



Over dit boek

Dit is een digitale kopie van een boek dat al generaties lang op bibliotheekplanken heeft gestaan, maar nu zorgvuldig is gescand door Google. Dat doen we omdat we alle boeken ter wereld online beschikbaar willen maken.

Dit boek is zo oud dat het auteursrecht erop is verlopen, zodat het boek nu deel uitmaakt van het publieke domein. Een boek dat tot het publieke domein behoort, is een boek dat nooit onder het auteursrecht is gevallen, of waarvan de wettelijke auteursrechttermijn is verlopen. Het kan per land verschillen of een boek tot het publieke domein behoort. Boeken in het publieke domein zijn een stem uit het verleden. Ze vormen een bron van geschiedenis, cultuur en kennis die anders moeilijk te verkrijgen zou zijn.

Aantekeningen, opmerkingen en andere kanttekeningen die in het origineel stonden, worden weergegeven in dit bestand, als herinnering aan de lange reis die het boek heeft gemaakt van uitgever naar bibliotheek, en uiteindelijk naar u.

Richtlijnen voor gebruik

Google werkt samen met bibliotheken om materiaal uit het publieke domein te digitaliseren, zodat het voor iedereen beschikbaar wordt. Boeken uit het publieke domein behoren toe aan het publiek; wij bewaren ze alleen. Dit is echter een kostbaar proces. Om deze dienst te kunnen blijven leveren, hebben we maatregelen genomen om misbruik door commerciële partijen te voorkomen, zoals het plaatsen van technische beperkingen op automatisch zoeken.

Verder vragen we u het volgende:

- + *Gebruik de bestanden alleen voor niet-commerciële doeleinden* We hebben Zoeken naar boeken met Google ontworpen voor gebruik door individuen. We vragen u deze bestanden alleen te gebruiken voor persoonlijke en niet-commerciële doeleinden.
- + *Voer geen geautomatiseerde zoekopdrachten uit* Stuur geen geautomatiseerde zoekopdrachten naar het systeem van Google. Als u onderzoek doet naar computervertalingen, optische tekenherkenning of andere wetenschapsgebieden waarbij u toegang nodig heeft tot grote hoeveelheden tekst, kunt u contact met ons opnemen. We raden u aan hiervoor materiaal uit het publieke domein te gebruiken, en kunnen u misschien hiermee van dienst zijn.
- + *Laat de eigendomsverklaring staan* Het “watermerk” van Google dat u onder aan elk bestand ziet, dient om mensen informatie over het project te geven, en ze te helpen extra materiaal te vinden met Zoeken naar boeken met Google. Verwijder dit watermerk niet.
- + *Houd u aan de wet* Wat u ook doet, houd er rekening mee dat u er zelf verantwoordelijk voor bent dat alles wat u doet legaal is. U kunt er niet van uitgaan dat wanneer een werk beschikbaar lijkt te zijn voor het publieke domein in de Verenigde Staten, het ook publiek domein is voor gebruikers in andere landen. Of er nog auteursrecht op een boek rust, verschilt per land. We kunnen u niet vertellen wat u in uw geval met een bepaald boek mag doen. Neem niet zomaar aan dat u een boek overal ter wereld op allerlei manieren kunt gebruiken, wanneer het eenmaal in Zoeken naar boeken met Google staat. De wettelijke aansprakelijkheid voor auteursrechten is behoorlijk streng.

Informatie over Zoeken naar boeken met Google

Het doel van Google is om alle informatie wereldwijd toegankelijk en bruikbaar te maken. Zoeken naar boeken met Google helpt lezers boeken uit allerlei landen te ontdekken, en helpt auteurs en uitgevers om een nieuw leespubliek te bereiken. U kunt de volledige tekst van dit boek doorzoeken op het web via <http://books.google.com>

THEORETISCH EN PRACTISCH
BOUWKUNDIG HANDBOEK,

TEN DIENSTE VAN

INGENIEURS, ARCHITECTEN, OPZIGTERS, TIMMERLIEDEN, METSELAARS

EN VERDERE

BOUWKUNDIGEN;

DOOR

W. G. BRADÉ,

OND Kapitein-Ingénieur.

MET KOPEREN PLATEN.

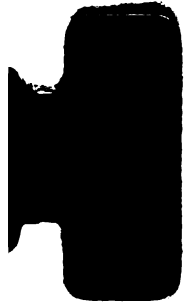
TWEEDE VERBETERDE EN VERMEERDERDE DRUK.

TWEEDE DEEL,


Te 's Gravenhage,
BIJ DE ERVEN DOORMAN.

1844.

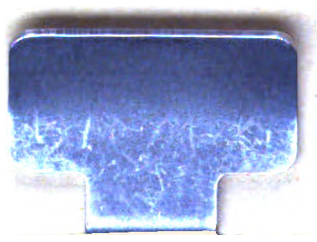
KONINKL.
BIBLIOTHEEK



KONINKLIJKE BIBLIOTHEEK



0818 4407



**THEORETISCH EN PRACTISCH
BOUWKUNDIG HANDBOEK.**

Digitized by Google

1303C4.

THEORETISCH EN PRACTISCH
BOUWKUNDIG HANDBOEK,

TEN DIENSTE VAN

INGENIEURS, ARCHITECTEN, OPZIGTERS, TIMMERLIEDEN, METSELAARS

EN VERDER

BOUWKUNDIGEN,

DOOR

W. G. BRADÉ,

Oud Kapitein-Ingénieur.

TWEEDE DEEL.

BEVATTENDE DE TWEEDE AFDEELING.

TWEEDE VERRETERDE EN VERMEERDERDE DRUK.

Te 's Gravenhage,
BIJ DE ERVEN DOORMAN.

—
1842.

... ..

1303C4.

THEORETISCH EN PRACTISCH
BOUWKUNDIG HANDBOEK,

TEN DIENSTE VAN

INGENIEURS, ARCHITECTEN, OPZIGTERS, TIMMERLIEDEN, METSELAARS

EN VERDERE

BOUWKUNDIGEN,

DOOR

W. G. BRADÉ,

Oud Kapitein-Ingénieur.

TWEDE DEEL.

BEVATTENDE DE TWEEDE AFDEELING.

TWEDE VERBETERDE EN VERMEERDERDE DRUK.

**Te 's Gravenhage,
BIJ DE ERVEN DOORMAN.**

—
1842.



I N H O U D

VAN HET TWEEDE DEEL.

EERSTE HOOFDSTUK. Over de funderingen van gebouwen.	Bladz.	1.
Over de verschillende bouwgronden.	“	1.
Werktuigen tot het onderzoeken der gronden gebruikelijk.	“	3.
Onderzoek der gronden door middel van proefpalen.	“	5.
Over de funderingswijzen op onderscheidene soorten van gronden.	“	6.
Over de funderingsputten.	“	9.
Over het inheijen van palen.	“	12.
Over het draagvermogen der grondpalen.	“	16.
Over de zwaarte en den afstand der funderingspalen.	“	19.
Over de damplanken.	“	19.
Beschrijving der liggende roosterwerken.	“	21.
Beschrijving der paalroosterwerken.	“	22.
Over de fundering op aardwelven	»	23.
Over de fundering met zinkpijlers.	“	24.
Fundering à pierre perdue ou enrochement.	“	25.
Fundering in kisten (en caissons).	“	27.
TWEEDE HOOFDSTUK. Over de werktuigen, bij funderingen gebruikt wordende.	“	29.
Over de werktuigen, tot het droogmaken van funderingsputten gebruikelijk.	“	29.
Over de beweegkrachten der waterwerktuigen.	“	30.
Over het droogmaken door emmers.	“	33.
De Vriesche hoosbak.	“	33.
De pompen.	“	34.
Over de tonmolens.	»	35.
Over de kettingmolens.	“	38.
Over de voordeeligste helling der kettingmolens.	“	41.
De verticale kettingmolen of het paternosterwerk.	“	44.
Over het trommelscheprad (roue à tympan).	“	46.
Over de werktuigen in beweging gebracht door een waterrad (roue à aubes) door middel der werking van stroomend water.	“	47.
De kastschepradmolen (roue à godets).	“	49.

Over de werktuigen tot het inheijen van palen en damplanken gebruikelijk.	Bladz.	53.
Over de kunstheistellingen.	“	58.
Over de werktuigen tot het uittrekken van ingeheide palen.	“	60.
Over de zagen om de palen onder water af te zagen.	“	61.
DERDE HOOFDSTUK. <i>Over de metselwerken in gehouwen steen.</i>	“	63.
Over de metselwerken bij de aloude volken.	“	63.
Over de metselwerken bij de Grieken en Romeinen.	“	64.
Metselwerk in leemsteenen.	“	64.
“ in gebakken steen.	“	64.
Gemengde metselwerken.	“	65.
Metselverband genaamd <i>Opus incertum.</i>	“	65.
“ “ <i>Opus reticulatum</i>	“	66.
“ “ <i>Isodomon.</i>	“	66.
“ “ <i>Pseudisodomon.</i>	“	67.
“ “ <i>Emplecton.</i>	“	67.
Metselwerk in gehouwen steen der Ouden.	“	69.
Over de hedendaagsche wijze van het behouwen der steenen.	“	70.
Over de hedendaagsche wijze van metselen in gehouwen steen.	“	72.
Over de gebreken in de hedendaagsche wijze van metselen in gehouwen steen.	“	75.
Middelen tot voorkoming der voornoemde gebreken.	“	75.
Metselwerk in breuksteen of <i>moëllons.</i>	“	77.
Over het hakken der welfsteenen (<i>coupe de pierre</i>).	“	77.
Algemeene bepalingen.	“	77.
Bepaling der vlakken van de welfsteenen van een tongewelf.	“	78.
Om eene halfcirkelvormige poort schuins naar voren te maken.	“	79.
Om eene schuine halfcirkelvormige poort in een' docerenden muur te maken.	“	80.
Om eene regte poort in eenen ronden toren te maken.	“	81.
Om kruiswelfen te construëren.	“	82.
Om een kloosterwelf te construëren.	“	84.
VIERDE HOOFDSTUK. <i>Over de metselwerken in gebakken steen.</i>	“	86.
Bepalingen.	“	87.
Over de metselverbanden.	“	87.
Het halvesteensverband.	“	88.
Het Vlaamsch verband.	“	88.
Het staande verband.	“	89.
Het kruisverband.	“	90.
Verbinding van kruis- met staand- of Vlaamsch verband.	“	92.
Over de stroom- of klamplagen.	“	92.

I N H O U D.

vii

Over het metselen van gewelven in het algemeen.	Bladz. 93.
Over de tonwelven.	“ 93.
Over de kruiswelven.	“ 96.
Over de kloosterwelven.	“ 98.
Over de kapwelven.	“ 98.
Over de steekwelven.	“ 100.
Over de koepelwelven.	“ 100.
Over de rollagen.	“ 100.
Over de streksche welven.	“ 101.
Over de vlechtingen.	“ 102.
Over de ezelsruggen.	“ 102.
Practische bemerkingen bij het metselen in acht te nemen.	“ 102.
Bemerkingen over hetgeen volgens het voorgaande een goed metselaar in acht moet nemen.	“ 106.
Over de hoeveelheden van metselwerk, enz. door een metselaar per dag te maken.	“ 107.
Over de hoeveelheid van specie voor het metselen door de werklieden per dag te maken, enz.	“ 108.
VIJFDE HOOFDSTUK. Over de muren van gebouwen.	“ 109.
Over de grond- of fundamentsmuren.	“ 109.
Over de diepte der fundamentsmuren onder den grond.	“ 111.
Over de turfunderingen.	“ 112.
Over het trasraam.	“ 113.
Over de plint.	“ 113.
Algemeene bemerkingen bij het leggen van fundamenten.	“ 114.
Over de buitenmuren.	“ 117.
Over de zij- of gevelmuren.	“ 120.
Over de scheids- en middelmuren.	“ 121.
Over deur- en vensteropeningen.	“ 123.
Over de constructie der schoorsteenen en derzelver mantels.	“ 125.
Over het metselen van kelders.	“ 127.
Over de regenbakken.	“ 129.
Over de privaten.	“ 129.
Over de riolen.	“ 130.
Over het plafonneer- en stukadoorwerk	“ 131.
Over den asphaltischen ijzergrond.	“ 133.
ZESDE HOOFDSTUK. Over de houtverbindingen, enz.	“ 136.
Over het verbinden van twee stukken hout met elkander in dezelfde rigting.	“ 136.
Verband in eene horizontale rigting.	“ 136.
De haaklasschen.	“ 137.
Verband in een' verticalen stand.	“ 139.

Verband van twee stukken hout, een hoek met elkander makende.	Bladz. 143.
In het geval van een regten hoek.	“ 143.
Verband onder een stompen of scherven hoek.	“ 144.
Twee stukken hout kruiselings met elkander te verbinden.	“ 145.
Verband in het horizontale vlak.	“ 145.
Verband in het verticale vlak.	“ 146.
Twee of meer stukken hout volgens derzelver lengte aan elkander te verbinden.	“ 146.
ZEVENDE HOOFDSTUK. <i>Over de kappen.</i>	“ 149.
Over de zoogenaamde Hollandsche kappebindten.	“ 151.
Aanbrengen van dakvensters in de gewone kappen.	“ 152.
Over de gebroken of mansarde-daken.	“ 154.
Over de afdaken of zoogenaamde lessenaarsdaken.	“ 155.
Over de hang- en spring- of schoorwerken.	“ 155.
Over de schoorwerken.	“ 160.
Over de uitvinding der kappen à la PHILIBERT DE L'ORME.	“ 160.
Over de constructie α α α α α α	“ 162.
Over de voordeelen α α α α α α	“ 164.
Over de constructie der booghangkappen van WIEREKING.	“ 166.
Over het aanbrengen van kroon- neus- of plansierlijsten.	“ 167.
Over de riet- en stroodaken.	“ 168.
Patentdaken.	“ 169.
ACHTSTE HOOFDSTUK. <i>Over de trappen.</i>	“ 171.
Berekening der trappen.	“ 173.
Over de dispositie der trappen.	“ 173.
Over de constructie der steenen bordestrappen.	“ 175.
Over de constructie der houten trappen.	“ 176.
Van een' regten bordestrap.	“ 176.
Van een' schelen bordestrap.	“ 176.
Van een' schuinschen bordestrap.	“ 176.
Van een' wenteltrap om eene ronde spil.	“ 177.
Van een' wenteltrap om eene vierkante spil.	“ 178.
Van trappen om langwerpige vierkante spullen.	“ 178.
Van een' wenteltrap om een' rondopgaanden boom of kuip.	“ 180.
Van een' Engelschen trap.	“ 180.
Over de leuning bij trappen.	“ 181.

THEORETISCH EN PRACTISCH BOUWKUNDIG HANDBOEK.

TWEEDE AFDEELING.

EERSTE HOOFDSTUK.

OVER DE FUNDERINGEN VAN GEBOUWEN.

Daar de duurzaamheid der gebouwen voornamelijk van de vastheid of onindrukbaarheid der gronden afhangt, zoo is het onderzoek naar den aard van dezelve van het grootste belang. Eene volkomene vastheid, in den volstrekten zin van het woord, vindt men, behalve op rotsgronden, nergens, daar men bij alle aardgronden, hoe vast deze ook wezen mogen, altijd eenige te zamendrukking zal ondervinden, bekend, in den practischen bouw, onder den naam van *zetting*; doch welke, onbeduidend zijnde, in geene aanmerking komt. Bij gronden van eenen lossen aard, zoo als veen-, derriegronden enz., is men alzoo genoodzaakt eenen kunstmatigen bodem daar te stellen, welken men *fundering* noemt, en naar den aard der gronden ook verschillen moet. Daartoe zullen wij de voornaamste soorten van gronden, welke men in ons Rijk aantreft, elk afzonderlijk beschouwen, en de wijze aangeven, bij elk derzelve gebruikelijk tot het funderen van gebouwen.

De natuur levert zeer verschillende gronden op, welke men gevoegelijk tot drie verschillende soorten kan herleiden.

Tot de beste behooren: 1°. de rots- en steengronden, welke de stevigste bouwgronden zijn; 2°. een vaste leemgrond, die vijf en meerder ellen diep onafgebroken doorgaat; 3°. een vaste kiezelgrond, zonder eenige wellen of aan aanvallen van stroomen blootgesteld; 4°. zandgronden, zonder mergel of leem, en 5°. de vaste

Over de verschillende bouwgronden.

mergel- en krijtgronden, somtijds met kalk vermengd, waarin men groeven makende, de grond niet instort.

Tot de middelsoort behooren al de voornoemde gronden, waaronder zich zachte of weeke gronden bevinden; tot de slechte soort behooren de weeke gronden, als wel- en loopzand, benevens de veen- en moerasgronden, welke niet tot het dragen van fundamenteu geschikt zijn. Elke van deze verschillende soorten van bouwgronden vordert eene bijzondere behandeling en fundering.

Behalve de bekende vastheid van eenen aardgrond komt het ook, bij de tweede soort, voornamelijk op de dikte der verschillende aardlagen aan, waarmede de meeste gronden doorsneden zijn, dienende, voor een gebouw van twee verdiepingen, de vaste aardlaag ten minste 3 à 4 ellen dik te zijn, om zonder verzakking het gebouw te kunnen dragen, daar de eerste dikwerf, wanneer zij niet dik genoeg zijn, en de last daarop komt, in de volgende weekere aardlagen indrukken, en daardoor breken kunnen, en inzakkingen veroorzaakt worden.

Niet alleen komt het op de uitgestrektheid van de vaste aardlaag aan, maar ook of zij nabij of slechts eerst op een' aanzienlijken afstand van het te funderen gebouw, door eene weeke aarde omringd wordt, want in het eerste geval zou de vaste aarde zijdwaaards kunnen afwijken. Behalve dit, moet ook nog opgemerkt worden, of de grond door het aanwassende water van de in de nabijheid voortvlietende vloten of beken doortrokken wordt, en of daardoor eene verandering in dezelve ontstaan kan, want er bestaan aardsoorten, welke in een' droogen toestand zijnde, eenige vastheid beloven, doch door het water ligt doorweekt worden, zoo als, bij voorbeeld, het leem; de fijne en grofkorrelige zandgronden zijn insgelijks, alhoewel niet zoo ligt als de eerste, aan doorweeking onderhevig; de steengrond is hiervan natuurlijk uitgezonderd.

Het onderzoek van een' funderingsgrond moet zich dus niet alleen bepalen tot de plaats van den bouw, maar zich insgelijks tot het omliggende terrein uitstrekken. Somwijlen kan een bouwgrond door afleiding van eenen van de hoogte derwaarts vlietenden stroom of beek verbeterd worden.

Men kan, vooral in onze landstreek, niet te voorzigtig zijn met het onderzoeken der gronden, waarop men een gebouw moet plaatsen, daar de meeste onheilen, die daaraan komen, veelal hieruit voortspruiten, dat men dezelve niet behoorlijk onderzocht heeft.

Ten einde nu te onderzoeken tot welke hoofd- of bijzondere soort van grond die behoort, waarop men bouwen wil, bedient men zich van verschillende onderzoekingsmiddelen, naarmate van de diepte, waarop het fundament moet gelegd worden en van de belangrijkheid van het gebouw.

In vele gevallen vergenoegt men zich niet alleen, met eene geschikte grondlaag tot op zekere diepte te zoeken, maar men verzekert zich ook van de dikte eener zoodanige laag, en tevens of zich onder dezelve ook nog zwakkere aardlagen mogten bevinden.

Bij funderingen van geringe diepte en zwaarte, doet men te dien einde eenige kuilen graven, tot men eene vaste laag vindt, of wanneer het welwater zulks belet, doet men zulks door middel van een zoogenaamd visiteerijzer, zijnde een rond, naar beneden spits toeloozend ijzer, hetwelk men in den grond indraait, en naar het zwaarder of gemakkelijker indringen beoordeelt men de geaardheid der gronden. Ook neemt men hiertoe wel eene gewone ijzeren stang zonder punt, steekt of slaat die in den grond en geeft daarbij acht, niet alleen op den tegenstand, maar ook op het gevoel, hetwelk men, bij het indringen, in de hand gewaarwordt, om daaruit te besluiten, of de stang op eene zand-, turf-, leem- of aardlaag stoot, hetwelk, wanneer men daarin eenige oefening heeft bekomen, niet zeer moeilijk valt. Men ziet bovendien bij het uithalen van de stang, de schrappen van de harde zandkorrels aan het ijzer, of de vezels van den veengrond of het leem en de aardstoffen aan de stang gekleefd.

Werktuigen tot het onderzoeken der gronden gebruikelijk.

Bij funderingen op aanmerkelijke diepten of van zware gebouwen, bezigt men de *grondboren*.

De zoogenaamde *veen- of grondboor* is van de gedaante der timmermanspuntboor, en heeft gewoonlijk 140 à 150 duim lengte, met eene boven middellijn van 15 duim. Deze boor is bevestigd aan een' ijzeren steel, waaraan door middel van schroefbouten verlengstukken kunnen worden aangebragt, en aan welks boven einde een dwarshout wordt vastgemaakt, ten einde dezelve te kunnen ronddraaijen. Ingeval men op eene groote diepte moet boren, zoodat het dikwerf zeer moeilijk valt de boor uit te halen, gebruikt men daartoe eene schrank en een' takel met blokken.

GILLY geeft er een op van eene zeer vernuftige vinding en veel doelmatiger voor grootere diepten, vooral in weeke gronden; deze bestaat in een' hollen ijzeren cilinder (A, fig. 1, pl. 1), van onderen van eene schroef voorzien, en bevestigd aan eene ijzeren staaf, welke door verschillende verlengstukken, die daaraan geschroefd worden, tot eene aanmerkelijke diepte kan gebragt worden. De opening, waarvan de cilinder voorzien is, wordt afgesloten door eene schijf B, welke van boven en van onderen met ringen *cc* om den cilinder bevestigd is; elke ring loopt tusschen twee lijsten *d* en *e*, welke aan den cilinder vast gesmeed zijn; de lijsten *ee* loopen niet geheel om den cilinder, maar zijn zoodanig ingerigt, dat zij aan de schijf toelaten, de opening *a* te openen of af te sluiten, naar mate de stang regts of links gedraaid wordt.

Bij het boren zelve moet men altoos naar de rigting omdraaijen, in welke de schijf

den cilinder sluit; is men echter zoo verre gevorderd, dat men den doorboorden aardgrond onderzoeken wil, zoo draaije men in eene tegenovergestelde rigting; daardoor opent zich de cilinder, en de aarde treedt in de zich in de boor bevindende holte in; daarna draaije men de boor weder om, zoo dat deze zich sluit, trekke dezelve uit (daarbij zorg dragende, deze niet om te draaijen, daar in dat geval de cilinder weder geopend wordt), en onderzoekte den zich daarin bevindenden aardgrond, hetwelk men op onderscheidene diepten herhaalt.

De grondboor, waarvan men zich, bij de werken van het uitwateringskanaal van *Katwijk*, heeft bediend, is boven de voormelde verre verkieslijk, daar men met de eerste op eene vaste grondlaag stootende, moeilijk met dezelve verder kan boren, om te onderzoeken, hoe diep deze grondlaag is, hetwelk met de laatstgemelde zeer gemakkelijk bewerkstelligd kan worden. Daartoe heeft men zich bediend van eenen ronden houten koker (A, fig. 2, pl. I), van 47 duim wijdte, en eene lengte van 2 ellen, vervaardigd van 5 en 7 duims greenen latten, een weinig ringsgewijze geschaafd, om, als de duigen van een vat, dicht tegen elkander te kunnen sluiten, van boven en in het midden omringd van 5 duims ijzeren banden, welke met spijen worden aangedreven, en van onderen van een' ijzeren band, ter breedte van 10 duim, met vier ijzeren veeren aan de kuip bevestigd, welke naar onderen scherp toeloopende, den ijzeren schoen uitmaakt. Om het bovenende van den koker zijn vier zware ijzeren haken C gehangen, en daarin eene vierkante ijzeren raam, op welke de ribben en planken rusten, welke dienen tot het plaatsen van steenen of ander zwaar gewigt, om daardoor de kuip of koker beter te doen zakken. Wanneer een tweede koker op den eerst gezonkenen geplaatst moet worden, verhoogt men den bovensten band van den ondersten koker, welke in dat geval eene breedte van 7 à 8 duim bekomt, zoodanig, dat het onderende van den tweeden koker 4 à 5 duim diep tusschen denzelfden gesloten wordt, om verschuiving te beletten.

De boor zelve is zamengesteld uit eenen langwerpigen, scherpen en puntigen ijzeren beugel (B, fig. 2), welke rondgedraaid wordende, een cirkel maakt van ongeveer 45 duim. Aan dezen beugel is een sterke linnen zak of een digtgevlochten net, als aan de baggerbeugels, bevestigd, in welken de losgeboorde grond wordt opgevangen. De steel, de verlengde stukken en schrank zijn soortgelijk als bij de veenboor gebruikt worden.

Bij het gebruik van deze grondboren graaft men eerst den bovenkant der gronden eenige voeten uit, stelt alsdan den koker, en bezwaart denzelfden door middel van het opstapelen van steenen op de houten stelling, welke in de vier ijzeren haken op eene vierkante ijzeren raam aan het bovenende der kuip hangen, en des noods met

korbcels tegen dezelve bevestigd worden; wanneer de kuip tot eene zekere diepte is ingezakt, hangt men de schrank daarboven, en haalt den grond, welke binnen de kuip besloten is, en bij het ronddraaijen der boor in het netje of den binnenzak wordt opgevangen, telkens uit, plaatst den opgehaalden grond in eene geregelde orde, om gemakkelijk te kunnen worden nagezien, en maakt intusschen zijne aantekeningen.

De kuip vervolgens, onder het boren, tot eene zekere diepte gezakt zijnde, neemt men de houten stelling met den ballast af, stelt eene tweede kuip op de eerste, en belast die als de vorige, of met nog meerder zwaarte, doordien de schuiving van den grond tegen de wanden van de kuip de zakking moeilijker maakt, naar mate de koker dieper gezonken is. Zoodra men nu bemerkt dat de kuip op eene vrij vaste aardlaag gekomen is, wordt de boring tot grootere diepte vervolgd, zonder dat men noodig heeft de kuip verder te doen zinken, zoo als gebleken is bij de grondboringen van het voormelde Katwijksche kanaal, waar de kuip niet meer dan omstreeks 4 à 5 el beneden den beganen grond gezakt, en het boren nog tot op 7 el diepte beneden het onderende der kuip vervolgd is, zonder dat de grond is toegeschoten, of de geboorde opening door water gevuld is geworden (a).

Tot het funderen van woon- en andere gebouwen van mindere zwaarte en aanbelang kan men zich gemeenlijk zonder nader onderzoek door deskundigen genoegzaam doen onderrigten; en daar het somtijds kan plaats hebben, dat er zich onder den grond gedempte grachten, welputten of gevulde kelders bevinden, zoo moet men bij het graven van fundamentssleuven daarop nauwkeurig acht geven, en daarnaar zijne maatregelen nemen, omdat zulke ingeworpen gronden zelden die vastheid bezitten, welke in de natuurlijke en ongeroeide grondslagen wordt aangetroffen.

Men kan wijders den staat der gronden ook onderzoeken door middel van proefpalen, waartoe men, bij voorkeur, de regtste en gaafste spieren of masten neemt, welke van buiten een weinig glad bewerkt zijn, om des te minder en vooral geene ongelijke schuring te hebben. Voorts worden dezelve van onderen voorzien van een' scherpen en zwaren ijzeren schoen, bestaande in een' ijzeren kegel, van ongeveer 20 duim lengte, hebbende een grondvlak van 40 à 50 vierkante duimen, waaraan drie of vier veren, 40 à 50 duim lang en 5 duim breed, gesmeed zijn, gewoonlijk 10 à 12 ponden zwaar. Men moet hierbij wijders zorg dragen, dat de punt wel in de as van den paal gelegen is, ten einde door

Onderzoek der gronden, door middel van proefpalen.

