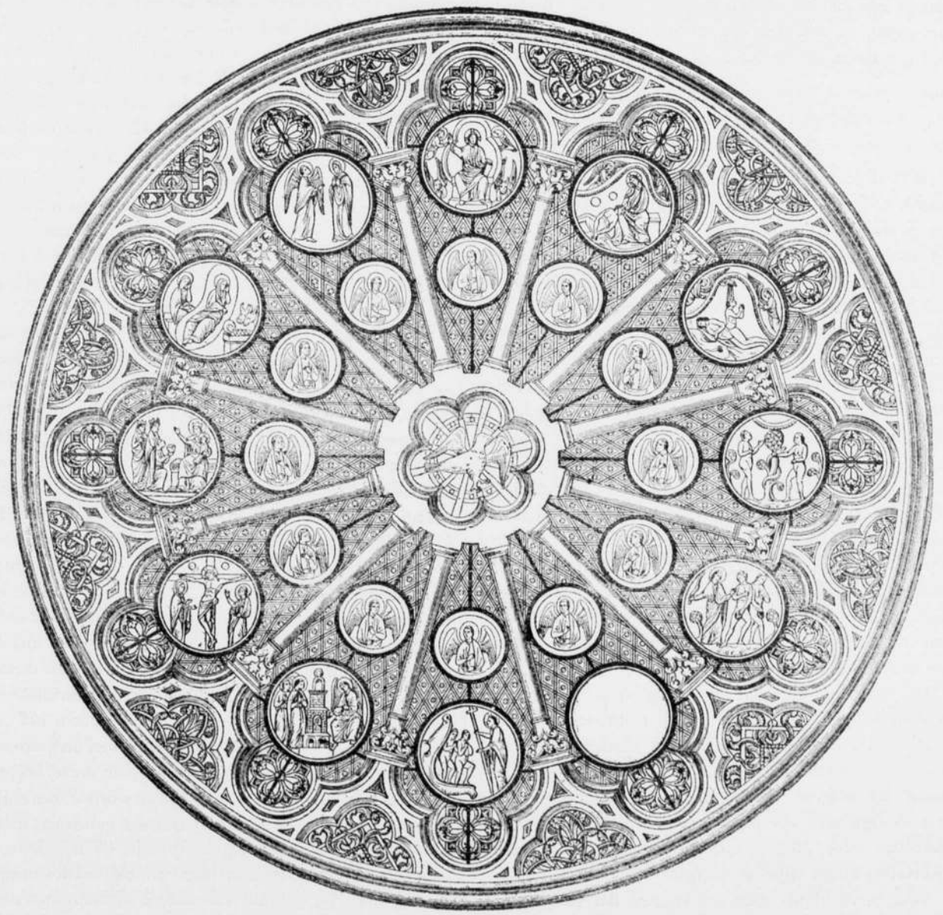


Fig. 16 Roset venster (Lyon) 13 eeuw.

karakter, heeft de lensschijf zich tot in de 17e eeuw voortgeplant; in vele kerk- en woonhuisvensters der middeleeuwen is zij nog te vinden.

De ringvormige, overigens zwakke golvingen der oppervlakte, geven aan deze schijven een ongemeen levendig aanzien, zij glinsteren dan ook bij gunstige verlichting als metaal.

Door de onregelmatige oppervlakte en het verschil in dikte worden de lichtstralen veelvuldig gebroken en doen een zee van tinten en halftinten ontstaan, die een ongemeen schilderachtig effekt maken. Nu ziet men donkere, dan weder lichte partijen en het schijfje schijnt te dansen en te beven.

Ten dienste van nieuwere bouwwerken worden deze schijfjes thans vooral in Engeland en Bohemen vervaardigd en in de Duitsche Rijnstreek zijn zij weder het eerst aangewend, vooral in kerken maar bovendien voor den huisbouw.

In den Romaanschen tijd bestonden vele kerkvensters geheel en al uit lensschijfjes; in het venster van het woonhuis kwamen zij meer voor als een enkel sprekend punt in een meestal sierlijk mozaiek van vlak wit glas in lood gevat, en ook deze laatste wijze van versiering heeft in den laatsten tijd weder meer de aandacht getrokken.

Na deze geschiedkundige aanteekeningen mogen eenige mededeelingen volgen over bewerking en samenstelling van gekleurde vensters.

Onder glasschilderwerk is eigenlijk te verstaan, het vaardigen van doorschijnende schilderijen die óf samengesteld zijn uit stukken glas van verschillende kleur, òf met kleur geschilderd zijn op glas. De grondstoffen daartoe noodig, zijn glas waarvan de geheele massa gekleurd is, of waarop naar behoefte kleuren zijn gebrand. Dit is ongeveer de definitie die aan Brüno Bucher is ontleend, en die in andere woorden neerkomt op deze: de glasschilderkunst is de kunst om uit verschillende stukjes glas een schilderij in mozaiek te vervaardigen, of een doorschijnend schilderstuk op een kleurloos glas te maken. Laatstgenoemde werken moeten dan weer verdeeld worden in zulke schilderijen welke uit meerdere enkele stukken zijn samengesteld, en die welke uit één glasruit bestaan, die uit den aard der zaak kleiner zijn en waarvan de kunst der bewerking eenigszins gelijk staat aan die van het schilderen op porselein.

De vervaardiging van vlakke glasplaten geschiedde vroeger volgens twee verschillende methoden.

De glasblazer maakte met zijn blaaspijp eerst eene soort van flesch, uit welker cilindervormig gedeelte — nadat dit volgens de richting eener beschrijvende lijn was doorgeknipt — vlak uitgespreid zijnde, de glasplaat gesneden werd. Nog in onze dagen maakt men op geheel overeenkomstige wijze vensterglas.

Ook vervaardigde men het volgens dezelfde methode waarop de zoogenaamde lensschijven werden gemaakt. De werkman vormde namelijk aan het einde der blaaspijp eerst een glasbol of droppel, bracht het ondereinde van deze in de vlam, en om dit uit te spreiden draaide hij zijn blaaspijp met zeer groote snelheid rond. Hierdoor verwijderden de randen der gloeiende glasmassa zich meer en meer uitmiddelpuntig terwijl de bol zich afplatte, en ontstond een concentrisch gestreepte en gegolfde schijf, die in het midden ietwat dikker dan aan de randen was en, van de blaaspijp verwijderd, in het midden een knop vertoonde.

Tot in de eerste jaren der 19e eeuw werden op deze laatste wijze in vele duitsche werkplaatsen, groote schijven gemaakt waaruit — natuurlijk buiten het middenpunt en dus met groot verlies van materiaal — glasplaten gesneden werden. In het zuidelijk gedeelte van Duitschland vindt men dergelijke stukken niet zeldzaam; zij zijn te herkennen aan de rozenroode kleur van het glas, toe te schrijven aan de aanwezigheid van mangaanzouten.

Het op die wijze vervaardigde glas had groote voordeelen boven dat, hetwelk volgens de eerst gemelde methode was gemaakt, omdat het veel meer verscheidenheid van toon aanbod zoo men wil een gebrek, dat echter in de 12e en 13e eeuw, met groote vaardigheid en een eigenaardig natuurlijk kunstgevoel tot ongedwongen deugd verheven werd. Men sneed de glasplaten toen zoodanig, dat het dunnere gedeelte voor de lichtpartijen en het dikkere, en dus dieper gekleurde, voor schaduwpartijen kon genomen worden. De nieuwere gekleurde glazen, die tengevolge van meer nauwkeurige bewerking een gelijkmatige dikte hebben, bezitten deze deugd niet; zij zijn gladder, gelikter en doen meer aan machinalen arbeid denken, maar .... verliezen door minder spel van kleuren veel aan aantrekkelijkheid.

De grondstof om glas te kleuren is licht vloeibaar loodglas, gemengd met metaaloxiden. Deze stof moet tot poeder gemalen worden, waarna een bindende vloeistof (water, borax en kandij-suiker, vette terpentijn- of lavendelolie) toegevoegd wordt; het mengsel wordt vervolgens met een penseel op het glas gebracht. De samenstelling van dit mengsel moet zoodanig zijn, dat het reeds bij een roodgloeihitte volkomen vloeibaar is, en na het branden natuurlijk de gewenschte doorzichtige kleur geeft. Deze kleur regelt zich in sommige gevallen, naar de meerdere of mindere massa der oxiden, en ook naar de wijze van vermenging, de temperatuur der ovens en den tijd welke het glas daarin blijft. Oxiden van verschillende metalen geven verschillende kleuren; maar ook een zelfde metaalzout kan, onder afwijkende omstandigheden, verschillende kleuren geven. Het ijzeroxidul bv. geeft aan het glas gewoonlijk een groene kleur; een emailverf uit ijzeroxide samengesteld, geeft een purper roode kleur, die bij hoogere temperaturen tot oranje kan gebracht worden; een stukje zuiver ijzer in de kleurlooze glasmassa geworpen, kleurt haar bij zekeren warmtegraad oranje, bij nog hoogere temperatuur geel. Hetgeen hier vermeld wordt van ijzerzouten, heeft bij gebruik van andere metaalzouten eveneens plaats, maar dan in andere schakeeringen.

Eene verklaring en opsomming der zeer vele en zeer uiteenloopende verschijnselen zou ons te ver voeren; alleen dient nog opgemerkt te worden, dat onder sommige omstandigheden de kleuren zoo diep van toon kunnen worden, dat het glas daardoor zelfs ondoorzichtig wordt, in welk geval men tot de nieuwere methode overgaat om door middel van de blaaspijp eene dunne laag gekleurd glas op een ongekleurde glasplaat uit te spreiden. Op deze wijze heeft men het geheel in zijn macht die kleuren te maken welke men noodig heeft. Maar aan deze minder moeilijke bewerking is het groote nadeel verbonden, dat de kleuren welke zij levert niet zoo schoon zijn als die van glas waarvan de geheele massa gekleurd is.

Naar het voorbeeld der oudere meesters onderscheidt Violet-le-Duc, 1°. samengestelde en 2°. eenvoudige kleuren. De eerste zijn wit (= A), diep- of donker purper (E), licht purper (I), smaragd groen (O), turkois of blauw-groen (U). Eenvoudige kleuren zijn: blauw (B), geel (G), rood (R). De oude meesters onderscheidden nu nog de verschillende nuances der kleuren als volgt: b.v. voor blauw, B_1 = gelijk licht, turkois blauw, B_2 = saphirblauw, B_3 = indigo blauw, enz.

Tijdens het inbranden mogen de kleuren zich niet verspreiden buiten de plaats waarop zij gelegd zijn.

Hoe gemakkelijker smeltbaar het kleurmengsel is, hoe spoediger zal het gekleurde glas verweeren; het eerste mag echter niet te moeilijk smeltbaar zijn, om geen ongelijk gekleurd glas te verkrijgen.

Het komt er dus op aan, om aan twee tegenstrijdige eischen, in de juiste verhouding te voldoen, iets hetgeen zeer veel oefening en ondervinding vereischt.

Het inbranden geschiedt in moffen, of bij grootere glasplaten in ovens van grooter omvang; daarbij moeten steeds zoogenaamde proefglazen aanwezig zijn, om op een voldoend aantal tijdstippen de stand der bewerking — de juiste mate van kleur dus — te kunnen beoordeelen. De afkoeling van het glas moet omzichtig en langzaam geschieden.

Van de oudste glasschilderijen moet men zeggen, dat zij niet anders waren dan mozaieken van meer of minder ingewikkelde samenstelling, uit lood in glas gevat, vervaardigd. Eerst later ging men er toe over met zwarte of bruine dekverf, omtrekken op deze compositiën te schilderen en in te branden; de looden roeden werden daarbij echter geenszins uit het oog verloren, daar men steeds trachtte, deze met de aan te geven omtrekken te doen samenvallen. Nog later volgde de methode om wit glas met gekleurd te emailleeren, en het email, waar zulks noodig was, geheel of gedeeltelijk weder weg te etsen of te slijpen. De jongste manier is een meer volkomen handelwijze; op wit glas wordt met een verf geschilderd die, ingebrand zijnde, de gewenschte kleur geeft.

Bij glasschilderwerken van meer monumentalen aard, b.v. bij kerkvensters, ziet men niet zelden, dat gebruik gemaakt is van al deze methoden in een zelfde kunstwerk. Zoo is dan de achtergrond uit een eenvoudige mozaiek samengesteld, de kleedij en de ornamenten uit grootere stukken glas waarop, met zwart, schaduwen zijn aangegeven voor plooien enz., en indien de stijl van het werk er zich niet tegen verzet zijn de vleeschpartijen met email geschilderd.

Voor de samenstelling van het venster staan drie soorten van glas ten dienste; kleurloos, geheel gekleurd, en aan eene zijde — dus met een dunne laag — gekleurd glas. Dit laatste wordt verkregen doordien de glasblazer het aan 't einde van zijn blaaspijp vastgehechte glas in eene gekleurde massa doopt, welke zich geleidelijk over de oppervlakte van de ongekleurde verspreidt. Men is soms genoodzaakt van glas, op dergelijke wijze vervaardigd, gebruik te maken, daar waar eene door en door gekleurde glassoort eene te donkere kleur zou geven, zooals meermalen bij rood voorkomt, dat bij eenigszins grootere glasdikte bijna zwart wordt. Een dunnere laag op een witten grond kan evenwel het verlangde effekt teweeg brengen.

De noodige omtrekken en schaduwen worden op de naar binnen gerichte zijde van de glasplaat aangebracht en enkele malen, wanneer namelijk het effekt zeer groot moet zijn, ook op de buitenzijde, zooals veelal op grisailles uit de 15e en de 16e eeuw. Het metaalachtige goudgeel was altijd op de buiten —, de overige kleuren op de binnenzijde aangebracht. Een volkomen gladde glassoort is niet geschikt om er kleur op aan te brengen, vooral niet wanneer men genoodzaakt is dit tweemalen op een zelfde plaats te doen en de glasplaat tamelijk groot van omvang is. De tweede bewerking zou dan aan de eerste schaden. Om die reden dan ook maken velen de glasplaten eerst ruw. Is men genoodzaakt meer dan eenmaal met het penseel op dezelfde plaats te werken, dan is er nog een afdoend middel om te voorkomen dat de eerst opgebrachte kleur niet bedorven wordt. Men heeft slechts zorg te dragen om, indien men voor de eerste kleur de met olie aangemengde verf gebruikt heeft, daarna verf te nemen welke met water is gemengd, daarbij moet het met olieverf geschilderde glas in den oven, liever dan aan de lucht gedroogd worden, daar in het eerste geval de teekening — zoo noodig — met meer gemak kan weggewasschen worden. Hetzelfde kan verkregen worden door achtereenvolgens van verschillende bindmiddelen voor de verfstoffen gebruik te maken, of wel door het kleurenmengsel beurtelings aan weêrszijden van het glas te brengen. Ook handelt men somwijlen als volgt: de verf wordt, daar waar licht of halfschaduwen moeten ontstaan, vóór het inbranden zoover als noodig weggestreken, terwijl retouche na de eerste branding kan geschieden.

De behandeling der verfsoorten met de verschillende bindmiddelen, eene zaak die in alle opzichten eene nauwgezette aandacht van den kunstenaar verdient, heeft terecht ook in den laatsten tijd al meer en meer de aandacht tot zich getrokken, vooral bij het teekenen, kleuren en encaustisch retoucheeren der op glas overgebrachte photografische reproductie van de omtrekken van figuren,

zooals dit in de werkplaatsen van Dr. H. Oidtmann geschiedt.

Is het glas hetwelk beschilderd moet worden geheel doorzichtig, dan wordt het ontwerp der beschildering, de karton, er onder gelegd en men brengt met Oost-Indische inkt de omtrekken op het glas over; is echter het glas te ondoorzichtig voor deze bewerking, dan wordt de doorgeprikte teekening er op gelegd en met stofkool of dergelijk ander poeder overgebracht. Eene nieuwe methode maakt het mogelijk de teekening met alle halftinten langs photografischen weg op het glas te hechten.

Bij het schilderen plaatst de kunstenaar zijn glazenpaneel tusschen zich en het ruim toevloeiend daglicht, getemperd door matglas, terwijl velen het licht om het eigenlijke onderwerp afsluiten.

De oude glasschilders teekenden op de kartons volstrekt geen details der latere beschildering, hoogstens eenige belangrijke lijnen, b.v. voor oogen, neus, mond enz. van het beeld, en treffende plooien der kleedij. Daarop werd het bonte mozaiek voorloopig in elkander gezet en bij doorvallend licht teekende de kunstenaar er met zwarte of bruine smeltverf, schaduwen en verdere details op af, spaarzaam maar krachtig. Het is duidelijk te zien dat deze beschildering uit de hand en niet met schablonen geschiedde, zelfs niet bij herhaaldelijk terugkeerende ornamenten, zooals die der patronen van geweven stoffen, in welk geval onze hedendaagsche glasschilders tot schablonen werk en steendruk op glas hunne toevlucht nemen. Het oude werk draagt daarom veel meer een stempel van originaliteit.

Is het schilderstuk gereed, dan worden de kleuren in een oven, en bij roodgloeihitte ingebrand. Zelden is echter eenmaal branden voldoende, daar vele kleuren door de hitte aan kracht verliezen. Maar daar andere kleuren door meer dan een achtereenvolgend branden, andere tinten verkrijgen of zelfs soms met een nevelachtige laag bedekt worden, is het van het grootste belang op zoodanige wijze te werken, dat niet meer dan eenmaal ingebrand behoeft te worden. De kunstenaar behoort hier zeer nauwkeurig met de praktische eischen te rade te gaan. In sommige werkplaatsen worden eerst de kleuren ingebrand, waarbij de grootste hitte noodig is, en dan die welke slechts geringe hitte verdragen kunnen, mits door een tweede inbrandingsproces de eerste kleuren niet waasachtig kunnen worden.

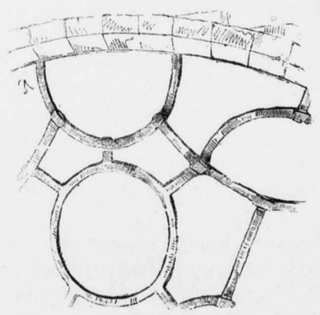
De afgewerkte stukken glas worden nu op de kartons gelegd en, voor zooverre dit nog niet geschied is, volgens de op de teekening of het glas aangegeven omtrekken op de gewenschte grootte gesneden. De aldus verkregen stukken worden dan op een zware tafel met houten blad gelegd, en door middel van de bekende looden roeden, waarvan de doorsnede den vorm van een dubbele T heeft, aan elkaar verbonden. Telkens wanneer een stuk — of meerdere zoo deze even breed zijn en in eene recht doorloopende roede vatten — aan de overige verbonden moeten worden, slaat de werkman langs de laatst aangelegde roede een spijker in de tafel na de vereenigde stukken met een houten hamertje en lineaal dicht tegen elkander geklopt te hebben, en houdt daardoor het geheel bij elkaar. Het spreekt van zelve dat op tal van plaatsen, daar waar de looden roeden elkander kruisen, deze aan elkander vast gesoldeerd moeten worden, waaruit volgt, dat de duurzaamheid van een venster zeer afhankelijk is van de indeeling dezer roeden, en de kunstenaar bij het ontwerpen ook daarop moet letten. Bovendien heeft hij acht te geven op eene andere versterking van het raam, die onontbeerlijk is, vooral bij grootere stukken, namelijk de ijzeren versterkingsroeden die bij elk soliede werk aanwezig moeten zijn. Ook deze moeten in verband met de teekening worden gesteld, en zooveel mogelijk met omtrekken samenvallen. Dat de compositie van het onderwerp zich geheel moet richten naar het ijzeren raamwerk, is een te overdreven eisch; dat er wel degelijk op gelet moet worden, natuurlijk. Bij vensters, waarin medaillons, zijn deze in elk geval afhankelijk van de ijzeren dwarsroeden.