(a) GAUTHEY beschrijft, in zijne *Construction des Ponts*, een' dergelijken toestel, waarvan men zich bediend heeft te *Ambleteuse*, om het terrein tot op eene diepte van 25 ellen te onderzoeken. Dezelve bestond uit eene langwerpige vierkante kist van 40 à 50 duim breed, op 2 ellen lengte, aan beide zijden open. Deze kist, insgelijks van onderen van ijzer voorzien, werd loadregt ingeheid en met beugels geledigd, en vervolgens, even als bij de bovengenoemde, door een tweede stuk, als het vorige verlengd, of wel met eenvoudige planken, naar dat de aard van den grond dit toeliet.

de hardste grondlagen te kunnen boren, en wanneer men voor het bersten of splinteren van den kop des paals bevreesd is, legt men om denzelfden een' ijzeren spijband. Bij het inheijen van denzelfden, hetwelk met een heiblok van 3 à 400 ponden moet geschieden, dient vooral zorg gedragen te worden, dat de paal wel vertikaal te staan kome, alsmede dat het heiblok aanhoudend tot op dezelfde hoogte worde opgetrokken, omdat men de zachtheid of vastheid der gronden berekent uit de hoeveelheid slagen, welke er gegeven moeten worden, om den paal eenige duimen te doen zakken, en de beoordeeling dus zeer onnaauwkeurig zou wezen, wanneer de slagen met ongelijke kracht en snelheid werden aangebragt.

Gebeurt het dat er onder de schijnbaar vaste grondlaag, welke somtijds eene geringe dikte heeft, nog dieper, zwakke lagen zich bevinden, is het noodzakelijk, om de onderzoeking naar den aard derzelve tot eene aanmerkelijke diepte, en op verschillende punten voort te zetten, omdat de onderscheidene grondlagen niet altoos in waterpasse vlakken evenwijdig aan elkander liggen, maar dikwijls op het eene punt hoog, op het andere lager, op de eene plaats dik, op de andere dunner zich bevinden, en dit heeft wel het meeste plaats in zoodanige landstreken, welke haren oorsprong verschuldigd zijn aan, of van tijd tot tijd verhoogd zijn door overstromingen en aanslikking van groote rivieren of zeeën.

Over de funderingswijzen op onderscheidene soorten van gronden.

Op een' rotsachtigen of steengrond moeete funderen, zoo drage men zorg, denzelfden eerst trapsgewijze af te hakken bij horizontale lagen, en vervolgens daarop onmiddellijk het metselwerk te laten rusten. Is de rots, op welke men moet funderen, zoodanig gelegen, dat derzelve hoogte een gedeelte van den muur kan uitmaken, zoo werke men er het metselwerk tegen aan, na alvorens kasten in zelve gebroken te hebben, om beide wel te vereenigen. Indien de rotsen zeer ongelijk van hoogte zijn, zoo slaat BELINOR voor, om zich van houten koffers te bedienen, welke in eene horizontale of in eene trapsgewijze uitgehouwene sleuf gesteld, en met kleinen stukken steen en mortel (*maçonnerie en libage*) gevuld en volgestampt worden.

Hebben de op de rots te funderen gebouwen veel te lijden van den slag der golven, zoo als steenen vuurbaken, welke somtijds in volle zee op rotsen gebouwd worden, zoo behakke men de rotsen tragsgewijze, en daar en boven met zwaluwstaartsgewijze kasten, zoo als de fundering der vuurbaak van *Edystone* is bewerkt.

Men moet bij het funderen op rots ook op de helling der banken letten: want is de helling der rotsbanken naar voren toe, dan is zulks somtijds oorzaak, dat de daarop gebouwde muren, hetzij er op afschuiven, hetzij met een stuk rots afglijden, en het is dikwijls moeilijk hiertegen te voorzien, als namelijk de rotsbanken dun en leiachtig zijn, zoodat men geen horizontaal vlak verkrijgen kan.

Wanneer men op rotsgronden bouwt, die vroeger door mijnen zijn doorwoeld of nog

doorwoeld worden, dan dient men zich vooraf wel te verzekeren, dat er eene behoorlijke dikte rots tusschen de fundering en de galerij overblijft. Hiervan kan men zich, vermits deze galerijen soms verstopt en vergeten zijn, wel niet anders overtuigen, dan door van afstand tot afstand putten te laten kappen. Bevinden zich die galerijen dwars onder de op te trekken fundamente, dan is daarin weinig zwaarigheid gelegen; maar indien zij onder de lengte van een fundament doorloopen, dan dient men ter voorkoming van ongelukken wel daartegen alle noodige voorzorgen te gebruiken.

Bestaat het terrein in eene vaste klei, met leemaarde, of wel gelijksoortig duin- of grintzand, alsdan kan men insgelijks dadelijk het metselwerk op fundeerplaten op den grond plaatsen, gravende de fundamentssleuven daarop waterpas uit, en zorgende dat onder die oppervlakte de grond niet geroerd worde, omdat deze opgegraven zijnde, niet zoo vast kan worden aangestampt of hij behoudt meer indrukbaarheid dan de ongeroerde grond, liggende de eerste steenlaag gemeenlijk in zand of leem.

In dit geval ware het eigenlijk niet noodig met de fundamente in den grond te komen, dewijl er dadelijk eene vaste grondlaag voorhanden is; zoo zou ook het gebouw onmiddellijk daarop geplaatst kunnen worden, doch men verkiest gewoonlijk eenige voeten met de fundamente in den grond te gaan, om deze voor de uitwerking van vorst en hitte te beveiligen. In vele oude bouwkundige werken vindt men deze diepte bepaald op $\frac{1}{6}$ der geheele hoogte van het gebouw, doch beter is het, zich daaromtrent naar de omstandigheden te schikken, leggende het gebouw evenwel nimmer minder dan 1 el beneden den beganen grond.

Is nu de grond van de derde soort en ligt de vaste grond op eene diepte van 4, 5 en meerder ellen onder den beganen grond, alsdan is men genoodzaakt zich te bedienen van zoogenaamde *roosterwerken* (a), door welke men verstaat een zamenstel van binten en platen, welke onmiddellijk op den grond of op palen nederkomen, waarop vervolgens de muren komen te rusten, en welke derhalve onderscheiden worden in *liggende en paal-roosterwerken*.

De eerstgemelde, of *liggende roosterwerken*, worden gebezigd in die gevallen, wanneer de vaste grond, schoon op eene aanmerkelijke diepte gelegen, met zoodanige weke aardstoffen bedekt zij, als mergel, leem en welzand, welke zich tot eenen behoorlijken graad van digtheid laten ineendrukken, en deze roosterwerken aan de geheele massa van een gebouw eene volkomen te zamenhangende gelijke ondersteuning verschaffen, zoodat ner-

(a) Sommige bouwkundigen zijn van meening, dat het, met betrekking tot de kosten, nog voordeliger zou wezen, bij laatstgemelde diepte van den vasten grond denzelfden uit te graven en de fundamente op deze diepte aan te leggen; hetwelk natuurlijk af moet hangen van de meeders of mindere duurte van het hout of de steenmaterialen.

gens een enkel deel der fundamentsmuren in minder vaste gedeelten, meer dan op andere punten, inzinken, en daardoor scheuren en bersten veroorzaakt worden.

Bij het funderen op dusdanige liggende roosterwerken heeft men dikwerf eene zakking van het gebouw te vreezen, welke echter gelijkmatig zijnde (mits men zorg drage dat de opmetseling der muren op gelijke hoogte plaats hebbe) van geene nadeelige gevolgen is (a).

Bij eenen niet volkomen vasten, doch meer droogen, dan natten grond, kan de indrukking van den last der gebouwen aanzienlijk verminderd worden, wanneer men de grondmuren eene des te grootere breedte geeft. Het is eene uit de *Statica* bekende waarheid, dat de indrukking der lichamen op ieder punt van het zich daaronder bevindend vlak in omgekeerde verhouding met de grootte der vlakken staat, en deze dus, naar mate de basis kleiner is, ligter kunnen indrukken. (b).

(a) Hiervan vindt men bij GILLY eenige merkwaardige voorbeelden aangehaald, als:

1^o. Van een pakhuis te *Stettin*, op eene dusdanige fundering, op een' turf- of veenachtigen grond, aan den oever der *Oder* gebouwd, waarvan de vaste grond op eene diepte van 8 à 10 voet gelegen was, en de fundamenteu zeer aanmerkelijk zakten, doch welke zakking eindelijk ophiëld, waarna het gebouw zeer vast is blijven staan.

2^o. Van een huis te *Potsdam*, bestaande uit twee verdiepingen, mede op een liggend roosterwerk gefundeerd, hetwelk het eerste jaar ter diepte van een voet loodregt indrukte; welk verzinken jaarlijks voortduurde, doch steeds afnemende, zoodat na 16 jaren, toen de bouwkundige MANGER dit huis beschouwde, de inzakking onmerkbaar geworden was. Het gebouw was loodregt, zonder eenige scheuren, zoodanig ingezakt, dat het grootste gedeelte der benedenvensters in de aarde was ingedolven, en de eigenaar besloot, het dak af te nemen, de vorige tweede verdieping tot de eerste te nemen, en hierop eene andere te bouwen, terwijl de onderste tot kelders werden ingerigt.

MANGER vermoedde dat, wel is waar, het gebouw nog meer zou zinken, doch dat dit wijders van geringe betekenis zou wezen.

Van het funderen op liggende roosterwerken haalt de voornoemde schrijver ook nog, als een belangrijk voorbeeld, aan, de massive kerk van de stad *Swinemunde* en het arsenaal van de vesting *Friderichburch*, hetwelk 8 voet turfgrond onder zich had, en waarbij alleen eenige verzakking is bespeurd bij het leggen der fundamenteu.

Ook FIRMIN, in zijne *Memoires critiques sur l'Architecture*, is een groot voorstander dezer funderingswijze, en beweert dat het een misbruik is, de fundamenteu der gewone gebouwen zeer diep te leggen, zelfs wanneer de grond tweeslachtig is; hij vermeent, dat men volstaan kan met 60 duim onder den keldergrond te gaan: «Maakt» zegt deze «uwe hoofd- en binnenmuren van goede bouwstoffen, metselt deze ordelijk en loodregt op, na alvorens «3 à 4 duim (Berlijnsche maat) dikke platen, volgens de geheele breedte der fundamentssleuven gelegd te hebben, en gaat daarmede, zoo als gezegd is, niet dieper dan omtrent 2 voet onder den keldergrond. Zijt niet «bezorgd, dat uwe gebouwen zullen verzakken, want de gezamenlijke muren drukken gelijkvormig op het «roosterwerk (*plate forme ou grillage*) en kunnen ook dan niet in de zich daaronder bevindende aarde indringen, «wanneer de laatste al zelfs niet volkomen vast was.»

Nog een merkwaardig voorbeeld van fundering op liggende roosterwerken is de touwslagerij van *Rochefort* door BLONDÉL, gebouwd op een leemgrond van slechts 1,25 el dik, waaronder zich een slechte grond bevond.

(b) PATTE, in zijne *Remarques sur les principaux objets d'Architecture*, haalt hieromtrent het navolgende aan. «Wanneer men» zegt hij, «op eenen grond van gelijkvormige digtheid, hetzij dan losse aarde, zand of kiezel-«grond, meerdere afzonderlijke steenen pijlers, van onderscheidene grootte, maar van gelijken inhoud en zwaarte, «loodregt en in hetzelfde grondvlak oprigt, zoo zal men bemerken, dat daar de steen een veel digter ligchaam

Uit deze grondstelling blijkt, hoe gevaarlijk het zij, bij de fundering van gebouwen, de fundamenteu uit afzonderlijke gedeelten en niet in eens doorgaande en zamenhangende te bouwen, waarom men in het algemeen zoeken moet de drukking van het gebouw gelijkvormig over de geheele oppervlakte te verdeelen, waardoor de verzakking onmerkbaar gemaakt, en verhoed wordt, dat zulks ten minste in geene andere dan in eene vertikale en gelijkvormige rigting geschiede. Dit is tevens de reden, waarom eenige bouwkundigen in de reeds door andere aangelegde, doch mislukte funderingen voorgeslagen hebben, dezelve te verbreedden en de afzonderlijke pijlers aan elkander te verbinden (a).

De *paalroosterwerken* worden gebezigd in het geval, wanneer boven den vasten grond zich een zeer losse, zoo als veen- of moerasgrond, bevindt; daar deze zeer kostbaar zijn, moet men van dezelve niet dan in zeer hooge noodzakelijkheid gebruik maken.

Nadat de gronden naar behooren onderzocht zijn geworden, en men, volgens de geaardheid derzelve, bepaald heeft, of het gebouw op een liggend roosterwerk, dan wel op een paalwerk dient gefundeerd te worden, gaat men over tot het graven der funderingsputten, na nog alvorens het *peil* bepaald en de *kielspittingen* afgestoken te hebben, binnen welke het werk gelegd moet worden.

Over de funderingsputten.

« dan de aarde is, in dezelve natuurlijk eene indrukking veroorzaakt wordt, die grooter of kleiner zal zijn, naar « mate het grondvlak kleiner of grooter is.

« Om zich te overtuigen dat zulks niet anders zijn kan, behoeft men slechts te bedenken, dat, hoe grooter de « oppervlakte is, des te meer wederstand biedt zij aan de drukkende lichamen, eensdeels om de pijlers behoort « lijk te dragen, anderdeels om aan derzelve drukking wederstand te bieden.

« Aangenomen, dat ieder dezer pijlers 20,000 ponden zwaar zij, zoo zal de pijler, waarvan het grondvlak « slechts 2 vierkante voeten bevat, meer kracht of indrukking in den grond uitoefenen, dan een andere pijler, « van dezelfde zwaarte, welke een grondvlak van 4 vierkante voeten heeft, en deze laatste zal weder meer in « drukken dan een andere, met een grondvlak van 12 vierkante voeten, of wanneer, in het eerste geval, de last « eene te zamen- of indrukking van 1 voet veroorzaakt, zoo zal zij, in het tweede, niet meer bedragen dan 6 « duim, en in het derde nauwelijks merkbaar zijn. Alzoo bewerkt de zwaarte der vaste lichamen, wanneer « deze op eenen grond van geringe vastheid drukken, eene indrukking, die met de grootte van derzelve grond- « vlakken in omgekeerde reden staat. Er volgt hieruit, dat, om het vast staan dezer lichamen te vermeerderen, « of om het uitwijken en zinken der verschillende grondlagen, waarop men bouwt, te verhoeden, er geen ander « middel overblijft, dan deze van onderen eene groote uitgebreidheid of breed fundament te geven, hetwelk met « dien graad van vastheid in verhouding staan moet, welken men benoodigd heeft. Wanneer meerdere afzonder- « lijke vierkante pijlers, van gelijke hoogte en sterkte, met ongelijke lasten, doch gelijkvormig bezwaard worden, « zoo zullen deze verschillende lasten indrukkingen in den grond veroorzaken, die met de grootte van hunne « massen en de grootte der grondvlakken in zamengestelde reden staan. Dit is het gevolg der vorige grondstelling.

« Wanneer men bij dezelfde afzonderlijke pijlers de eene zijde derzelve meer dan de andere zijde belaste, zoo « zou een gedeelte van den grond deze ongelijke verdeeling van den last meer dan de andere ondervinden, of « daardoor meer ingedrukt worden, zoodat het omvallen van de pijlers daardoor bewerkt kon worden. Hetzelfde « geval zou plaats grijpen wanneer de grond, waarop de pijlers opgericht zijn, niet van gelijke digtheid ware, zoo « als te voren bepaald is. »

(a) Zoo als door RONDELET, bij het verzakken van het Panthéon te *Parijs*, is aangewend.

II. DEEL.

2

Aan deze funderingsputten geeft men zoodanig eene onderbreedte, dat buiten de muren van het te plaatsen gebouw nog 2, 3 en 4 ellen van rondom openblijven, ten einde, door gebrek aan plaats, bij het werk niet gehinderd te worden.

Aan de zijden der putten geeft men achterevolgens verschillende doceringen of taluds, naar de geaardheid der gronden; aan de beste gronden geeft men zelden minder dan eene el breedte op eene el hoogte; bij lossere gronden $1\frac{1}{2}$ à 2 el, en in loop- of welzand geeft men meestal 3 el aanlage, op 1 el hoogte; makende men somtijds bij gebouwen, welke op eene aanmerkelijke diepte in loopzand moeten gefundeerd worden, trapsgewijze doceringen en bermen, door beschoeijingen, bestaande uit 2 tot 5 el van elkander verwijderde palen en daar achter horizontaal liggende 5 tot 10 duims dikke planken, waar achter somtijds nog eene tweede rij palen komt, die 3 tot 5 ellen van elkander staan, ten einde deze te verzekeren tegen de uitwerking der wellen of wateraderen, waarmede deze gronden dikwijls doorsneden zijn, en welke, het zand gedurig mede slepende, weldra den bodem daarmede zouden overdekken. Wanneer de fundering langs eenen vloed of een water plaats heeft, moet men deze afsluiting door middel van *kistdammen* bewerkstelligen.

De *kistdammen* worden geformeerd door middel van rijen palen, welke naar mate der zwaarte van den dam verder van elkander staan. De lengte en dikte dezer palen hangt af van den aard des bodems en de hoogte des dams boven dezelve, alsmede van den afstand derzelve. Tegen deze palen worden, naar den binnenkant, een of twee rijen gordingen bevestigd, welke de damplanken steunen, waar tusschen de dam van zuiver klei geformeerd wordt. Ten einde het voorover kantelen der palen en damplanken te voorkomen, brengt men dwarsleggers of ankers aan, welke in de palen ingekeept en met ijzeren bouten in dezelve bevestigd worden. Omtrent de dikten aan kistdammen te geven, is het voldoende, volgens EITELWEIN, die hooger dan $2\frac{1}{2}$ el moeten zijn, de helft der hoogte plus $1\frac{1}{2}$ el te geven (a).

Bij kistdammen van eene aanmerkelijke hoogte, waarbij het te vreezen is, dat de damplanken zouden ombuigen, maakt men het bovenste gedeelte van horizontaal liggende planken, en alleen het onderste van damplanken, zoo als bij de haven van het *Nieuwediep* heeft plaats gehad, waarbij men ook nog de voorzorg heeft gebruikt de palen en damplanken in eene schuine rigting in te heijen.

In het voornoemde geval verdeelen sommige deskundigen dezen dam in 2, 3 of meerdere tegen elkander aansluitende kistdammen, van verschillende hoogten aan de binnenzijde, in dier voege, dat de gezamenlijke dikte voor ieder' waterstand voldoende kan gerekend worden. Wanneer het uiteinde van eenen kistdam tegen eenen muur, rots of

(a) BELDOR, GAUTHY en meer anderen willen deze dikte gelijk aan de watershoogte, WIEBEKING op de helft derzelve stellen.

harden aardgrond moet aansluiten, is men verplicht, deze uit te breken, en den dam er in te verbinden, om te beletten dat het water tusschenbeide doordringe.

Het is wijders mede van aanbelang, bij het maken van kistdammen, om den bodem eerst te zuiveren van alle modder, steen, hout enz., en den grond $\frac{1}{4}$ of $\frac{1}{2}$ el diep uit te baggeren, en vervolgens met zuivere klei in te vullen. De kistdammen moeten ten minste 60 duimen boven het hoogste water verheven zijn.

De damplanken kunnen, bij kleine kistdammen, zonder groeven of sponningen gemaakt worden, doch bij groote kunnen deze somwijlen noodzakelijk zijn (a).

Moet de funderingsput tegen den aanval van zwaren golfslag, als aan de oevers der zee beveiligd worden, zoo wordt de kistdam verzekerd, door eenen rijs- of aarddam voor denzelfven te leggen, die met tuinen voorzien wordt, tusschen welke zware steenen gelegd worden. Moet de kistdam eene rivier afsluiten, en is het daarbij te vreezen dat het water zich van onderen eenen doorgang tracht te banen, zoo dient men de damplanken ten minste 3 el in den grond te slaan, en den voet met rijswerk te verzekeren, hetwelk met steenen, klei of gruis bedekt wordt.

Diepe funderingsputten in loopzand (b) worden gemeenlijk geheel van rondom door eene kisting ingesloten, om te beletten dat de wellen tot in het midden doordringen (c). Somtijds kan men deze buiten werking brengen door middel van oude, doch digte teertonnen, zonder bodem, welke regt boven de wel in den grond worden ingelaten, om het water der wel daarin op te vangen, als wanneer de wel in stilstand komt, zoodra het water in de ton de hoogte bekomen heeft van den oorsprong der wel zelve. Indien de hoogte van eene ton niet voldoende is, plaatst men daarop eene tweede, of men gebruikt daartoe eene trechtervormige kuip, waarop men eene pijp plaatst, waarin het water opstijgt (d). Ook kan men deze wellen dikwerf stoppen, door middel van beste zuivere klei in de ton te stampen, of wel door palen in dezelve te slaan (e).

Men onderscheidt gemeenlijk drieërlei soort van heipalen.

(a) Zie de nadere beschrijving der damplanken, aan het einde van dit hoofdstuk.

(b) WISSERINC wil hierbij de steunpalen den een aan den ander ingeslagen hebben, om daarachter balken of planken horizontaal te leggen, waarachter alsdan de tuin- of leemaarde wel digt aangestampt moet worden, ten einde het doorlaten van het water te beletten. (Zie *Theor. en Pract. Burgerliche Baukunde*, IV Theil, 1826).

(c) Zoo als bij de werken van het *Nieuwediep*, onder directie van den Inspecteur-Generaal J. BLANKS, Jansz. gebouwd, is aangewend bij de fundering der stoommachine (eene der stoutste ondernemingen in ons vaderland, waarbij de schrijver, als Ingenieur-élève van den waterstaat, heeft gefungeerd), welke in een loopzand 10 à 11 el onder de hooge zee is gefundeerd geworden.

(d) Zoo als bij de sluis van *Cherbourg* bewerkstelligd is. Zie BALDON, II Deel, § 316.

(e) Zoo als men bij de brug van *Orléans* heeft gedaan.

- 1°. Die slechts voor een gedeelte van derzelver lengte in den grond gedreven worden ; als brugpalen , palen van havenhoofden , enz.
- 2°. Die geheel in den grond gedreven worden , als die van paalroosterwerken , funderingen , enz.
- 3°. Die welke tevens eene zijdelingsche drukking te wederstaan hebben.

Tot die van de 1^e en 3^e soort , welke veel te lijden hebben van afwisselende natheid en droogte , als door ijs , zeevormen of andere toevallen , neemt men steeds eikenhout , hetwelk daartegen het best bestand is.

Tot die van de 2^e soort of grondpalen , die steeds van grond en water omringd zijn , en dus , uit welke houtsoort die dan ook bestaan , geacht kunnen worden onvergankelijk te wezen , gebruikt men hier te lande gewoonlijk dennenhout , eensdeels om de minste kosten , en ten andere om dat dit hout altijd regt , lang en gaaf wordt gevonden , hetwelk voor alle heipalen een voornaam vereischte is.

Alle palen hebben in den staat van ronde boomstammen de meeste kracht , en men gebruikt dus de mastboomen ook steeds tot grondpalen , zonder eenige nadere bewerking , behalve het aanpunten ; de eiken palen voor bruggen , beschoeiingen enz. worden daar en tegen gewoonlijk vierkant beslagen gebruikt , hoezeer daardoor derzelver kracht wordt verminderd.

Dit vierkant beslaan der palen geschiedt hoofdzakelijk , om aan dezelve een beter uiterlijk aanzien te geven , wanneer zij met vierkant bezaagde slooven , gordingen of andere deelen verbonden zijn , doch dit uiterlijk aanzien zoude gevoeglijk aan de meerdere sterkte kunnen worden opgeofferd , zoo het niet noodig ware het hout van spint te zuiveren , hetwelk het beslaan der palen van zelve noodzakelijk maakt.

Bij het inheijen der palen dient het volgende in acht genomen te worden.

- 1°. Dat de palen niet uit zoodanig hout bestaan , waarvan de vezels eene kromme rigting hebben , daar in zulk geval de palen bij het inheijen draaijen.
- 2°. Dat de palen wel van uitstekende schors of takken ontdaan worden , daar deze de schuring zeer vermeederen , doch men laat de spint aan dezelve behouden , die , wanneer deze niet aan de lucht is blootgesteld , even duurzaam is als de kern. De palen , die echter gedeeltelijk boven water blijven , dient men voor zoo verre van alle spint te ontdoen.
- 3°. Dat men de palen , om het indringen te bevorderen , van onderen van een punt voorzie , welke men gewoonlijk van een- tot tweemaal de breedte tot lengte geeft (a). Het aanpunten der heipalen geschiedt in de gedaante eener dric- of vierzij-

(a) WIEBEKING , wil dezelve niet langer dan de dikte van den paal hebben , om het ombuigen te voorkomen. GAUTHY vermeldt eenige proeven gedaan in zandgronden , met grint vermengd van eenen stevigen aard , met

*Over het in-
heijen van pa-
len.*

dige pyramide; de eerste wijs is te verkiezen boven de tweede; doch de onderwinding heeft geleerd, dat bij gewone gronden, het aanpunten der palen niet zeer noodzakelijk is, en een regthoekig afgeknotte paal even zoo spoedig en zelfs dikwijls regelmatig in dezelve indringt dan een aangepunte. Somwijlen brandt men deze punt, ten einde dezelve te verharden; bij steenachtige, zware kleiachtige of met kegelzand vermengde gronden voorziet men de palen van een ijzeren schoen, zoo als beschreven is bij de proefpalen, (zie bl. 5).

- 4°. Dat de kop wel vlak afgezaagd en rondom een weinig schuins afgewerkt, en verder, om het splijten te voorkomen, met een ijzeren ring voorzien worde.
- 5°. Dat men, wanneer de kop van den paal, gedurende het inheijen, beschadigd is geworden, waardoor de trilling belet, en alzoo het indringen ook moeilijker wordt, men van denzelfden het beschadigde stuk afzage en op nieuw rondom bijwerke.
- 6°. Dat men, vóór het aanvangen van het inheijen, zorge dat op de plaats, waar de paal moet ingeheid worden, de grond zoo diep mogelijk uitgegraven wordt.
- 7°. Dat men, wanneer de paal te lang is, om onder het heiblok geplaatst te worden, door heen en weder wrikken, of door het aanhangen van gewigten trachte, denzelfden er onder te brengen. Het is daartoe mede noodzakelijk dat men zorg drage, bij een werk heijen van verschillende grootte te hebben.
- 8°. Dat men, naar dat een paal te lood of schuins ingeslagen moet worden, diene te letten, om aan denzelfden deze rigting bij het inheijen te geven, en de loopers daarnaar te stellen. Het schuin heijen kan, wanneer de schuinte des paals niet aanmerkelijk is, met de gewone trekhei, welke men voor de overige palen gebruikt, geschieden, door de leiders in eenen schuinen, met de aan dien paal te geven helling evenwijdigen stand te stellen; doch wanneer deze helling veel van de loodlijn afwijkt, dan moet daartoe eene bijzondere heistelling gebruikt worden, waarvan de leider of de leiders van het blok meer stevigheid hebben. Is een paal uit de rigting geweken, zoo tracht men, door middel van hefboomen of kettingen, denzelfden er weder in te brengen, en zoo dit niet mogt gelukken, alsdan is men ge-

palen op de gewone wijs en andere omgekeerd, in te heijen; waarbij men heeft bevonden, dat de eerstgenoemde eerst lichter indrongen dan de tweede, dat zij zich bij den 45 togt op gelijke diepte bevonden, maar dat twee der laatsten op de stuit zijn gekomen bij den 51 en 57 togt, terwijl die welke met deze vergeleken werden, 66 en 83 togten vereischten. Hieruit zou alzoo volgen, dat het voordeelig zou wezen, de palen in zoodanige gronden met den kop naar beneden in te slaan, hetwelk welligt in andere gronden niet toepasselijk zou zijn.