Het geheim van de groote originaliteit der eerste kunstwerken ligt in het strenge vasthouden aan de bovengenoemde regels, waardoor het ontwerp met de constructie samengaat.

Omdat menigmaal de enkele stukken glas zoo groot moeten worden, dat er onoverkomelijke hinderpalen zouden ontstaan voor het branden, heeft men van kleinere stukken gebruik moeten maken, tevens om dwarsverbindingen tusschen de looden roeden te verkrijgen. Juist in de 12e en 13e eeuw heeft men deze nood tot deugd weten te maken, en elk kunstwerk dat in den waren zin hiervan blijken draagt, wint aan — soms naieve maar daarom niet minder aantrekkelijke en te waardeeren — originaliteit.

Op het einde der 12e eeuw was steenen maaswerk nog bijna onbekend. Door de grootte van de ramen kwam men echter in de noodzakelijkheid van eene of andere steungevende constructie voor het glas, en nam zijn toevlucht tot een tralie- of netwerk van gesmeed ijzer, dat aanvankelijk eenvoudig uit vertikale en horizontale roeden bestond, soms kunstig in- en door elkaar gesmeed, maar dat al spoedig volgens de aanwijzingen van den kunstenaar veel ingewikkelder werd, daar het als het ware een onderdeel ging uitmaken van zijn ontwerp.

Fig. 17.



Bijgaande fig. 17 is eene afbeelding van de verdeeling der ijzeren roeden in een vensterroset der Notre-Dame te Dyon, een gebouw hetwelk dagteekent uit de eerste helft der 13e eeuw. Tusschen

de roeden zijn mozaiek medaillons in veelkleurig glas aangebracht.

De onderlinge verbindingen zijn hoogst eenvoudig en laten het toe, dat de samenstellende deelen met gemak uit elkander genomen kunnen worden, en zoo noodig stuk voor stuk hersteld. In figuur 18 zijn enkele van die verbindingen duidelijk afgebeeld. De onderling dooreen gevlochten deelen zijn meestal 3 cM. breed en 2 cM. dik. Aan de buitenzijden van de hoofdroeden bevinden zich de oogen waarin de uiteinden der nevenroeden vatten. De tappen, welke dienen om er het in lood gevatte glas in te bevestigen zijn aan de binnenzijde der ijzeren stangen aangebracht. Zulke tappen waren van een oog voorzien waarin een krom gebogen ijzeren wig paste die de looden roeden van het glasraam opgesloten hield.

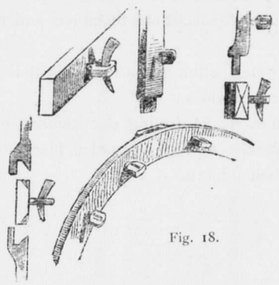


Fig. 18.

Dergelijke ijzeren raamwerken werden van af het midden van de 13e eeuw verdrongen door het steenen maaswerk, dat aanvankelijk, zooals in de Ste Chapelle, weder met ijzeren maaswerk werd opgevuld. (Zie fig. 16.)

Zooals vroeger reeds gezegd werd, gaven de ijzeren roeden de omtrekken aan, of de hoofdverdeeling van het ontwerp; en dit was in hoofdzaak het geval bij vensters die slechts uit mozaiek, — transparante nabootsingen van geweven stoffen — bestonden. Ter weêrszijden van het ijzerwerk werden in het glas witte randen gehouden, die de duidelijkheid der constructie van het samenstel niet weinig verhoogden en in groote mate op den voorgrond stelden, dat constructie en versiering onderling samenwerkten. Het geheel droeg in zulk geval het karakter van een kunstwerk, samengesteld geheel overeenkomstig de middelen die ten dienste stonden.

Sinds de 14e eeuw worden in het meer tot onwikkeling gekomen steenen maaswerk, slechts horizontale en vertikale ijzeren roeden gebruikt. De oorzaak hiervan ligt tevens in de omstandigheid, dat sedert dien tijd, behalve van de vroeger haast uitsluitend gebruikelijke medaillons, grootere figuren in zwang kwamen. Het einde der 13e eeuw bracht ze reeds mede. Ook is het niet onmogelijk dat juist van grootere figuren gebruik werd gemaakt, omdat de gelegenheid er gunstig voor was, nu de grootere velden niet meer herhaaldelijk verbroken behoefden te worden door tusschenroeden. Langzamerhand werd eveneens de verdeeling der looden roeden van dien aard, dat de kunstenaar er zich weinig meer door gebonden achtte. De constructie en het ontwerp der versiering gaan langs uiteenloopende wegen, niet meer broederlijk hand aan hand. Compositiën uit onze dagen getuigen soms van grootere afwijkingen en men ziet niet zelden ijzeren roeden zoodanig geplaatst, dwars over een onderdeel dat vrij behoorde te zijn, alsof men het er op toegelegd had ze zoo hinderlijk mogelijk te maken.

Alvorens deze aanteekeningen over de constructie en bewerking te besluiten is het wellicht van eenig belang te wijzen op een kunstgreep die men in sommige gevallen aanwendt om het venster een uiterlijk van hoogen ouderdom te geven, en die haar ontstaan te danken heeft aan de onderstelling van velen, dat de schoone kleuren van de oude glasschilderwerken meerendeels te danken zijn aan den tand des tijds.

Velen beweeren namelijk, dat de fraaie voorbeelden die uit lang vervlogen tijden tot ons gekomen zijn, bij hun geboorte even schril van kleur waren als menig fabrikaat van den tegenwoordigen tijd en dat het eigenlijk het huidje van verweerd glas aan de oppervlakten is die de kleuren tot volle schoonheid brengt. De beweering is gevaarlijk. De bloeiperiode der glasschilderkunst heeft bewezen genoeg mannen van ontwikkelden kunstzin en smaak te hebben gehad, om schoone kleuren te kiezen; en dat zij op den tand des tijds gerekend zouden hebben is nog gevaarlijker veronderstelling. De rangschikking der kleuren in de goede oude werken is een bewijs, dat de oude meesters de onderlinge werking der kleuren zeer goed kenden en in de goede rangschikking en de tegenover elkander geplaatste hoeveelheden van deze, de harmonie en de waarde van hun kunstwerk zochten; zij lieten niets aan andere machten over dan aan die van hun eigen talent. Waar zij een schril effekt meenden te zien, hebben zij zelve dit weten te dempen, en wel door sgraffeering met dekkende smeltverf. Veelal stelden zij de achtergronden samen uit helder gekleurd en sterk licht doorlatend glas; de kleuren die in het beeldwerk voorkwamen en die ornamenten welke een gedeelte der compositie uitmaakten, werden in tegendeel gedeeltelijk getemperd door rechtlijnige artceeringen, een wijze van werken die thans niet genoeg meer in acht genomen wordt; zij deed de waarde der kleuren eerst tot het juiste recht komen.

Het moet evenwel toegegeven worden, dat in enkele gevallen een waas van ouderdom niet schaadt, maar dan zijn deze met den vinger aan te wijzen.

In plaats van grondig te bestudeeren hoe de oude meesters kleureffekten van verwonderlijke schoonheid te voorschijn wisten te roepen, maakt menig fabriekant van thans, soms op kunstmatige wijze zijn nieuwe glazen oud. Dat men echter geen glasschilder van beroep behoeft te zijn om nieuw werk van oud te onderscheiden, zal wel geen betoog noodig hebben. Het streven om, door het aanwenden van vuil, zulk een schijn van ouderdom aan het glas te geven is een barbaarsch middel, echter voldingend bewijzende, dat hij die het aanwendt geenszins in staat is te begrijpen wat vóór hem gemaakt is. Dit dient zoo hier als elders wel het geval te zijn. Waarlijk, het denkbeeld is meer dan belachlijk, om in een glasschilderstuk, hetwelk juist door helderheid van kleur en grootte, en volmaakte transparantheid, effekt moet maken, onderlinge harmonie te zoeken door aan enkele dezer kleuren de helderheid te ontnemen

Maar reeds in de 13e eeuw hebben sommige glasschilders getracht om een ander aanzien aan hun werken te geven, door er een dun laagje bruine kit over te brengen. Zij deden dit echter eerst nadat het venster gesteld was ter plaatse waar het behoorde, en het bewezen was dat ook zonder dit laagje het kleurenspel geen gebreken had; zij beweerden het slechts te doen, omdat de harmonische ineensmelting der kleuren daardoor bevorderd werd. De verandering door deze kit teweeg gebracht, is bij onderzoek van vele oude glazen gebleken zeer gering te zijn.

Van meer belang is hetgeen men elders kan waarnemen, bijvoorbeeld bij verschillende vensters uit de kathedralen van le Mans, Chartre, de abdijkerken van Vendôme, Angers, St. Denis en vele andere. Daar zijn, behalve de achtergronden, bijna alle onderdeelen der beelden en hunne kleedij, met een dun laagje van smeltzwart overtrokken, dat, waar de kunstenaar zulks noodig achtte, wederom weggenomen is met de radeernaald. Door deze bewerking heeft men eerstens, aan elke kleur hare waarde op zich zelve verzekerd, en dan vervolgens haar die toon in het geheele kleuren-concert aangewezen die door den ontwerper haar toegedacht was tegenover andere schakeeringen.

Deze bewerking mag men echter geenszins gelijk stellen met de hier boven veroordeelde.

Wij stellen ons voor, de verdeeling der kleuren bij de oude glasschilderwerken in een volgenden jaargang van dit Tijdschrift te behandelen.

R.

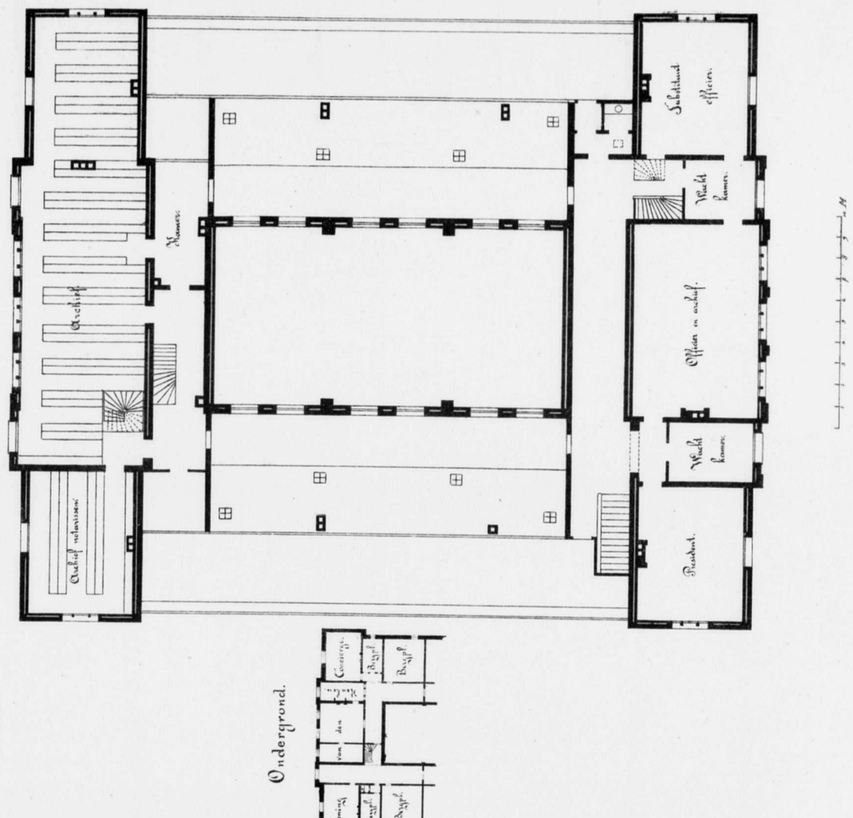
PLAAT I

ONTWERP VAN EEN GEBOUW VOOR DE ARRONDISSEMENTS REGTBANK

TE

TIEL.

VERDIEPING.



BEGANE GROND.

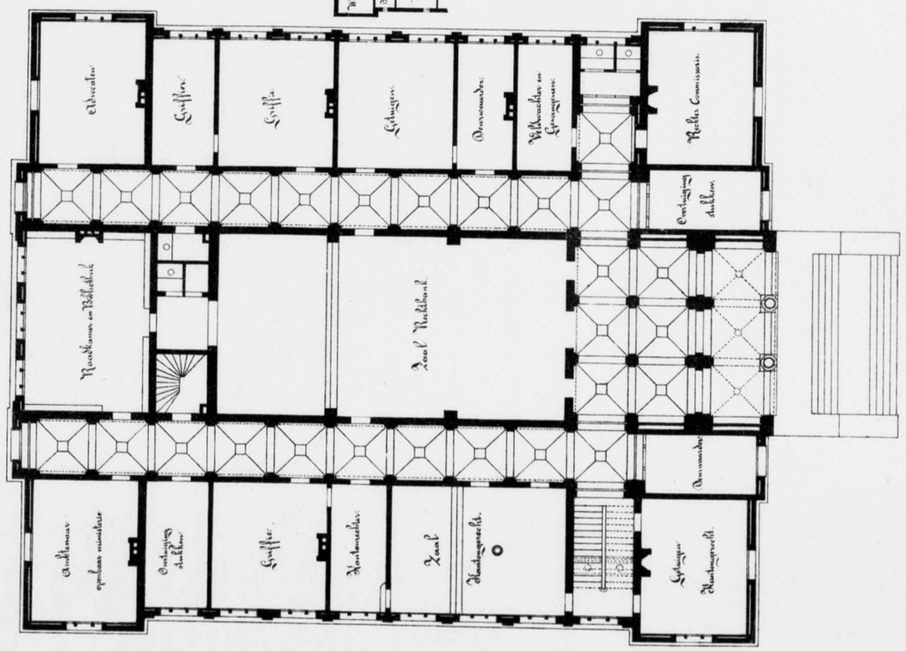


Photo-lith: Wegner & Molin Amst.

Bouwkundig Tijdschrift. 3e Deel.
(Deel 29 der Bouwkundige Bijdragen.)

Uitgave van de Erven H. van Munster & Zoon. Amsterdam.

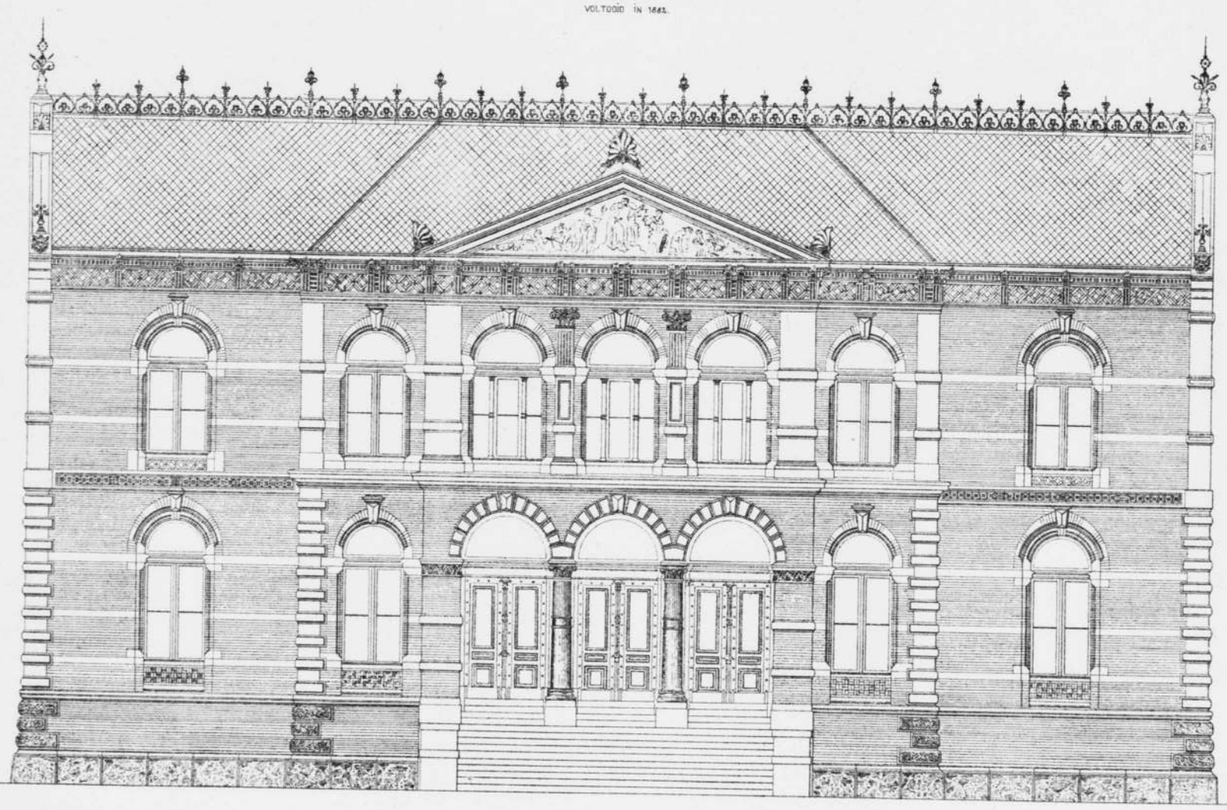
ONTWERP VAN EEN GEBOUW VOOR DE ARRONDISSEMENTS RECTBANK

TE

TIEL.

VOORKANT.

VOLTOOID IN 1661.



Bouwkundig Tydschrift 3e Deel.
(Deel 29 der Bouwkundige Bijdragen.)