WIEBEKING vermeent deze verschijning te kunnen verklaren door de drukking, welke de aarde op den kegelvormigen paal uitwerkt, doch raadt aan, de palen liefst op de gewone wijs met het dunne einde naar beneden, in te heijen, terwijl in het tegenovergestelde geval de daarop komende last, na voltooiden bouw, nog dieper ingedrukt wordt, en alzoo aan de stevigheid van den bouw nadeelig zou wezen.

uit noodzaak, denzelven uit te trekken, waarvan wij nader de middelen en wijze zullen beschrijven. De Heer WIEBKING slaat te dien einde voor, de palen door eene opening te laten gaan, welke aan den voet van de heistelling is bevestigd.

- 9°. Dat, wanneer de palen dieper dan de looper gaat, ingeslagen moeten worden, men alsdan gebruik make van eene zoogenaamde *juffer*, bestaande uit een rond of vierkant stuk hout, van dezelfde soort, als waaruit het heiblok bestaat. Men verbindt den paal met de juffer, door middel van eene ijzeren stang van 6 à 8 duim, welke ongeveer 10 duim in den paal wordt gelaten; welke verbinding men nog versterken kan, door krammen in te slaan, of tusschen beide palen eenen ijzeren plaat te leggen, wanneer het hout nat is; doch dit gebruik is niet aan te raden, daar de trilling hierdoor zeer belet wordt.

Men zal ligt inzien dat deze bewerking aan de trilling van den paal hinderlijk zijnde, alzoo weinig tot het indringen van denzelven bevorderlijk is, en men zulks alzoo steeds moet trachten te vermijden.

- 10°. Dat, in geval men, bij gebrek aan palen van behoorlijke lengte, genoodzaakt is, dezelve uit twee stukken te nemen, men daartoe van verschillende verbindingswijzen gebruik kan maken.

Het verstaat zich van zelve, dat men deze verbinding zoo nabij mogelijk aan den bodem make, opdat het bovenstuk met de minste slagen worde in den grond gebragt.

Men bewerkt dezelve meest door insnijdingen, gelijk in fig. 3 te zien is; doch daar deze verbinding zeer moeilijk volkomen sluitende te maken is, vermits een schuinsche slag met de hei, dezelve zeer dikwijls doet bersten, heeft PERRONET dezelve verbeterd, door het aanbrengen van ijzeren banden, welke in het hout worden ingekeept, volgens fig. 4, en slaat nog eene andere wijs van lasschen voor, volgens fig. 5, waarbij de paal in het bovenstuk halfhouts aan elkander wordt verbonden, met lasschen van 50 duim lengte, die met ijzeren ringen versterkt worden. WIEBKING verhaalt dat men te *Potsdam* van deze wijs gebruikt gemaakt heeft, doch dezelve niet doelmatig heeft bevonden, daar zij de kracht van het heiblok zeer verzwakte. Deze schrijver verkiest boven deze wijs van lasschen eene andere, door middel van een piramidaalvormig ijzer, van 30 à 40 duim lang en 6 à 7 duim dikte in het midden, welk bij die palen wordt ingelaten, volgens fig. 6, en hetwelk men nog door het aanbrengen van ijzeren krammen kan versterken, volgens fig. 7.

- 11°. Dat, bij ontmoeting, onder het heijen, zoo als dikwerf plaats heeft in veerkrachtige gronden, dat de palen in plaats van te zakken, bij iederen slag weder opspringen, men bij zoodanige gronden alsdan de voorzorg gebruikt, om in de punt van iederen paal een gat te boren of de punt zelve met weerhaken te voorzien, doch dit

middel niet voldoende bevonden wordende, kan men, met goed gevolg, gebruik maken van het middel, om de palen omgekeerd in te heijen, welke wijs bovendien in al zulke gevallen aan te prijzen is, waar de palen minder bestemd zijn, om eenen last te dragen, dan wel om het opligten van dien last te voorkomen, zoo als onder sluisvloeren. Ook voor brugpalen, die menigmaal door het ijs, dat zich des winters aan dezelve vast zet, worden opgeligt, beveelt die wijze van inheijen zich bijzonder aan.

Men maakt ook nog gebruik van een middel, het welk **WIEBEKING** opgeeft, van, namelijk, op den kop van den paal eene ijzeren kap aan te brengen, welke $\frac{1}{4}$ of $\frac{1}{3}$ der zwaarte van het heiblok heeft, en door middel van paalringen en haken aan denzelven bevestigd wordt. Deze bezwaring van het bovenste gedeelte van den paal, welke bovendien de trilling nog vermeerdert, zal niet alleen beletten, dat de paal weder rijst, maar zelfs het indringen bevorderen.

Wanneer de reeds ingehaide palen opspringen, zoodra men in derzelver nabijheid andere inheit, bevestigt men de palen door middel van eene gording.

- 12°. Dat, wanneer de vaste grondlaag op zoodanig eene diepte gelegen is, dat, in weêrwil men de palen uit twee stukken aan elkander gelascht heeft, deze niet bereikt kan worden, men den grond met kiezelaarde of met puin belasten moet, of wel de palen digter bij elkander slaan.

Somwijlen kan men ook een' ligten grond, en bijzonder drijvenden veengrond, meerdere stevigheid doen verkrijgen, door alvorens de palen in te heijen, dezen met zinkstukken of rijswerk te beleggen; zoodanig werk bezwaart men vervolgens met puin en kiezelaarde, ten einde eene behoorlijke stevigheid te verkrijgen. Het verstaat zich wijders van zelve, dat men alvorens alle bedenkelijke middelen aanwende om het water af te leiden, en den grond, zoo veel mogelijk, te droogen.

- 13°. Dat, wanneer men verscheidene rijen palen moet inslaan, men met de middelste begint, dewijl, wanneer men de buitenste eerst insloeg, de aarde te veel zamengeperst zou worden, en alzoo de middelste moeijelijk zouden kunnen indringen.
- 14°. Dat, wat de hoogte betreft, waarop de grondpalen afgezaagd moeten worden, deze zich moet regelen naar den diepsten waterstand, daar de palen, bij afwisseling, aan vochtigheid en droogte blootgesteld, spoedig verrotten.
- 15°. Wegens de diepte, waarop de palen moeten ingeslagen worden, in eenen grond van zoodanigen stevigen aard, dat, wanneer het gebouw daarop geplaatst zij, deze niet dieper indringen en geen zijwaarts overbuigen der palen te vreezen is, schijnt men het in het algemeen niet eens te zijn. Het is ligt in te zien, dat het niet alleen de spits van den paal zij, welke den last draagt, maar de gezamenlijke den paal

omgevende massa van aarde, welke dezen het verder indringen in den grond belet. De ondervinding moet ook hierbij de beste leermeesteres zijn, en kan hieromtrent alleen tot gids verstrekken. Ingevolge deze kan men bij middelmatig vaste gronden, volgens WIEBEKING, deze diepte stellen op 3 à 6 ellen, en bij slechte gronden dienen zij 7 tot 13 ellen in den grond ingedrongen te zijn; met dien verstande, dat de palen door de zwaarte van het gebouw niet dieper ingedrukt kunnen worden. Het beste en zekerste is, intusschen, dat de palen 3 tot 4 ellen in eene vaste grondlaag ingedrongen zijn; terwijl men zich door proefpalen van het een en ander behoort te verzekeren.

- 16°. Dat de dikte of zwaarte van eenen paal moet geëvenredigd zijn aan deszelfs lengte. Aan palen, die door weder en wind, water, ijs enz. veel te lijden hebben, geve men b. v., bij eene lengte van 6 el boven den grond, 24 duim vierkant, en bij iedere el meerder lengte, 3 duim meerder dikte.

Voor grondpalen, wier vergankelijkheid door geene uitwendige oorzaken wordt bespoedigd, is eene dikte van 20 tot 30 en 40 duim het geschiktste, naarmate zij 4, 12 of 16 el lang zijn.

Om de palen naar behooren in hetzelfde horizontale vlak af te zagen, regelt men zich naar het welwater, dat zich in den funderingsput bevindt, hetwelk men tot eene zoodanige diepte uitmaakt, als de borsten der palen moeten komen, en alsdan zoo veel mogelijk gelijktijdig door een teeken op de palen aangeeft, moettende hierbij vooral niet te lang vertoefd worden, daar de wellen gedurig water opgevend, de horizontale stand weldra verandert. Deze hoogte aldus bepaald zijnde, kan men die voor de verdere deelen ligt uit deze, door meting, bepalen.

Over het draagvermogen der grondpalen.

Het is voor elken Ingenieur of Bouwmeester van het hoogste aanbelang, verzekerd te wezen, dat de palen, welke een gebouw moeten schragen, den vereischten wederstand kunnen bieden aan de lasten, die zij dragen moeten.

Men heeft getracht deze te bepalen uit de vergelijking der kracht van den schok, waaraan zij (tot op de stuit geheid zijnde) wederstand geboden hebben, en het gewigt, hetwelk zij te dragen zullen krijzen, na afloop van den bouw (a).

(a) « Volgens de grondbeginsels der *mechanica*, weet men, » zegt GAUTHY, « dat de eerste eene levendige en de laatste eene doode kracht is, dat de eerste voorgesteld wordt door de formule MV . M de massa van het vallende of schokkende ligchaam, en V de snelheid zijnde, die hetzelfde op het oogenblik van den schok heeft, terwijl de tweede kracht wordt voorgesteld door de formule $m \cdot g \cdot dt$, m de last, g de snelheid die de zwaartekracht in de eenheid van tijd uitwerkt, en dt een elementair deel van den tijd zijn; welke beide formules van eene verschillende orde zijnde, met elkander in geene vergelijking kunnen gebragt worden. Daar echter de ondervinding geleerd heeft, dat men met eenige doode krachten dezelfde, ja zelfs grootere uitwerking op zekere lichamen kan maken, dan met levende krachten, zoo heeft deze waarneming de *Theoretici* op het denkbeeld gebragt, dat men beide krachten met elkander in evenwigt kon

Onderscheidene Natuur-, Wis- en Bouwkundigen hebben zich onledig gehouden, door middel van proeven, vergelijkingen daar te stellen, tusschen de uitwerkingen dezer beide krachten op lichamen van onderscheiden aard (a). Deze proeven hebben zeer verschillende resultaten opgeleverd, daar dezelve klaarblijkelijk van de meerdere of mindere hardheid van het geschokte ligchaam, om niet van andere omstandigheden van het terrein enz. te spreken, moesten afhangen; want toch de hardheid van het geschokte ligchaam gelijk nul stellende, moesten de schok en de drukking eene gelijke uitwerking voortbrengen; deze oneindig groot zijnde, zou de uitwerking van den schok ook oneindig groot betrekkelijk die der drukking wezen. Al de lichamen van verschillenden graad van hardheid moeten tusschen deze twee uitersten in gelegen zijn; zoo moet ook de betrekking van de uitwerking van den schok tot die der drukking op dezelfde wijze veranderen. Zoodat de proef, genomen over de uitwerking van eenen schok, op een ligchaam van zekere hardheid niets bewijst voor een ander daaromtrent van aard verschillende, en naar mate het blok, de paal en de grond eene grootere hardheid opleveren, zal het moeilijker wezen, om den schok door eene drukking te vergelijken.

De *Theorie* kan ons aldus hieromtrent geene voldoende zekerheid geven; wij dienen alzoo tot practische opmerkingen de toevlugt te nemen. Deze heeft geleerd (volgens

brenge, door aan de massa te vergoeden hetgeen aan de snelheid ontbrak. Indien men wel oplet wat bij het schokken van een' paal door een heiblok plaats heeft, zoo zal men bemerken, dat deze eene zekere snelheid verkrijgt, welke bij graden afneemt door de uitwerking van den toestand van het terrein, en welke eindigt met op te houden. Deze vernietiging der snelheid heeft steeds plaats in een zeer kort tijdsbestek, zoodat de paal zich slechts een oogenblik schijnt te bewegen. Maar de langdurigheid van zijne beweging is klaarblijkelijk bepaald, en gevolgelijk de uitwerking, voortgebracht in het geval der drukking, wordt eigenlijk bepaald door de hoeveelheid $\int (m \phi dt)$, ϕ eene zekere snelheid voorstellende. Alzoo, wanneer men vergelijkingen daartelt tusschen de uitwerkingen der doode of drukkende, en der levende of schokkende krachten, zoo zijn het inderdaad hoeveelheden van de dezelfde orde $\int (m \phi dt)$ en MV , die men zamen vergelijkt, en alhoewel men, de zaken uit een theoretisch of physisch oogpunt beschouwd, geen evenwigt aan een' schok door eene drukking kan maken, kan men echter, blijkens de ondervinding, lichamelijke grootheden vinden, die gelijke uitwerkingen zullen daartellen als die der schokken, dewijl in het voortbrengen dezer uitwerking de tijd als een elementair bestanddeel voorkomt, en dat zij steeds trachten (welke ook de natuur van de kracht zij die werkende is), om gedurende eenige oogenblikken, door middel van zekere bepaalde snelheden (*Vitesses finies*), afnemende krachten (*forces retardatrices*) te overwinnen, die eindigen met deze snelheden te vernietigen.»

(a) MARIOTTE heeft deze proeven gedaan op glazen cilinders (zie *Traité de la percussion*) van $\frac{3}{4}$, strepen middellijn, en heeft bevonden, dat deze, zoo wel door eene drukking van 195,8 ponden, als door een' schok van een ijzeren ligchaam, wegende 1,05 ponden, van eene hoogte van 0,1895 ellen vallende, verpletterd werd.

DESCARTES heeft proeven op looden kegels genomen, door middel van een heiblok en door drukking (zie *Travaux hydrauliques*, Tom. I, pag. 160).

RONDELET heeft proeven door middel van den dynamometer van REONIZA genomen.

II. DEEL.

PERRONET), dat een greenen paal 76950 ponden droeg. Bij de brug van *Neuilly* dragen de palen, welke met steenen van boven omgeven en 31 1/2 duim zwaar zijn, 52850 ponden, bij de brug van *Orleans* 52450 ponden en bij de brug van *Mantes* 80000 ponden. Bij de brug van *Tours* werden de palen met 81500 ponden belast, doch door het onderspoelen der pijlers ontstond eene verzakking, waardoor eene instorting van dat gedeelte veroorzaakt werd. PERRONET (a) schrijft wijders voor, om palen van 32 duim zwaarte tot op de stuit ingeslagen, niet meer dan 50000, en palen van 25 duim niet meer dan 25000 ponden te doen dragen. De voorzigtigheid eischt deze grenzen niet te overschrijden.

Om overigens wel te kunnen oordeelen over de wederstand biedende vastheid van eene paalfundering, dient men vooral eene volmaakte kennis van de natuur der grondslagen te verkrijgen, waaruit een terrein bestaat; men weet alsdan, volgens de diepte, waarop de paal ingedrongen is, of deszelfs uiteinde al dan niet in de vaste grondlaag (b) rustende is, doch de voorzigtigheid vereischt ook hierbij zich daarop niet al te veel te verlaten, dewijl de vaste grondlagen ook al aan veel ongelijkheden onderhevig zijn; de palen kunnen inwendige gebreken hebben of wel hoedanigheden, die het inheijen meer of minder moeilijk maken; vele noodlottige voorbeelden bestaan er, dat men deze grondbeginsels uit het oog verloren heeft, en de palen door het gewigt van het daarop komende gebouw zijn ingezakt.

Men heeft, in het algemeen, bij de palen minder te vreezen, dat de last deze zal doen buigen, wanneer zij stevig in den vasten grond staan en niet meer zakken kunnen, dan wel dat zij voorover storten, waarvan men vele voorbeelden heeft (c). Deze uitwerking bestaat eensdeels daardoor, dat de drukking der aarde den muur om deszelfs voorkant tracht omver te werpen, en alzoo deze voorkant dikwerf het geheele gewigt van den muur te dragen heeft; ten andere, wanneer de palen, na alvorens de zachte grondlagen doorboord te hebben, slechts weinig in de vaste grondlaag zijn ingedrongen, en dat het daarop komende gebouw aan eene zijdelingsche drukking is blootgesteld (zoo als bij be-

(a) *Memoires sur les pieux et pelotes.*

(b) Wanneer men in eenen grond heit, waar de vaste laag op zoodanige diepte gelegen is, dat men deze niet kan bereiken, en alzoo de palen op geen volkomen stuit kan inheijen, zoo geeft WOLTMAN (*Annales des Arts et Manufactures*), de navolgende formule op, ten einde het draagvermogen der palen te kunnen berekenen;

namelijk $r = \frac{a p^2}{e (p + q)}$ waarin r het draagvermogen, a de valhoogte van het blok, p deszelfs gewigt, q idem van den heipaal, e het indrukken van den paal bij den laatsten slag beteekent.

In de *Pract. Anweisung zum Wasserbau*, van GILLY en EITSLWAM, vindt men Tabellen, welke den last aangeven, dien een paal met gerustheid kan dragen, uit het indrukken bij den laatsten slag, welke 1/4 van den last bedragen, welke men vindt door het berekenen der laatst formule.

(c) De Vestingbouw van *Ostende* heeft hiervan, in de laatste tijden, het voorbeeld opgeleverd.

kleedingsmuren enz.). Zoo werkt deze drukking aan een' hefboomsarm, welke des te grooter is, naar mate de vaste grond dieper gelegen is, en tracht alzoo de palen voorover te drukken. Men kan zoodanige uitwerking ligt voorkomen door de buitenste rij palen in eene schuinsche rigting in te heijen, en daartoe de zwaarste palen te nemen.

De lengte der palen meestal door de diepte van de vaste grondlaag bepaald zijnde, Over de zwaarte en den afstand der funderingspalen. waarin men dezelve, naar dat deze meerder of minder vastheid heeft, ook dieper moet laten indringen, gewoonlijk van $\frac{1}{4}$ tot $\frac{1}{3}$ van derzelve lengte, zoo blijft alleen over den afstand en de zwaarte dezer palen uit den last, dien dezelve zullen moeten dragen, te bepalen.

De afstand van grondpalen neemt men zelden minder dan 0,80 à 1 el (*a*), en alzoo het aantal palen hierdoor bepaald zijnde, zoo kan men de zwaarte, aan dezelve te geven, berekenen door het aantal palen in den last te deelen, die daarop moet komen te rusten, waardoor men den last, dien elke paal moet dragen, zal bekomen; de zwaarte, aan dezen te geven, zal men kunnen afleiden uit het voorgemelde door PERRONET opgegeven draagvermogen, voor op de stuit geheide palen.

Zoo kan men, omgekeerd, wanneer de lengte en dikte van palen gegeven is, derzelve afstand bepalen, door het aantal palen te berekenen, het draagvermogen volgens derzelve zwaarte deelende in het gewigt van het gebouw.

De voorzigtigheid eischt, intusschen, dat men hierbij altijd het getal palen of derzelve zwaarte, iets meer neemt dan de berekening aangeeft, zulks regelende naar de meerder of minder goede gesteldheid van den grond.

Sommige schrijvers over de Bouwkunde vermeenen, dat men eenen weinig stevigen grond zou kunnen vaster maken, door denzelven met eene menigte palen, *Vulpalen* genaamd, te beheijen en deze zeer dicht aan elkander te plaatsen, zonder daarbij de vaste grondlaag te bereiken, of dezelve op de stuit te heijen. Zoodanig eene bewerking moet niet alleen als zeer kostbaar (daar de onkosten van de mindere lengte der palen door derzelve grooter aantal rijkelijk overtroffen wordt), maar zelfs in weeke gronden, als ondoelmatig, afgekeurd worden, en zou door onnoodige beroering van den grond somtijds meer na- dan voordeelig kunnen worden.

Ten einde te beletten dat wellen- of wateraderen onder funderingen doordringen, of dat gebouwen, welke dadelijk aan de oevers van stroomende rivieren komen te staan, Over de damplanken. niet door den stroom ondermijnd worden, maakt men gebruik van zoogenaamde dam- of baardplanken, welke, in elkander sluitende, slechts even in den vasten zand- of digten klei- grond worden ingeslagen, en alzoo van mindere lengte dan de heipalen zijn.

Deze planken steeds onder water moetende blijven, zou men dezelve even zoo wel van

(a) SEANZIN, *Programms*.

vuren- en dennenhout kunnen nemen, indien dit hout niet te zeer aan scheuren en bersten, gedurende het heijen, onderhevig was; men geeft alzoo de voorkeur aan het beukenhout, daarbij nog zorg dragende, dezelve slechts even vóór het inheijen te bereiden, en voor de uitwerking der zon zoo veel mogelijk te bewaren, daar dezelve, daarna in het water komende, te veel aan werking onderhevig zouden zijn.

De vereeniging bewerkt men op verschillende wijzen, door regthoekige groeven of messingen, als in fig. 8; door driekantige of kraaijenbekken, als in fig. 9, of zwaluwstaartsgewijze, als in fig. 10.

De eerstgenoemde wijs is verre boven de tweede en derde te verkiezen, daar bij de tweede vereenigingswijze, bij de geringste afwijking, de planken niet meer sluiten, en bij de derde de zwaluwstaarten ligt afscheuren. Men geeft aan de messing gewoonlijk een dikte van $\frac{1}{2}$ van die der planken, welke meest van 10 à 15 duim dikte zijn; de breedte derzelve wordt het voordeeligt zoo groot als mogelijk genomen, om de onkosten van het inheijen te verminderen, dat gewoonlijk door middel van kleine heistellingen, met blokken van 2 à 300 ponden zwaarte, geschiedt.

Wanneer twee rijen damplanken in een' hoek zamenkomen, bewerkstelligt men de vereeniging in een' vierkanten paal, waarin de vereischte groeven moeten gemaakt worden. Het aanpunten der damplanken geschiedt ook op onderscheidene wijzen; sommige scherpen dezelve aan twee platte zijden, gelijk een mes aan, en snijden dezelve volgens de rigting, van eene der smalle zijden af, gelijk in fig. 11; om door de drukking van den grond tegen dit schuinsche gedeelte, bij de reeds ingeheide planken aangedreven te worden; andere verdunnen dezelve wederzijds, gelijk in fig. 12. De ondervinding heeft geleerd, dat, wanneer het aanscherpen van damplanken niet zoodanig is, dat de scherpe kant juist in het midden der plank zij, deze alsdan steeds uit de rigting afwijken, en het dus beter is, de planken niet aan te scherpen, maar slechts aan te punten, daar door deze bewerking de plank steeds tegen de reeds ingeheide wordt aangedreven.

Bij steenachtige gronden is men dikwerf genoodzaakt, de damplanken van onderen van paalschoenen te voorzien, welke niet geheel scherp, maar een weinig afgestompt dienen bewerkt te worden. Zoodanige paalschoenen wegen van 3, 4 tot 5 ponden.

De koppen der damplanken voorziet men meest van een' ijzeren band, ten einde het splijten te voorkomen, en heit dezelve tusschen twee slikhouten in. Indien, gedurende deze bewerking, de damplanken uit de rigting afwijken, is men genoodzaakt dezelve uit te trekken, en zoo dezelve gescheurd mogten wezen, andere in derzelve plaats te nemen.

Men bezigt voor het inheijen van damplanken veel ligter heiblokken dan tot dat der palen, ten einde de planken niet te zeer te beschadigen, en drijft dezelve met vele slagen in den grond; men wordt voor dit verlies van tijd rijkelijk vergoed door dien men minder

verplicht is om eene reeds half ingeslagene plank wederom uit te trekken, hetgeen anders dikwerf het geval wordt.

De diepte van eenen grondslag, waarop een gebouw geplaatst moet worden, bepaald zijnde naar den aard van deszelfs fundament, welke, zoo men daartoe hout bezigt, gewoonlijk gesteld wordt op 31 à 32 duim, onder het zomerwater, opdat hetzelfde, tot bevordering der duurzaamheid, steeds vochtig zou blijven, daarbij wel oplettend zijnde, om te onderzoeken of dit ook kan afgeleid worden, als wanneer men genoodzaakt is, zulks dieper te leggen. Op de vereischte diepte eene vaste grondlaag vindende, zoo worden daarop de fundamentssleuven wel waterpas uitgegraven, daarbij zorg dragende den benedengrond niet te roeren, daar deze opgegraven zijnde, niet zoo vast weder kan worden aangestampt; men legt alsdan vervolgens de eerste steenlaag in zand of op fundeerplaten in leem.

*Beschrijving
der liggende
roosterwerken.*

Bevindt men op de voormelde diepe gronden, welke liggend roosterwerk vereischen, zoo neemt men, met betrekking tot derzelver meerdere of mindere breedte, in acht, niet alleen de meerdere of mindere zwaarte der muren, maar ook de indrukbaarheid der gronden, ten andere, dat de roosterwerken zoodanig gelegd worden, dat de zwaartepunten der muren te lood boven dezelve komen, waarbij nog somtijds vereischt kan worden, hetzelfde in eene kast van damplanken in te sluiten, wanneer het te vreezen kon zijn dat de gronden, bij de zamendrukking, van onder het roosterwerk kunnen uitloopen.

De *liggende roosterwerken* worden op de volgende wijs zamengesteld: in de fundamentsleuven worden, volgens derzelver breedte, greenen of dennen balken *aa*, fig. 13, wel horizontaal gelegd, welke men gewoonlijk 31 à 32 duim langer neemt, dan de breedte der daarop komende muren. Over deze onderleggers worden, volgens de lengte van het gebouw, balken *bb* ingekeept, en wel, naar evenredigheid van derzelver breedte, 2 à 3 daartoe genomen. Daar deze bovenleggers of slikhouten niet van ééne lengte genomen kunnen worden, draagt men zorg dat de lasschen niet op denzelfden onderlegger, maar in het verband komen te liggen. Op gelijke hoogte aan voornoemde bovenleggers *bb*, komen, onder den gevel en dwarsmuren, de onderleggers *gg* te liggen, en over deze wederom, volgens de lengte dezer muren, de balken *cc*. Op de hoeken en in het verlengde der binnenmuren laat men de balken 1 à 1,30 el doorschieten, tot versterking van dezelve.

Nadat men vervolgens de ruimten tusschen deze onder- en bovenleggers met aarde of klei heeft aangevuld en vastgestampt, worden de platen regthoekig op de onderleggers met houten nagels bevestigd.

De afstanden der eerste onderleggers *aa* en *gg* hangen van de zwaarte der daarop komende bovenleggers af; gewoonlijk neemt men deze van 1 à 2 el, midden op midden. De afstanden tusschen de bovenleggers *bb* en *cc* neemt men meestal van 0,60 à 1 el.

De onderbreedte van den grondmuur, welke bij een liggend roosterwerk, om de te voren gemelde redenen, iets grooter genomen worden, bepalen alzoo het aantal der naast elkan- der liggende bovenleggers *bb* en *cc*.

Bij zeer ligte gebouwen gebruikt men, in plaats van balken, platen van 8 à 10 duim zwaarte, en in plaats van deze over elkander in te kepen, bevestigt men dezelve met pennen en gaten.