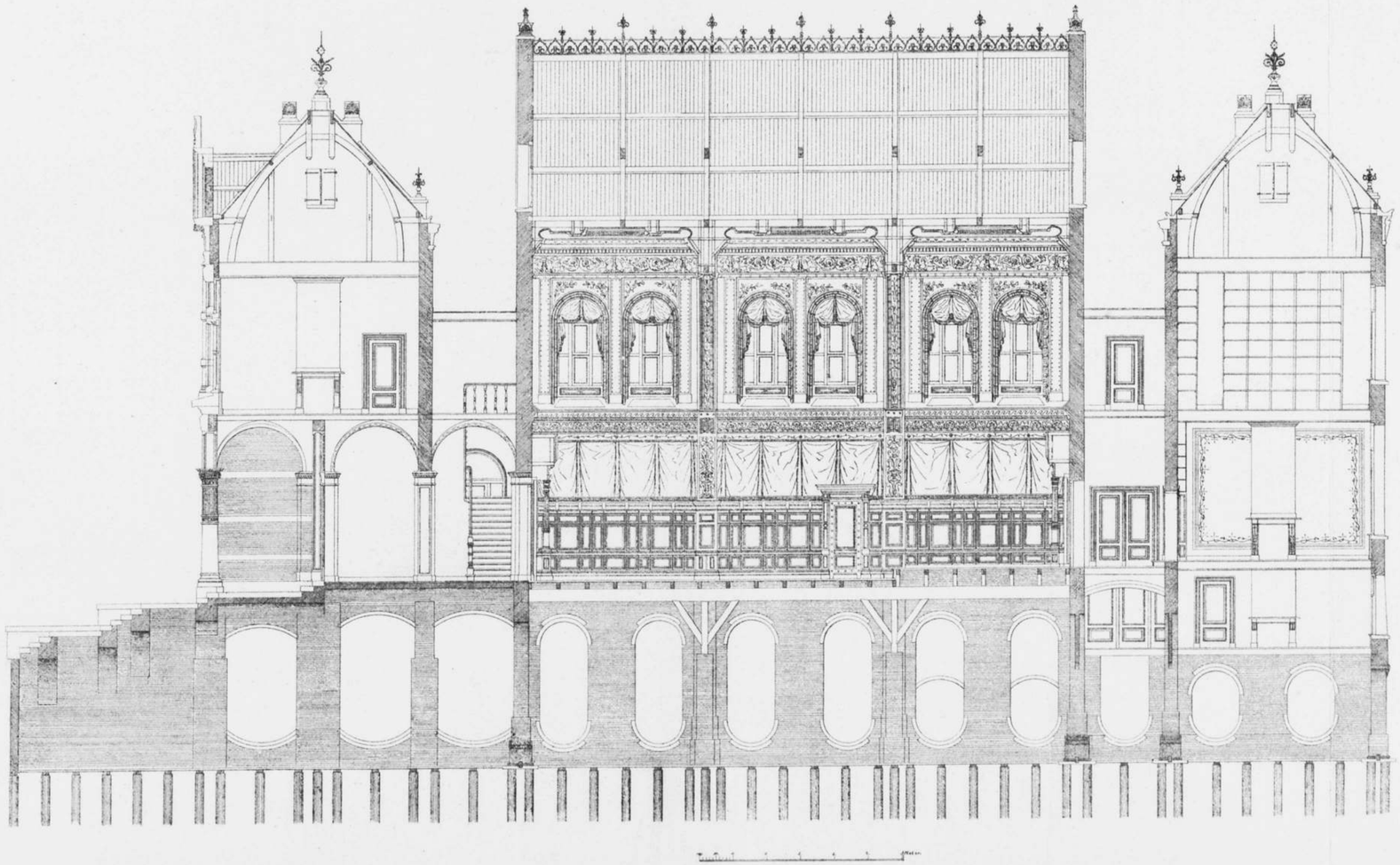
Uitgave van de Erven H. van Munster & Zoon, Amsterdam.

Photo-lith: Wegner & Mollu Amst.

RECHTSGEBOUW TE TIEL .

DOORSNEDE OVER DE LENGTE .

VOLTOOID IN 1865.

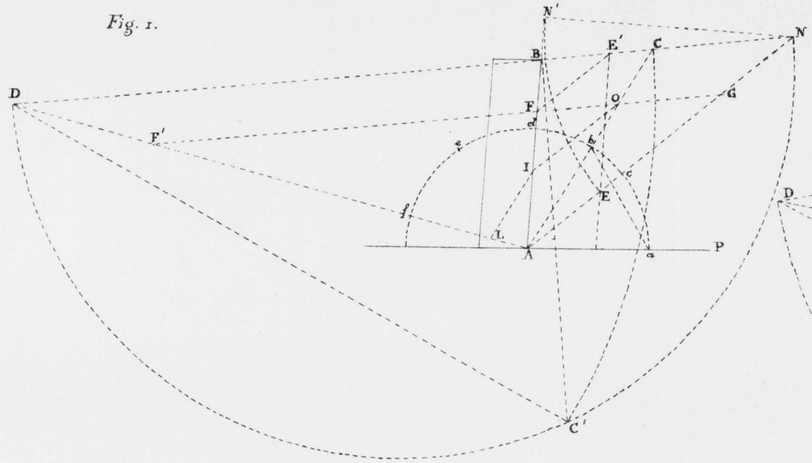


Bouwkundig Tydschrift 3e Deel.
(Deel 29 der Bouwkundige Bijdragen.)

Uitgave van de Erven H. van Munster & Zoon. Amsterdam.

Photo-lith. Wegner & Molhu Amst.

Fig. 1.



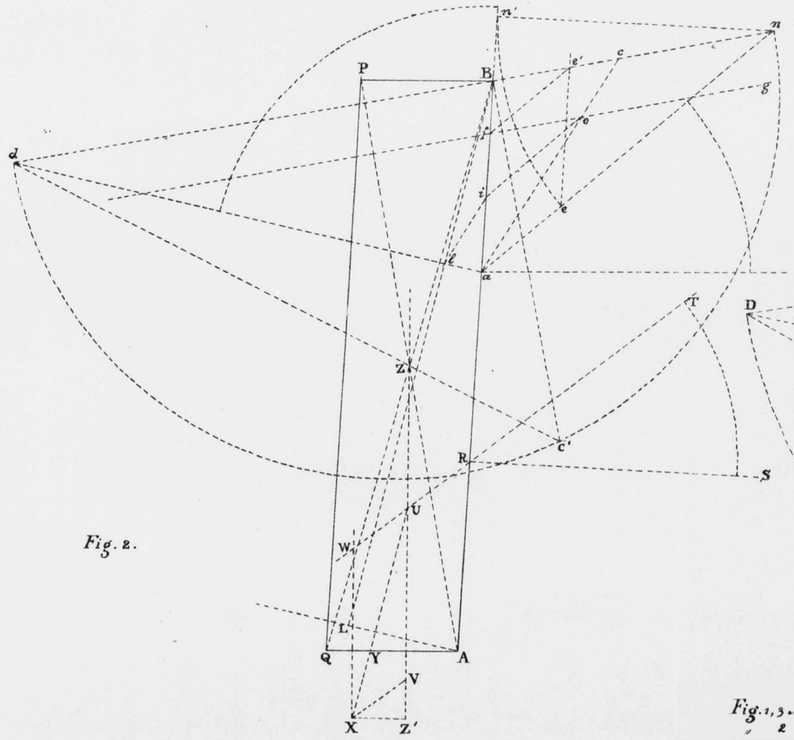


Fig. 2.

Fig. 3.

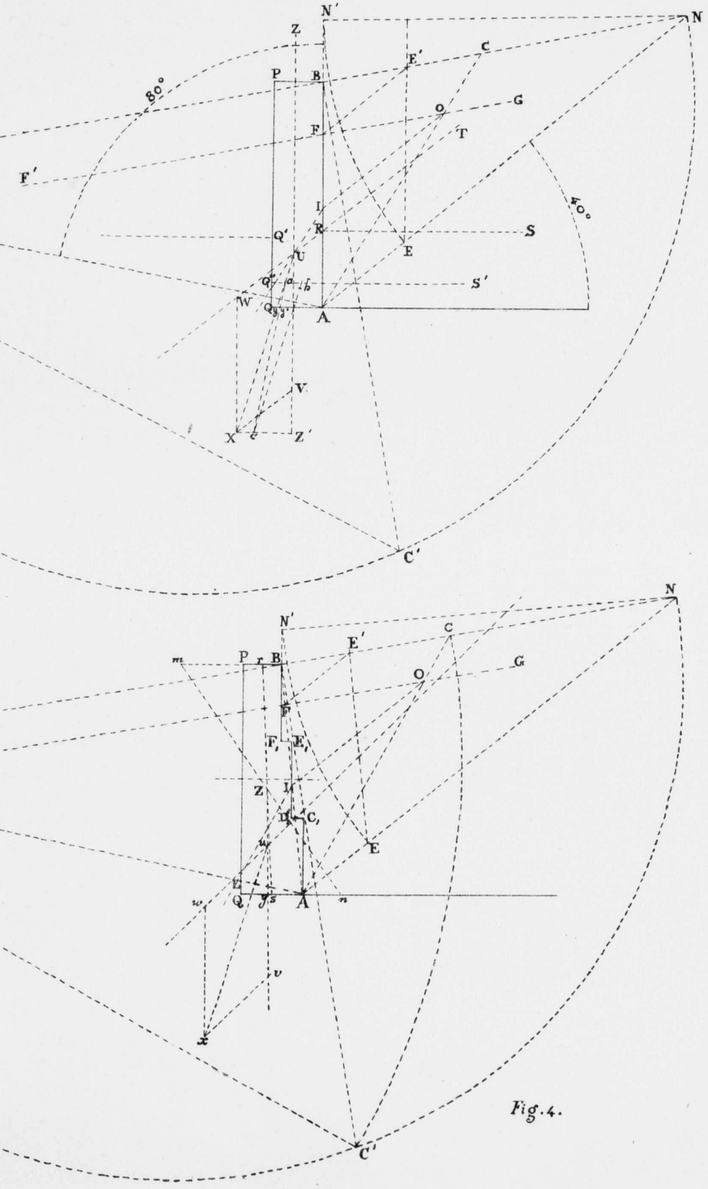


Fig. 4.

Fig. 1, 3 en 4 Schaal 1 à 50.
" 2 " 1 à 20.

Bouwkundig Tijdschrift 3e Deel
(Deel 29 der Bouwkundige Bijdragen)

Uitgave van de Erven H. van Munster & Zoon, Amsterdam.

Photo-lith. Wegner & Mollu Amst.

Fig. 5.

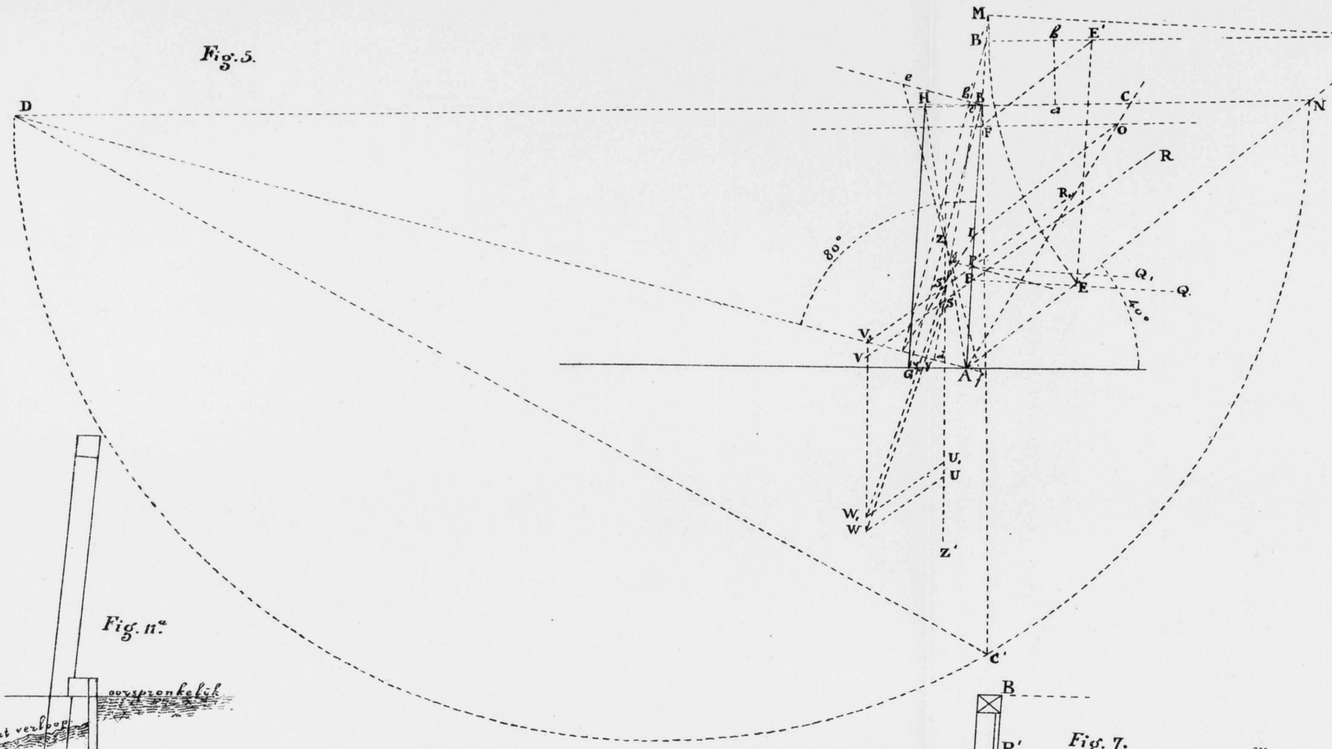


Fig. 6.

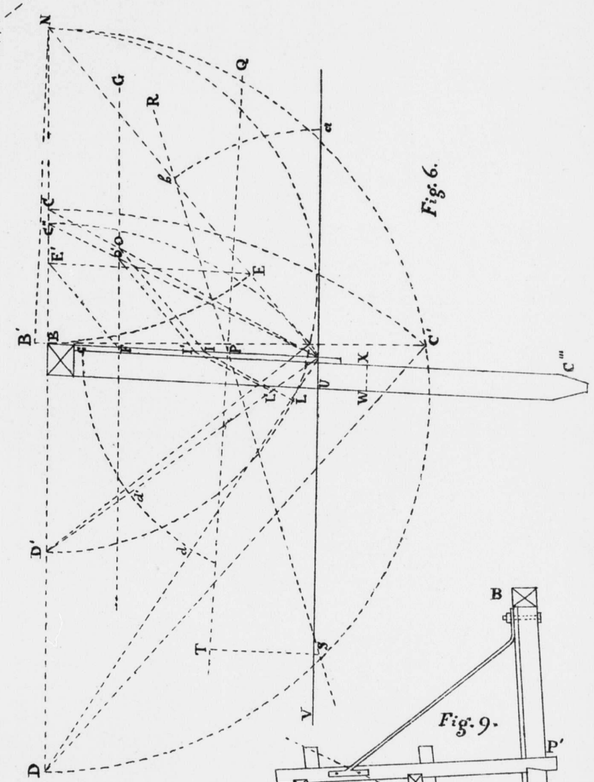


Fig. n.

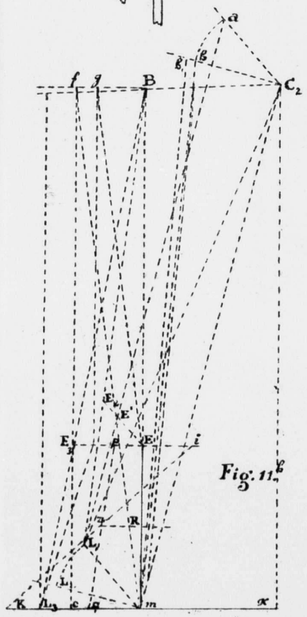


Fig. 11.

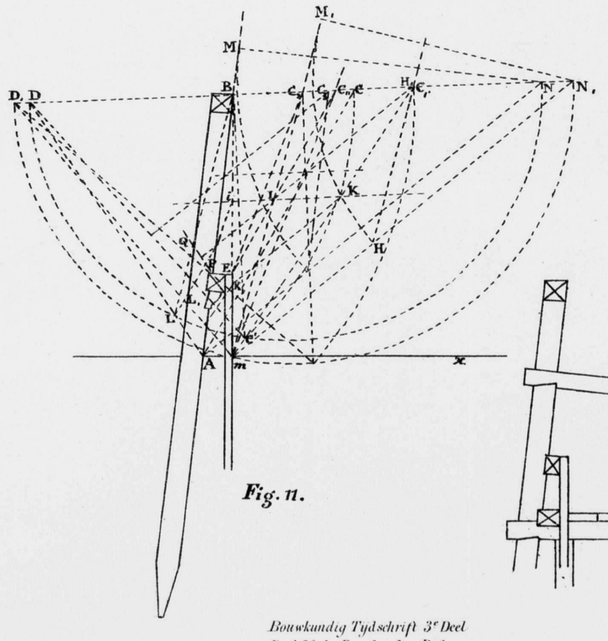


Fig. 7.

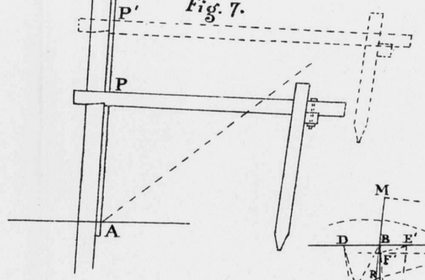


Fig. 10.

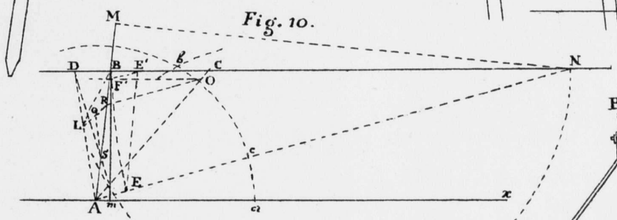


Fig. 12.

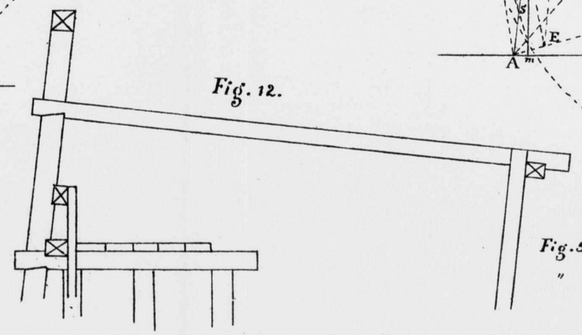


Fig. 9.

Fig. 8.

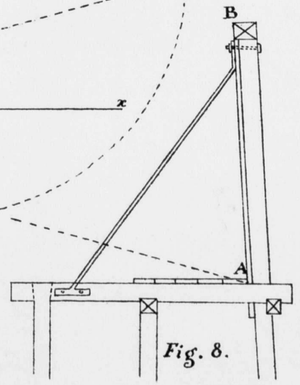


Fig. 5. 6. 11. 12: schaal 1 à 50.
" 10 " 1 à 100.

Uitgave van de Erven H. van Munster & Zoon. Amsterdam.

Photo-lith. Wegner & Mottu Amst.

Fig. 14.
Schaal 1 à 5.