*Beschrijving
der paaltroos-
terwerken.*

De gronden van eenen zoodanig slechten of weeken aard zijnde, als in het begin van dit hoofdstuk opgegeven is eene paalfundering te vereïsschen, zoo moeten de palen, op de reeds beschrevene wijs, tot op de stuit ingeheid worden, hierbij al hetgeen in acht nemende, wat daaromtrent, bij de beschrijving van het inheijen der palen, gezegd is. Daar de onderbreedte der grondmuren het aantal rijen der palen bepaalt, ingevolge de afstanden die daarvoor opgegeven zijn, zoo willen echter eenige Bouwmeesters onder de penantmuren de palen wel wat digter dan onder de openingen der vensters plaatsen.

Op de palen worden vervolgens de zoogenaamde *kespen* of *slykhouten aa*, volgens de breedte der gebouwen, fig. 14 gelegd, en met pen en gat bevestigd, en wel op zoodanige wijs, als in het Hoofdstuk *over de Houtverbindingen* nader beschreven wordt.

De zwaarte dezer kespen regelt men naar die der daarop komende gebouwen; in de meeste bestekken worden dezelve bepaald op 20 à 25 en 25 à 30 duim.

Loodregt op deze kespen worden de *klooster-* of *schuifhouten* volgens de lengte der muren ingekeept (zie het Hoofdstuk *over de Houtverbindingen*). Deze dienen om te beletten dat de muren door de drukking der gewelven, of anderzins, met de fundering verschuiven; zij worden meestal van 20 à 25 duim zwaarte genomen, en daar deze alzoo niet tot het dragen van den last dienen, zoo volgt hieruit, dat bij de verbinding derzelve met de slykhouten, men de laatste niets van derzelve dikte moet verminderen, en de inkeping alleen in de kloosterhouten moet plaats hebben. De bevestiging geschiedt wijders door ijzeren nagels of hakkelbouten.

Op de kespen of slykhouten legt men vervolgens een' vloer van dennen platen, welke op dezelve met houten of ijzeren nagels bevestigd worden, en waarvan de naden bij waterdige werken, als sluizen, beeren, regenbakken en kelders, gekalfaat en met heet pek overgoten moeten worden. Bij niet waterdige werken bezuinigt men wel deze vloeren, en plaatst men het metselwerk dadelijk op eene zandlaag, na de vakken tusschen de slykhouten wel behoorlijk met goede klei, of, zoo als men in *Frankrijk* wel doet, met steenen (*ierre de libage*) aangevuld te hebben.

Zoo als reeds bij de beschrijving der baard- of damplanken gezegd is, behoedt men het uitloopen der weeke gronden boven den vasten grond, hetwelk somwijlen nadeelige gevolgen na zich kan slepen, door de fundering te omringen met eene of meer rijen damplan-

ken; in zulk geval is men genoodzaakt de slijkhouten eene andere rigting te geven, en dezelve te plaatsen volgens de strekking der muren; de palen, welke tusschen de damplanken ingeslagen worden, moeten ook alsdan zoo veel digter bij elkander komen, naar mate van de dikte der slijkhouten, waar tusschen de damplanken, als het ware, ingekeept worden, deze moeten mede in de platen, welke op de slijkhouten komen te liggen, worden ingekeept, zoo als het een en ander nader uit fig. 15 te zien is.

De kespen of slijkhouten, benevens de strook of schuifhouten, neemt men gewoonlijk van dennenhout, en moeten vooral onder den stand van het laagste zomerwater worden gelegd, ten einde steeds vochtig te blijven, hetwelk van het grootste belang is voor het behoud van het hout.

Wanneer men, volgens hetgeen in het begin van dit Hoofdstuk gezegd is, in het geval is, om, uit hoofde van gebrek aan hout, en bij mindere kostbaarheid van het metselwerk, de fundering uit te graven tot op de diepte van de vaste grondlaag, zoo bedient men zich, tot besparing van metselwerk, van zoogenaamde *aardwelden*. Over de fundering op aardwelden.

Ten einde hierbij te voorkomen, dat dikwerf een der pijlers meerder worde ingedrukt; dan een andere, is het steeds aan te raden, om dezelve op een doorgaand-roosterwerk te funderen; zelfs willen sommige Bouwkundigen eenen doorgaanden fundamentsmuur tot op zekere hoogte optrekken, tenzij men van de volkomene vastheid der grondlaag geheel verzekerd is, zoo als, bij voorbeeld, bij rotsgronden het geval is; alsdan kan men den grond onder den boog tonvormig afgraven, om daarover het gewelf te slaan, mits aan wederzijde houten formeelen aan te brengen.

1°. Men bezigt aardbogen, wanneer men in de fundamentsleuven eene diepe wel of eene zoogenaamde vuile ader van slooten of grachten ontmoet, welke met een^{er} boog bespannen kan worden; dit laatste het geval niet zijnde, is men genoodzaakt den pijler, welke daarop moet komen te staan, te onderheijen of dezen pijler zoo veel dieper te leggen.

2°. Ontmoet men, bij het funderen, oude palen of stukken muurwerk, zoo is het steeds raadzaam, om den grond niet te veel te beroeren of te diep uit te graven, daar over een gewelf heen te slaan.

De hoogte dezer bogen, welke eenen halven cirkel moeten uitmaken, wordt bepaald door de diepte der fundamentsmuren beneden den beganen grond, en naar de dikte van het wulf zelve. Deze dikte schikt zich naar de grootte der middelijne en naar de zwaarte van het daarop komende gebouw, doch dient in het algemeen van 2 à 2½ steen te zijn. De dikte der pijlers van twee tegen elkander staande bogen kan volstaan met het dubbele van de dikte der bogen, doch aan de hoekpijlers moet men eene zoodanige dikte geven, dat die in allen opzichte tegen de drukking der welfen met den last welken zij dragen bestand zijn.

*Over de fun-
dering met
sinkpijlers.*

Wanneer men eenige ongelijkmatige verzakking te vreezen heeft, door ongelijkmatige belasting, of wel, dat zich in het terrein enkele losse of weeke gedeelten bevinden, hetzij men daarbij van liggende of paalroosterwerken gebruik make (a), zoo dient men deze weeke gedeelten uit te graven, tot op den vasten grond, en daarop gemetselde pijlers op te rigten, welke men door aardwelfen vereenigt. Deze laatste bouwvijs, of met zoogenaamde *zinkpijlers*, wordt door de voornaamste oude Bouwkundigen, als DELORME, PATTE, BLONDEL en ALBERTI (b) zeer aanbevolen. De laatste wil hiermede de omgekeerde gewelfen verbonden hebben, welke op den natuurlijken bodem komen te rusten. Al deze Bouwkundigen willen deze afzonderlijke pijlers op den vasten grond opmetselen, en daar, waar men een' slechten of weeke grond heeft, zou men deze op een paalroosterwerk dienen te leggen.

Het zinken van zoodanige pijlers geschiedt meestal op de navolgende vijs: men maakt uit 5 duims planken, welke dicht aan elkander moeten sluiten, een' ronden bodem, gelijk van eene kuip, welke binnenwerks 1,25 el middellijn heeft. Deze wordt in een 1,50 à 2 ellen diep gat gezonken, waarvan de middellijn 60 à 70 duimen wijder dan de kuip kan zijn. Hierop wordt vervolgens een pijler opgemetseld, dien men van rondom met dunne planken omringt, welke met ijzeren banden, door middel van wiggen, daarom vast gehouden worden. Daarna wordt deze door een' man ondergraven, en de aarde naar boven opgevoerd, waardoor de pijler zinkt. Vervolgens worden de wiggen uitgetrokken, de ijzeren ringen en planken afgenomen, en de metselarbeid voortgezet, welke weder, tot op 2 ellen hoogte gevorderd zijnde, op gelijke vijs behandeld wordt. Eindelijk laat men een' 8 à 10 duim dikken planken bodem in den kuil of schaft zakken, waarop mortel en steengruis of breuksteenen gestort worden, en wordt daarop een gegoten pijler geformeerd.

Hier bij dient men bedacht te zijn, het metselwerk eenigzins te laten uitdroogen vóór dat men het bezinke, en zou men wel doen, daarbij tras te gebruiken. Wanneer er zich bij deze bewerking welwater opdoet, dient men zulks uit te pompen, en ingeval dit een' te grooten overvloed mogt opleveren, of de bodem niet stevig mogt wezen, zou deze vijs

(a) Zoo als het geval was bij het *Panthéon te Parijs*, hetwelk op een terrein gebouwd is, dat wel over het algemeen uit een' vasten zandgrond bestond, doch waarbij eenige losse plaatsen waren, welke men tot op de diepte van den vasten grond heeft uitgegraven, en vervolgens daarop steenen pijlers heeft opgetrokken, welke door gewelfen vereenigd zijn geworden

(b) In latere tijden heeft de Ingenieur LE GOUF, in zijne *Memoires sur les travaux des constructions hydrauliques*, 1802, beweerd, dat deze bouwvijs van de Indianen afkomstig was. Onder de nieuwe bouwkundigen behoort ook GILLY, welke deze funderingsvijs zeer aanprijst. Zie zijne *Erbauung der Gebäude auf gemauerte Brunnen*, 1804.

In den tegenwoordigen tijd heeft de Ingenieur BAUSSEL, bij den bouw van den weg onder den Theems, van deze methode gebruik gemaakt.

van funderen niet aan te raden zijn, en men alsdan van de gewone paalfunderingen dient gebruik te maken (a).

De bogen, waarmede men de pijlers verbindt, worden gemeenlijk halfcirkelvormig genomen, en men regelt de hoogte naar de diepte der fundamentsmuren beneden den beganen grond; derzelve zwaarte hangt natuurlijk af van de grootte der middellijn, en de zwaarte van het daarop nederkomende gebouw. In het algemeen neemt men dezelve van 2 à 3 steen. De dikte der pijlers neemt men gewoonlijk van het dubbele der zwaarte van de gewelven, doch men dient aan de hoekpijlers (*culées*) eene grootere zwaarte te geven, te berekenen uit den last en de drukking der gewelven; deze verzwaring kan men ook contrefortsgewijze aanbrengen, door de muren aan wederzijde door te trekken, zoo als in fig. 16 nader te zien is.

Somwijlen bedient men zich ook, wanneer men op een doorgaand roosterwerk funderdeert, van omgekeerde aardwelven, zoo als in fig. 17 wordt aangetoond, tot meerdere versterking van het fundament (b), voornamelijk wanneer een gebouw op afzonderlijke steunpunten rust, zoo als bij koepelgebouwen, kerken enz., dikwijls het geval is. Het is echter beter, bij een' slechten grond, zoo als reeds meermalen aangemerkt is geworden, doorgaande roosterwerken te maken. Vooral bij het funderen der pijlers van lastdragende gebouwen, als magazijnen, arsenalen enz., is het niet genoeg aan te raden, alle omzigtigheid, betrekkelijk de vastheid van zoodanige afzonderlijke deelen of punten, in acht te nemen, en daarbij, zoo veel mogelijk, een te zamenhangend fundament, of ten minste een doorgaand banket te gebruiken. Men kan wijders, ter besparing van kosten, wanneer de hoofdmuren van een gebouw, benevens eenige voorname scheids- of binnenmuren, op roosterwerken goed verzekerd zijn, de ligte binnenmuren op bogen doen rusten, mits de roosters onder dezelve te laten doorgaan, dewijl de ondervinding geleerd heeft, dat de buitenmuren somtijds anders, door de drukking dezer gewelven, uitweken, waardoor scheuren en bersten ontstonden, en de geheele instorting te vreezen was.

Behalve de opgegevene manieren van funderen, vindt men nog door BELIDON en andere schrijvers eenige opgegeven, welke onder water geschiedende, alleen bij waterbouwkundige werken toepassing kunnen vinden, en bekend zijn onder den naam van fundering *à pierre perdu*, ou *enrochement*, funderingen in *kisten* of *caissons*. Alhoewel deze wijs van funderen niet onmiddellijk tot het bestek van dit werk behoort, zoo is dezelve toch te belangrijk, om daaromtrent niet iets te zeggen, behalve dat de verwantschap der burgerlijke en waterbouwkunde zulk een' uitstap zal verschoonen.

De eerstgenoemde fundering *à pierre perdu*, ou *enrochement*, reeds ten tijde van

Fundering 4

(a) Zie hieromtrent nader WIEBEKING'S *Wasserbaukunst*, IV. D. 358.

(b) Zoo, als mede bij de fundering van het *Panthéon* is aangewend, ten einde de pijlers, waarop de koepel rust met elkander te vereenigen.

pierre perdu, ou
enrochement.

VITRUVIUS in gebruik, geschiedt op de navolgende wijs: men begint met eene groote hoeveelheid schuitjes te laden met ruwe steenen, brengt die ter plaatse alwaar men dezelve noodig heeft, en maakt gebruik van de eb, indien het aan de oevers van de zee moet plaats hebben, ten einde den grond zoo veel mogelijk gelijk te maken, en (door het stellen van bakens of dergelijke) de rigting en plaatsing te bepalen, waarop men werken wil; welke plaats niet alleen zoo groot moet zijn, als de ruimte, welke het gebouw beslaat, maar rondom zoodanig verbreed en verlengd moet worden, dat er eene genoegzaam breede berm buiten de muren valle, om den voet derzelve eene behoorlijke vastheid te geven.

Al de bouwstoffen en wat er verder benoodigd is, alsdan in gereedheid zijnde, neemt men de geschiktste gelegenheid waar, en werpt men eene laag ruwe breuk- of keisteenen over de afgebakende oppervlakte en over deze eene laag mortel, met tras of pozzolaanaarde vermengd, daarna eene tweede laag steenen, die men bedekt met eene laag trasspecie, waarmede men beurtelings voortgaat, tot dat men op de verlangde hoogte gekomen is, makende zoodanige lagen een zoo hard en vast werk, als ware het met alle zorgvuldigheid gemetseld, door de versteenende eigenschap van de pozzolaanaarde of tras; en wanneer men, door de golving van het water of de hooge vloed, belet wordt hiermede achtereenvolgende voort te gaan, kan men zulks op onderscheidene tijden, bij gunstige gelegenheden doen, zonder dat het werk daardoor eenigzins benadeeld wordt. Onder het leggen der steenlagen zorg men, de grootste steenen aan den buitenkant of teen der steenglooijing te brengen, en wel zoodanig, dat men ten minste eene docering onder 45 graden bekomt, zoo als in fig. 18 nader te zien is.

Nadat men op die wijs de volgegote steenlagen tot op de verlangde hoogte gebragt heeft, dient men dezelve eenige jaren te laten liggen, aan het geweld der zee blootgesteld en gedurende dien tijd dezelve te belasten met al de materialen, welke tot den opbouw noodig zijn; of, zoo mogelijk, met nog meerdere zwaarte, opdat zich de geheele grondslag ook op de zwakste punten vast zette. Wanneer, na verloop van eenigen tijd, zich aan dien grondslag geen aanmerkelijk gebrek doet zien, legt men daarop een groot roosterwerk, met zware planken bedekt, en trekt men het gebouw als naar gewoonte op. Tot meerdere versterking van den teen der steenglooijing, brengt men aan denzelfen ook wel eene rijsberm aan, ten einde het afwoelen der glooijing door den stroom te voorkomen.

Deze wijs van fundering kan slechts in weinige omstandigheden gebezigd worden, omdat men genoodzaakt is, de fundering eerst eenige jaren te laten rusten, alvorens men daarop verder kan bouwen. Bij havenhoofden en dammen kan men daarvan echter eene nuttige toepassing maken (a).

(a) Te *Plymouth* heeft men op deze wijs een' dam in de zee (*jettée*), *breakwater* genaamd, gelegd. Zie *DRYIN, Voyages dans la Grande Bretagne*.

Nog eene tweede wijs wordt door BELIDOR (a) opgegeven, welke veel op de kusten van Italië wordt gebezigd, waarbij men in het water eene soort van kisting daarstelt, vervaardigd uit palen, damplanken en gordingen, even als kistdammen, welke men vervolgens volgt met ruwe steenbrokken, gelegd in zoogenaamden bétonmortel. Tot meerdere versterking van deszelfs voet, brengt men er eene steenstorting (*enrochement*) om heen. Hier te lande zou men in zoodanige gevallen verkiezen, eene of meer lagen zinkstukken te doen zinken, daarop de steenstortingen van keijen en puin te laten volgen, en alsdan het gebouw op een liggend roosterwerk te doen optrekken, of na het zinken der stukken de noodige palen tot een paalroosterwerk daardoor in te heijen, alsdan de tusschenruimte met steen en puin aan te vullen, en vervolgens daarop het roosterwerk te leggen. Deze wijs zou allcen eenige meerdere voorzorg tegen de benadeeling door paalwormen vereischen.

Ten slotte blijft ons alleen nog over, eenig denkbeeld te geven van de wijs om onder water, zonder afdamming of droog maken, te funderen, en wel door middel van kisten (*caissons*), welke schoone vinding men te danken heeft aan den Zwitserschen Ingenieur LABELYE, die deze funderingswijs het eerst heeft toegepast bij den bouw van de *Westminster-brug*, te *Londen*, en welke naderhand door den Franschen Bouwkundigen DECESSART, bij den bouw der brug van *Saumur*, is verbeterd, en achtereenvolgens tot den bouw van sluizen, en zelfs geheele scheepdokken (b) is gebezigd.

Fundering in kisten (en caissons).

Deze kisten bestaan alsdan uit eenen vloer, van de gedaante en afmetingen van het te funderen gebouw, waaraan de wanden zoodanig bevestigd zijn, dat dezelve naderhand kunnen losgemaakt en weder tot hetzelfde einde gebezigd worden.

Eene zoodanig drijvende kist wordt vervolgens boven de plaats gebragt, waar het gebouw te staan moet komen, alwaar men alvorens, indien de grond zulks vereischt, palen heeft ingeslagen, waarvan de koppen door eene kunstzaag (c) allen in hetzelfde horizontale vlak zijn afgesneden, en de grond wel zorgvuldig met deze gelijk gemaakt is, om het onderwoelen van het water te voorkomen. Daarna begint men het metselwerk op den bodem der kist op te trekken, welke vervolgens, naar mate deze meerder bezwaard wordt, dieper zinkt, tot dat dezelve op den bodem des grond of de koppen der palen komt te rusten, wanneer, nadat het metselwerk den behoorlijken tijd tot versteening en uitdrooing gekregen heeft, de wanden losgemaakt en afgenomen worden, en het gebouw verder boven het water wordt opgetrokken.

Ten einde nu het verschuiven van het gebouw op de koppen der palen te beletten, daar

(a) *Architecture hydraulique*, Tom. IV.

(b) Het dok van *Toulon*, alsmede de sluis van *Treport* zijn op deze wijs gebouwd. In de laatste jaren is de brug over de *Maas* voor den spoorweg van *Luik* op deze wijs mede daargesteld door den civielen ingenieur FRANCK.

(c) Zie de beschrijving van zoodanige zagen in het II Hoofdstuk dezer afdeeling.

er geene verbinding van deze met den vloer hierbij kan plaats hebben, omheer men de fundering met eene dubbele rij palen, en vult derzelve tusschenruimte met rijswerk of met zware steenen.

De voormelde kisten worden gemeenlijk zamengesteld als volgt. De vloeren derzelve maakt men van dicht aan elkander sluitende ribben, daar de ondervinding geleerd heeft, wanneer men deze als een roosterwerk inrigtte, het zeer moeilijk was, de kespen juist op de koppen der palen te doen dragen. Op deze ribben bevestigt men een' planken vloer, van 15 à 16 duim dikte en 30 duim breedte, waarvan de uiteinden vatten in de sponnin- gen van een houten raam, uit balken van 32 à 38 duim zamengesteld, hetwelk den ge- heelen bodem insluit, en door middel van schroefbouten met den vloer verbonden wordt. De vloerplanken worden wijders tezamen gehouden door zandstrooken, welke door middel van hakkelhouten met deze, en met zwaluwstaarten in het raam verbonden worden.

De wanden der kist bestaan uit ramen van 5 à 6 duims planken, welke in de sponnin- gen van opstaande stijlen, van 20 duim vierkant, en in die van het raam ingelaten worden. Deze stijlen worden van boven door dwarsregels of gordingen vereenigd.

De verbinding der zijwanden met den vloer geschiedt op verschillende wijs. DECESSART heeft dit bewerkstelligd, door den onderkant der stijlen met eenen halven zwaluwstaart, en eene wig in het raam in te laten, als wanneer men, om dezelve los te maken, de stijlen slechts van boven eenigzins behoefde over te buigen, waardoor de wig losliet en alzoo de stijl gemakkelijk uit te nemen was. Anderen verbinden de zijwanden op het raam, door ijzeren boomen, waarvan het benedeneinde met een oog, en het bovineinde met een' schroefdraad voorzien is; tot dat einde worden aan het raam ijzeren haken aangebragt, waarin de oogen der boomen ingehaakt worden; het schroefeinde wordt door de gording gestoken en hierop vastgeschroefd; welk een en ander in fig. 19 nader te zien is. Om de waterdigtheid dezer kisten te bevorderen, worden de naden behoorlijk met werk of mos digt gekalfaat en verder bepekt (a).

In *Engeland* maakt men van het middel der duikerklokken gebruik, om aan de zeekus- ten onder water te funderen, en op den bodem der zeefundamenten te metselen (b)

(a) Zie hier over de gedetailleerde beschrijving van DECESSART, in zijne *Travaux hydrauliques*.

(b) DORIN, *Voyages dans la Grande Bretagne*.

TWEEDE AFDEELING.

TWEEDE HOOFDSTUK.

OVER DE WERKTUIGEN, BIJ FUNDERINGEN GEBRUIKT WORDENDE.

De werktuigen tot het droogmaken van funderingsputten gebruikelijk, moeten, behalve de algemeene, die aan alle werktuigen, welke tot het opbrengen van water dienen, gemeen zijn, nog de eigenschap hebben, van geschikt te wezen, om aan alle veranderingen, die in den stand van het buiten- en binnenwater kunnen komen, te voldoen; van de minste ruimte in te nemen, om de afgedamde plaats niet onnoodig te vergrooten; in sommige gevallen gemakkelijk verplaatst te kunnen worden, en vooral niet dikwerf aan herstellingen onderhevig te zijn, welke, behalve de daartoe vereischte onkosten, den voortgang van het werk belet en de menschen, tot dezelve gebezigd, nutteloos maakt.

Ocer de werktuigen, tot het droog maken van funderingsputten gebruikeijk.

Het is allerbelangrijkst voor elken bouwkundige, die met de uitvoering van groote werken belast is, en die zich zelve rekenschap wil geven van de doelmatigheid der verschillende werktuigen, welke daartoe gebruikt worden, te onderzoeken, welke eene gegevene uitwerking met de minst daartoe te gebruiken kracht kunnen opleveren, of wel de zoodanige te kiezen, waarvan het nuttig *effect* (a) het grootste is met betrekking van de daartoe aangewende kracht. Maar dit punt alleen is nog niet voldoende; wij zullen verder zien, dat een werktuig, in sommige omstandigheden, gebrekkig kan wezen, doch in andere van een voordeelig gebruik kan zijn, hetwelk, bij voorbeeld, daarin kan bestaan, dat men aan hetzelfde een' beweger kan aanbrengeu, waarvan de prijs veel minder is dan die van een ander werktuig, zoodat het verschil der prijzen van de beide bewegers, verre weg, het mindere voordeel van het effect kan vergoeden. Het is alzoo noodwendig, om over het voordeelig effect van een of ander werktuig, in gegevene omstandigheden, wel te kunnen oordeelen, om den prijs te berekenen van het door elk opgebragte water, door daarbij in berekening te brengen het dagelijksche onderhoud des bewegers, en destel- en onderhoudskosten van het werktuig zelve.

Het is wijders van aanbelang, om de droogmaking met de minste kosten te bewerkstelligen, dat men zoodanige werken in die jaargetijden laat uitvoeren, waarin de wateren op het laagste staan, namelijk, in den zomer of in den herfst; en daar dit tijdsbestek van geen' langden duur is, zoo kan bij de keuze der te bezigen werktuigen mede in aanmerking

(a) Door nuttig *effect* wordt verstaan de wezenlijke opbrengst van water door eenig werktuig.

komen, om zoodanige te verkiezen, waarbij het minste tijdverlies te vreezen is, of die het meeste water opbrengen al zijn ze niet het voordeeligst, betrekkelijk de aangewende kracht.

Aangaande het begrooten van droogmaking, zij hier in het algemeen nog aangemerkt, dat deze aan vele wisselvallige omstandigheden is blootgesteld, en alzoo zeer moeilijk juist te berekenen is; dat het daarbij noodzakelijk is, vooral bij groote en belangrijke werken, eene zekere som bij de begrooting te voegen, voor onvoorziene toevallen, welke vooral bij waterwerken te wachten zijn.

De werktuigen, waarvan men zich bij het droogmaken van funderingsputten bedient, bestaan in:

- 1°. De *emmers (le baquettage)*;
- 2°. De *Vriesche hoosbak*;
- 3°. De *pompen*;
- 4°. De *ton- of vijzelmolen*;
- 5°. De *hellende en verticale kettingmolens*;
- 6°. De *paternosterwerken*;
- 7°. Het *scheprad*, genaamd *Roue à Tympan*;
- 8°. Het gewone *scheprad (Roue à aube)*.

Over de bewegkrachten der waterwerktuigen.

Tot het in beweging brengen dezer werktuigen bedient men zich van de kracht van *menschen, paarden, stroomend water*, of wel van *stoom*. Om wel te kunnen oordeelen over het nuttige effect dezer werktuigen, de betrekking van de opbrengst van water door dezelve tot de relative kracht, welke men aan dezelve aanwendt, dient men de juiste grootte van beide te kunnen bepalen.

Tot vergelijking dezer krachten, hebben sommige geleerden tot eenheid aangenomen, de kracht van een paard, of het gewigt, hetwelk een paard, gedurende ééne minuut tot een' voet hoogte kan verheffen; of wel het gewigt van eene cubic el waters tot de hoogte van 1 el opgebragt, welke laatste wijze wij zullen verkiezen (*a*). Dit product wordt het *statiék moment* genaamd.

Wat betreft de kracht der menschen, zoo weet men dat deze zeer verschillend is, en hoe vele verschillende omstandigheden men hierbij in acht zou moeten nemen, om dezelve in alle gevallen juist te bepalen. Vele natuur- en wiskundigen (*b*) hebben zich hiermede bezig gehouden, doch dezelve meest te hoog gesteld. De proeven van COULOMB (*c*) hebben juistere resultaten opgeleverd, daar deze de uitwerking heeft opgegeven van menschen, welke dagelijks werken, zonder dezelve gezondheid te benadeelen. De kracht van men-

(a) Deze wijze is volgens NAVIER. Zie *Construction des Ponts*, door GAUTHY, II Vol., Sec. V.

(b) Als: DESAGULIERS, BERNOULLI, BORDA, LAMBERTI.

(c) Zie de *Memoires de l'institut, classe des Sciences physiques et mathématiques*, Tom. II.

schen, bij werktuigen tot droogmaking, wordt gemeenlijk op deze verschillende wijzen aangebragt, namelijk, werkende aan eene kruk of zwengel, met de hand emmers opheffende, of werkende aan een rad met staven.

COULOMB stelt voor de dagelijksche hoeveelheid der werking van een' man, welke aan eene kruk werkt, 116 cubic ellen, op de hoogte van 1 el, daarbij vooronderstellende 6 uren daags te werken. Het is echter nader gebleken, dat deze begrooting te klein was (a), en dat men, alle overige gegevens dezelfde zijnde, gerust 8 uren daags kon stellen, waardoor deze kracht bepaald wordt op 155 cubic ellen tot de hoogte van 1 el.