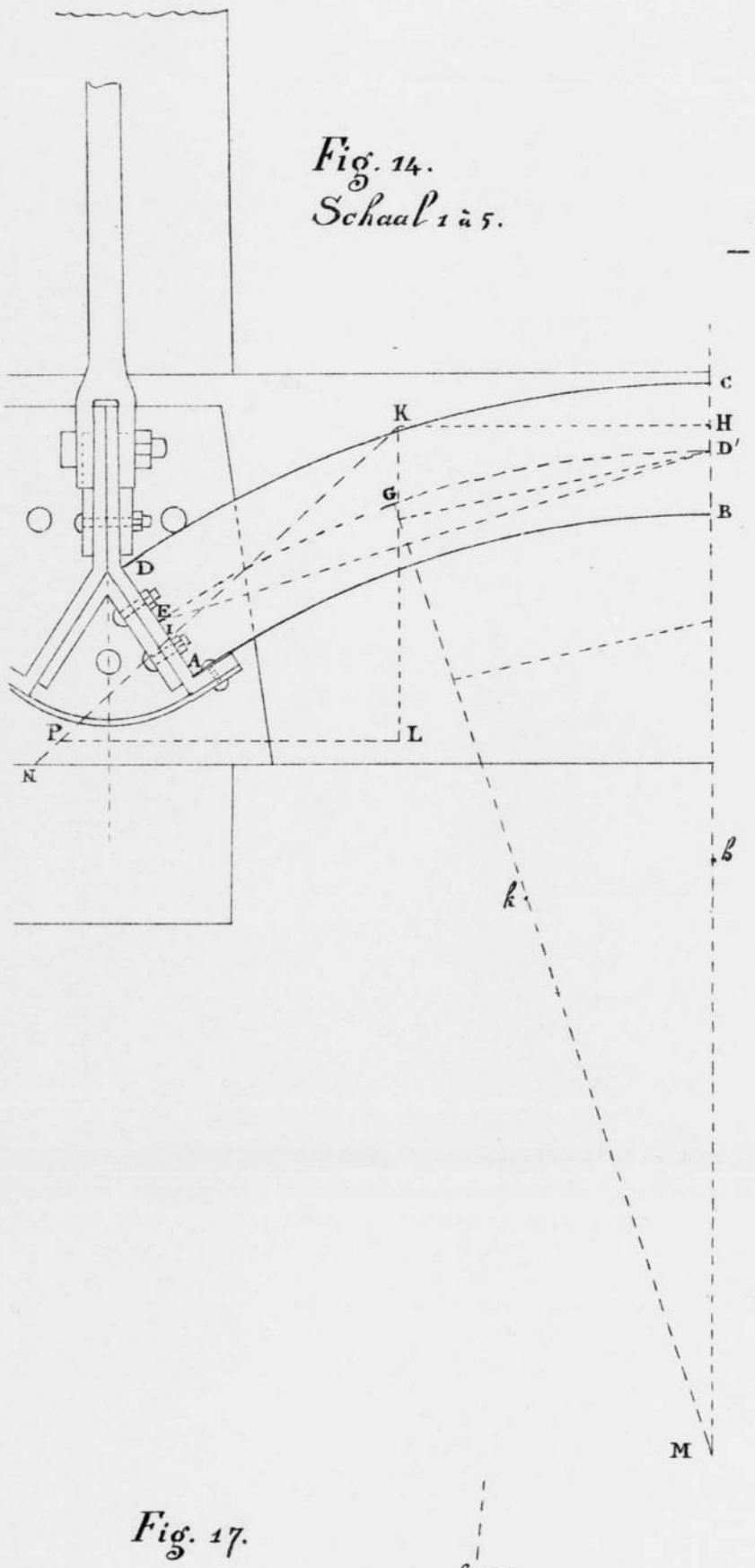


Fig. 13.
Schaal 1 à 50

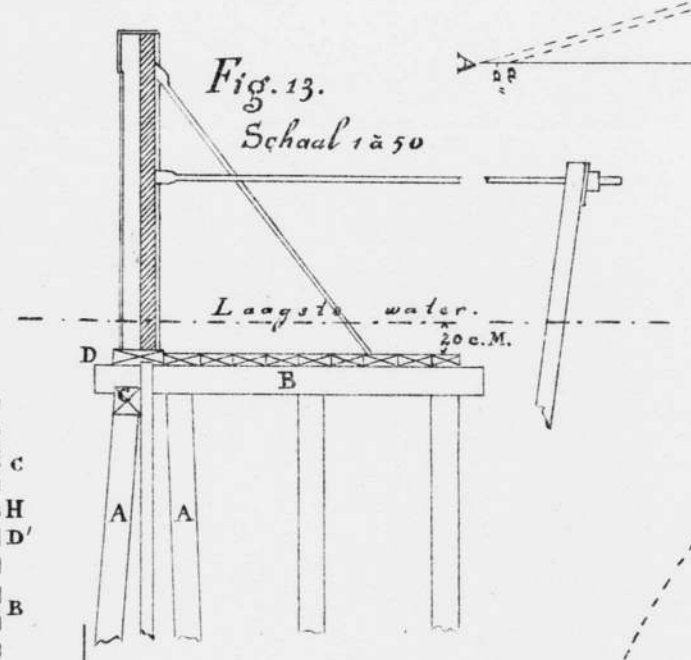


Fig. 15a
Schaal 1 à 25.



Fig. 15.
Schaal 1 à 50.

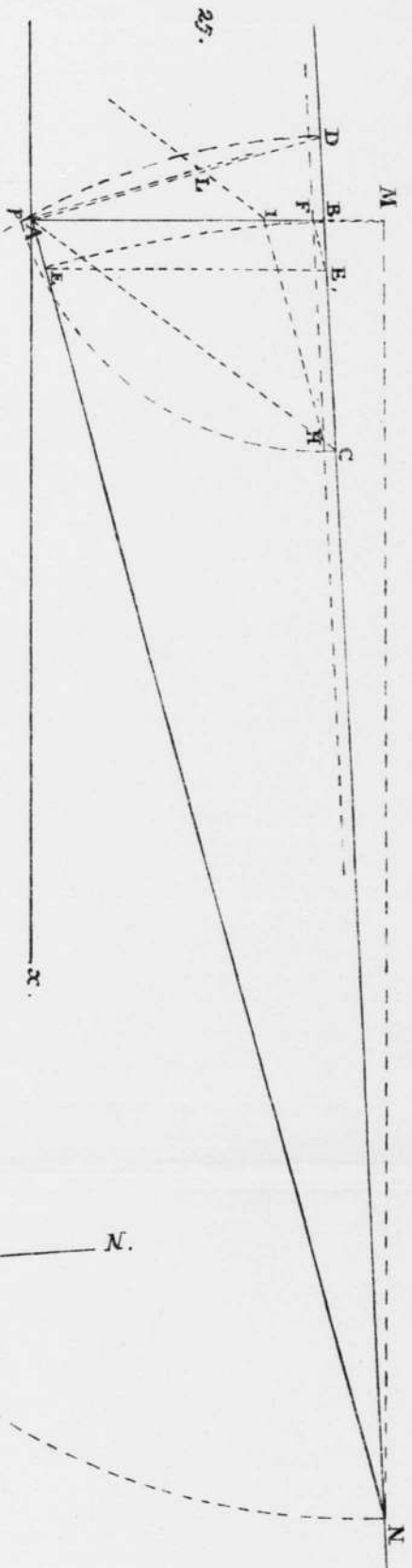


Fig. 16.

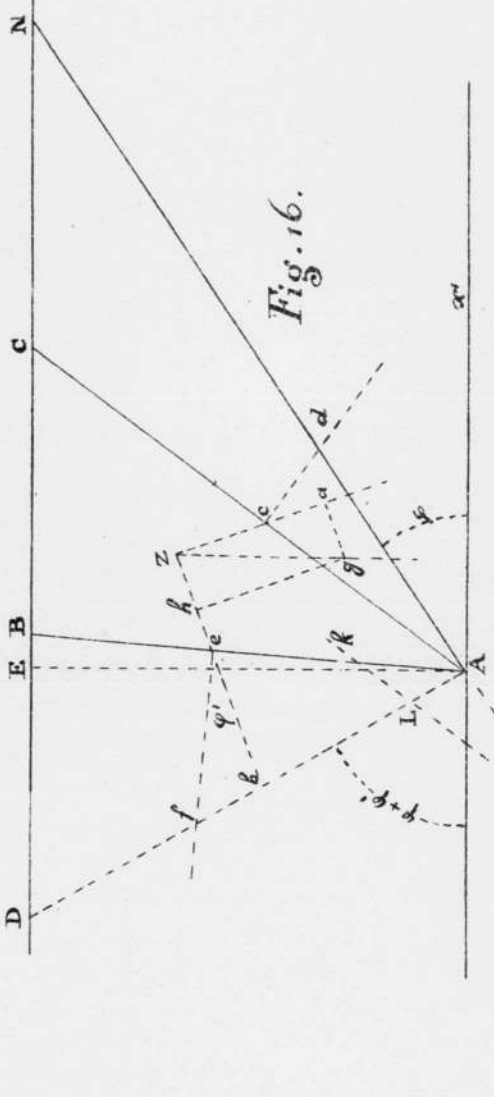


Fig. 17.

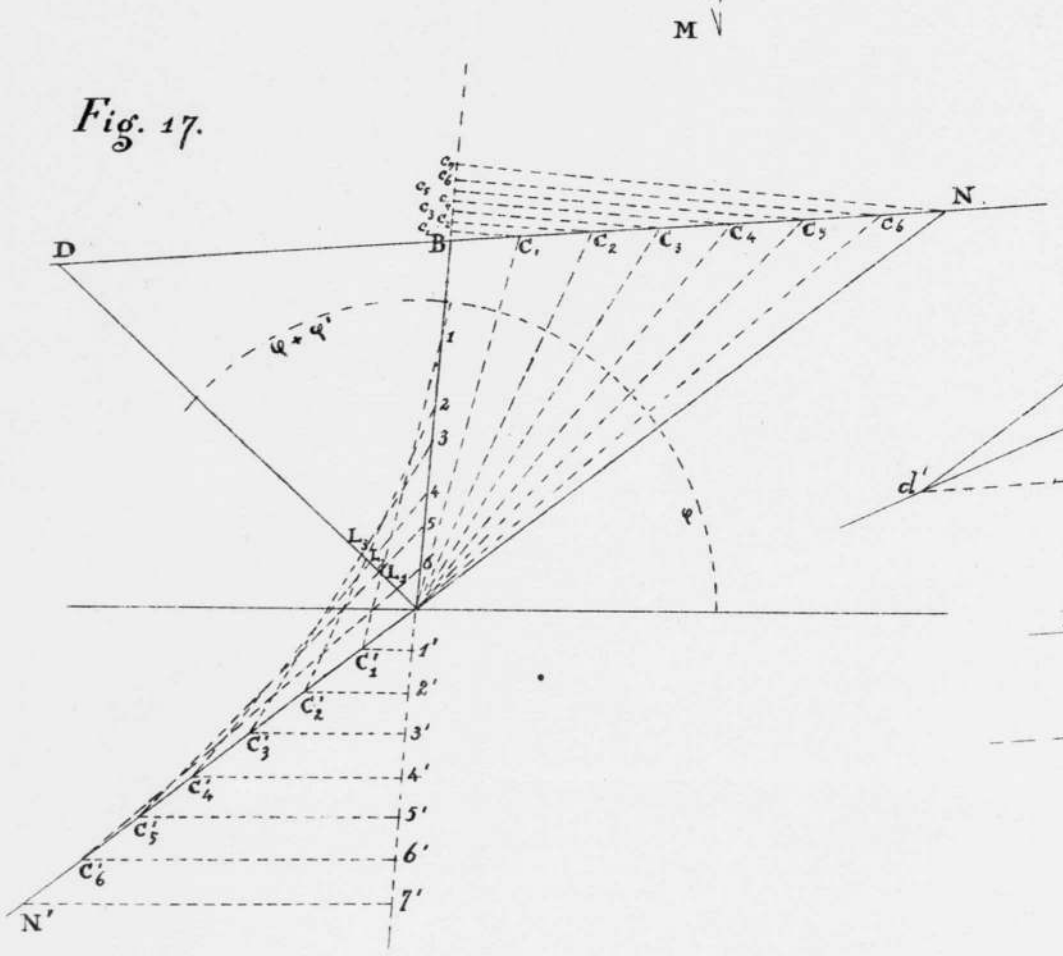
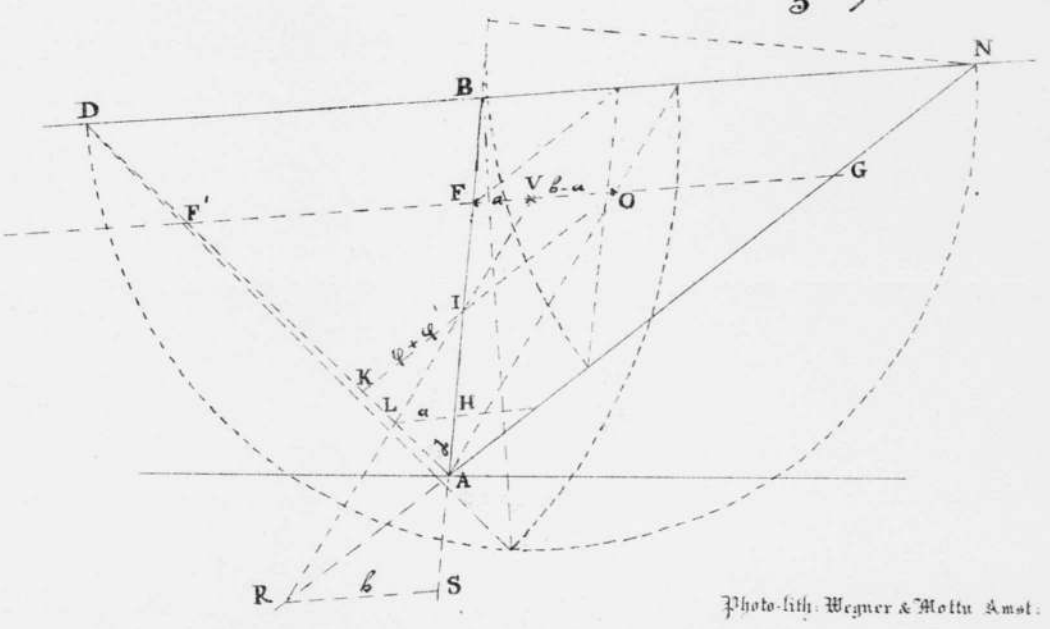


Fig. 18.

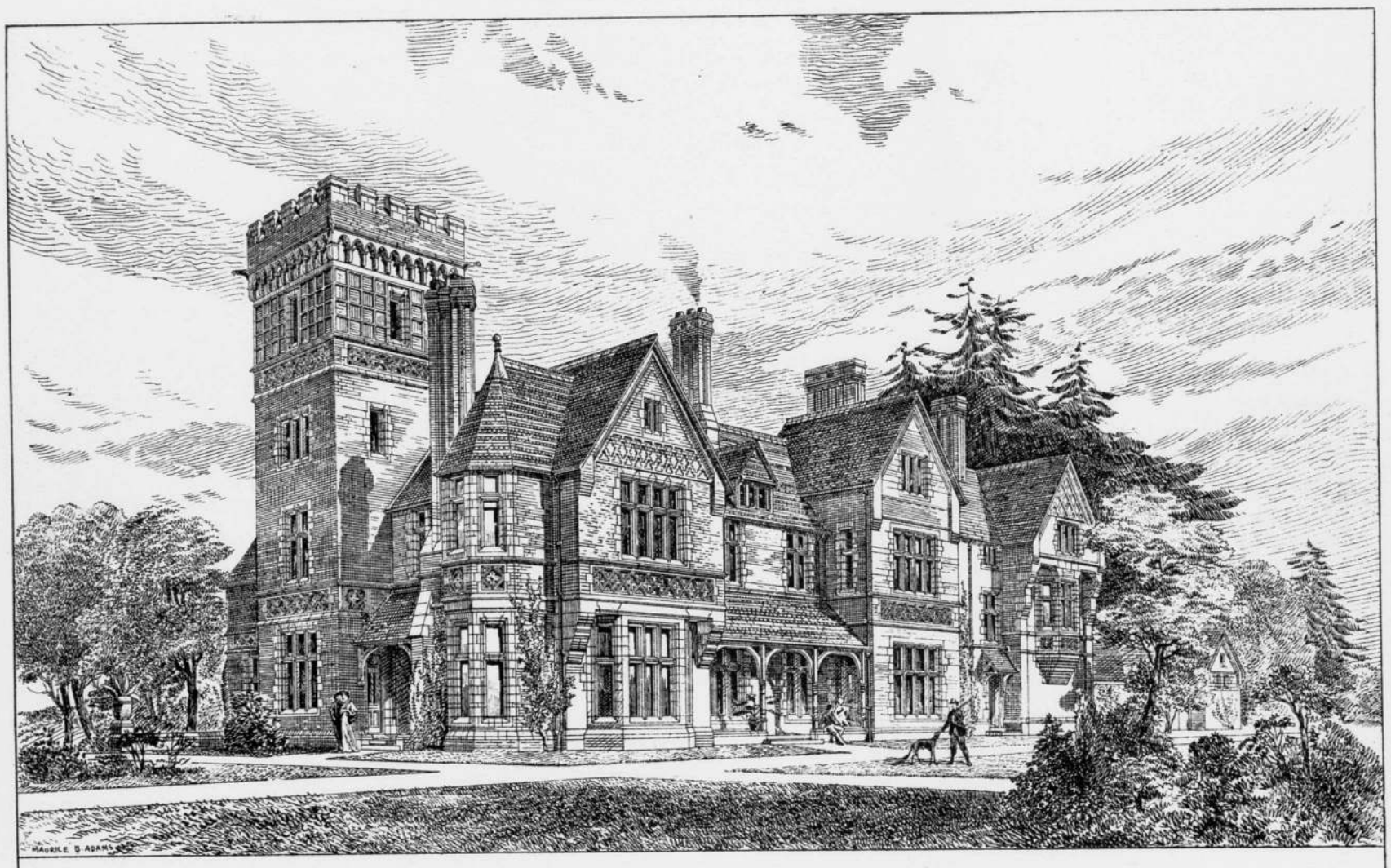
Fig. 19.

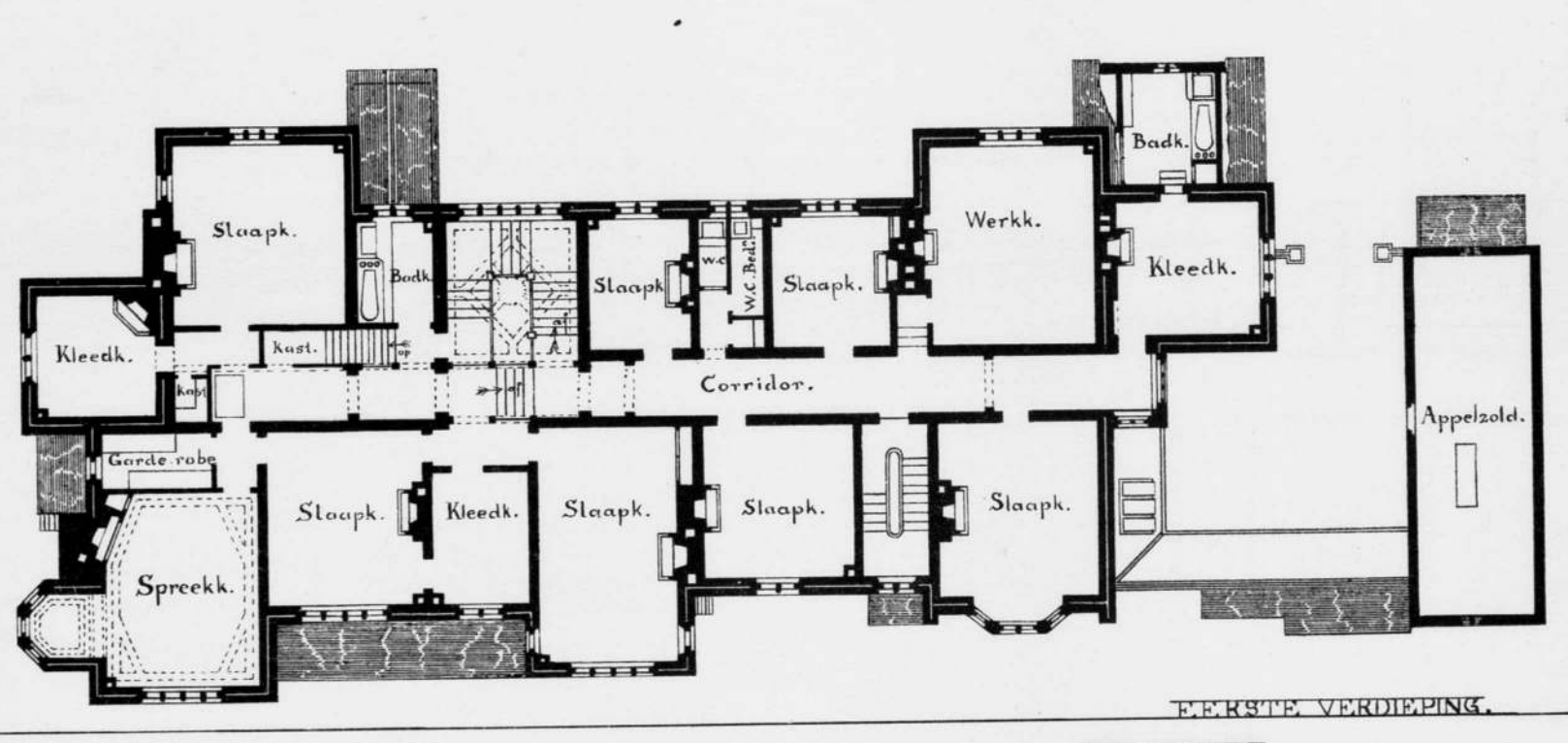


Bouwkundig Tijdschrift 3e Deel.
(Deel 29 der Bouwkundige Bijdragen.)