De hoeveelheid der werking van menschen (b), die met emmers water opscheppen, kan op 70 cubic ellen per dag op 1 el hoogte gesteld worden, ingevolge proeven, genomen bij de fundering der brug van *Orleans*, door PERRONET (c).

De hoeveelheid der werking van menschen, die aan een rad met staven werken, waarbij het geheele gewigt van die arbeiders medewerkt, wordt door GAUTHÉY op 200 cubic ellen waters, ter hoogte van 1 el, bepaald (d).

De kracht der paarden, welke met veel voordeel bij kettingmolens, tonmolens of andere waterwerktuigen kunnen worden gebezigd, wordt door de geleerden, die derzelve grootte hebben trachten te bepalen, zeer verschillend opgegeven; zoodat de opgaven van sommigen

(a) Zie *l'Essai sur la Science des machines*, par GUENIVRAU.

(b) Men moet wel onderscheiden de hoeveelheid van werking, met de wezenlijke uitwerking of opbrengst van water; bij de eerste is de kracht, welke bij de werktuigen verspild wordt, als wrijving en anderszins er onder begrepen.

(c) PERRONET verhaalt, in zijne *Oeuvres*, Tom. II, pag. 21, dat, hij de eerste proef, elke man met emmers 0,034 cubic el per minuut opbragt, tot eene hoogte van 1,79 el, en bij eene tweede proef 0,069 cubic el, tot eene hoogte van 0,97 el in denzelfden tijd, hetwelk voor het eerste resultaat 3,652, en voor het tweede 4,016, en gemiddeld 3,834 cubic ellen waters, opgevoerd ter hoogte van 1 el opleverde. De arbeiders werkten 12 uren per dag, zoodat het nuttig effect gedurende 24 uren bedroeg 46 cubic ellen waters, ter hoogte van 1 el, gemiddelde hoogte, waarop wij vooronderstellen dat gewoonlijk de droogmakerijen van deze soort plaats hebben.

De emmers, hiertoe gebezigd, bevatten ongeveer 0,018 cubic el. De arbeider vult den emmer en verheft denzelfden vol, en het water, hetwelk verloren gaat op het oogenblik der overstorting, door in de funderingsput terug te vloeijen kan men op $\frac{1}{5}$ van het uitgeputte water rekenen; de arbeider heeft alzoo inderdaad 55,11 cubic ellen per dag opgebragt, en de emmer 3062 maal uitgestort. Het gewigt van den emmer is gelijk aan 0,004 cubic el water, en dit gewigt 3062 maal opgebragt, bedraagt eene hoeveelheid van 12,248 cubic ellen waters, hetwelk bij het vorige gevogd, bedraagt 67,35 cubic ellen. Het is niet mogelijk om juist de kracht te bepalen, benoodigd om den emmer in het water te dompelen, en denzelfden te dragen om uit te storten, maar deze is niet zeer aanmerkelijk, zoodat men de geheele werking op 70 cubic ellen kan bepalen.

Dit resultaat komt wel overeen met de berekening van COULOMB, voor de uitwerking van een' man, die het water door middel van eenen kastrol en een touw ophaalt, hetwelk deze op 71 cubic ellen bepaalt, en voor een' man, die aan eene herstelling werkt, 75,2 cubic ellen, welke werking op eene gelijke wijze plaats heeft.

(d) HACHETTE in zijn *Traité élémentaire des machines*, bepaalt deze kracht slechts op 89 cubic ellen, ter hoogte van 1 el, maar daar dit rad (alhoewel van eene voordeelige constructie) gebezigd wordt tot ontlading van steenen, hebben daarbij gedurige stilstanden plaats.

het dubbel van anderen bedragen. De kracht der paarden bij waterwerktuigen wordt gemeenlijk aangebragt aan het uiteinde van een horizontaal rad of molen, en is niet te vergelijken bij de kracht, gebezigd tot het trekken van rijtuigen, daar, eensdeels, een groot gedeelte van derzelve kracht bij de eerste verloren gaat, door de drukking tegen de boomen, ontstaande door de ronddraaijende beweging, anderdeels, dewijl die soort van werken schielijker afinat, en alzoo de hoeveelheid van dagelijksche werking niet hooger kan gesteld worden dan op omtrent 1200 cubic ellen waters, ter hoogte van 1 el opgebragt (a). Wanneer deze werking slechts voor een oogenblik plaats heeft, is natuurlijk deze kracht grooter.

Ook moet, bij zoodanige werkingen, in acht genomen worden, dat de middellijn van het rad, waaraan de paarden werken, niet minder dan tien ellen zij, om derzelve beweging niet moeilijk te maken.

In de nabijheid van stroomende rivieren moetende bouwen, kan men dikwerf derzelve kracht benuttigen tot het in beweging brengen der werktuigen, dienende tot het droog maken der funderingsputten, door middel van *Waterraden* (*Roue à palettes*), welke de stroom, door deszelfs kracht, in beweging brengt. Het is bekend, dat de gebezigde kracht, om zoodanig rad in beweging te brengen, vrij juist voorgesteld wordt door het product van de oppervlakte van een der waterborden (*palettes*) met de snelheid des strooms en de hoogte aan deze snelheid verschuldigd, waarbij ook in aanmerking genomen moet worden de rigting, waarin de stroom werkt tegen de deelen van het rad. Hiervan is echter slechts $\frac{1}{2}$ aan de as werkzaam (b), volgens proeven, die daaromtrent genomen zijn, en alzoo kan de uitwerking dezer kracht slechts op $\frac{1}{2}$ van die gesteld worden, welke door het water uitgeoefend wordt, om het rad in beweging te brengen.

De werking der stoom kan niet, dan bij uitgestrekte waterwerken, in eenige aanmerking

(a) Volgens de proeven van BELIDOR bij den kettingmolen van ROCHFORD genomen (zie *Architecture hydraulique*, 1 part. Liv. II, Chap. IV), werd door 4 paarden in een uur tijds, 44,4 cubic ellen waters, op eene hoogte van 7,8 ellen opgebragt, zoodat de wezenlijke of nuttige uitwerking 693 cubic ellen op 1 el hoogte zal bedragen, wanneer men 8 uren werkens voor ieder paard daags stelt. Indien men nu vooronderstelt dat het werktuig zelve $\frac{2}{5}$ der beweegkracht verspilde, zoo kan men deze hoeveelheid op 1156 cubic ellen, op 1 el hoogte voor elk paard stellen.

Volgens de proeven van SNEATON, zou deze hoeveelheid van werking 22000 Eng. ponden, *avoir du poids* in 1 minuut tot de hoogte van 1 voet bedragen, hetwelk overeenkomt met 1340 cubic ellen, ter hoogte van 1 el. Het aangenomene, hetwelk dat van GAUTHREY is, maakt alzoo eene middelevenredige der laatstgenoemden uit.

De PARRY, in zijne *Nouvelle Architecture hydraulique*, Tom. I, pag. 547, geeft twee verschillende begrootingen der hoeveelheid van dagelijksche werking van een trekpaard aan, dat in eene rechte lijn trekt, namelijk, een van 3200 cubic ellen, en een van 2400 cubic ellen op 1 el hoogte. Deze resultaten vergelijkende met hetgene in den tekst daarvoor aangenomen is voor een paard, dat in een' molen werkt, zoo kan men hieruit besluiten, dat slechts $\frac{1}{2}$ van de aangewende kracht aan het uiteinde des hefbooms op de as van den molen werkt.

(b) Zie SNEATON, *Recherches expérimentales sur l'eau et le vent*, traduit par GERARD.

komen, om tot het in beweging brengen van werktuigen, tot droogmaking van funderingsputten, gebruikt te worden, wegens de groote kosten, die daarmede verbonden zijn, en behoort alzoo niet tot het bestek van dit werk.

Indien het water slechts op eene geringe hoogte moet opgebracht worden, bij voorbeeld, van 1 à 1½ el, en de toevloed van water juist niet aanmerkelijk is, kan men het droogmaken bewerkstelligen door emmers, inhoudende 0,01 cubic el, welke wel het voordeel hebben, van aan de funderingsput geene meerdere uitgebreidheid te behoeven te geven, zoo als bij andere werktuigen vereischt wordt, maar, daarentegen, ook weder het gebrek hebben, van, door storten, veel water te verliezen. Hieruit volgt alzoo, dat bij deze wijs van droogmaking veel kracht verspild wordt, en zij dus niet zeer voordeelig is.

*Over het
droogmaken
door emmers.*

De voornaamste schrijvers, welke over dit onderwerp handelen, verschillen zeer in opgave van de hoeveelheid waters, welke door een' man daarmede kan opgebracht worden (a). Wij zullen daarvoor aannemen dat, hetwelk PERRONET opgeeft.

Uit de proeven bij de fundering der brug van *Orléans* genomen, is gebleken, dat één man 46 cubic ellen water daags, op eene hoogte van 1 el kon opbrengen. Wij hebben de daarbij aangewend wordende kracht of hoeveelheid der werking van een' man met dit werktuig op 70 cubic ellen berekend. Alzoo bedraagt het nuttig effect of de betrekking van de wezenlijke uitwerking tot de gebezigde kracht $\frac{46}{70} = 0,657$.

Wanneer men nu het daggeld van een' man op 1 gulden stelt, zoo zal ieder cubic el waters, ter hoogte van 1 el opgebracht, kosten f0,022; hierbij voegende de kosten van aankoop en onderhoud der emmers, zoo kan men den prijs van 1 cubic el op f0,023 stellen.

Het droogmaken door emmers heeft het voordeel van te gelijker tijd zoo veel manschappen te kunnen gebruiken als men wil, en er weder af te nemen, naar mate het werk vordert, en alzoo de werkende krachten in evenredigheid met de uitwerking, die men wil daarstellen, te brengen.

Nog dient hierbij opgemerkt te worden, dat zoo de hoogte, waarop het water moet opgebracht worden, boven de 1,50 el bedraagt, men twee rijen arbeiders moet gebruiken, die elkander de volle en ledige emmers aanreiken, en dat deze manier van droogmaken met voordeel kan gebezigd worden, wanneer het water zeer drabbig en slikkerig is, waardoor andere werktuigen ligt verstoep geraken.

De *Vriesche hoosbak* (b), waarvan men zich hier te lande wel bedient, bestaat in eene

*De Vriesche
hoosbak.*

(a) Volgens WILBEKING zou een man op eene hoogte van 3 voet, eene hoeveelheid van 2½ cubic voeten in ééne minuut kunnen opbrengen, hetwelk ongeveer 57 cubic ellen per dag bedraagt. EITTELWEIN stelt deze hoeveelheid op 5 cubic voeten, alzoo op het dubbel der opgave van eerstgemelden.

(b) Bij de voornaamste schrijvers over de waterbouwkunde, als: BELIDOR, WILBEKING en EITTELWEIN, vindt men eene andere soort van hoosbak beschreven, welke van kleiner vorm dan deze is, kunnende slechts 0,04 à 0,05

grootte en breedte houten schop (zie fig. 20), meestal van de navolgende afmetingen, namelijk, van eene lengte van 1,60 el, en breedte van 1,25 el, en hoogte van 30 duim, uit 6 duims greenen planken zamengesteld; aan dezen bak bevinden zich twee houten stelen, meestal van 3,50 el lengte; de voorkant of neus van den bak wordt gewoonlijk met ijzerblik beslagen. Deze bak wordt door middel van twee touwen aan eene schrank of wel aan twee schranken, die dooreene dwarsspar verbonden zijn, opgehangen. Tot d'érzelver beweging worden 4 arbeiders vereischt, waarvan twee aan de stelen en twee aan een paar touwen geplaatst worden, aan de andere zijde van de schrank. Door middel van slingerende bewegingen, wordt het water opgeschept en over een' dam geworpen, welke de put van het buitenwater afsluit.

Men rekent, gewoonlijk, op elke minuut 5 slingeringen te kunnen maken, en dat in den tijd van één uur 24 cubic ellen waters, ter hoogte van 1 el, over dezen dam kan opgebracht worden, waartoe alzo 12 man, in twee ploegen, voor dag en nacht, verdeeld, vereischt worden, waarvan er altijd 4 werken, en twee om het kwartier worden afgelost, zoodat ieder arbeider om den ander $\frac{1}{4}$ uur werkt en $\frac{1}{4}$ uur rust; wordende daarbij door elk 48 cubic ellen waters, ter hoogte van 1 el in de 24 uren (of 8 uren werkens), opgebracht.

Daar de kracht hierbij op eene zeer onvoordeelige wijs wordt aangewend, en veel kracht verspild wordt, daar telken reize eene slingering verloren gaat, zonder water op te brengen, behoort dit werktuig geenszins tot de voordeelige. Men kan de onkosten van 1 cubic el, hiermede opgebracht, rekenen, het daggeld als voren gesteld, op f0,022.

De pompen.

Is de hoogte, waarop het water moet opgevoerd worden, meer dan 1,50 el, alsdan maakt men gebruik van de zoogenaamde *sloieppompen*, zijnde eenvoudige vierkante houten kokers, uit vier platen zamengesteld, met ijzeren spijbanden of beugels versterkt, en van gebreemde en gepekte naden voorzien en dicht gemaakt. Voorts bevindt zich in dezelve een vierkante zuiger, met een' houten steel of kruk, welke opgehaald en nedergelaten wordende, het water naar boven brengt; deze pompen worden schuins gesteld, en van onderen tusschen paaltjes op het water vastgezet. Van alle werktuigen, tot het droogmaken van funderingsputten gebruikelijk, zijn de pompen het gemakkelijkste om te verplaatsen, nemen de minste ruimte in, en vereischen de minste reparatie van de meest hiertoe gebruikelijke werktuigen, maar zijn slecht geschikt, wanneer het water met veel slijk is vervuld.

Indien de droog te maken put van eene grootte uitgestrektheid is, zoodat men meer dan eene pomp benooidigd heeft, zoo gebruikt men meest verticale pompen, welke men paarsgewijze tracht te verbinden, en door middel van een' hefboom van de eerste soort in beweging brengt (zie fig. 21).

cubic ellen inhouden, en bij elke slingering 0,015 à 0,020 cubic el waters uitwerpen, en welke is voorzien van slechts éénen steel, met welken 2 à 3 man denzelfden in beweging brengen; doch dusdanig worden deze hier te lande weinig aangetroffen.

De vierkante pompen worden meest van 20 à 30 duim wijde gemaakt, en van eene lengte van 4 à 8 ellen. Vier man zijn benooidigd om het water voor twee 20 duims pompen, op eene hoogte van 3,60 ellen op te brengen, door middel van treklijnen aan de einden der hefboomsarmen; kunnende een arbeider dezelve 1,25 el naar beneden trekken, met eene kracht van 20 ponden, daar hierbij zijn eigen gewigt mede te hulp komt, en hij 24 à 25 slagen in eene minuut doet.

Volgens de proefnemingen van BOISTARD (a) met eene pomp van 27 duimen, in beweging gebragt door 7 man, die 8 uren daags werkten, bragt deze 508,52 cubic ellen op eene hoogte van 3,63 ellen. Het nuttige effect van dit werktuig bedraagt alzoo voor elken man 67,85 cubic ellen, op de hoogte van 1 el. Eene andere pomp van 24 duimen middellijn, insgelijks door 7 man bewogen, bragt 470,04 cubic ellen, tot eene hoogte van 3,57 ellen op; derzelve nuttig effect bedroeg alzoo voor elken man 79,97 cubic ellen in de 24 uren, ter hoogte van 1 el opgebragt. Het gemiddeld effect bedraagt alzoo 84 cubic ellen; maar daar de opbrengst van dit werktuig veel verandering ondergaat, naar mate dat de zuiger meer of min juist sluit, kan men voor het resultaat van de pompen, zoo als men dezelve gewoonlijk bij het drooghouden gebruikt, slechts op 80 cubic ellen per dag rekenen; daar de hoeveelheid van werking of aangewende kracht van een' arbeider, welke aan eene kruk, zwengel of hefboom werkt, op 155 cubic ellen gesteld is, blijkt hieruit, dat bij de pompen de helft der kracht, die aan dezelve aangewend wordt, verloren gaat. Den Heer DE STAPPERS van *Luxemburg* heeft eene bijzondere soort van perspomp uitgevonden, waarmede thans proeven genomen worden, in het groot; die in het klein met dezelve te *Luik* genomen, gaven een zeer voordeelig coëfficiënt van nuttig effect.

De prijs van 1 cubic el water, op de hoogte van 1 el opgebragt, kost alzoo f0,012; de onkosten van het werktuig rekenende op f3,00 per dag, zoo bedraagt zulks voor elk der 1680 cubic ellen, welke in eenen dag opgebragt kunnen worden, f0,0017, aldus de prijs van elke cubic el water f0,014.

Een der meest gebruikelijke werktuigen, tot het droog maken en drooghouden van funderingsputten, is de schroef van ARCHIMEDES, in de praktijk bekend onder den naam van *ton-*, *schroef-* of *vijzelmolen*, bestaande meest uit eene 20 à 30 duim dikke as (zie fig. 22), 6 à 8 ellen lang, in welke, volgens eene op derzelve kromme oppervlakte geteekende schroeflijn (*helice*), 2 à 2½ duims eiken planken ingezonken worden, die overal even wijd uit de as 25 tot 40 duim uitsteken, en waarvan de uiteinden in de oppervlakte van een' cilinder liggen; de afstand van den schroefdraad moet daarbij gelijk aan het uitsteken derzelve wezen. De as met derzelve schroefdraad sluit in een' hollen houten cilinder of koker, welke uit 5 duims latten zamengesteld, door ijzeren banden stevig be-

*Over de ton-
molens.*

(a) *Expériences sur la main d'oeuvre de différens travaux.*

vestigd wordt. Is de as los in den koker, alsdan noemt men het werktuig een *schroefmolen*; is deze er in bevestigd, alsdan wordt hetzelfde genoemd een *tonmolen*.

Aan de as zijn boven en beneden twee ijzeren tappen bevestigd, welke in pannen rusten, die in een langwerpige vierkant raam ingewerkt zijn. Door middel van eene kruk en hefboom wordt de tonmolen onder een' hoek van 30 tot 60 graden gelegd, door 3, 4 à 5 man in beweging gebracht. Ten einde den tonmolen te kunnen laten zakken, naar mate van de watershoogte, zoo bevestigt men een paar jukken in den grond, waarop een windas komt te liggen, waarmede men, door middel van kettingen, den toestel kan laten zakken.

Indien er slechts een schroefdraad om de as loopt, zoo noemt men dezelve een eenvoudige tonmolen of wel tonmolen met ééne slakkenloop, en die waarom twee en drie schroefdraden loopen, worden dubbele of drie dubbele schroef- of tonmolens genaamd. In het eerste geval is de hoek, welchen de schroeflijn met het vlak, hetwelk loodrecht op de wentelas staat, maakt, van slechts 10 graden, in het tweede van 15, en in het laatste van 20 graden. De laatste is verre boven de eerste te verkiezen, dewijl daarbij het uitstorten van het water bij kleinere tusschenpoozingen volgt, naar mate er meerdere openingen zijn.

De tonmolens worden gemeenlijk van greenenhout vervaardigd, gepekt en geteerd, of in olie gekookt voor zoo verre men zulks voor de waterdigtheid noodig oordeelt. De borden worden op tweederlei wijzen in de spil bevestigd, op de eerste wijze worden de plankjes zoodanig gesteld, dat zij ieder op zich zelve in een bijzonder vlak vallen, dat op de as der spil loodrecht staat, zoodat zij bij iedere zamenvoeging over elkander heen liggen, en dus trappen maken. Op de tweede wijze, worden de plankjes zoo tegen elkander aangesloten, dat zij eenen doorgaanden, om de spil gewonden krans van gelijke dikte uitmaken, zoodat de vlakken der onderscheidene borden op de as der spil scheef staan. Hoezeer daardoor de bewerking moeilijker wordt, verdient deze laatste wijze de voorkeur.

Bij het stellen van den tonmolen is het noodzakelijk in acht te nemen, dat de hoek, welchen de schroeflijn, met het vlak, hetwelk loodrecht op de wentelas staat, of de wentelhoek, benevens den hoek, welchen de wentelas met den horizont maakt, of de standhoek, te zamen genomen, minder dan een rechte hoek bedragen, want zoo de som dezer beide hoeken grooter is, zoo kan de schroef geen water scheppen. Even zoo is het van aanbelang daar op te letten, dat dit werktuig met deszelfs monding zoodanig gesteld wordt, dat deze zoo veel water als lucht kan scheppen, en wel, volgens EITELWEIN, zoodanig, dat de waterspiegel ongeveer 4 duim onder het hoogste punt van het grondvlak gelegen is (a).

(a) Om in het algemeen den afstand van het hoogste punt = g , en het onderste vlak van den waterspiegel te bepalen. geeft voornoemde schrijver, in zijn *Handbuch der Mechanik und Hydr.*, de navolgende formule op:

$$g = \frac{R}{\sin \alpha \cdot d}$$

Ook moet men in het oog houden, dat de loodregte wijdte eens slakkenloops nimmer meer mag dragen dan deszelfs breedte of de lengte der borden.

WIBBEKING (a) vermeent, dat de schroefmolens verre boven de tonmolens verkieslijk zijn:

- 1°. Omdat de last der ton bij de beweging niet mede behoeft overwonnen te worden.
- 2°. Dewijl de schroefgangen niet zoo ligt verstopt kunnen worden met steenen, modder en wortels, dewijl men zulks dadelijk gewaar wordt, en er de as uit kan nemen, hetgeen bij den tonmolen zoo ligt niet geschieden kan, dewijl men daarbij de ton moet uit elkander nemen.

Daarentegen is de schroefmolen moeilijker te vervaardigen, daar hierbij veel juistheid in de bewerking vereischt wordt.

De laatstgenoemde schrijver is van gedachte, dat de schroefmolen bij gelijke aanwending van kracht en gelijke hoogte van opbrengst, meer dan viermaal zoo veel water als de kettlingmolen kan opvoeren. Daar de proeven van voornoemden schrijver met kleine model-werktuigen genomen zijn, zoo gelooven wij deze resultaten veel te voordeelig, en weinig vertrouwen te kunnen inboezemen (b).

Volgens PERRONET werd door den tonmolen, bij de werken van de brug van *Orléans*, in een uur tijds, 18,36 cubic ellen waters opgebracht; deze was van 2,60 ellen lengte, en 49 duimen wijdte, werd onder eenen hoek van 33 graden gesteld, en bragt het water op eene hoogte van 1,14 el op, terwijl dezelve door 2 man, door middel van eene kruk van 32 duim, werd in beweging gebragt, en drie ploegen, die elkander aflostten, vereischte. Men deed met dit werktuig 30 slagen in ééne minuut. Volgens eene andere proef, bragt een tonmolen van 5,85 ellen lengte, onder dezelfde helling, op eene hoogte van 2,60 ellen, de hoeveelheid van 22,21 cubic ellen waters, in een uur op.

Volgens LAMANDE bragt een tonmolen, van 5,85 ellen lengte, en 49 duimen wijdte, welke 40 omwentelingen in ééne minuut deed, in een uur tijds, 45 cubic ellen waters, op eene hoogte van 3,30 ellen op. Dit werktuig werd door twee ploegen, elk van 9 man, in werking gebragt, om de 2 uren elkander aflossende.

waarnij R de middellijn der wentelas, en d de boog voor de middellijn, welke tot de bogen in de eerste quadrant behoort, beteekent.

(a) *Theoretische und Practische Wasserbaukunst.*

(b) Meergenoemde schrijver maakt gewag van eene verbetering der tonmolens, door den Kapitein-Ingenieur in Oostenrijksche dienst, WEIDENTHAL, bestaande in het aanbrengen van een rad (*schwungrad*), benevens een trek-werktuig (*zug machine*), en in plaats van, zoo als bij de gewone tonmolens plaats heeft, de tap zeer breed te maken, rust deze op eene zeer geringe oppervlakte, en geeft alzoo weinig wrijving, en om deze nog te verminderen, is de tap van staal en de tappan van metaal. Tot het in beweging brengen van dezen tonmolen worden slechts 2 man vereischt, daar tot den gewonen, van dezelfde afmeting, 8 man gevorderd wordt; de opbrengst van dezen bedroeg in één uur 962 $\frac{1}{2}$ cubic voeten, terwijl de gewone slechts 360 cubic voeten in denzelfden tijd ophragt.

Het nuttig effect of de opbrengst voor elken man per dag bedroeg alzoo bij de eerste 84 cubic ellen , bij de tweede 92,40 cubic ellen , en bij de derde 99 cubic ellen , op 1 el hoogte.

De uitwerking der beide laatste proefnemingen is alzoo voordeelijker dan van de eerste , hetgeen waarschijnlijk daarin gelegen is , dat men bij de laatste , de molens door hefboomen in beweging bragt , welke veel meer gemak in de manoeuvres verschaffen , en daarenboven nog het voordeel geven , van meerder menschen daarbij te kunnen gebruiken.

Men ziet hieruit , dat het nuttig effect bij de tonmolens voordeelijker is , dan bij de pompen , en de gemiddelde proefneming aannemende , kan men het effect van den tonmolen voor elken man , zonder te ruim te rekenen , op 90 cubic ellen in de 24 uren stellen.

De prijs van elke cubic el water , met den tonmolen op 1 el hoogte opgebracht , komt alzoo op $f0,010$ te staan , waarbij men nog de onkosten van het werktuig moet rekenen ; deze stellende op $f1,60$ daags , zoo bedraagt dit voor elke der 1700 cubic ellen , die met dit werktuig in 24 uren opgebracht kunnen worden , $f0,001$, en alzoo de prijs van elke cubic el waters $f0,011$.

Uit het bovengemelde resultaat blijkt wijders , dat het nuttig effect der tonmolens staat tot de hoeveelheid der werking van een' man , die aan eene kruk werkt , als $90 : 155 = 0,55$, zoodat het nuttig effect maar een weinig grooter is , dan de helft der aangewende kracht , hetwelk waarschijnlijk daardoor veroorzaakt wordt , dat de krachten aan dezelve niet op de voordeeligste wijs worden aangebragt , waartoe de schuinsche ligging der kruk welligt mede aanleiding kan geven ; het aanbrenge van raden aan dezelve , welke door de middelpuntsvliedende kracht de werking gemakkelijker maakt , en de vermindering van de oppervlakte der tappen zou hierbij veel verbetering kunnen aanbrenge (a).

Over de kettingmolens.

Men onderscheidt de *kettingmolens* in *schuinsche* en *verticale*. Van de eerstgemelde maakt men in ons Rijk meest gebruik , wanneer het water van eene aanmerkelijke diepte moet opgehaald worden , van , namelijk , 6 tot 7 en meerdere ellen. Deze bestaan gewoonlijk in vierkante waterdigte houten kokers , van 6 tot 10 en meer ellen lengte , welke van boven en van onderen open zijn , op welke een even lange goot of loopkast bevestigd wordt.

(a) Volgens EITELWEIN , wordt de opbrengst van water , door den tonmolen , in ééne minuut , bepaald door de volgende formule :

$$M = m a b L$$

waarin M de hoeveelheid waters beteekent , m het aantal der ronddraaijingen der as in ééne minuut , a de afstand der schroefdraden , b de breedte van den schroefgang , en L de lengte van den waterhoudenden boog.

De kracht , benodigd tot het in beweging brengen van het werktuig , wordt aangegeven door de formule :

$$V = 10,504 \frac{\mu e M}{r m} \sin. \beta$$

V beteekent de kracht , welke op den afstand r van de as werkt : μ het aantal der schroefgangen ; e de hoogte van eenen schroefgang ; r het gewigt van eenen cubic voet water. Deze formule geeft het gewigt in Berlijner ponden.

In dezen schuins geplaatsten koker bewegen zich regthoekige plankjes, van 12 tot 20 duim hoogte, 12 tot 38 duim breedte en 2 à 3 duim dikte, welke met eene geringe speelruimte in den ondersten koker passen, en aan eenen ketting zonder eind bevestigd zijn, op eenen afstand van 12 tot 20 duim, die aan beide einden van den koker over rondsels, gemeenlijk van 6 staven, loopen. Aan de as van het bovenste rondsel worden krukken bevestigd, wanneer zij door menschen in beweging gebragt worden, zoodat door het omdraaijen van het bovenste rondsel de plankjes in den koker opwaarts getrokken, en het tusschen dezelve zich bevindende water opgevoerd wordt.

De 23^{te} figuur stelt eenen kettingmolen voor, zoo als deze gemeenlijk in ons Rijk in gebruik zijn. De koker met den loop worden door jukken aan elkander verbonden. Aan het onderende van den kettingloop worden mede een paar jukken in den grond geslagen, waarop een windas komt te rusten, waardoor men het onderende kan laten zakken of rijzen, naar mate van de hoogte van het water.

Men maakt de kettingmolens gewoonlijk van eikenhout; onderscheidene deelen kan men echter ook van greenen vervaardigen, waardoor het werktuig ligter wordt. Doorgaans hebben de kettingmolens van 6 tot 12, 13 à 14 el, en de borden, welke van best eiken of ander hard hout moeten vervaardigd zijn, eene hoogte van 12 tot 20 duim, eene breedte van 15 tot 30 duim, en eene dikte van 1 tot 2 duim. De afstand van twee borden bedraagt gewoonlijk van 12 tot 20 duim, en derzelver speelruimte in de koker $\frac{1}{2}$ duim, en terwijl men die in de goot op ten minste 1 duim kan bepalen.

Zijn de kettingmolens van de grootste soort, alsdan is het voordeeliger dezelve door paarden in beweging te doen brengen, en alsdan wordt de as van het bovenste rondsel door middel van een kamrad bewogen, waaraan drie of meer paarden ter rondvoering gespannen worden.

Wat de uitwerking van dit werktuig betreft, zoo vindt men bij BELIDOR gewag gemaakt van twee schuinsche kettingmolens, te *Straatsburg* gebezigd, doch van verschillende inrigting: bij den eenen waren de plankjes van gelijke hoogte, als derzelver afstand, en bij den anderen was deze afstand het dubbel der hoogte; overigens waren zij onder gelijken hellingshoek met den horizont geplaatst, en men bevond, dat de eerste ongeveer dubbel zoo veel opbragt als de tweede; hiervan de reden opsporende, bevond men, dat de groote afstand der plankjes alleen als de reden daarvan moest aangemerkt worden, hetgeen alles, bij de beschouwing van fig. 24, zeer duidelijk te zien is; waarbij men voorondersteld heeft, dat men de plankjes ED en NC op eenen driedubbelen afstand van derzelver hoogte had verwijderd; de driehoek ECD stelt hierbij den inhoud van het water tusschen dezelve voor, terwijl de trapezien EDGL, LGMH en HMNF, den inhoud van het water der plankjes voorstellen, die op den afstand gelijk aan derzelver hoogte verwijderd

zijn, en waarvan de som van den inhoud om de paralelogrammen LIPK en MKCO grooter is, dan van de eerste.

Hieruit blijkt wijders, dat, naar mate de plankjes digter bij elkander zijn (indien deze geene dikte hadden), er meer water kan opgebracht worden, doch, eensdeels, om de dikte der plankjes, en om den ketting behoorlijk te kunnen buigen over de rondsels, is de beste afstand, aan dezelve te geven, die van de hoogte der plankjes.

De voorwaarden, waarop men bij eenen kettingmolen voornamelijk te letten hebbe, zijn:

- 1°. Dat de borden allen even verre van elkander staan;
- 2°. Dat de kettingdeelen, tusschen twee borden steeds juist met hun midden op eene spijl van den schijfloop vallen;
- 3°. Dat wanneer de koker van boven open wordt gelaten, deszelfs wanden hooger moeten zijn dan de borden, omdat men anders veel water verliest, hetwelk over de borden heen slaat;
- 4°. Dat men het onderinde des kokers niet dieper in het water legge dan volstrekt noodig is, en den koker eenen zoo geringen hoek met het waterpasse vlak late maken als de hoogte des dams toelaat, dewijl deze hoek op de hoeveelheid des opgebragten waters eenen grooten invloed heeft. Men trachte steeds denzelfden tusschen 30° en 40° te bepalen, zoo als men nader zien zal;
- 5°. Dat men ook de snelheid der borden niet minder dan 1 el per seconde doe bedragen, wijl bij eene mindere snelheid meer water terugvloeit, en dus de opgevoerde hoeveelheid almede vermindert; (*a*)

(*a*) De hoeveelheid waters, welke een kettingmolen in iedere minuut oplevert, vindt men, volgens EITZELWEIN, door de formule:

$$M = \frac{1}{2} m n b e \left(2h - \frac{eH}{g} \right)$$

waarbij *b* de breedte der plankjes, *h* derzelver hoogte, *g* de grondlijn van den rechthoekigen driehoek, (waarvan *H* de hoogte der opbrengst, *L* de lengte van den kettingmolen boven water voorstelt), *m* het aantal der omwentelingen van het bovenste rondsel, *n* het aantal der staven en *e* de afstand der plankjes beteekent.

Hierbij is geen waterverlies door de speelruimte als anderszins in berekening gebragt.

EITZELWEIN geeft de navolgende formule daarvoor op, wanneer men de speelruimte = β stelt.

$$M = \frac{1}{2} m n (b + \beta) e \left(2h - \frac{eH}{g} \right) - 10 \beta \left(25h - 7 \frac{eH}{g} \right) \sqrt{\frac{eH}{g}}$$

Hierbij dient echter nog de Cub. inhoud van den ketting in rekening gebragt te worden, alhoewel deze zeer gering is. Voormelde schrijver geeft voor de berekening der kracht om den kettingmolen in beweging te brengen, de volgende formule op:

$$P = \frac{\gamma \times H \times M}{m n (e + d)}$$

waarin *d* de dikte der plankjes, γ het gewigt van een Cub. el. water voorstelt.

Hierbij dient ook nog in berekening gebragt te worden de wederstand der wrijving van de plankjes, die der rondsels enz.

- 6°. Dat men voorkome , dat de borden zand en vuiligheid mede voeren , waardoor zij spoedig afslijten , en de speelruimte vermeerdert , en men daarom het ondereinde des kokers met goede afschutselen van traliewerk omgeve ; en eindelijk
- 7°. Dat men steeds een genoegzaam aantal borden en kettingdeelen , op het werk in voorraad hebbe , om voorkomende gebreken spoedig te herstellen.

Naar mate de hoek BAC scherper is, worden wel de trapezien grooter, en dus meer water opgebracht; maar hierdoor wordt ook de ketting weder des te langer, waardoor er meerder kracht vereischt wordt, om het werktuig in beweging te brengen, en meerder tijd benooidig is, om het water naar boven te voeren; de voordeeligste hoek, om het meeste water in den minsten tijd op te brengen, hangt dus van beide deze omständigheden af, die elkander tegenstrijdig zijn. Over derzelver bepaling zijn het de geleerden niet eens. BELIDOR berekent den voordeeligsten hoek op 24 graden 21 minuten, zoodat de hoogte van den ketting staat tot de lengte, als 2 : 5, wanneer de afstand der plankjes gelijk aan derzelver hoogte is. PERRONET stelt dezen slechts op 21 graden, EITELWEIN (a) en KARSTEN op 37 graden 38 minuten, LANGSDORF op 37 graden 40 minuten. Deze laatste schrijvers komen alzoo vrij wel met elkander overeen. WIEBEKING vermeent, intusschen, dat deze theorien slecht met de praktijk overeenkomen, en dat vóornoemde schrijvers niet in aanmerking genomen hebben het verlies van water, door de trillende beweging der plankjes. Laatstgemelde waterbouwkundige heeft, te dien einde, proeven genomen met eenen kettingmolen, welken hij onder verschillende hellingen heeft geplaatst. Uit deze proeven blijkt, wel is waar, dat, naar mate de hoek, onder welken de ketting gelegd werd, kleiner was, de opbrengst vermeerderde, maar ook daarentegen de hoogte van opbrengst verminderde, daar deze bij de berekening van het nuttig effect insgelijks in aanmerking moest komen. De snelheid in beide gevallen dezelfde zijnde, zoo volgt uit voormelde proeven, dat de opbrengst van water onder de helling van 39 graden, 47 minuten, 30 seconden, de voordeeligste der opgegevene was (b).

Over de voordeeligste helling der kettingmolens.

Daar de grootste uitwerking mede afhangt van de betrekking tusschen de hoogte der borden en hunnen onderlingen afstand, geeft EITELWEIN de volgende Tabel op, om,

(a) Zie *Handbuch der Mechanik*.

(b) Zie hieronder de proeven van WIEBEKING :

Helling van	Op eene hoogte van	Door een' man werd opgebracht	Effect.
48° 18'	14 voet	15 cubic voet.	210
36° 47'	12	24	288
25° 15'	8	30	240
18° 14'	6	33	198

II. DEEL.

wanneer drie der vier navolgende afmetingen gegeven zijn, de vierde te berekenen om het meeste voordeel te doen, namelijk H de hoogte der waterborden, E den onderlingen afstand, L de lengte van den ketting boven water, H de hoogte van opbrengst beteekenende, zoo is

E	H	E	H
H	L	H	L
1,0	0,611	1,6	0,478
1,1	0,585	1,7	0,460
1,2	0,561	1,75	0,454
1,25	0,549	1,8	0,444
1,3	0,538	1,9	0,428
1,4	0,517	2,0	0,413
1,5	0,497	2,1	0,399

Daar men somtijds in het geval kan wezen onder meerdere kettingmolens de voordeeligste bij eene bepaalde hoogte van opbrengst te kunnen kiezen, of eenen nieuwen te moeten laten maken, zoo kan men hierbij deze Tabel raadplegen.

Ten einde het nuttig effect van den kettingmolen te berekenen, zullen wij met GAUTHRY tot grondslag nemen de proeven genomen met dien van de werken *van de brug de la Charité sur Loire*; dezelve was van 6,82 el lengte, bragt het water op eene hoogte van 3,25 el op, en werd door 4 ploegen elk van 6 man in beweging gebragt, die elk 6 uren daags werkten.

Dit werktuig deed 30 omwentelingen in eene minuut, en bragt in een uur tijds 123,4 Cub. el water op. Dit product staat gelijk met 68 Cub. el per uur, tot de hoogte van 1 el opgebragt. Elke arbeider bragt alzoo 68 Cub. el water per dag op, zoodat het nuttige effect stond tot de aangewende kracht als $68 : 155 = 0,439$; dus ging hierbij meer dan de helft der kracht nutteloos verloren.

Bij het bouwen van *de brug van Orléans* werden twee kettingloopen door een kamrad in beweging gebragt, waaraan 12 paarden aangespannen werden (a), en dewijl men verplicht was om 3 spannen te gebruiken, ten einde dag en nacht het werktuig in beweging te houden, moest elk paard 8 uren van de 24 werken.

(a) Oeuvres de PERRONET, Tom. II, pag. 21.

Volgens hetgeen wij te voren gezegd hebben, bedraagt de hoeveelheid van werking van een paard; gebezigt in een' molen, 1200 Cub. el water op 1 el hoogte. De 36 paarden oefenden alzoo in de 24 uren eene kracht uit, in staat om 43200 Cub. el water op 1 el hoogte te brengen.

De opbrengst der beide kettingloopen, met in acht neming van den verloren tijd voor het af- en aanspannen der paarden, als mede het verlies veroorzaakt door de speelruimte der plankjes en het trillen van den ketting, is begroot geworden op 134,71 Cub. el in het uur, op eene gemiddelde hoogte van 5 el opgebracht, hetgeen op 673,55 Cub. el per uur op 1 el hoogte komt te staan, of op 16165 Cub. el in de 24 uren. Het nuttige effect staat alzoo tot de beweegkracht = $16165 : 43200 = 0,374$; hierbij moet echter nog in berekening gebragt worden het gebruik der voerlieden van de paarden.

Uit het voorgaande blijkt alzoo dat de prijs der Cub. el water, tot de hoogte van 1 el opgebracht, door middel van den kettingmolen door menschen in beweging gebragt, f0,014 aan daggeld voor de arbeiders bedraagt. Hierbij moeten nu nog gevoegd worden de onkosten van het werktuig, welke men op f6,00 daags voor aankoop en onderhoud kan stellen, en aldus eene verhooging voor elke Cub. el van f0,0035; waardoor de prijs van iedere Cub. el water op f0,0175 komt te staan.

De manege van 36 paarden, die den kettingmolen van *Orléans* in beweging bragten, kostte dagelijks f95,25, rekenende f2,50 voor huur van elk paard, en 3 voerlieden voor de 3 spannen, elk op f1,75 per dag gesteld. Daar door het werktuig 16165 Cub. el in de 24 uren ter hoogte van 1 el werd opgebracht, kwam alzoo elke Cub. el op f0,0055 aan daggeld voor paarden en voerlieden te staan.

De onkosten van het werktuig kan men wel dagelijks op f19,00 berekenen, de kosten van het stellen van den molen en het onderhoud der beide kettingloopen er onder begrepen; dit bedraagt alzoo nog voor elke Cub. el f0,001, zoodat men de geheele onkosten kan brengen op f0,0065.

Uit de vergelijking der onkosten van elke Cub. el water, met den kettingmolen door middel van menschen of paarden in beweging gebragt, blijkt, dat deze bij den laatsten slechts $\frac{1}{4}$, der eerste bedragen, en alzoo daarbij een aanmerkelijk voordeel bestaat.

Wijders blijkt uit het te voren vermeldde, dat er veel kracht bij den schuinen kettingmolen verloren gaat, behalve dat men bij de begrooting niet in aanmerking genomen heeft den tijd, dien de menigvuldige herstellingen van dit werktuig vereischen, en dat, wanneer men menschen tot deszelfs beweging bezigt, hetwelk meestal het geval is wanneer men het water op geene aanmerkelijke diepte moet ophalen, de droogmaking door middel van dit werktuig de helft duurder is dan met den tonmolen.

Dit werktuig heeft overigens nog het nadeel van zeer moeilijk verplaatst te kunnen worden, en veel ruimte in den funderings-put in te nemen.

De verticale
kettingmolen,
of het pater-
nosterwerk.

In *Frankrijk* wordt veel gebruik gemaakt van den *verticalen kettingmolen* of het zoogenaamde *Paternosterwerk*, hetwelk bestaat in eene loodregt staande pijp van 4 tot 6 el lengte en 10 tot 16 duim wijdte, door welke een ketting zonder einde loopt, die op gelijke afstanden van houten zuigers met lederen schijven voorzien is, welke volkomen in de pijp passen, en het water in eenen houten bak uitgieten.

De ketting loopt over een vorkrondsel (*Roue à hérisson*), hetwelk door eene kruk wordt in beweging gebracht, zoo als uit de figuur 25 nader te zien is.

De schijven worden gewoonlijk op een' afstand van 6 à 7 maal de wijdte der pijp aangebracht.

Bij dit werktuig moet ook hoofdzakelijk in acht genomen worden :

1°. De pijp zoo diep in het water te plaatsen als de afstand der schijven bedraagt, en zelfs iets dieper.

2°. Om de schuring zoo veel mogelijk te verminderen, geeft men aan de schijven een paar strepen speelruimte.

3°. Dient de snelheid, waarmede dit werktuig bewogen wordt, niet minder dan van 25 à 30 omwentelingen in de minuut te zijn.

4°. Is het mede noodzakelijk, ten einde de lederen schijven gedwee te maken, dezelve eenigen tijd in olie te laten koken. (*a*)

5°. Het getal schijven des kettings oneven te nemen, opdat er altijd eene schijf in de buis kome, terwijl eene andere zich boven op de rol bevindt.

6°. Den ketting zoo ligt te maken als mogelijk is.

7°. Het geheel met heete pik en teer wel te bestrijken. (*b*)

(*a*) Om de hoeveelheid van water te berekenen, welke in iedere minuut door dit werktuig kan opgebracht worden, bepaalt men den lichamelijken inhoud van het water in elke strekkende el van de pijp, en vermenigvuldigt dezen met den omtrek van het rondsel en het aantal omwentelingen in eene minuut.

Noemt men alzoo *M* deze hoeveelheid, *d* de middellijn der pijp, den omtrek van het rondsel *p*, en het getal om draaijngen in eene minuut *n*, dan is :

$$M = n p \times \frac{1}{4} \pi d^2 - k$$

hiervan zoude ook nog strikt genomen 200 veel maal de inhoud van den ketting afgetrokken moeten worden, als deze in eene minuut omwentelingen gemaakt heeft.

Volgens EITELWEIN kan men de wrijving van elke schijf berekenen, door den inhoud van eene kolom waters, waarvan het grondvlak gelijk is aan dat van de pijp, en wier hoogte gelijk is aan die der opbrengst, te deelen door 20 maal de middellijn der pijp; om alzoo de kracht te berekenen, welke aan de krukken moet aangewend worden, moet men het gewigt van het op te heffen water benevens de hoeveelheid der wrijving vermenigvuldigen met den radius der rol, in te deelen door die der kruk. Noemt men alzoo de bedoelde kracht *P*, de hoogte van opbrengst *H*, het getal schijven hetwelk zich te gelijk in de pijp bevindt *m*, den radius van het vorkrondsel *a*, dien van de kruk *b*, en de specifieke zwaarte van 1 Cub. el water = 1000, dan heeft men

$$P = \frac{1000 a}{b} \left(\frac{1}{4} \pi d^2 - k \right) \left(H + \frac{m H}{20 d} \right)$$

(*b*) Zie GAUTHY, *Constr. des ponts*.

Ten einde over het nuttige effect van den *verticalen kettingmolen* betrekkelijk dat van de reeds verhandelde werktuigen te oordeelen, zoo bedraagt zulks volgens de proeven van SOIJER 109 à 123 Cub. el op de hoogte van 1 el, naarmate het werktuig minder of meerder snel bewogen wordt.

PERRONET stelt dit op 139 Cub. el ingevolge de proeven bij het bouwen der brug van *Orléans*, en op 123 el bij de brug van *Neuilly*.

Ingevolge BOISTARD zoude de opbrengst nog grooter zijn, blijkens de proeven genomen met eenen Engelschen *kettingmolen* bij het bouwen der brug van *Nemours*, welke een nuttig effect van 155 Cub. el voor eenen gewonen *kettingmolen*, en 193 voor eenen kleinen opleverden.

BELIDOR besluit uit eene théoretische berekening met den *verticalen kettingmolen*, dat vier man 31,76 Cub. el op eene hoogte van 2,50 el in een uur tijds konden opbrengen, 55 omwendingen in eene minuut doende, hetgeen voor elk man, (veronderstellende 8 uren werkens daags) 495 Cub. el op 1 el hoogte geeft, welke berekening 4 malen grooter dan de resultaten der vorige genomene practische proeven is; het aantal omwendingen is ook veel te groot; deze kunnen, wanneer de arbeiders gestadig doorwerken, niet hooger dan op 25 gesteld worden.

Indien men uit de eerstgenoemde proeven de middel evenredige neemt, met uitzondering van die van *Nemours*, welke klaarblijkelijk te hoog is, zoo bekomt men ongeveer 130 Cub. el voor het nuttige effect. De betrekking van het nuttige effect tot de aangewende kracht is alzoo $130 : 155 = 0,84$.

Hieruit volgt dus, dat de *verticale kettingmolen* een zeer voordeelig werktuig is, daar er slechts $\frac{1}{2}$ gedeelte der aangewende kracht verloren gaat. Maar hierbij moet aangemerkt worden, dat deze proeven op het voordeeligst genomen zijn, dat er veel verschil plaats heeft der opbrengst in het begin of einde van het werk van elken ploeg, dat in den aanvang deze somwijlen 30 omwendingen met de kruk maken, en bij het einde slechts 20; dat de arbeiders, wanneer men hen gadeslaat om de proeven te nemen, beter werken dan zij anders wel gewoon zijn; daarbij komt ook nog dat dit werktuig dikwerf genoodzaakt is stil te staan, uit hoofde van eene of andere reparatie, zoodat men het nuttige effect niet hooger dan 115 Cub. el moet stellen op 1 el hoogte in de 24 uren.

Ingevolge dezen grondslag zoude de prijs van eene Cub. el water, op de hoogte van 1 el opgebracht, aan daggeld $f0,008$ bedragen. De kosten van het onderhoud van het werktuig, gevoegd bij die van deszelfs aankoop, kan men wel op $f4$ daags stellen, waaruit volgt dat voor elke Cub. el bij voorn. prijs nog $f0,003$ moet gevoegd worden, en alzoo deze prijs op $f0,011$ moet gesteld worden.

De *verticale kettingmolen* heeft het voordeel van gemakkelijk verplaatst te kunnen

worden, maar dit voordeel wordt door groote nadeelen opgewogen, als:

1°. Vereischt dit werktuig eenen dieperen put, die moeilijk op de diepte te houden is.

2°. De kleine steentjes en het grint, ligt met het water opgezogen, verpligten dikwerf het werktuig om stil te houden, of doen den ketting breken.

3°. Kan men de *verticale kettingmolens* moeilijk regelen naar de diepte van het water, dat niet anders kan geschieden dan door gaten in de pijp te boren, hetwelk vele moeilijkheden heeft voor de zuigers en de lederen schijven.

NAVIER beweert dat de Engelsche *verticale kettingmolen*, waarvan men zich bij de werken van *Nemours* bediend heeft, minder aan herstellingen onderhevig was dan die door BELIDOR beschreven.

Zekere BELGRADE heeft eene verbetering in den *verticalen kettingmolen* voorgeslagen, die veel voordeel schijnt aan te bieden, hierin bestaande, om het getal der schijven te verminderen, en wel zoodanig, dat derzelve afstand iets minder zij dan de hoogte der pomp. De *kettingmolen* doet alsdan dezelfde uitwerking als eene zuigpomp, heeft minder wrijving dan de voorgaande, en is minder onderhevig aan herstellingen en stilhoudingen.

Over het
Trommel-
Scheprad
(Roue à Tym-
pans.)

Een der voordeeligste werktuigen tot het uitmalen van water bij geringe diepten van 2 tot 3 el, waarvan men zich in *Frankrijk* veel bedient, is het *Trommel-Scheprad* (*Roue à tympane*), hetwelk de ouden reeds gebruikten, blijkens de getuigenis van VRRUVIUS, doch hetwelk toen op eene zeer gebrekkige wijze was ingerigt, daar de wederstand hier op eene zeer onvoordeelige wijze was aangebragt.

Hetzelve bestond toen in een groot hol rad of eene soort van trommel, van binnen verdeeld in onderscheidene gelijke vakken, door beschotten volgens de rigting der stralen loopende, waarin het water bij de indompeling inliep, en vervolgens door openingen bij de as werd uitgestort in een' bak.

Een der kundigste leden van de Academie van *Frankrijk*, de Heer DE LA FAÏSE, heeft aan hetzelve eene verbetering aangebragt, waardoor de last of wederstand aan een kleiner hefboom werkende, meer voordeel aan dit werktuig verschafte, namelijk door het gelukkige denkbeeld om de vakken in plaats van regt, volgens de kromme lijn der Ionische voluut of krul, (de *devellopante* van den *cirkel*) te maken, zoo als in fig. 26 te zien en bij BELIDOR zeer omslagtig beschreven is.

PERRONET heeft zich van dit werktuig bediend bij de brug van *Orléans*, maar geeft niet op door hoeveel arbeiders en op welke wijze dit werktuig werd in beweging gebragt, hetwelk echter volgens de tekening door penraderen schijnt geweest te zijn. GAUTHBY veronderstelt 12 man, die elk 8 uren daags werkten, dus 36 man in de 24 uren. (a) Het rad

(a) WIEBEKING veronderstelt dat er 12 man toe gebezigd werden, aan elke zijde zes, welke elkander om de 2 uren aflosten, en alzoo 24 man in het geheel.

had eene middellijn van 6,30 el. De hoeveelheid van het opgebragte water was zeer ongelijk, naar mate van de indompeling van het rad. Men kan uit de resultaten door PERRONET opgegeven de gemiddelde opbrengst stellen op ruim 100 Cub. el (α) in het uur, ter hoogte van 2,6 ellen opgebragt. Het rad dompelde alsdan gemiddeld 16 duim in het water en maakte drie omwentelingen in de minuut.

Deszelfs dagelijksche opbrengst kan men alzoo stellen op 6240 Cub. el, ter hoogte van 1 el opgebragt, hetgeen wij slechts op 170 Cub. el zullen stellen per man. De werking van arbeiders aan penraderen is 200 Cub. el. Het nuttige effect staat hier alzoo tot de aangewende kracht als $170 : 200 = 0,866$, hetgeen een zeer voordeelig resultaat oplevert.

Men zal ligt inzien dat de kracht bij dit werktuig niet op het voordeeligst is aangebragt, dat alzoo het bovengemelde resultaat nog voordeeliger kan worden, door hetzelfde door andere middelen in beweging te brengen, als paarden, waterraden enz.

Dit scheprad bezit overigens al de hoedanigheden, die men verlangen kan; het veroorzaakt volstrekt geen verlies der levende kracht, en heeft geene andere wrijving dan die van de assen in derzelve tappannen, welke van weinig aanbelang is.

De last wordt volgens den kortsten weg opgebragt, en de zwaarte van het rad doet door de middelpuntsvliedende kracht de beweging onderhouden.

Dit werktuig, hoe voortreffelijk overigens om de geringe hoogte, waarmede men het water daarmede kan opbrengen, is niet in alle gevallen te gebruiken, tenzij men aan het rad eene colossale grootte geve, hetgeen hetzelfde zeer ongeschikt zoude maken om verplaatst te kunnen worden en naar de diepte van het water te kunnen rijzen of dalen.

Dat de droogmaking door middel van dit scheprad zeer min kostbaar zijn zoude, is ligt in te zien. — In de veronderstelling dat een man 170 Cub. el daags daarmede opbrengt, bedraagt dit voor elke Cub. el $f0,0059$.

Het werktuig kan men berekenen op $f500$ na aftrek der oude materialen, het kan gedurende twee werkseizoenen gebruikt worden en $f100$'s jaars aan onderhoud kosten, hetgeen, veronderstellende 6 maanden of 180 dagen 's jaars te werken, alzoo $f1,95$ per dag zou bedragen; dit maakt dus voor de 6120 Cub. el, die de 36 man daags opbrengen, eene geringe vermeerdering van $f0,0002$, en alzoo kunnen wij den prijs stellen voor elke Cub. el op $f0,0061$.

Een Ingénieur of Architect in de nabijheid van een stroomend water moettende bouwen, dient oplettend te wezen om van deze omstandigheid partij te trekken, en de kracht van den stroom te benuttigen tot het in beweging brengen van de werktuigen tot droogmaking dienende.

*Over de
Werktuigen in
beweging ge-
bragt door een
Waterrad (Roue
à aubes) door*

(α) GAUTHYX komt hieromtrent op een valsch resultaat neder, dat het nuttige effect grooter zoude wezen dan de aangewende kracht, hetgeen klaarblijkelijk eene ongerijmdheid is.

middel der
werking van
stroomend wa-
ter.

Men onderscheidt deze raderen als volgt:

Wanneer een verticaal hangend waterrad aan deszelfs omtrek met planken of schoepen voorzien wordt, welke den schok eens daartegen vallenden strooms kunnen opvangen, en het water van dezen stroom aan den onderkant van het rad tegen de schoepen vloeit, zoo heet een zoodanig rad bij de Franschen *Roue à aubes*, wij noemen zulks een *onderslags-rad*.