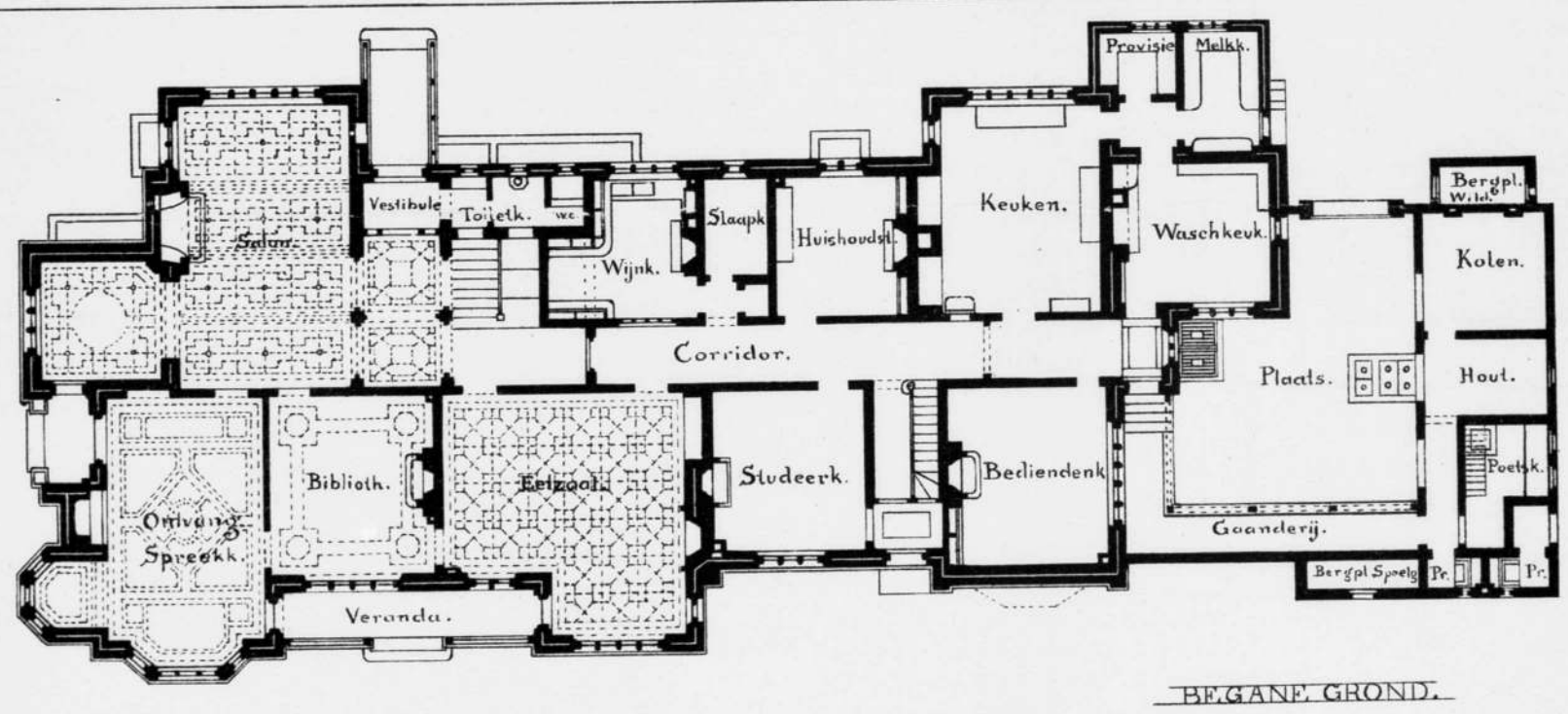
Uitgave van de Erven H. van Munster & Zoon, Amsterdam.

Photo-lith. Wegner & Mottu Amst.





EERSTE VERDIEPING.



BEGANE GROND.

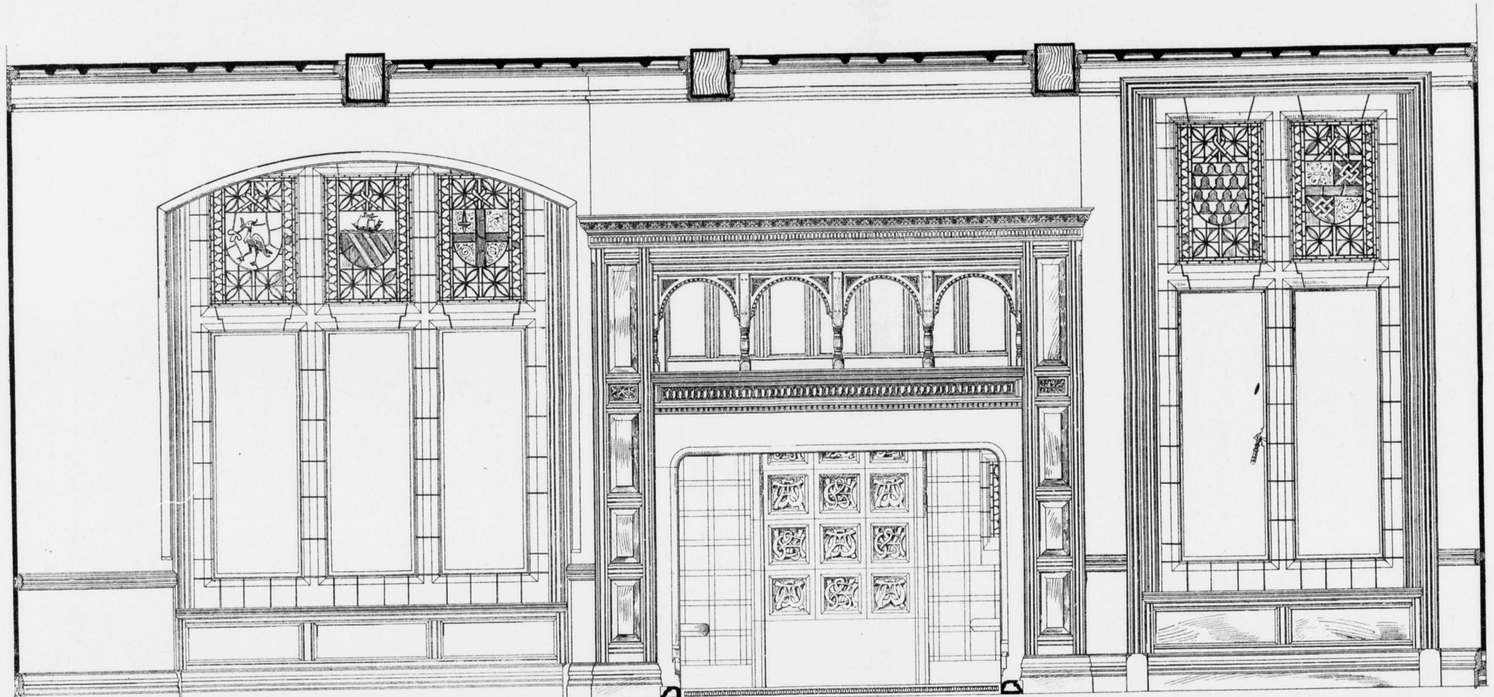
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 M

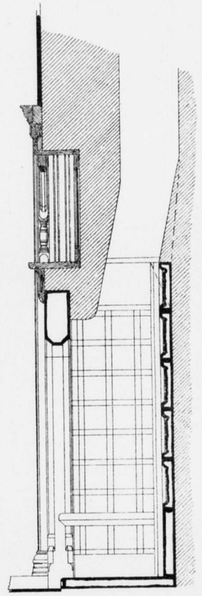
YATTENDON bij Newbury. Woonhuis van Mr. Alfr. Waterhouse A.R.A. Archt.

Bouwkundig Tijdschrift 3e Deel
(Deel 29 der Bouwkundige Bijdragen)

Uitgave van de Erven H van Munster & Zoon. Amsterdam

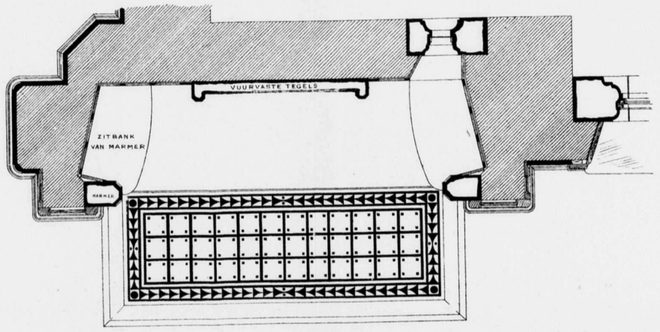
Photo-lith: Wegner & Mottu Amst.





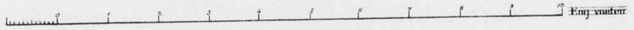
Doorsnede over de Stookplaats

Yattendon:



Opstand van den Westelijken Salonwand

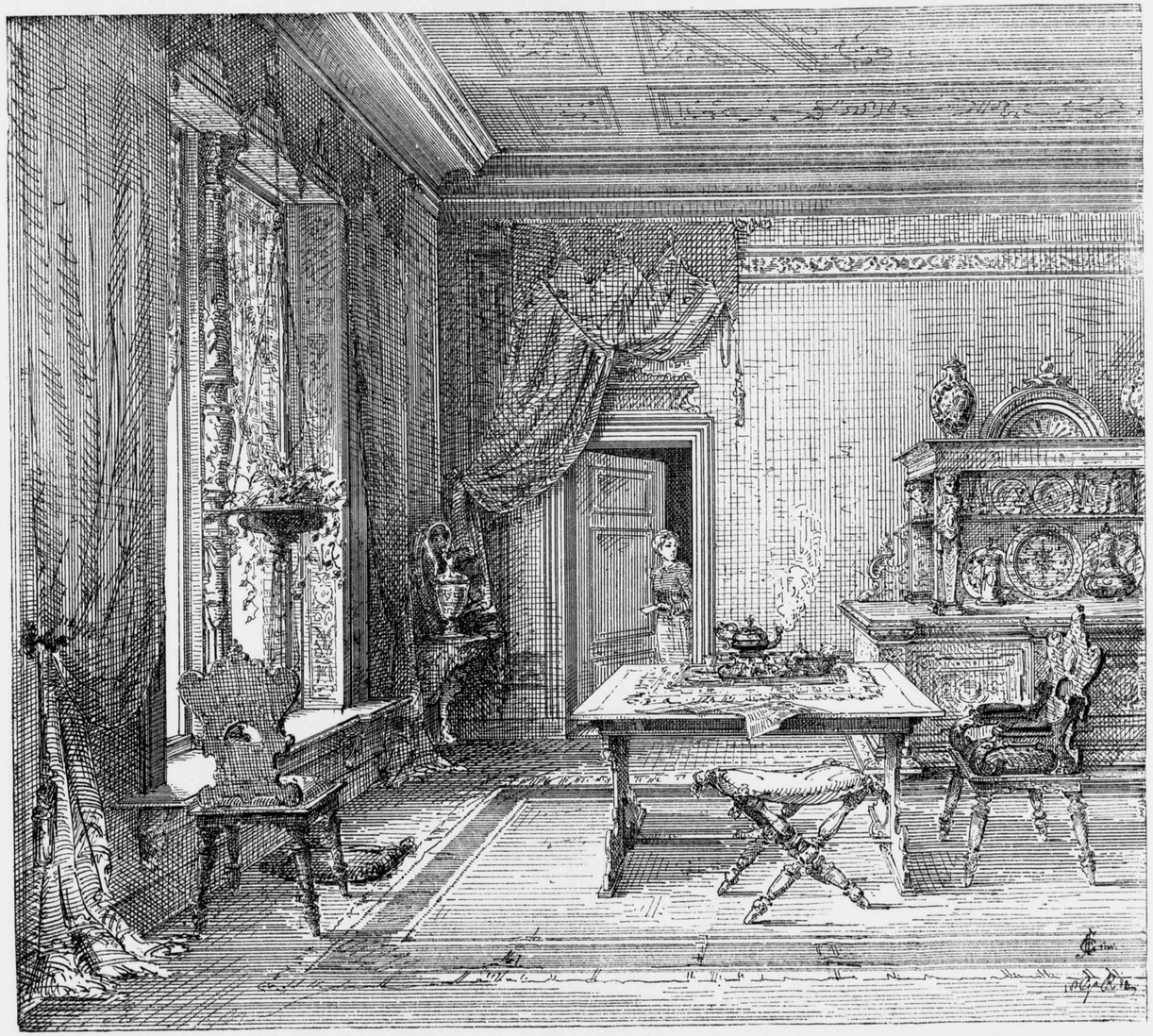
Plattegrond van de Stookplaats



Aspus Waterhouse
Mar 1887

Uitgave van de Erven H. van Munster & Zoon. Amsterdam.

Photo-lith: Wegner & Mottu Amst.



DECORATIE STUDIE.

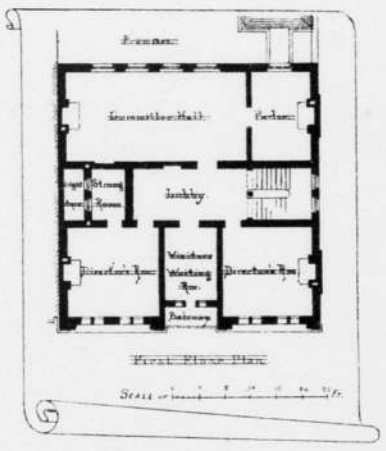
Bouwkundig Tydschrift 3e Deel.
(Deel 29 der Bouwkundige Bijdragen.)

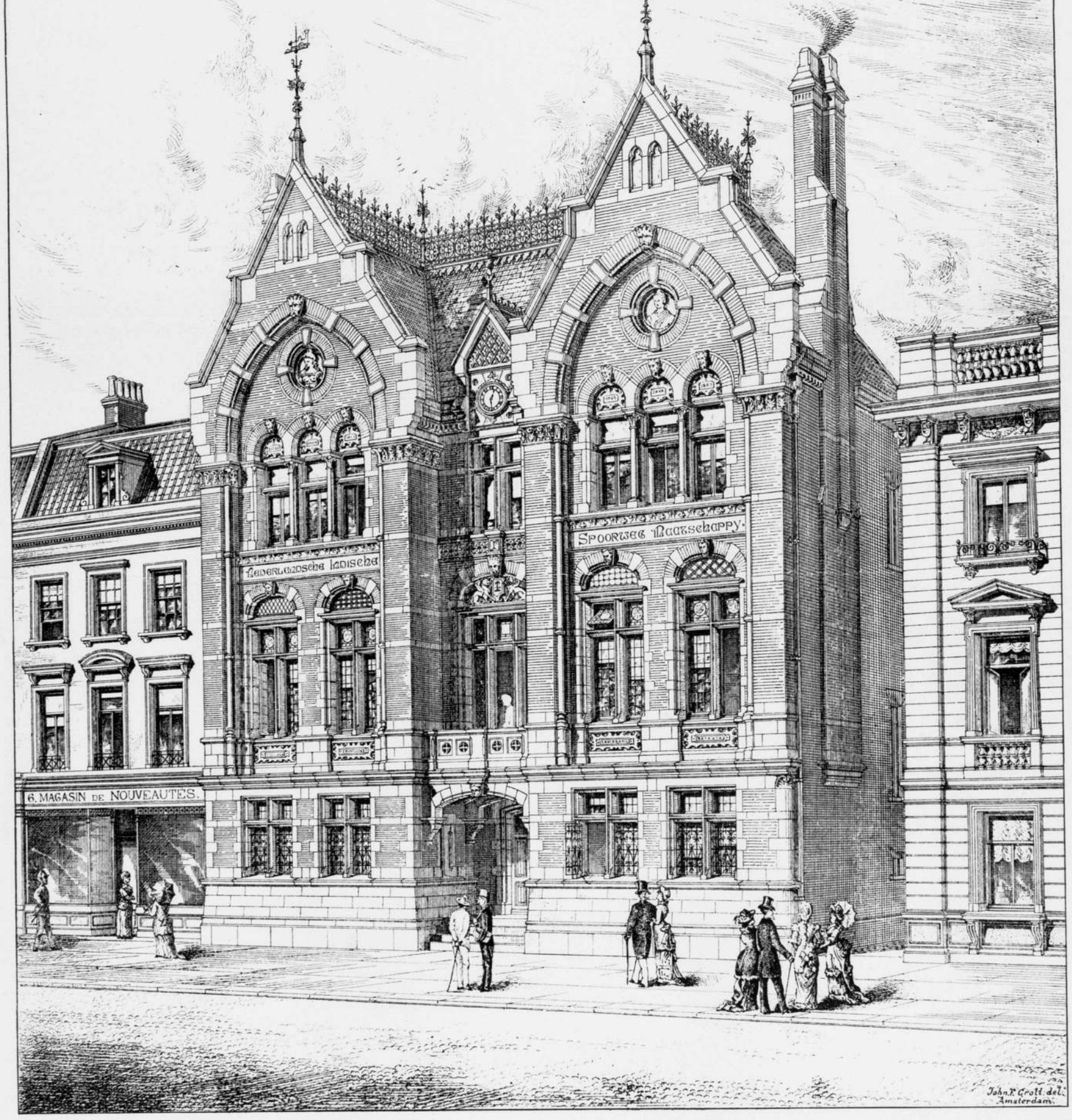
Uitgave van de Erven H. van Munster & Zoon. Amsterdam.

Photo-lith. Wegner & Mottu Amst.

PROPOSED OFFICES
FOR
The Netherlands
Indian Railway
Co.
THE HAGUE.

John. F. Groll. A.S.
LONDON.