In *Duitschland* vindt men er vele waarbij de waterborden of schoepen, aan de beide verticale zijden des rads tusschen kransen of velgen besloten zijn; dit noemt men aldaar *Staberrad*; doch als de schoepen slechts met het eene einde in den bekleedingskrans van het rad zijn ingelaten, zonder aan de beide zijden te zijn ingesloten, zoo noemt men zoodanig een rad een *Strauberrad*, welke inrigting men alleen kan aanwenden wanneer de schoepen niet zeer groot zijn.

Men onderscheidt vrijhangende waterraden, bij welke het water aan alle zijden wegvloeijen kan, zoo als bij de in *Duitschland* op de bovenrivieren veel in gebruik zijnde schepmolens, van ingeslotene waterraden, die zich tusschen de wanden van eene goot of eenen waterloop bewegen. De gedaante van deze goot heeft bijzonderen invloed op de werking des waters tegen deschoepen. Loopt haar bodem in eene rechte lijn zoo noemt men zulks een regten waterloop, doch is deze bodem om het rad gekromd zoo heet dit eene kropgoot. Is de krop zoo groot, dat die bijna de hoogte van den radius des rads heeft, zoo noemt men zulks een *halfbovenslags-rad*.

Men acht het effect van al deze raden het grootst, wanneer de snelheid der schoepen half zoo groot is als de snelheid des voortdrijvenden waters. Bij gelijke omstandigheden zijn de bovenslags-voordeeliger dan de onderslags-waterraden, en zij oefenen des te meer kracht uit hoe langzamer zij ronddraaijen.

Volgens de beschrijving van PERRONET (a) heeft men den schuinen kettingmolen bij de werken van de brug van *Orléans* in beweging gebragt door middel van een *waterrad* (*Roue à aubes*). Bij de gewone omstandigheden deed dit rad 180-omwendingen in een uur tijds, en bragt eene hoeveelheid van 68,48 Cub. el water op eene hoogte van 3,90 el op, hetwelk op 267 Cub. el ter hoogte van 1 el nederkomt.

De middellijn van het rad, in het middenpunt der klappen of borden (*aubes*) genomen, was van 5,20 el; de snelheid van elk der uiterste punten van dit rad was alzoo van 0,816 el in eene seconde. De snelheid van den stroom, driemaal groote rverondersteld, was dus 2,45 (b); en daar de aan de snelheid verschuldigde hoogte 0,306 is, en de oppervlakte

(a) Tome II. pag. 18.

(b) Volgens de proeven van ШЕРАТОВ, recherches expérimentales sur l'eau et le vent, (par GIRARD) en die in het groot te Nemours, expériences sur la main d'oeuvre de différens travaux (par M. BOÏSTARD).

van den klap (*aube*), waarop de stroom werkt, 2,795 vierkante el, bedroeg de in een secunde aangewende kracht alzoo $2,45 \times 0,306 \times 2,795 = 2,0954$ Cub. el water, ter hoogte van 1 el opgebracht, of in 1 uur 7543,54 Cub. el.

Het is bekend dat een waterrad (*Roue à aube*) slechts $1\frac{1}{2}$ der kracht, waarmede de stroom tegen hetzelfde werkt, op zijne as overbrengt; het rondsel, hetwelk door dit rad in beweging gebragt wordt, ontving dus in een uur eene werking voorgesteld door eene hoeveelheid van 2514,50 Cub. el, tot eene el hoogte in denzelfden tijd opgebracht. De betrekking van het nuttige effect tot de beweegkracht staat alzoo als $267 : 2514,50 = 0,106$.

Volgens hetgeen wij te voren gezien hebben, zoo worden zes tienden der beweegkracht alleen door den wederstaud van den *kettingmolen* vernietigd, drie tienden zijn het door de wrijving der rondselwerken en der assen, en dus wordt alleen een tiende benuttigd.

Een der voordeeligste werktuigen tot het opbrengen van water, vooral wanneer de stroom daarbij als beweegkracht kan aangewend worden, is het *Kast-scheprad* (*a*) (*Roue à godets*) hetwelk in *Frankrijk* veel gebruikt wordt, en behalve bij andere belangrijke en uitgestrekte werken ook gebezigd is bij den bouw der bruggen van *Mantes*, *Nogent sur Seine*, *Neuilly* en *Orléans*, waarvan de resultaten zeer voordeelig geweest zijn.

*De Kast-
Schepradmo-
len (Roue à go-
dets).*

De zamenstelling van dit werktuig is de volgende:

Een getand rad A van 5,33 el middellijn (fig 27), en 1,45 el breedte, welks rand of buitenste omtrek bestaat uit 16 kasten, voorzien van openingen, zoodanig ingerigt, dat deze daardoor met water gevuld worden, en op zekere hoogte gekomen zijnde, zich ontlasten in eene goot of waterloop, wordt in beweging gebragt door middel van een groot waterrad B (*Roue à aube*) van 5,52 el middellijn; beide kunnen door middel van touwen en windassen naar gelang van den stand van het water rijzen en dalen.

De beweging wordt van het eene rad aan het andere medegedeeld door middel van eene as, aan wier uiteinden rondsels D en E zijn aangebragt, waarin de tanden van de raden A en B vatten. Voornoemde as was ruim 34,56 el lang, en werd ondersteund door eenen lederen riem, welke over eene schijf liep.

De lengte der waterklappen bedroeg 6,40 el en dezelve waren 0,96 el breed; om den schok van het water te vermeerderen werden zij onder eenen hoek van 15 graden met de stralen gesteld. De rondsels waren van 1,29 el middellijn en van 30 staven voorzien. Aan het waterrad bevonden zich 128 tanden en aan het scheprad 118.

Daar de rivier afgedamd was en alzoo geene strooming in het water bestond, werd deze stroom op eene kunstmatige wijze daargesteld met een' boezem af te sluiten door middel

(a) Wij hebben de fransche benaming *Roue à godets* vertaald door *Kast-scheprad*, dewijl voor dezelve, voor zooveel wij weten, geen oorspronkelijk Hollandsch woord bestaat.

van eene afdamming, waarin schoftdeurtjes waren aangebragt; in dezen afgesloten boezem werd het opgemalen water uitgelooft, en door een of meerder schoftdeurtjes te openen stroomde het water tegen het waterrad, en bragt dit alzoo in beweging.

Om het werktuig eerst aan den gang te brengen, was men verplicht den afgesloten boezem te verhoogen door een' tonmolen of pomp, welke daarna zich zelve in beweging bragt.

Bij de proeven daarmede genomen bij het funderen der brug van *Neuilly*, heeft men opgemerkt dat de opbrengst van dit rad in 24 uren tijds 4442 Cub. el water bedroeg, op eene gemiddelde hoogte van 3,60 el opgebragt, gelijk staande met 15991 Cub. el ter hoogte van 1 el.

Het *Kast-Scheprad* en het *Waterrad* beide van dezelfde middellijn deden eene omwenteling in den tijd van 24 seconden. De afstand van het middelpunt der waterklappen (*au-bes*) tot dat van de as bedroeg ongeveer 2 el. De snelheid der waterklappen was van 0,523 per seconde, hetwelk voor de snelheid van den stroom, deze driemaal grooter veronderstellende, 1,569 el geeft. De hoogte aan deze snelheid verschuldigd 0,126 el, en de oppervlakte van de waterklappen 3,736 vierkante el bedragende.

De gebezigde kracht in eene seconde bedraagt alzoo $1,569 \times 3,736 \times 0,126 = 0,736$ Cub. el ter hoogte van 1 el opgebragt, en in de 24 uren 63625 Cub. el; het derde gedeelte van deze kracht slechts op de as werkende, staat het nuttige effect tot de beweegkracht als: $15991 : 21208,33 = 0,754$.

Het nuttige effect van den *Kast-Schepradmolen*, in beweging gebragt door middel van een' watermolen, bij de werken van de brug van *Nemours* gebezigd, leverde volgens *BOISTARD* een bijna gelijk resultaat. Men kan hetzelfde dus gerustelijk op 0,70 stellen.

Het groote voordeel van den *Kast-Schepradmolen* boven den *Kettingmolen* is daarin gelegen, dat dit rad uit zich zelve geenen anderen wederstand biedt dan die van de zwaarte van het opgebragte water en de wrijving der as op hare tappen, die beide van weinig belang zijn. Desniettenstaande bemerkt men alras bij de beschouwing van dit werktuig, dat hetzelfde niet ingerigt is om het grootste effect te presteren, want het opgebragte water genoodzaakt zijnde den omtrek van eenen halven cirkel te doorloopen, om op het punt te komen waar het water geloofd wordt, gaat hier dus veel tijd onnut verloren.

Men heeft bij de fundering van de brug van *Beaumont sur Oise* dit gebrek trachten te vermijden door de kasten beweegbaar te maken om eene as, die het water uitstortte door middel van een' pal op eene behoorlijke hoogte geplaatst. Alhoewel men geene proeven met dit werktuig genomen heeft, ten einde te kunnen oordeelen over het juiste gedeelte

der beweegkracht door hetzelfde gebezigd, kan men echter vrij stellig uit deszelfs inrigting besluiten, dat het nog voordeeliger dan het voormelde moet wezen. (a)

Het vereischt geen nader betoog, dat de werktuigen door stroomend water in beweging gebracht de minkostbaarste zijn, tenzij het werk van zoo weinig aanbelang mogt wezen om de kosten van derzelve oprigting niet te kunnen vergoeden. De onkosten van het *Watterrad*, zoo als hetzelfde te *Orléans* den *Kettingmolen* in beweging bracht, benevens die van het stellen, formeren van den afgesloten boezem met deszelfs schoftdeuren enz., na aftrek der oude materialen, berekent GAUTHÉY op 2400 fr., hetwelk in de veronderstelling dat beide voor twee werksaizoenen konden dienen, elk van slechts 60 dagen, (hetwelk zeker niet te hoog gerekend is), eene dagelijksche uitgave van f10 zoude bedragen, waarbij nog in berekening gebracht moeten worden de daggelden voor de arbeiders tot regeling daarvan benoodigd, hetwelk destijds te *Orléans* 12 francs bedroeg, maar om de hoogere daggelden hier te lande wel op 12 gulden mag gesteld worden, en alzoo aan dagelijksche onkosten f22 bedroeg. Het werktuig bracht dagelijks 6408 Cub. el water op eene hoogte van 1 el op, hetwelk voor elke Cub. el naauwelijks f0,0035 geeft.

De voorschreven *Kast-Schepradmolen* leverde een nog voordeeliger resultaat op. De onkosten van het daarstellen van het werktuig met deszelfs aan en toebehooren kan men op f3000 stellen, alhoewel het destijds maar 4442 francs kostte; in dezelfde veronderstelling als te voren zoude men de onkosten op f25 per dag kunnen rekenen. Deszelfs onderhoud is echter veel minder kostbaar dan dat van den *Kettingmolen* en kan voldoende op f5,00 daags gesteld worden; de dagelijksche onkosten zouden alzoo op f30,00 komen. Daar dit werktuig 15990 Cub. el water per dag, ter hoogte van 1 el, opbrengt, kan men de kosten van elke Cub. el op f0,002 stellen.

De resultaten van de verschillende werktuigen verkregen, kan men in de volgende *Tabelle* met elkander vergelijken.

(a) Men vindt dit werktuig onslagtig beschreven in de werken van PERRONET, WIEBEKING en BELIDON; het zoude ons te verre van ons bestek afleiden al deze werktuigen gedetailleerd te beschrijven.

AANWIJZING DER WERKTUIGEN.	Hoeveelheid water, door elk man in 24 uren tijds, ter hoogte van 1 el opgebracht.	Betrekking van het nuttige effect tot de gebezigde kracht.	Prijs van 1 Cub. el water, ter hoogte van 1 el opgebracht.
Droogmaking door Emmers.	46 Cub. el.	0,66	f 0,023
<i>De Vriesche Hoosbak.</i>	48 "	"	- 0,022
<i>De schuine Kettingmolen</i> door mensen bewogen.	68 "	0,44	- 0,017
<i>De pompen.</i>	80 "	0,50	- 0,014
<i>De Tonmolens.</i>	90 "	0,58	- 0,011
<i>De verticale Kettingmolen</i> of <i>Paternosterwerk.</i>	130 "	0,374	- 0,0065
<i>De schuine Kettingmolen</i> door paarden bewogen.	"	10,374	- 0,0065
<i>Het Trommel-scheprad.</i> (<i>Roue à Tympan.</i>)	170 "	0,866	- 0,0064
<i>De schuine Kettingmolen</i> door een <i>Watterrad</i> in beweging ge- bracht.		0,106	- 0,0035
<i>Kast-Schepradmolen (Roue à</i> <i>Godets)</i> mede door een <i>Watterrad</i> bewogen.		0,70	- 0,002

Men bemerkt uit deze Tabelle dat de prijzen van de onderscheidene wijzen van droogmaking, verschillen naar reden van 1 tot 10, en wanneer deze, zoo als bij waterwerken dikwerf het geval is, zeer uitgestrekt zijn, is de keuze van een werktuig daar toe te gebruiken van groot aanbelang.

Bij de werktuigen door mensen in beweging gebracht schijnt de *Trommel-Schepradmolen (Roue à Tympan)* het voordeeligst te wezen, wanneer namelijk de hoogte, waarop het water moet opgebracht worden, niet grooter dan 2 à 3 el is; deze hoogte meer bedragende zoude dit werktuig te zwaar worden om verplaatst te kunnen worden; alsdan zoude de *verticale Kettingmolen* of het *Paternosterwerk* te verkiezen zijn; maar de gedurige herstellingen, welke dit werk vereischt, zullen steeds den *Tonmolen* doen verkiezen, mits men daaraan die verbeteringen bringe, welke wij opgegeven hebben.

De *pompen* hebben het voordeel van het water zoo hoog te kunnen opbrengen als men verkiest, maar zijn even als de *paternosterwerken* aan menigvuldige herstellingen onderhevig.

De schuine *Kettingmolen* (tenzij dezelve door paarden in beweging gebragt wordt, hetgeen eene kostbare inrigting vereischt, en alleen bij groote werken aan te wenden is,) doet de droogmakingen bij kleine werken op eenen hoogen prijs te staan komen, en in dat geval zijn de *tonmolens* te verkiezen.

Bij groote werken zijn de *Kast-Schepradmolens*, door *watermolens* in beweging gebragt, als minkostbaar, steeds boven alle andere werktuigen te verkiezen.

De werktuigen tot het inheijen van palen en damplanken gebruikelijk, worden onderscheiden in *Hand-*, *Trek-* en *Kunstheijen*.

De eerstgenoemde of de *handheijen*, alleen tot het inheijen van dunne palen gebezigd wordende, zijn van tweederlei soort.

Die van de eerste soort bestaan uit een eiken of ijpenblok van 30 tot 50 en meerdere ponden zwaarte, waaraan zich drie of vier steelen bevinden, gelijk in fig. 28, pl. IV, te zien is, waarvan men zich bedient tot het inheijen van palen van geringe lengte van 1 à 2 el.

Die van de tweede soort bestaan uit een rond of achtkant eiken of ijpenblok van 60 à 70 pond zwaarte, van onderen en van boven met ijzeren banden versterkt, en rondom van handvatsels voorzien. Meestal bevindt zich in derzelve midden eene zware ijzeren stang tot vermeerdering van hare zwaarte. Van deze soort bedient men zich tot het inheijen van palen van 2 tot 3 el lengte en 15 à 20 duim zwaarte, zie fig. 29, pl. IV.

De tweede hoofdsoort van heijen of de *Trek-heistellingen* zijn hier te lande van een algemeen gebruik, en zie hier daarvan eene eenigzins omstandige beschrijving.

Zij bestaan meestal uit eene schrank, zamengesteld uit drie lange spieren *a*, *b* en *c*. (zie fig. 30) welke van onderen met eene ijzeren pen voorzien zijn en naar verkiezing kunnen bewogen worden, wijders uit twee dunnere sparren *d*. en *c*. leiders genaamd, tusschen welke het heiblok *f*. zich beweegt, en door middel van ringen met de voorbeenen verbonden.

Tot de beenen van zulk eene heistelling worden doorgaans Rigasche of Nervasche vuren spieren gebruikt, omdat die tot eene aanmerkelijke lengte verkrijgbaar zijn, en door derzelve regtdradigheid de vereischte taatheid bezitten. Men kan echter bij gebrek aan zulke spieren, ook greenenhout gebruiken, mits men zorgde dat daarin geene kwade kwasten of andere gebreken gevonden worden. De lengte dezer beenen rigt zich naar de lengte der in te heijen palen, terwijl de dikte wederom aan deze lengte moet geëvenredigd zijn, even als bij de schalk.

Ieder been is van onderen voorzien van eene ijzeren pen, met een kraagje gesmeed, om te voor komen, dat die te diep in het onderliggende strekhout dringe, en van eenen ijzeren ring om het scheuren van het hout te beletten. Op ongeveer 30 duim van het onderende

Over de
werktuigen tot
het inheijen
van palen en
damplanken
gebruikelijk.

is in ieder been een gat geboord, om daardoor het voetblok met een eindje touws te bevestigen.

Aan een der twee voorbeenen is van boven een houten klos bevestigd, om het afglijden van den strop, waaraan de schijf hangt, te beletten. Op omtrent 80 duim van het boven-einde zijn aan ieder dezer beenen twee ijzeren platen tegen over elkander aangebragt, waardoor een rond gat, om den ijzeren bout van het achterbeen of den staart te ontvangen.

Het achter of derde been heeft van boven eenen ijzeren beugel, bestaande uit twee veren, met eenen gespleten kop, in welken kop de ijzeren bout tot vereeniging der drie beenen, door middel van eenen spiebout zoodanig wordt ingelaten, dat die op en nederwaarts beweegbaar is. De genoemde beugel is aan den staart met twee klinkbouten bevestigd en nog met twee ijzeren ringen versterkt. Eindelijk zijn van onderen tot boven tegen dezen staart dwarsklampen gespijkerd, ten einde daarvan bij wijze van eene ladder gebruik te kunnen maken om naar boven te klimmen.

De twee leiders tusschen welke het heiblok loopt zijn mede van vuren spieren, zooveel mogelijk van eene doorgaand gelijke dikte van 10 duim of daaromtrent over het kruis, wel rond en glad geschaafd en van onderen insgelijks voorzien van ijzeren pennen en banden. In ieder dezer leiders zijn, op 1 à 1½ el afstands van onderen af, gaten geboord, om daardoor ijzeren sloopnagels te kunnen steken, waarop het heiblok met deszelfs pooten rust wanneer er niet geheid wordt, of als de stelling moet verzet worden. Om deze leiders in eenen loodregten stand te houden is in ieder der voorbeenen van de schrank van boven een ijzeren bout geplaatst, met eenen ronden beugel of ring, die eenen leider met eenige speelruimte omvat.

De schijf bestaat gewoonlijk uit eene zuiver rondgedraaide rol, meestal van beuken-ahorn- of pokhout, doch ook dikwijls uit eikenhout vervaardigd, en uit verscheidene stukken zamengesteld. Zij heeft doorgaans een middellijn van 60 à 70 duim, en eene dikte van 10 duim op den omtrek, met een hol bewerkt om den heireep te bevatten.

In het middelpunt der schijf is een hart van koper of klokspijs met een zuiver rond gat gewerkt, en zij draait daarmede om eenen ijzeren bout. Deze bout hangt in een dubbel ijzerenkruis, waarvan de twee deelen door dwarsplaten met schroeven en moeren aan elkander worden gehecht, terwijl de bovenste dwarsplaat zoo veel zwaarder is, dat daaraan de haak kan bevestigd worden, welke door middel van eenen zwaren kop, door deze plaat is opgesloten, maar nogtans in dezelve kan ronddraaijen. Met dezen haak wordt de schijf aan eenen strop, welke om het kruis van de beide voorbeenen geslagen is, en op den reeds gemelden klos hangt, in den top der schrank opgehangen.

Om de wrijving van het hout in het hart te verminderen, maakt men in de plaatst van een gewoon koperen hart in de schijf wel eens gebruik van een meer zamengesteld hart, bestaande uit twee ijzeren platen, tusschen welke 8, 10 of 12 koperen rolletjes om ijzeren

boutjes draijende, zoodanig in eenen cirkel zijn gesteld, dat zij tusschen elkander een rond gat open laten, waardoor de ijzeren bout wordt gestoken.

Van veel belang is het de middellijn der schijf zoo veel mogelijk te vergrooten, om daardoor het verlies aan kracht door de stramheid des trekreeps veroorzaakt, te verminderen. Zulks brengt niet alleen voordeel aan met betrekking tot de dagloonen der arbeiders, maar ook ten opzichte van het slijten des reeps.

Men plaatst de zoo even beschreven heistelling ook wel op schuiten en vloten, doch dient in die gevallen vooral voorzigtig te zijn bij het stellen en verzetten. Soms valt het echter moeilijk om zich van zulk eene hei te bedienen, wanneer de gelegenheid niet toelaat, om de twee wederzijds voor den paal uitstaande beenen der schrank behoorlijk te plaatsen, en men het niet op de tuitouwen durft te laten aankomen. In dergelijke gevallen kan men met voordeel gebruik maken van de in *Frankrijk* en *Duitschland* gebruikelijke heijen, welke bestaan uit een drie- of vierkant liggend raam, waarop een of twee te lood staande vierkante stijlen, langs of tusschen welke het heiblok zich beweegt, met dergelijke schoren bevestigd zijn, hetwelk alles met pen en gat met de noodige ijzeren bouten en beugels in elkander gewerkt en opgesloten is.

Dit heiblok hangt aan een dik touw of reep, naar gelang van de zwaarte des heibloks, van 10 tot 18 duim dikte, loopende over eene houten of metalen schijf (a) van 60 à 70 duim middellijn, in den top der schrank opgehangen; aan het uiteinde van het touw worden eene menigte trektouwen bevestigd, naar gelang van het aantal van arbeiders, welke dit werktuig moeten in beweging brengen.

Tot meerdere stevigheid van zoodanige heistelling en om aan dezelve eene meer veerkrachtige beweging te geven, die bij het effect van dit werktuig van veel aanbelang is, worden aan dezelve nog aangebragt vier zoogenaamde tuitouwen, en om de palen op te rigten nog een hijschtouw met een paar schijfblokken, waarvan het eene aan den top der schrank hangt en het andere aan den voet van een harer beenen is bevestigd. Verder worden nog tot het gebruik van dit werktuig vereischt eenige zware stukken plank, waarop de drie beenen der schrank en de leiders rusten, een ijzeren handboom, de schaar genaamd, welke aan het eene einde gespleten is om de beenen te verzetten, eenige handspaken, de zoogenaamde zoldering waarop de manschappen staan, enz.

Het heiblok wordt meestal van eiken, esschen, olmen of ahorn hout genomen, of ook

(a) De Fransche Bouwkundigen hebben aan bunne trekheistellingen eene belangrijke verbetering aangebragt, door het vergrooten van de middellijn van de schijven, ten einde het nadeelige effect van de stramheid der touwen en het slijten derzelve te verminderen, hetgeen bij deze werktuigen van groot aanbelang is, en hebben dezelve eene middellijn van 1 el à 1,50 el gegeven.

WIEBEKING raadt tot hetzelfde einde aan de touwen in olie te koken, en verwerpt het aanbrengen van twee schijven door sommigen gebezigt, daar de arbeiders bezwaarlijk gelijkvormig aan beide werken kunnen.

wel van gegoten ijzer of metaal vervaardigd; het weegt bij gewone heistellingen 300 tot 600 pond en wordt van 1 à 2 el lengte en 30 tot 50 duim breedte genomen. Men vermeerdert dikwerf het gewigt door aan de houten heiblokken ijzeren banden van 50 tot 100 pond zwaarte aan te brengen, doch dit gebruik is aan veel gebreken onderhevig, daar door het hevige stooten van dezelve op de palen, de heiblokken menigmaal breken; men doet alzoo beter wanneer de heiblokken van meerdere zwaarte dan 300 pond moeten wezen, dezelve van ijzer of liefst van metaal te nemen, als meerdere veerkracht bezittende, moettende echter altoos het onderste gedeelte van hout zijn, daar 1°. de palen daardoor anders ligtelijk splijten, en 2°. door de mindere veerkracht van het metaal ook de palen minder indringen. (a)

De blokken der meest gebruikelijke Hollandsche heistellingen zijn van de navolgende samenstelling. Zij hebben eene parallellepipedische gedaante, en eene zwaarte van ongeveer 30 à 50 duimen, naarmate van het vereischte gewigt; zij zijn van boven met eenen ronden kop bewerkt, waarin een gat, om den heireep aan hetzelfde te bevestigen, zoodanig geboord, dat het verlengde van den reep zoo veel mogelijk door het zwaartepunt des bloks gaat. Boven en onder worden door dit blok twee gaten gemaakt, waarin beuken dwarsklampen, de pooten des beers genaamd, wel passende worden gestoken, en welke dienen, om hetzelfde langs de leiders te geleiden. In ieder dezer pooten is een gaatje geboord, waardoor elke twee tegen elkander overstaande met een touwtje aan een worden gebonden, om te voor komen, dat de leiders buiten de pooten des bloks slingeren. Een zoodanig blok is van onderen van twee zware ijzeren banden voorzien, en tegen het ondervlak van een blok dat meer dan 300 pond weegt bevestigd men gewoonlijk met schroefbouten nog eene ijzeren plaat, om den slag meer te doen aandringen, en het scheuren des bloks te voor komen. Ter weërszijde des bloks worden doorgaans nog ciken- of beuken klampen of zoogenaamde vullingstukken tegen hetzelfde genageld, om het meerdere breedte te geven, zonder deszelfs ondervlakte te vergrooten.

Het is van aanbelang om de zwaarte van het blok geëvenredigd te nemen aan de zwaarte en lengte der palen. Voor palen van 6 el lengte neemt men meestal een blok van 300 pond en voor elke el meerdere lengte een blok van 50 pond meerdere zwaarte. (b)

(a) WIEBKING haalt een belangrijk voorbeeld daaromtrent aan. Bij het bouwen der *Franciscusbrug te Weenen* ondervond de Waterbouw-Directeur PACASDI namelijk dat een paal, door middel van een geheel ijzeren heiblok van 1700 pond W. G. ingeslagen, niet meer wilde zakken; toen hij een houten blok van slechts 500 pond daartoe bezigde bevond hij dat de paal nog aanmerkelijk in de aarde drong.

(b) Volgens WIEBKING zoude men bij palen van 2 à 3 el lengte en 12 à 16 duim zwaarte, blokken van 125 à 200 pond moeten gebruiken; bij palen van 3 à 5 el lengte en 15 à 24 dm. zwaarte, blokken van 2 à 400 pond; bij palen van 5 à 8 el en 24 à 30 duim, blokken van 4 à 600 pond; bij palen van 8 à 12 ellen en 25 op 31 duim zwaarte, blokken van 600 à 750 pond, enz.; bij gronden namelijk van middelmatige vastheid zoo als zand-, kiezel- en aardgronden, maar bij eene vette blaauwe klei wil deze schrijver het gewigt om de helft vermeederen.

Men berekent het aantal arbeiders tot zulk eene heistelling benoodigd zoodanig, dat ieder 12 à 15 pond gewigt te ligten heeft, in de veronderstelling dat deze 10 uren daags werken; alsoo behoeft men slechts de zwaarte van het heiblok door 12 te deelen, ten einde het aantal arbeiders tot dezelve benoodigd te bepalen, daarenboven nog 2 à 3 man rekenende, behalve de heibaas, welke vereischt worden tot het ophijschen en ondersteunen van den paal door middel van handspaken, ten einde te beletten dat dezelve scheef worde ingeheid.