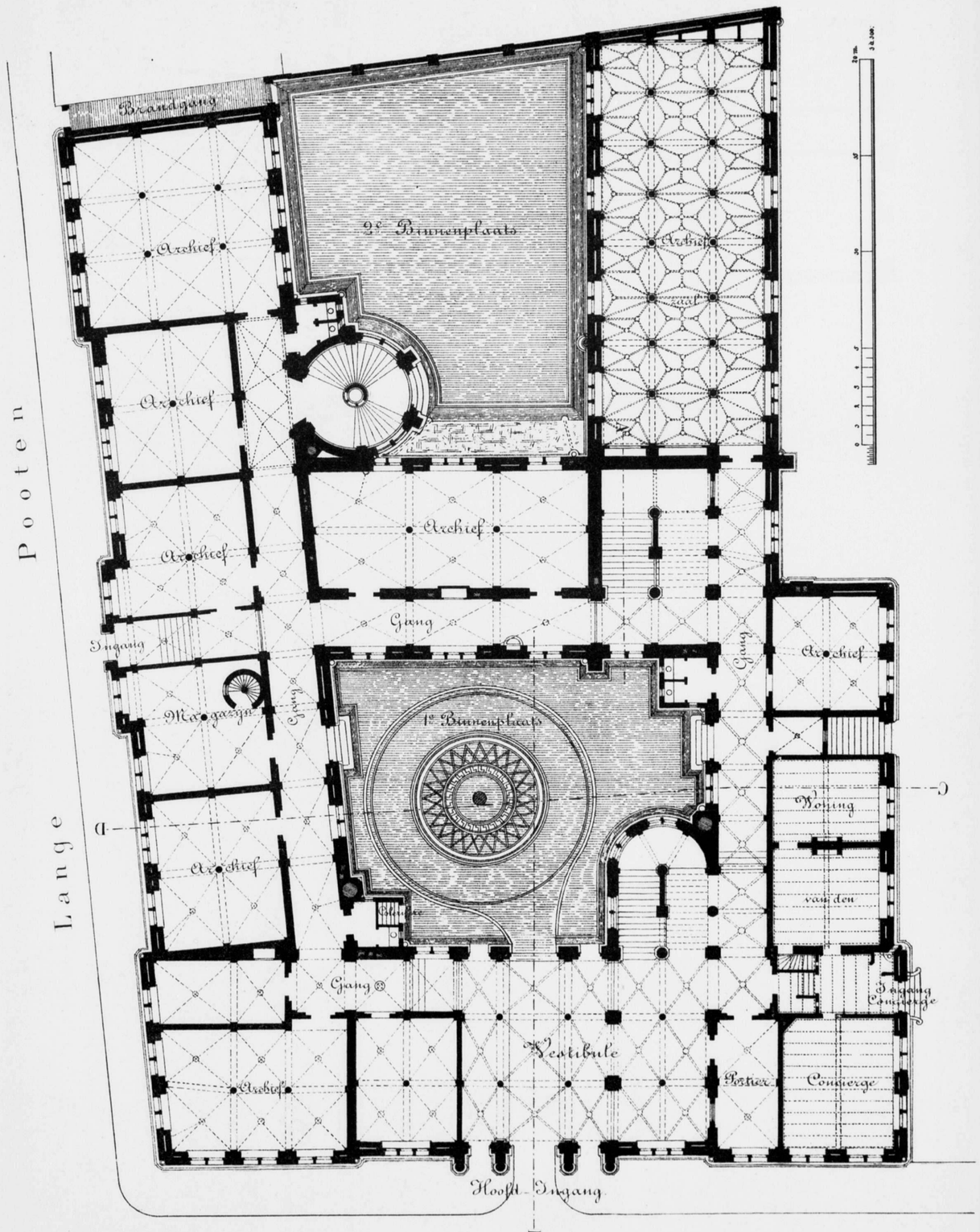
Bouwkundig Tydschrift 3e Deel
(Deel 29 der Bouwkundige Bijdragen)

Uitgave van de Erven H. van Munster & Zoon, Amsterdam.

Photo-lith: Wegner & Mottu Amst.

DÉPARTEMENT VAN JUSTITIE.

VERD^G GELIJKSTRAATS.



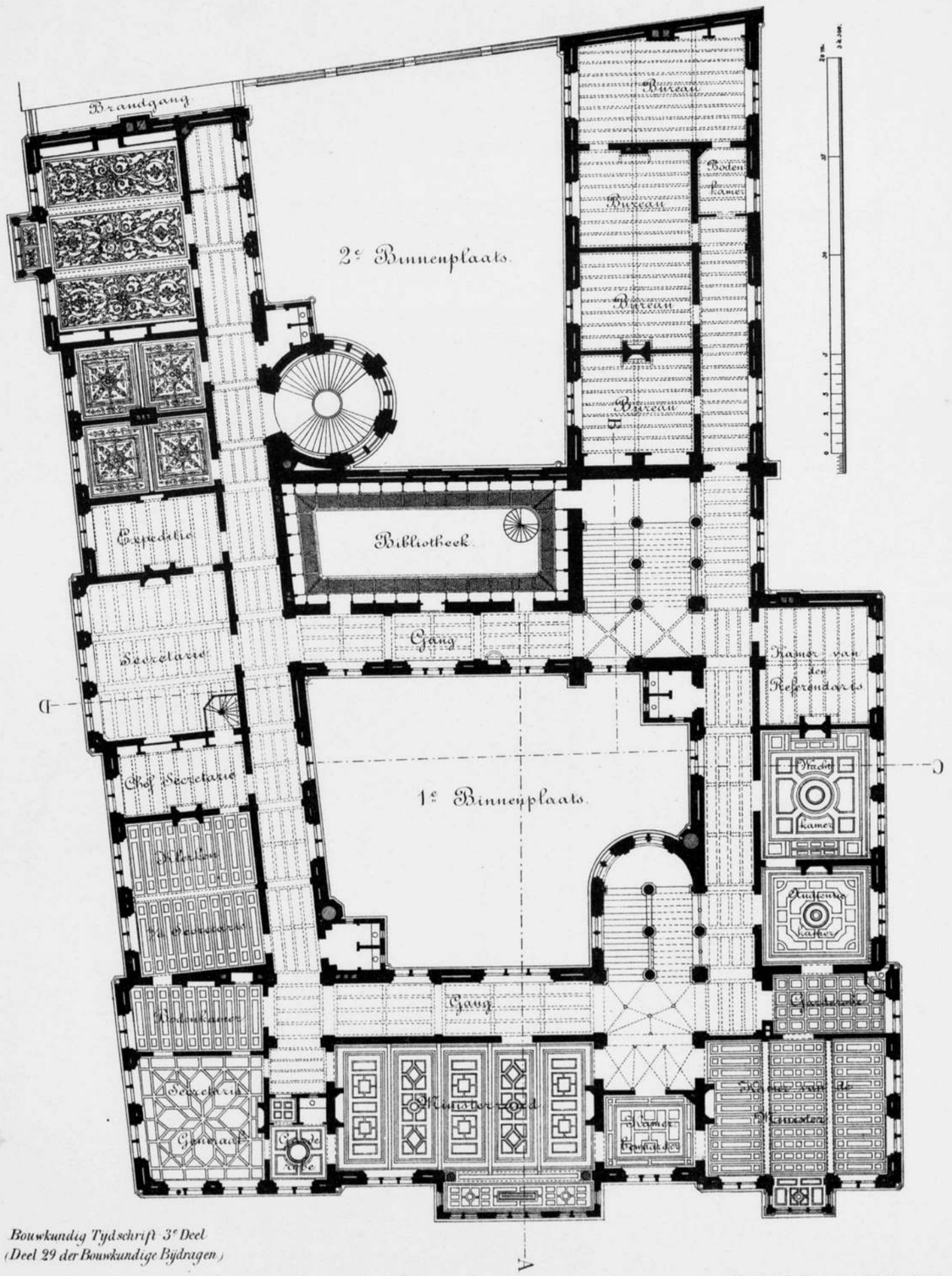
Bouwkundig Tydschrift 3e Deel
(Deel 29 der Bouwkundige Bijdragen)

Uitgave van de Erven H. van Munster & Zoon, Amsterdam.

Photo-lith. Wegner & Mollu Amst.

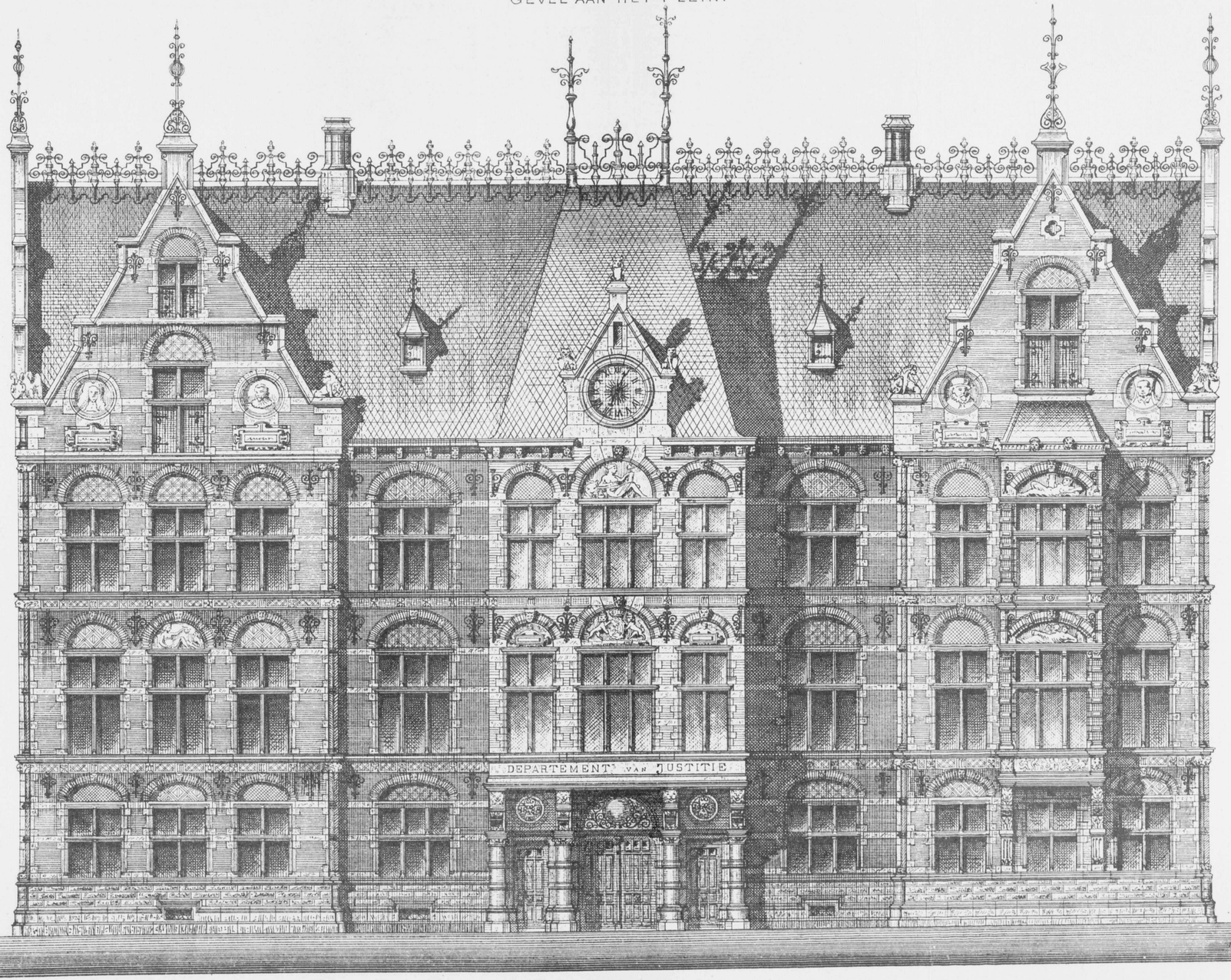
DÉPARTEMENT VAN JUSTITIE.

1e VERDIEPING.


Brandgang
2e Binnenplaats
Bureau
Bureau
Bureau
Bureau
Bureau
Bibliotheek
Expeditie
Secretarie
Gang
1e Binnenplaats
Kamer van de Referendaris
Kabinet
Kabinet
Kabinet

DÉPARTEMENT VAN JUSTITIE.

GEVEL AAN HET PLEIN.



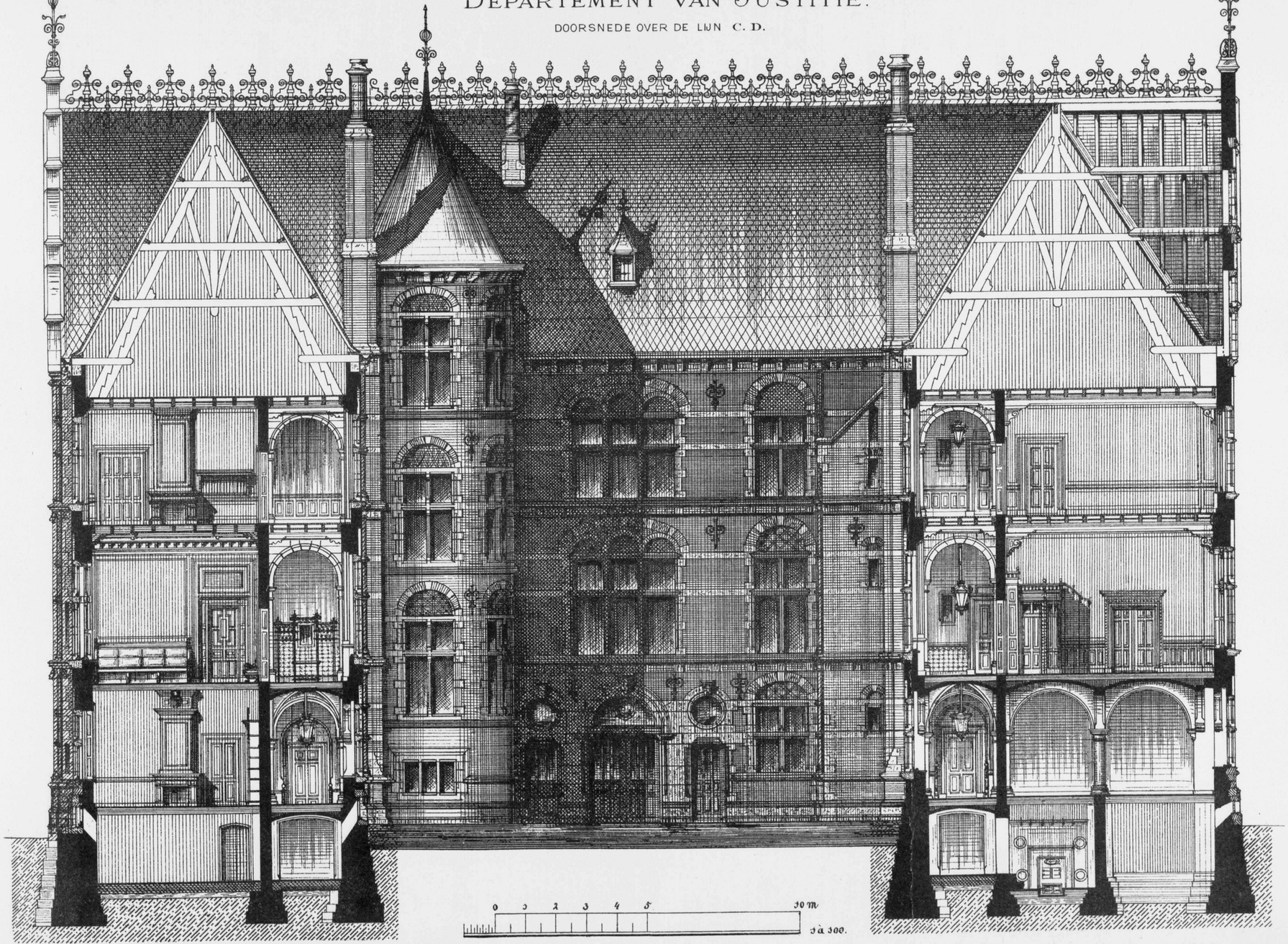
Bouwkundig Tijdschrift 3e Deel.
(Deel 29 der Bouwkundige Bijdragen.)

Uitgave van de Erven H. van Munster & Zoon, Amsterdam.

Photo-lith. Wegner & Mollu, Amst.

DÉPARTEMENT VAN JUSTITIE.

DOORSNEDE OVER DE LIJN C. D.



0 1 2 3 4 5 10 M

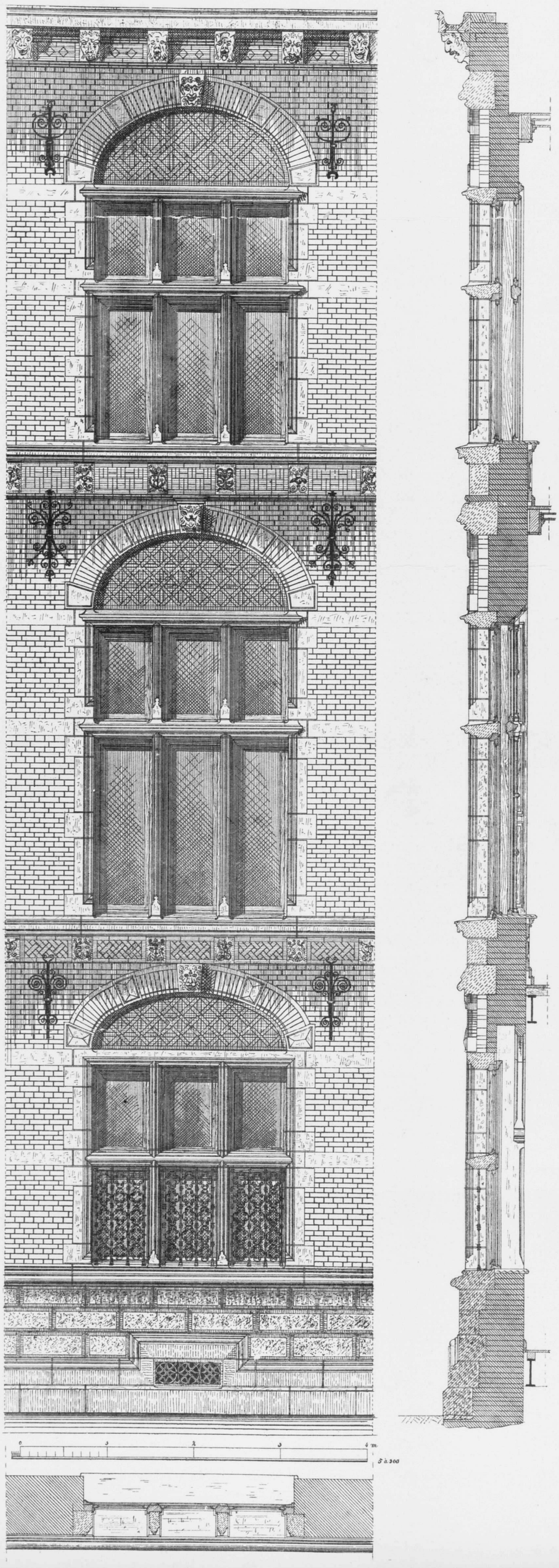
1 à 100.

Uitgave van de Erven H. van Munster & Zoon. Amsterdam.

Photo-lith. Wegner & Mollin Amst.

DEPARTEMENT VAN JUSTITIE.

GEVELDÉTAIL.



Bouwkundig Tydschrift 3e Deel
(Deel 29 der Bouwkundige Bijdragen)

Uitgave van de Erven H. van Munster & Zoon, Amsterdam.

Photo-lith: Wegner & Mollu Amst:

LEGENDE

behoorende bij de drie bekroonde ontwerpen: Sempre Avanti!,
La brique en Sincere Constanter.

Sous-terrein.

1. In- en doorrit.
2. Woning van den concierge.
3. Keuken.
4. Waschkeuken.
5. Service kamer.
6*a*. en 6*b*. Magazijn. (In Sempre Avanti!, voor den concierge.)
7*a*. Bierkelder.
7*b*. Wijnkelder.
7*c*. Provisie kelder.
8. Pakkamer. (In la Brique, binnenplaats.)
9. Bergplaats voor pakkisten.
10. Montoir
11. Calorifère.
12. Bergplaats voor brandstoffen.
13. Privaten, enz.
14. Vestibule.
15. Corridor.

Eerste Verdieping.

1. Vestibule.
2. Garde-robe.
3. Spreekkamer.
4, 5*a*, 5*b*, 5*c* en 5*d* Tentoonstellingszalen voor teekeningen en kunstvoorwerpen.
6, 7*a*, 7*b* en 7*c*. Tentoonstellingszalen voor bouwmaterialen.
8. Bureau.
9. Magazijn.
10. Privaten.
11. Corridor.
12. Montoir.

Tusschen Verdieping.

1. Woning voor den Secretaris.
2. Garde-robe.
3. Corridor.
4. Bibliotheek.
5. Teekenkamer.
6*a* en 6*b*. Kamers voor teekenaars.
7. Privaten.
8. Keuken voor de woning van den Secretaris.
9. Provisiekamer voor de woning van den Secretaris.
10. Beschikbare vertrekken.
11. Orchest.

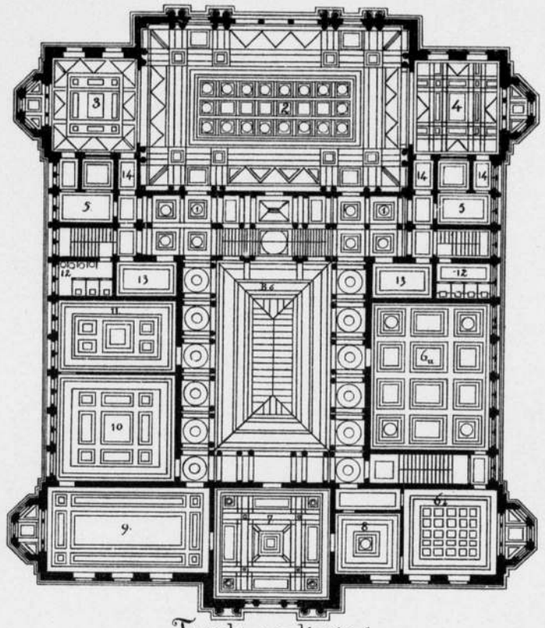
Tweede Verdieping.

1. Vestibule.
2. Feestzaal, tevens danszaal.
3. Conversatiezaal.
4. Restauratiezaal, koffiekamer.
5. Service kamer.
6*a*, 6*b*, 6*c*, 6*d* en 6*e*. Vertrekken, beschikbaar ter verhuring.
7. Bestuurskamer.
8. Bureau van den Secretaris.
9. Bibliotheek.
10. Leeskamer.
11. Teekenkamer.
12. Privaten.
13. Garde-robes.
14. Corridor.
16. Biljartkamer

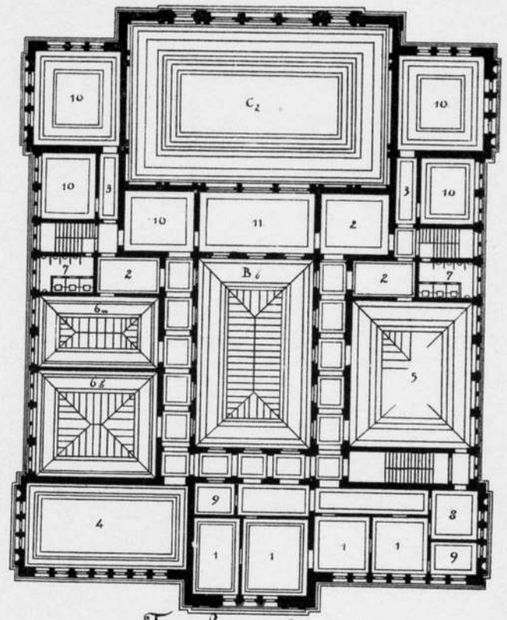
VEREENIGINGSGEBOUW VOOR DE BEOEFENAARS DER BOUWKUNST.

1e Bekroning

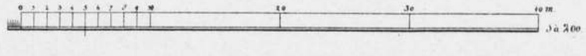
MOTTO: SEMPRE AVANTI!

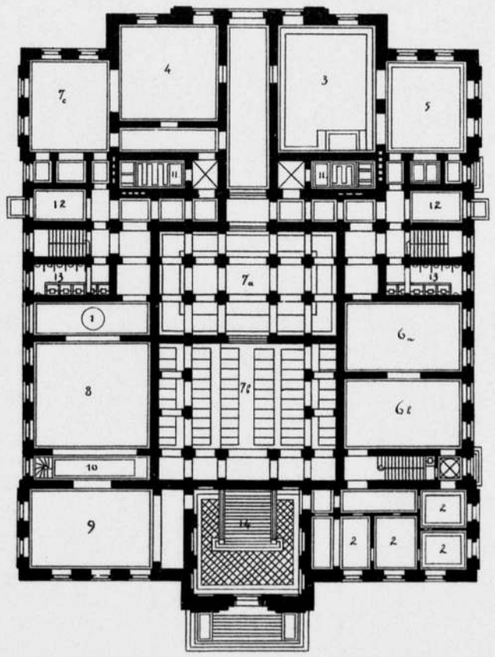


Tweede-verdieping.

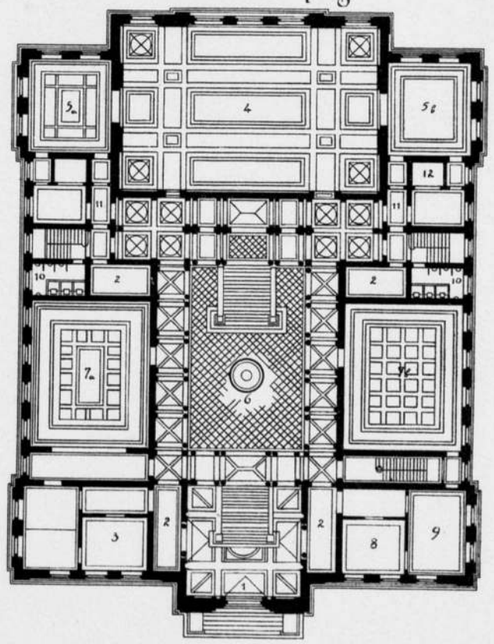


Tusschen-verdieping.





Sousterrein.

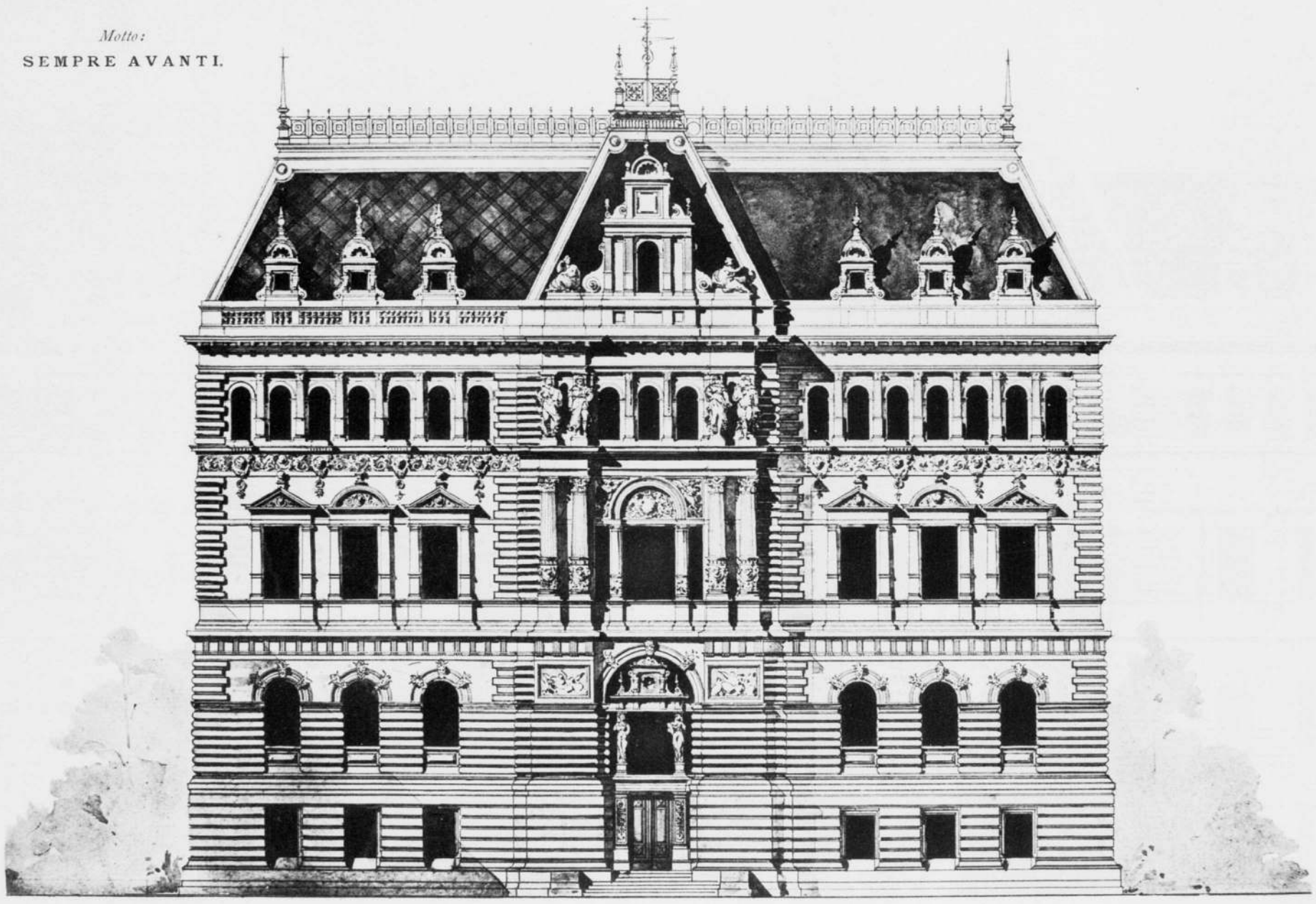


Eerste-verdieping.

Photo-Lith. Wagner & Mozu Amst.

ONTWERPERS:
VAN ELS EN SCHMITZ — DUSSELDORF.

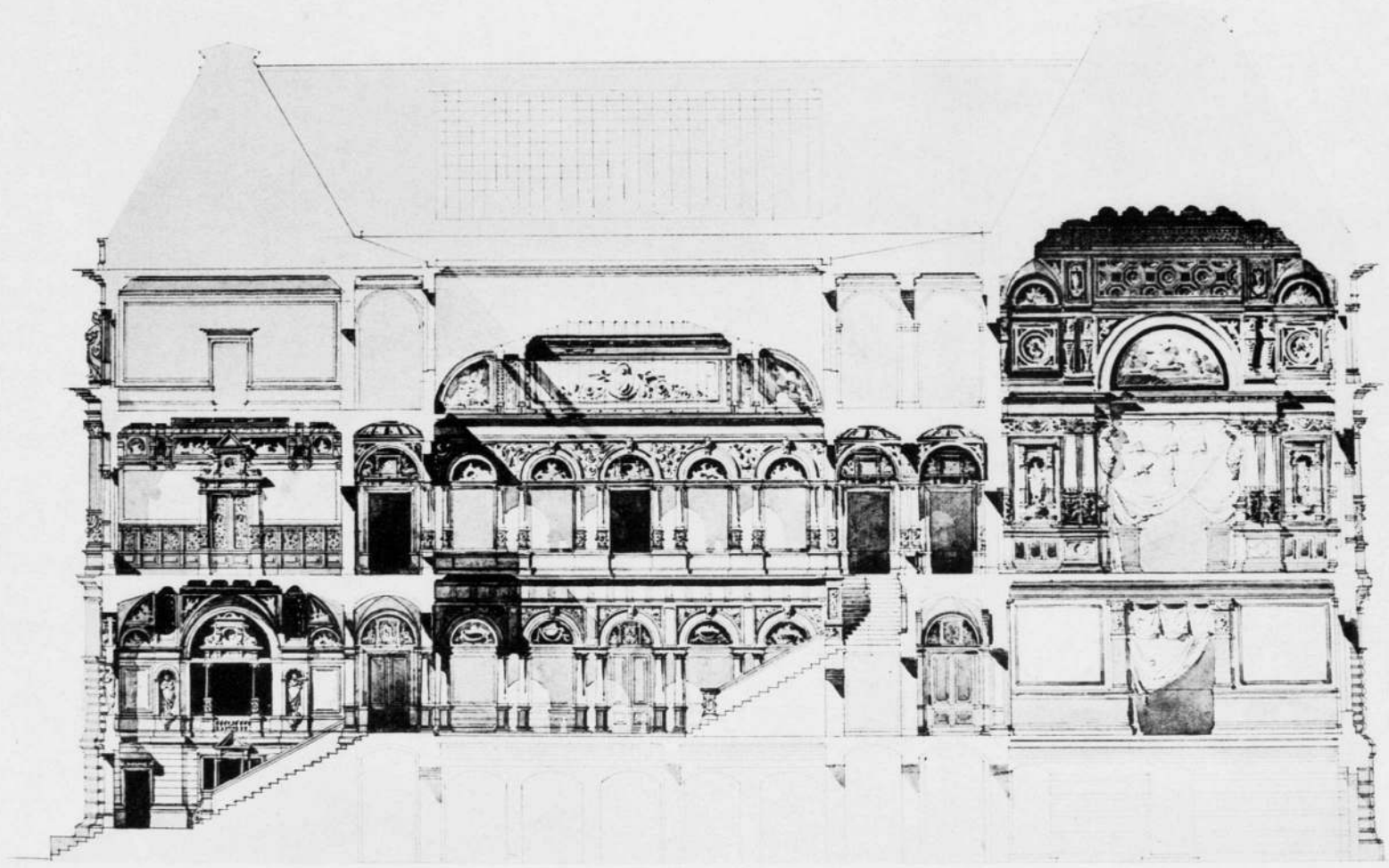
Motto:
SEMPRE AVANTI.



Lichtdruk v. Wegner & Mettu, Amst.

Ontwerpers: VAN ELS en SCHMITZ, *Dusseldorf.*

Motto:
SEMPRE AVANTI.



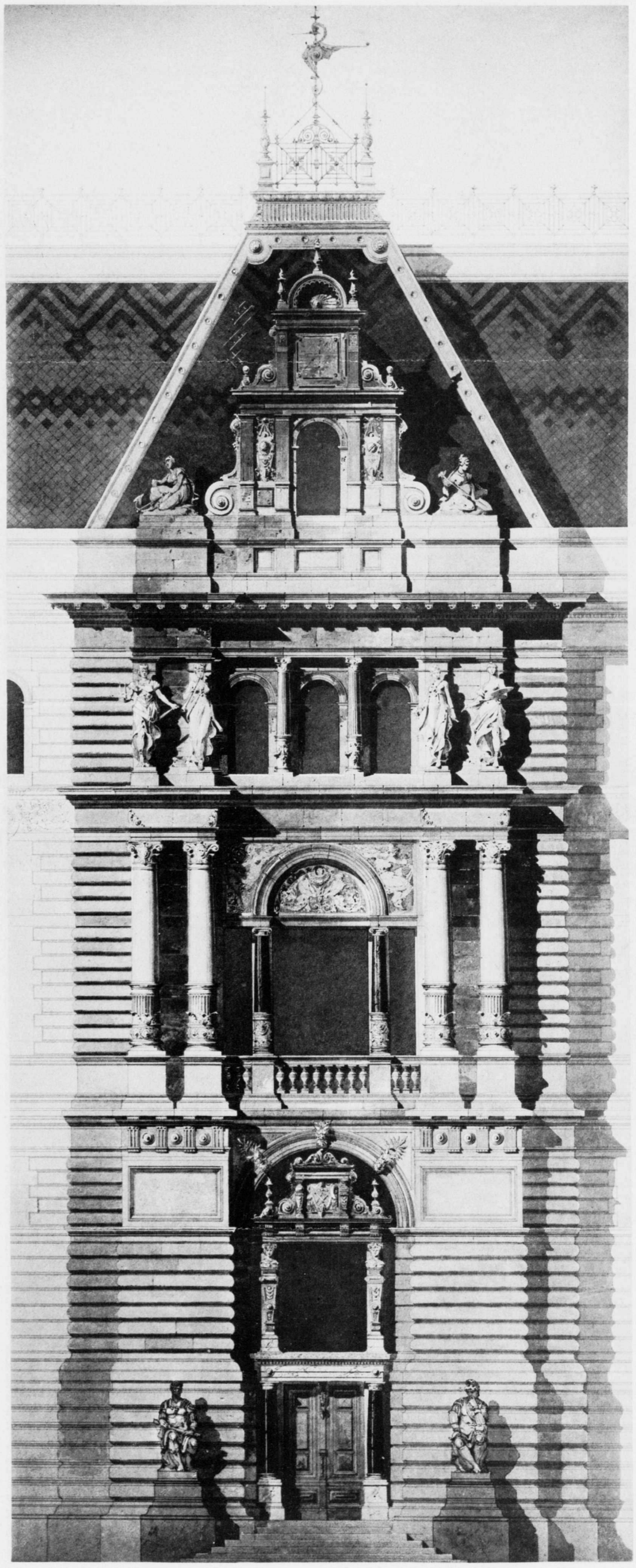
Lichtdruk v. Wegner & Matth, Amst.

DOORSNEDE.

Ontwerpers: VAN ELS en SCHMITZ, *Dusseldorf*.

Motto:

SEMPRE AVANTI.



Lichtdruk v. Wegner & Mottu, Amst.

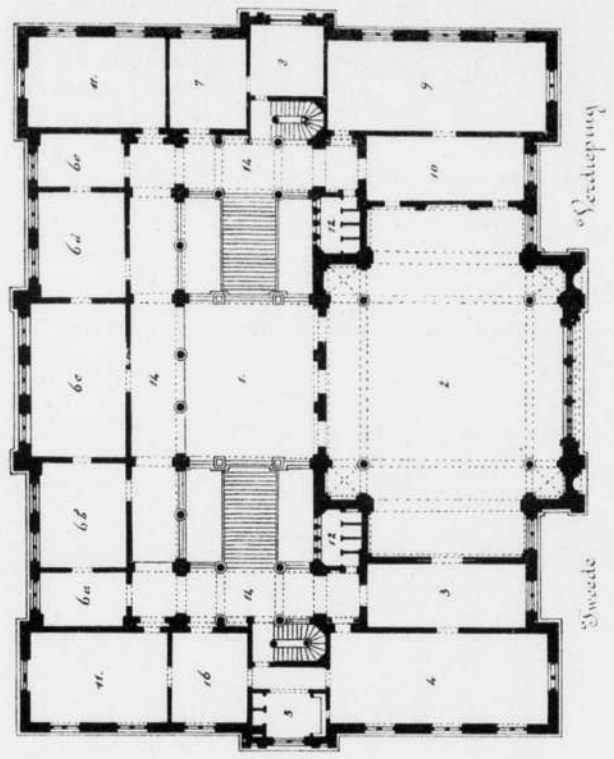
Ontwerpers: VAN ELS en SCHMITZ, *Dusseldorf.*

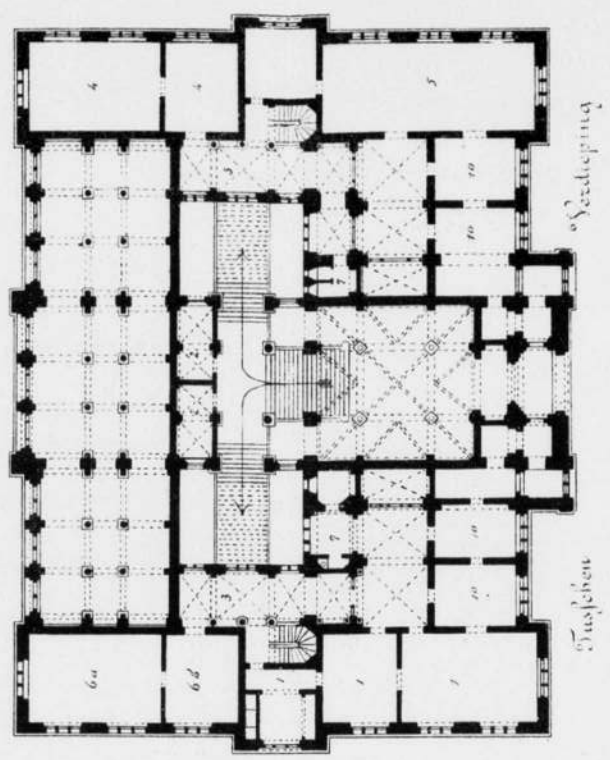
Buitengewone Prijsvraag.

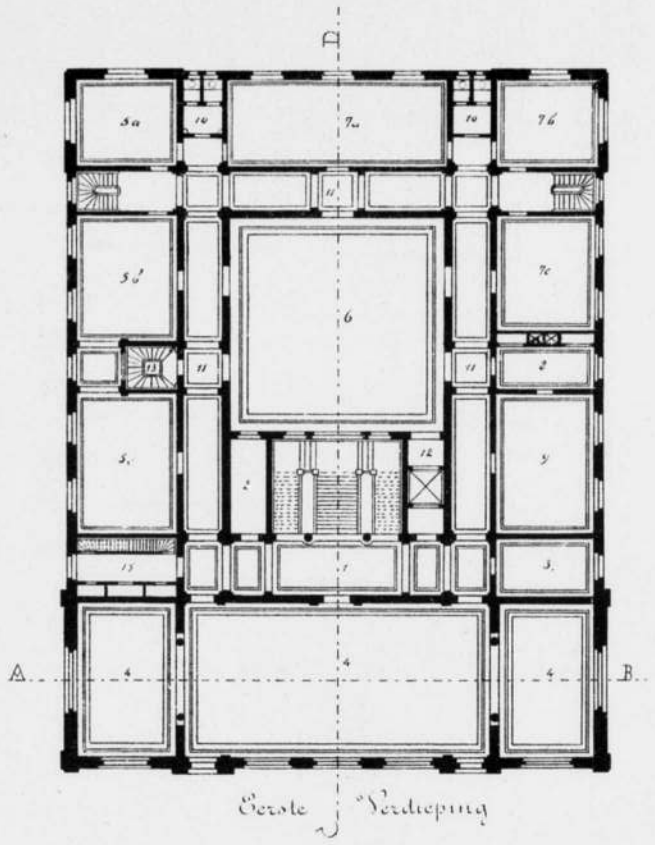
VEREENIGINGSGEBOUW VOOR DE BEOEFENAARS DER BOUWKUNST.

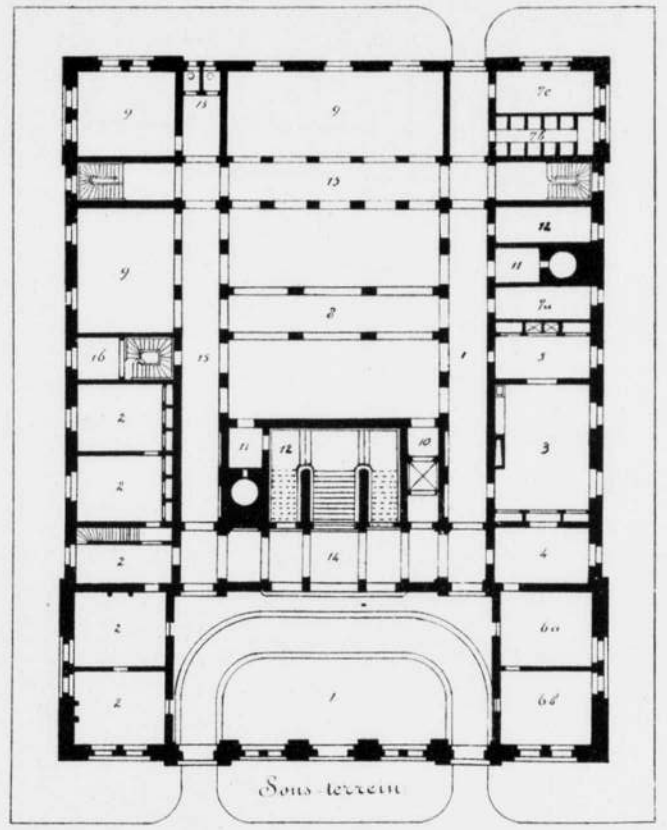
2e Bekroning

MOTTO: LA BRIQUE.

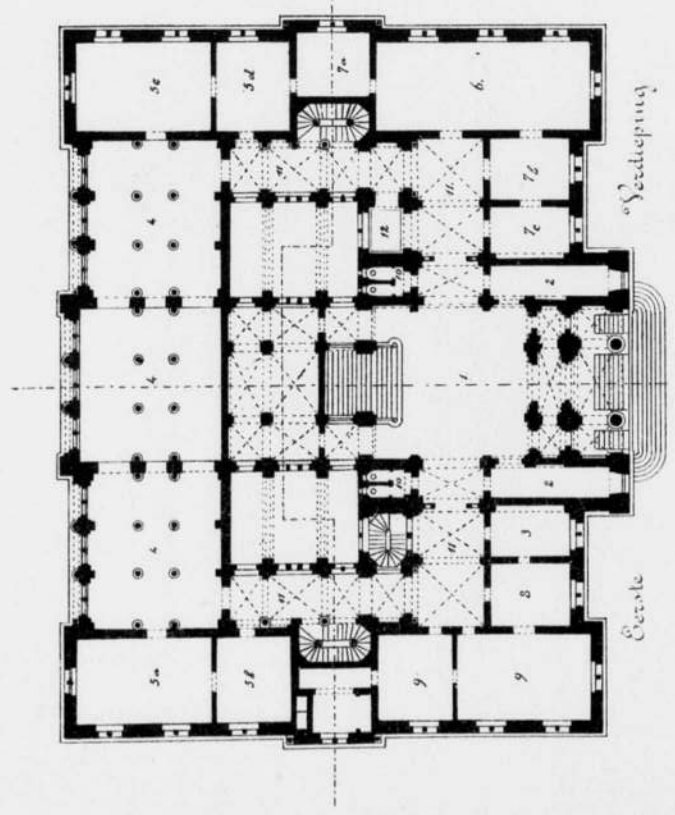




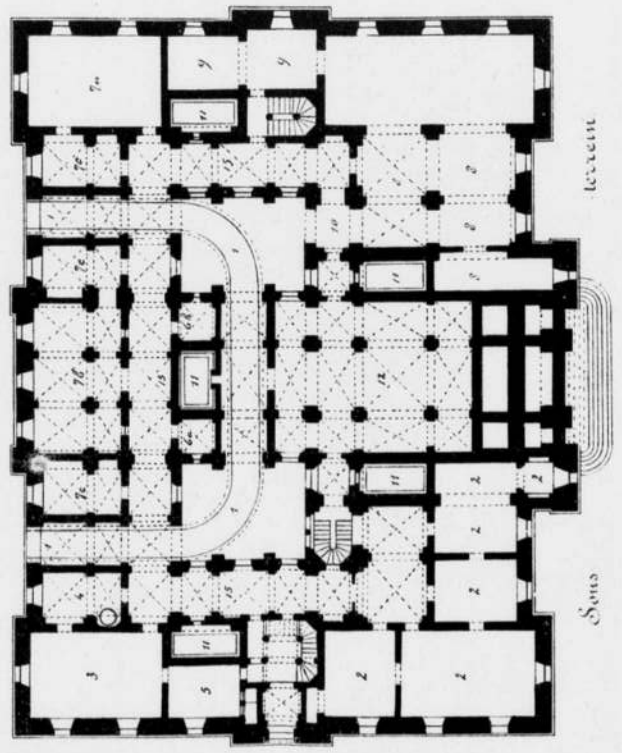


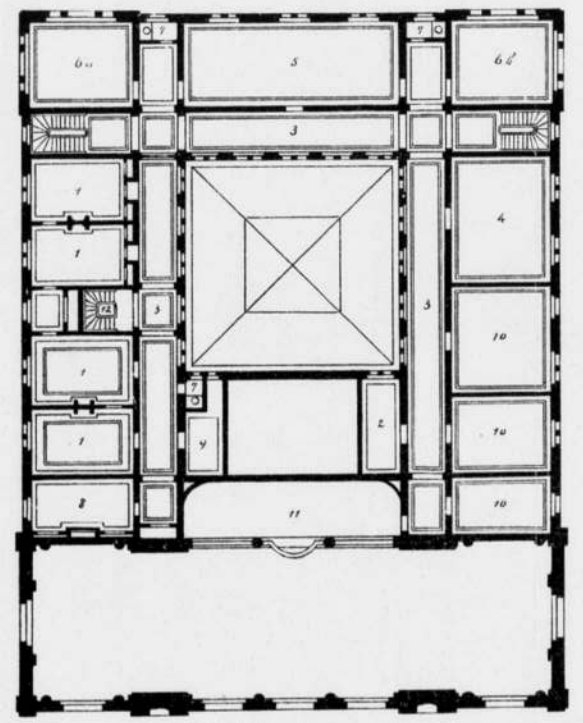


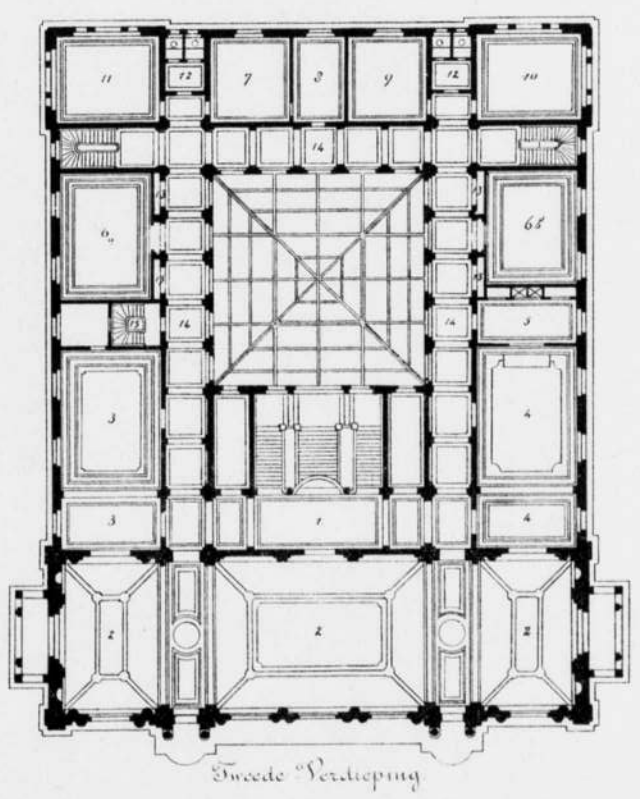
MOTTO SINCÈRE CONSTANTER



ONTWERPERS
G. H. WIEGAND EN A. V. A. HEIM
HAMBURG







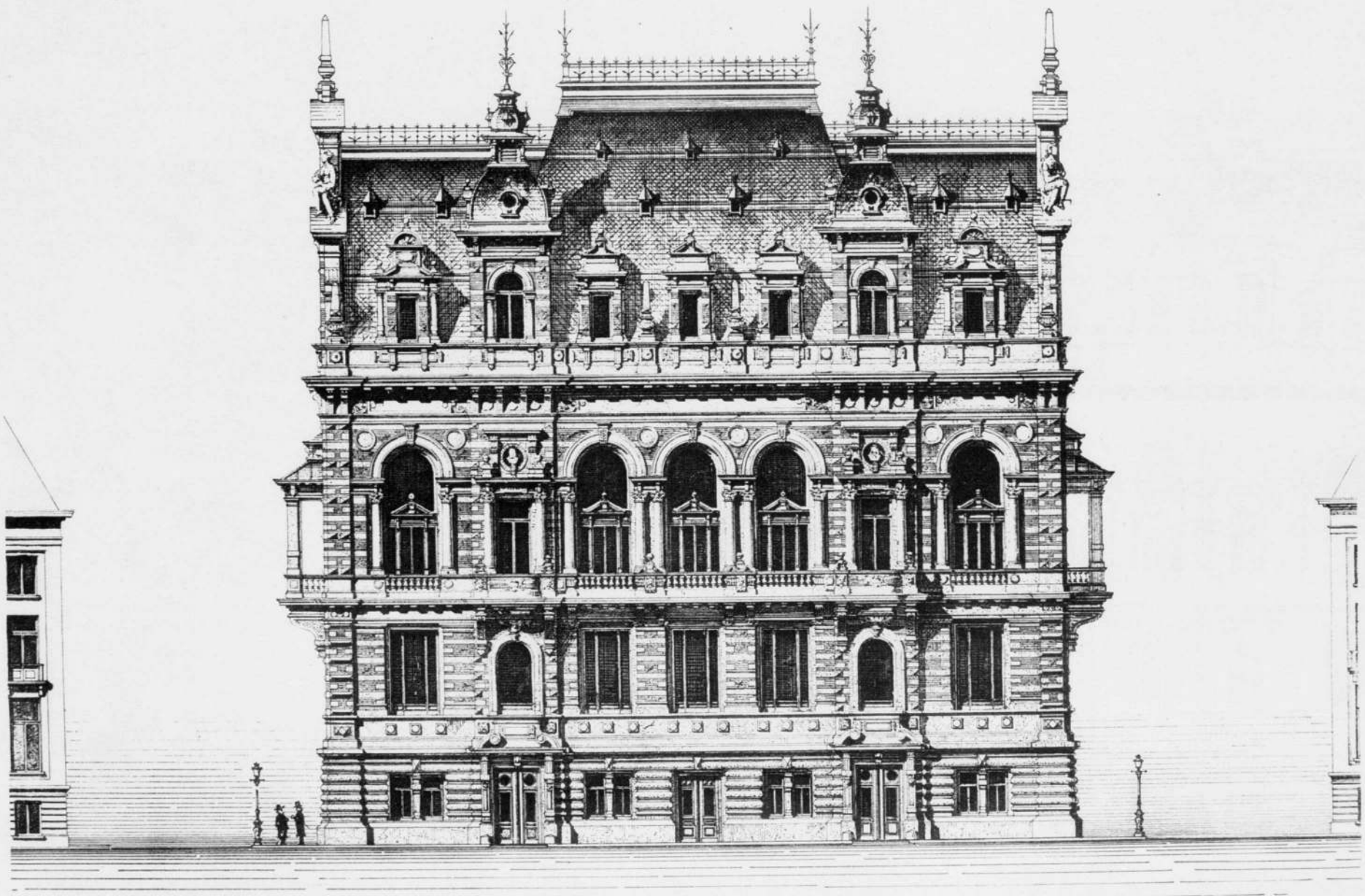
ONTWERPER
HENRI EVERS - BRUSSEL.

Photo-Lith. Wagner & Mollu, Amst.

Buitengewone Prijsvraag. 2e Bekroning.

Motto:

LA BRIQUE.



Lichtdruk v. Wagner & Mottu Amst.

VOORGEVEL

Ontwerper: HENRI EVERS, *Brussel.*

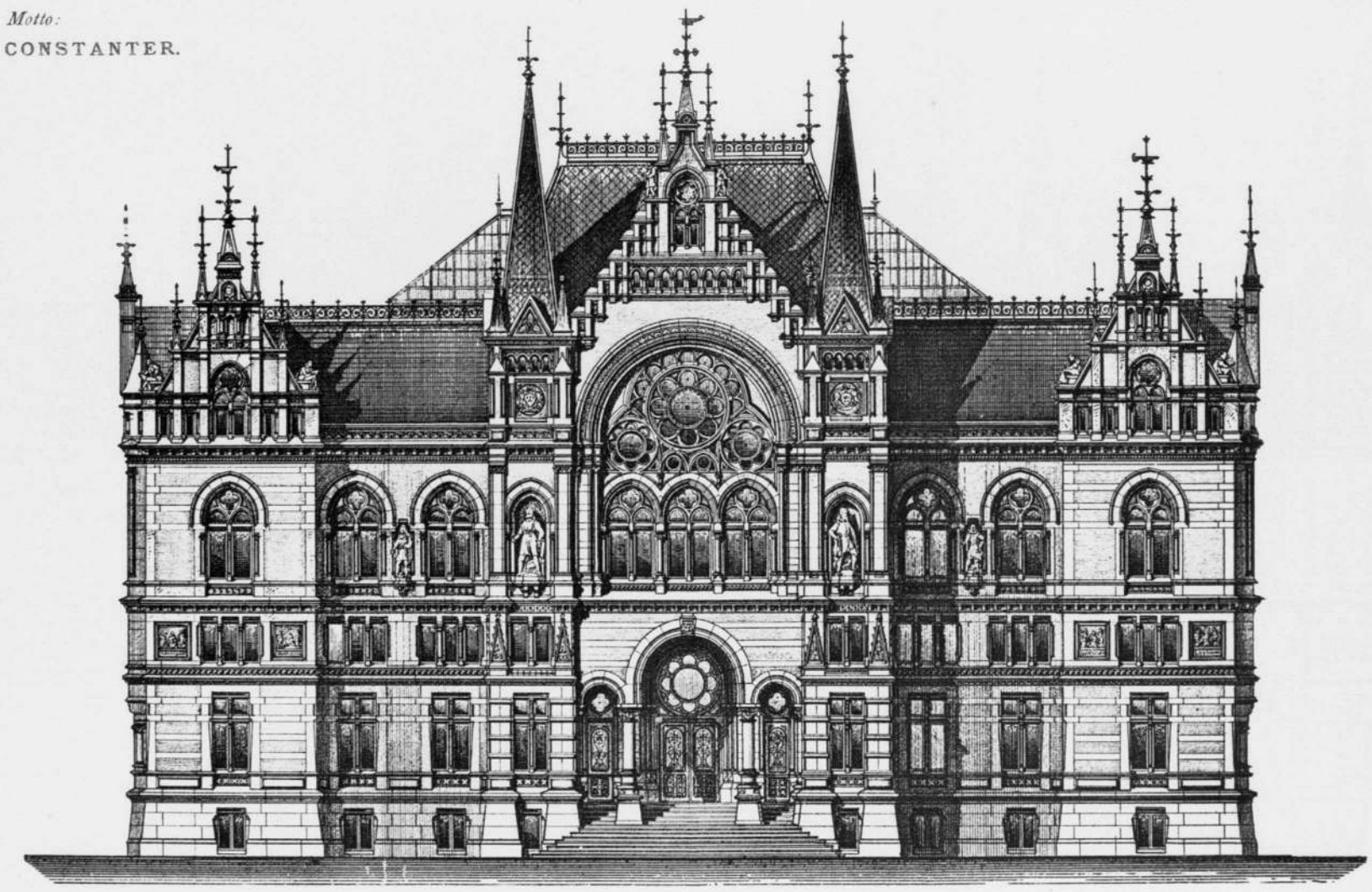
Buitengewone Prijsvraag. 3e Bekroning.

PLAAT VII.

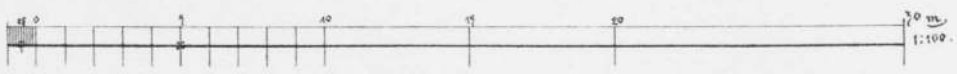
Verslag 1883.

ARCHITEKTENVEREINSGEBAEUDE IN AMSTERDAM.

Motto:
SINCERE CONSTANTER.



Vorderansicht.



Lichtdruk v. Wegner & Mottu, Amst.

Ontwerpers: G. H. WIEGAND en A. V. A. HEIM,
Hamburg.



Photo-Lith. Wagner & Mollu, Amst.

MOTTO:
„Blumen reicht die Natur
Es windet die Kunst sie zum Kranze"

Ontwerper E. J. Niermans.

SCHOORSTEEN MET BETIMMERDE BOEZEM.



Lichtdruk v. Weguer & Mottu, Amst.

Ontwerper E. J. NIERMANS.

Motto:

KUNST EN INDUSTRIE.