Slechts een klein gedeelte der arbeiders, die gebezigd worden tot de beweging van dit werktuig, oefent deszelfs kracht volkomen uit; velen trekken schuins en wel is dat getal grooter naar mate het blok zwaarder is, en er alzoo meerdere arbeiders benoodigd zijn. Hieruit volgt dus dat het gedeelte van het gewigt van het blok, door elken arbeider gedragen, niet gelijk gesteld kan worden voor alle minder of meerder zware heiblokken.

GAUTHEY vermeent dat ieder man 15 à 16 pond kan dragen wanneer het blok slechts 300 pond weegt, terwijl bij een blok van 500 pond ieder arbeider slechts kan gerekend worden 11 à 12 pond te dragen. (a)

De voornaamste schrijvers over de Bouwkunde, welke over het inheijen van palen handelen, zijn van meening dat het noodzakelijk is, dat niet alleen het heiblok zoo hoog (volgens sommigen) mogelijk wordt opgehaald, daar de kracht daardoor uitgeoefend toeneemt in de vierkante reden der valshoogte, maar ook dat de slagen van eenen togt snel op elkander volgen, hetgeen daarop gegrond is, dat, om den paal te doen indringen, dezelve eerst in eene soort van trilling of slingering (oscilation) moet gebragt worden. Deze uitwerking is zelfs bij eenen door het heiblok getroffen paal zichtbaar, daar men de trilling daarbij duidelijk kan bemerken. Wordt nu de paal hevig geschokt, door dat de slagen snel op elkander volgen, zoo moet het indringen van den paal vermeerderd worden, want is deze nog in beweging, terwijl weder een tweede slag den paal treft, dan wordt de schudding aan de punt des paals sneller en krachtiger medegedeeld; zoodat, naar mate het hout veerkrachtiger is, de paal ook ligter indringt. Het greenen hout is daarom beter dan het eiken- en beukenhout hiertoe geschikt.

De gewone valhoogte van het blok rekt men op ongeveer 1,25 el; terwijl men 30 slagen in ééne minuut maakt, waarna men de arbeiders weder eene minuut laat uitrusten.

Men zal ligt inzien dat groote arbeiders hierbij voordeeliger zijn dan kleine.

(a) WIEBEKING slaat voor, om, ten einde dit verlies van kracht te verminderen, de trektouwen aan den omtrek van een hoepel te bevestigen, de arbeiders alsdan volgens den omtrek van een cirkel te plaatsen, en naarmate het aantal van arbeiders groot is, in meerdere concentricke cirkels, waarvan het middelpunt gelegen is in de verticale lijn, die eene raaklijn aan de schijf moet wezen.

De hoepel of het kranstouw moet zoo dicht als 't kan bij de schijf aangebragt worden, opdat de treklijn zoo min mogelijk eene schuine rigting verkrijge.

Dit voorstel schijnt echter in de practijk moeilijkheden ondervonden te hebben, daar het geen gevolg gehad heeft.

Bij de laatste slagen, die men op een paal laat doen, kan men het blok op eene buitengewone hoogte van 2 à 2,50 el laten opbrengen, en, door eene bijzondere inspanning van krachten, dit wel gedurende 30 à 40 slagen doen.

Over de
kunstheistellingen.

De zoogenaamde kunstheistellingen, waarvan men zich in *Frankrijk* en *Duitschland* veel bedient, zijn met voordeel te gebruiken in het geval, wanneer men door harde gronden moet boren, waarbij het gebruik der gewone trekheijen zeer langwijlig zoude worden.

Deze kunstheijen bestaan gemeenlijk uit een liggend driehoekig, ook somtijds wel vierhoekig raam *abc*, fig. 31, waarin meest twee te lood staande stijlen *d* en *e* gevestigd zijn, waar tusschen het heiblok zich beweegt, en verder 3 schuins staande schoren, door horizontale regels *ii* verbonden, de hoofdzamenstelling van de kunstheij uitmaken.

Het heiblok wordt bij deze, hetzij door menschen, paarden, kracht van stroomend water, windassen, treëraden of kaapstanders, tot eene hoogte van 5 à 6 ellen opgebracht, en vervolgens vrij nedergelaten; waardoor dus de kracht (welke volgens sommigen in de vierkante reden dier hoogte toeneemt) aanmerkelijk vermeerderd wordt.

De blokken, bij deze heistellingen gebezigd, zijn meestal ook van meerder zwaarte dan die der eerstgenoemde. Bij de werken van het dok te *Brest* bediende men zich van eene kunstheij, welke van een heiblok van 600 pond voorzien was; bij de bruggen van *Moulins* en *St. Maxence* bediende men zich van blokken van 750 ponden; bij het bouwen van de brug van *Neuilly* gebruikte *PERRONET* ijzeren heiblokken van over de 900 ponden.

Eene der grootste moeilijkheden bij de kunstheistellingen is het verwandelen der gedurig rondgaande beweging in eene bij afwisseling op en neêr gaande. Dit *problema* is vrij hinderlijk, vooral wanneer men daarbij in acht neemt het werktuig niet te zwaar te maken, ten einde niet te moeilijk in het verplaatsen te zijn.

Bij de meeste kunstheistellingen is men genoodzaakt, wanneer het blok op deszelfs hoogste punt gekomen en losgelaten is, den haak, welke dit blok heeft opgevoerd, zie fig. 32, weder neder te trekken, of, zoo als bij het bouwen der *Westmunsterbrug* te *Londen*, daar men eene kunstheij gebezigd heeft, waarbij het touw dat het blok heeft opgehaald over eene soort van trommel loopt, die beurtelings aan zich zelve wordt overgelaten, of aan de as van het windas is vastgemaakt, zie fig. 33, naar dat het blok opgehaald is of de haak weder zakken moet. Men vindt deze beide soorten van kunstheijen bij *BELIDOR* omslagtig beschreven.

GAUTHY geeft eene verbetering der kunstheijen op, zijnde een mecaniek door den Ingenieur *VAUVILLERS* bij dezelve aangewend, hetwelk de menschen daarbij op het voordeeligt doet werken. Hetzelve bestaat uit een touw, zie fig. 34, welke, over de schijf loopende, aan het blok gevestigd is, en op eene horizontale as *AA* wordt opgewonden. Aan de as is

een tandrad RR gevestigd, hetwelk door een rondsel in beweging wordt gebragt, waar aan de krukken gevestigd zijn, daar de arbeiders aan werken. Wanneer het blok zijne hoogte bereikt heeft, zoo houden de arbeiders stil, en een derzelve grijpt het uiteinde B van den hefboom BC , welke zich om het vaste punt Q beweegt, en wiens uiteinde C een vork is, waardoor de as van het rondsel P loopt, en geeft aan dit rondsel eene beweging in de rigting van deszelfs as, zoodat dezelve van de tanden van het rad R los raakt, en aan het blok toelaat te zakken, door het ontrollen van het touw M , terwijl de as AA terug draait. Wanneer de slag gegeven is, zoo laat dezelve arbeider het rondsel in zijn vorigen stand terug komen, door den hefboom BC in eene tegenovergestelde rigting te bewegen, en gaat dadelijk weder aan de kruk aan het werk. Ten einde te voorkomen, dat, gedurende de rijzing van het blok, het rondsel kome uit te glijden, hetwelk de arbeiders aan kwetsing bloot zoude stellen, zoo wordt de hefboom BC door een paal tegen gehouden, zoodanig ingerigt, dat men dezelve niet kan bewegen, zonder er met de hand aan te komen. Om het blok op te houden, gedurende dat men den paal op deszelfs plaats brengt, steekt men eene pen C in de stralen van het rad RR .

De meeningen der deskundigen zijn zeer verdeeld omtrent het toestaan van den voorrang aan de Trek- of Kunstheij. Het is ontegenzeggelijk dat, bij de trekheij, de kracht op eene zeer onvooroordeelige wijze wordt aangebragt; (*a*) dat men bij dezelve moeijelijk zwaarder blokken dan van 600 ponden kan gebruiken, en deze op den duur slechts op eene hoogte van 1,50 ellen kan ophalen; terwijl men, bij de kunstheijen, blokken van 900 en meer ponden gebruikt, en slagen van 6 ellen en meerder hoogte kan maken, maar daarentegen minder slagen in ééne minuut dan men met de eerste doet, en alzoo in tijd verloren wordt hetgeen men in kracht wint. Stonden nu de uitwerkingen der valshoogten, gelijk sommigen vermeenen, in de reden van de snelheden aan het einde van derzelve val, of in de vierkante reden dezer hoogte, zoo zoude, in weerwil van het minder aantal slagen, toch het voordeel aan de zijde van de kunstheij wezen; doch de ondervinding heeft geleerd, dat het er verre van af is, dat deze uitwerkingen in die reden zouden staan. (*b*)

(*a*) COLLOMB bepaalt de hoeveelheid der dagelijksche werking van een-man bij eene trekbeistelling op 75,2 ponden ter hoogte van 1000 ellen opgebragt. Het resultaat van zijne onderzoekingen is, dat de hoeveelheden van dagelijksche werking, voortgebragt door het beklimmen van een trap (zoo als in de treëraden) door aan eene kruk te werken, of aan een touw te trekken, gelijk bij trekheijen, tot elkanderen staan als 8 : 5 : 3. Zie *Mémoires des Sciences Physiques et Mathématiques*.. Tome II.

(*b*) De Fransche Bouwkundigen PERRONET, DECESSART en RONDELLET hebben proeven hieromtrent genomen: volgens den eersten zouden die uitwerkingen in de eenvoudige reden der massa van de blokken en derzelve valshoogten staan, hetgeen ook overeenstemt met de proeven van 's GRAVESANDE; doch volgens de beide laatsten, zouden die uitwerkingen nog minder zijn. Volgens de proeven van MANGRA zoude zelfs, naarmate het blok lager viel, de uitwerking geringer wezen; hetwelk waarschijnlijk aan de vermeerdering der digtheid, en aan de veerkrachtige terugwerking van den grond, moet toegeschreven worden.

Desniettegenstaande is uit de proeven, welke DECESSART (a) bij de werken van de brug van Saumur met beide werktuigen heeft genomen, gebleken, dat de kunstheistelling een aanmerkelijk voordeel opleverde, daar de palen hiermede ingeheid nauwelijks de helft aan arbeidsloon, van die met de gewone trekheistelling ingeslagen, kostten.

De kunstheijen hebben echter in de practijk het nadeel van minder gemakkelijk in het verplaatsen te zijn; en daar toch tot het verzetten derzelve, het aandragen van palen en meer andere werkzaamheden, doorgaans zeer veel handen vereischt worden, welke bij deze werktuigen ontbreken, moeten deze afzonderlijk betaald worden; zij veroorzaken dikwerf, dat de palen door de hevigheid der slagen splijten, waarom men wel zorg moet dragen dezelve aan den kop met ijzeren banden te versterken; ook missen deze de trillende beweging door de snelle opvolging der slagen geboren, welke de palen beter doet indringen; wij vermeenen echter met GAUTHÉY, dat men dezelve bij harde gronden met voordeel zou kunnen gebruiken, dewijl bij deze het heijen door ligte blokken zeer langzaam en moeijelijk zoude wezen, alsmede bij zoodanige gronden, waarbij de vaste laag op eene aanmerkelijke diepte gelegen is; bij deze zoude men eerst de palen met de gewone trekhei tot zekere diepte kunnen inslaan, en vervolgens met de kunsthei verder tot op den stuit-doen zakken. (b)

Over de werktuigen tot het uittrekken van ingeheide palen.

Dikwerf komt het in de practijk voor, dat men genoodzaakt wordt oude palen, of andere, welke gedurende het inheijen eene schuine rigting aangenomen hebben, te moeten uithalen.

Naar de omstandigheden gaat men hierbij verschillend te werk, en bedient zich hiertoe van vijzels, hefboomen, of wel van heistellingen.

Maakt men van de eerste wijze gebruik, zoo neemt men daartoe een of twee vijzels, fig. 35, welke geplaatst worden onder de einden van een zwaren balk of houten kruis, onder wier midden de paal door kettingen gevestigd wordt, terwijl men den paal onder het draaijen met een zwaren moker aan alle zijden slaat, en alzoo in beweging tracht te brengen.

Beter is het zich daartoe te bedienen van een boom of balk, volgens fig. 36, hoe buigzamer hoe beter, mits van genoegzame sterkte zijnde; deze wordt aan het eene einde met een stevigen ketting aan den paal vastgemaakt, het steunpunt van dezen hefboom

(a) Zie *Travaux Hydrauliques*. Tome I. Page 185.

(b) Men verstaat door inslaan tot op den stuit, dat de palen bij den laatsten togt van 30 slagen met de trekhei, of bij den laatsten slag met de kunsthei, niet meer dan 4 à 5 strepen zakken, mits men daarbij heiblokken van 400 ponden bezige; bij zwaarder blokken is het volgens de ondervinding voldoende, wanneer de palen slechts 1 à 1½ duim bij den laatsten togt inzakken. WIEBEKING beweert zelfs, dat men voorbeelden heeft dat, bij eene zakking van 5 duimen in den laatsten togt, de palen stevig genoeg stonden om de grootste gebouwen te dragen; dit beschouwen wij echter als gewaagd, en raden steeds aan, de palen nimmer onder meerder zakking dan 2 duim te laten staan.

50 à 60 duim van den paal stellende, waarna men het andere einde of den langen arm, al zweepende, naar beneden drukt; kan men door éénen hefboom den paal niet uitkrijgen, zoo brengt men er twee aan, welke gelijktijdig moeten bewogen worden.

PERRONET heeft zich tot het uittrekken van palen bediend van de gewone trekheistelling, welke hij het beste daartoe geschikte middel noemt, door namelijk twee schijfblokken boven aan de heistelling te vestigen, en een paar aan den paal, en alsdan door middel van touwen aan de gemelde schijven gevestigd, wier uiteinden over twee rollen loopen, door vier arbeiders te laten trekken, terwijl men het heiblok op den paal laat vallen.

Alhoewel aan onze heistelling de genoemde rollen ontbreken, zoude men echter, door dubbele schijfblokken te nemen, dit gebrek kunnen vergoeden, en insgelijks van deze wijze gebruik kunnen maken.

WIEBEKING geeft nog een ander werktuig op, hetwelk in de 37^e fig. wordt voorgesteld, en waarvan de manoeuvre buiten alle verklaring duidelijk genoeg is; hierbij dient men insgelijks met een zwaren hamer op den paal te slaan, ten einde de zweepende beweging voort te brengen.

De Heer LAMANDÉ heeft tot hetzelfde einde een werktuig zamengesteld, hetwelk bij de werken van de *Sables d'Olonne* gebezigd is, welke alles scheen te vereenigen, wat men verlangen kan betrekkelijk hetgeen men wenscht te vervullen.

De palen worden uitgetrokken door middel van twee hefboomen *L L* (zie fig. 38); waarop de windassen *T T* werken, terwijl men door middel van het blok *M* op den paal slaat.

Wanneer het hoofd van den paal buiten het water uitsteekt, vestigt men de kettingen aan eenen ijzeren bout, welke door den paal henen gaat. Wanneer het hoofd zich onder water bevindt, zoo bedient men zich daartoe van eenen ijzeren band van eene grootere middellijn dan die van den paal, welke schuins om dezen gevestigd wordt. Wanneer men den ketting spant, zoo knelt deze zoodanig om den paal, dat de uitglijding belet wordt.

Wanneer de palen slechts op eene geringe diepte, namelijk van ongeveer 25 duimen, onder de oppervlakte van het water moeten afgezaagd worden, kan men zulks door gewone handzagen bewerkstelligen.

*Over de za-
gen om de pa-
len onder wa-
ter af te zagen.*

Bedraagt de diepte, waarop deze onder water moeten afgezaagd worden, 1 à 2 ellen, alsdan kan men het voordeeligt daartoe eene zaag met een toestel bezigen, zoo als men die beschreven vindt door EITELWEIN (in zijne *Practische Wasserbaukunst*), door WIEBEKING (in zijne *Wasserbaukunst*) en door meer andere schrijvers, en welke zamengesteld is uit een balk *A A*, fig. 39, welke op vier onderlagen rust, die gesteund worden door 4 schuiten of pramen. Aan dezen balk zijn gevestigd twee armen *B C*, in wier ondereinden katrollen *R R* zijn aangebragt, waarover het touw loopt, hetwelk de zaag *S S* in bewe-

ging brengt. Een derde arm *DE* in het midden aangebragt ondersteunt de zaag, welke, door eene insnijding in dezelve toegebragt, doorgaat, en om de wrijving te verminderen met rolletjes voorzien is.

Vier man, twee aan twee aan elk uiteinde van het touw geplaatst, brengen de zaag in beweging, terwijl een vijfde, door middel van eene timmermansbijl, den toestel tegen den paal aandrijft.

Moeten de palen op eene grootere diepte, b. v. van 3 ellen, afgezaagd worden, alsdan dient men daartoe een meer zamengesteld werktuig te gebruiken, zoo als die gene waarvan men zich bediend heeft bij den bouw van de *Invalides* te *Parijs*, door den Ingenieur *LAMANDÉ*, welke genoegzaam van dezelfde inrigting is als die bij de brug van *Choisy* gebezigd, en zamengesteld uit een horizontaal raam, met een verticaal uit twee opgaande stijlen bestaande, verbonden, zie fig. 40. Aan het onderende dezer stijlen is de zaag gevestigd. Vier arbeiders werken aan de stangen *EE*, dezelve bij afwisseling naar zich toe trekkende of terugstootende; door middel van een touw wordt de paal aan de zaag gedrukt door een vijfden arbeider, welke het werk bestiert. Deze geheele toestel rust op eene houten stelling, en ten einde de wrijving te beletten zoo heeft men in het horizontale raam rolletjes aangebragt. Bij de brug van *Choisy* gebruikte men tot derzelve bewerking 6 arbeiders en een timmerman, welke ongeveer 25 minuten er over toebragten om eenen paal van 32 à 35 duimen door te zagen, en gewoonlijk 22 palen op een dag doorzaagden; de overige tijd tot het verplaatsen van het werktuig en de stelling vereischt wordende.

Is men verplicht de palen op eene groote diepte van 4 à 5 ellen onder water af te zagen, zoo kan men daartoe de zaag gebruiken door *DECESSART* bij de werken van de brug van *Saumur* gebezigd (*a*); welke echter van eene zeer zamengestelde constructie en alzoo zeer kostbaar is; zoo als ook die van *PATTE* (*b*), welke mede om deszelfs al te kunstmatige inrigting niet zeer aan te bevelen is. Bij den bouw van de schoone steenen brug over de *Maas* te *Luik*, voor den ijzeren spoorweg, heeft de civiele Ingenieur *FRANCK* eene zaag van dien aard gebezigd, welke zeer eenvoudig is, en in het vervolg van dit werk, over de waterbouwkunde handelende, zal opgegeven worden.

Nog meerdere zagen vindt men bij andere schrijvers vermeld; doch, daar deze meer tot de Waterbouwkunde dan tot de Burgerlijke Bouwkunde behooren, zullen wij hierover niet verder uitweiden.

(a) Zie *Description des Travaux Hydrauliques*. Tome I.

(b) Zie *Mémoires sur les objets les plus intéressants de l'Architecture*.

TWEEDE AFDEELING.

DERDE HOOFDSTUK.

OVER DE METSELWERKEN IN GEHOUWEN STEEN.

Alvorens tot de beschrijving der in ons Rijk gebruikelijke wijze van metselen in gehouwen steen over te gaan, gelooven wij het niet onbelangrijk, vooraf eenig denkbeeld te geven van de behandeling derzelve bij de oude volken, en wel hoofdzakelijk bij de Grieken en Romeinen, de grootste meesters in dit nuttig vak, wier kunstgewrochten de vernielende hand des tijds hebben kunnen trotseren, en nog tot op den huidigen dag onze bewondering tot zich trekken.

Reeds lang vóór de Grieken bedienden de aloude *Babyloniërs* zich, bij gebrek van gehouwen steenen, van ongebakken metselsteenen, tot het daarstellen van den beroemden toren van *Babel* of van *Belus*, waarvan vele reizigers nog overblijfsels in de ruïnes van *Babylonië* meenen ontdekt te hebben, en welke als het oudste gedenkteeken van deze soort van metselwerk, dat echter alléén in drooge en warme landen van een doelmatig gebruik konde wezen, kan aangemerkt worden.

Over de Metselwerken bij de aloude volken.

Volgens de beschrijving van LE GOUX DE LA BOULAIJE, die dit land in 1645 doorreisde heeft, bestond het metselwerk der ruïne van den toren van NIMROD uit ongebakken metselsteenen van ruim 30 duim vierkant en 10 duim dikte, en waren gemetseld uit eene soort van mortel, uit aarde en betume zamengesteld. De opgaande of stootvoegen hadden 2 duim dikte, welke wijze van bouwen nog ten huidigen dage in gebruik in *Bagdad* moet wezen.

Hetgeen wijders opmerkenswaardig bij de constructie van dezen alouden toren was, is, dat men bij afwisseling, na 7 lagen steenen, het geheele metselwerk gedekt had met eene laag gebroken riet, met stroo en betume gemengd. Deze lagen waren ongeveer 1 el van elkander verwijderd, en hadden eene dikte van 1 duim.

Ook de aloude *Egyptenaren* schijnen reeds de kunst om in ongebakken steenen te metselen verstaan te hebben, blijkens de Pyramide welke door den Koning ASIJCHIS, 10 uren boven groot *Cairo* in dezen steen is gebouwd. De steenen daartoe gebruikt waren uit een mengsel van zwarte en leemaarde, kleine keisteentjes, schelpen en gehakt stroo zamengesteld, en hadden tweederlei afmetingen; de grootste waren van 38 duim lang, 18 duim

Over de Metselwerken bij de Grieken en Romeinen.

breed, en 12 duim dik; de andere zijn 34 duim lang, 16½ duim breed, en 10 duim dik.

De Grieken en Romeinen maakten insgelijks, volgens het getuigenis van *VITRUVIUS*, van deze soort van steenen gebruik, en waren, volgens de beschrijving van dezen, van eene witte of roode krijtachtige aarde (*a*), met hard zand en gehakt stroo vermengd; welke stoffen hij schijnt te verkiezen boven de dorre en keisteenachtige aarde, en zelfs boven die van eene vette klei, dewijl bij de eerste het stroo zich slecht met deze bestanddeelen verbindt, en bij de tweede, in muren die aan den regen blootgesteld zijn gebruikt wordende, deze onderhevig zijn aan oplossing, en alzoo vernietigd worden. *VITRUVIUS* bepaalt den minsten tijd dien zij droogen moesten op 2 jaren, alhoewel er in de stad *Utica* eene wet vastgesteld was, die dezen tijd op 5 jaren bepaalde, en vermeent, dat die in het voorjaar of najaar gevormd waren, te verkiezen zijn boven die in den zomer gemaakt, daar de groote hitte der zon in dat seizoen dezelve te spoedig van buiten uitdroogt, terwijl de vochten van binnen in dezelve blijven, en deze uitwasemende, eene trekking veroorzaken, waardoor bersten in dezelve ontstaan, en deze alzoo onbekwaam voor het gebruik maken.

Metselwerk in leemsteenen.

VITRUVIUS geeft drie soorten van steenen op, door de Grieken gebruikt, naar het aantal *Palmen* of *Doron* (*b*) die zij groot waren, genaamd *Didoron*, *Tetradoron* of *Pentadoron*.

Van de eerste soort of *Didoron* bedienden de Romeinen zich veel; zij waren 30 duim lang en 15 duim breed.

Van de twee laatste soorten, het meest bij de Grieken in gebruik, waren de *Tetradorons* van 4 Romeinsche palmen of 31 duim, en de *Pentadorons* van 5 palmen of ruim 38 duim lang, breed en dik.

De *Pentadorons* werden het meest voor publieke, en de *Tetradorons* voor particuliere gebouwen gebruikt.

Van beide soorten werden ook halve steenen gemaakt, welke dienen moesten om muren in anderhalve en twee steenen te bouwen.

De minste dikte welke de Grieken aan hunne muren gaven was van één steen, anderhalve aan de middelmuren, en twee steen aan de dikste.

Metselwerken in gebakken steen

Behalve de ongebakken leemsteenen, welke in deze warme landen met goed gevolg tot den gewonen huisbouw konden gebruikt worden, bedienden de Romeinen zich echter in latere tijden, en wel waarschijnlijk eerst onder de regering der Keizers, meer van

(*a*) *RONDELET* beweert, dat men hierdoor eerder verstaan moet witte en roode klei, waarvan men nog te *Rome* gebruik maakt om metselsteenen te formeren, daar deze opgenoemde bestanddeelen nimmer een vast geheel kunnen opleveren.

(*b*) *Doron* beduidt in het Grieksch hetzelfde als *Palm* in het Latijn. Dit woord beteekent eigenlijk eene gift, welke men gewoonlijk op de palm der hand aanbiedt.

gebakken steenen; ook deze waren reeds bij de Babijloniërs in gebruik, blijkens de overblijfselen van een groot gebouw, hetwelk men meent het paleis van NEBUCADNEZAR geweest te zijn.

Het *Pantheon* van *Agrippa* schijnt het oudste Romeinsche gebouw, in gebakken steenen opgemetseld, te wezen.

Deze waren van veel geringer dikte dan de leemsteenen, en van eene vierkante of driehoekige gedaante; de laatste waren de helft der eerste, volgens de diagonaal doorgesneden. Die van de grootste soort waren van twee Romeinsche voeten (of 596 strepen) in het vierkant; derzelver dikte was van $\frac{1}{2}$ Romeinsche voet of 50 strepen. Die van de middelsoort waren van $1\frac{1}{2}$ Romeinsche voet (of 447 strepen) lang en breed, en 45 strepen dik. Die van de kleinste soort waren 199 strepen lang en breed, en 40 strepen dik. Van deze laatste schijnen de driehoekige steenen gesneden te zijn.

Uit de ruïnes van de Romeinsche gebouwen, ten tijde van de Keizers gesticht, blijkt dat in de metselwerken van gebakken steen, deze alléén voor de buitenbekleding derzelve gebruikt zijn geworden, terwijl het binnenste uit breuksteen in mortel gelegd bestond. De bekledingen bestaan uit driehoekige steenen, zoodanig gelegd, dat de grootste zijde naar buiten, en de rechte hoek naar binnen komt, zoo als in fig. 1, pl. V, te zien is.

Daar deze soort van metselwerk aan het gebrek onderhevig was, dat het binnenste zich, door eene ongelijke zetting, van de bekleding losrukte, zoo bragten zij, om de 1,20 ellen afstands, eene laag aan van groote vierkante steenen, van $1\frac{1}{2}$ à 2 Romeinsche voeten lengte, en ter breedte van de dikte des muurs, om dezelve te vereenigen; en, alvorens deze groote steenen te plaatsen, droeg men zorg het metselwerk aan te stampen, hetgeen zij zonder vrees konden doen, daar dit in houten kasten opgemetseld werd, die daarna weder weggenomen werden om elders gebruikt te worden.

Volgens VITRUVIUS waren er bij de Romeinen nog twee, en bij de Grieken drie andere wijzen van metselen in gebruik. Die bij de eerste waren bekend onder den naam van *Opus incertum* (met onzekere voegen), en *Opus reticulatum* (met netvormige voegen); en bij de Grieken onder de benamingen van *Isodomon*, *Pseudisodomon* en *Emplecton*.

Gemengde
Metselwerken.

Het metselverband, bekend onder den naam van *Opus incertum*, hetwelk de Romeinen waarschijnlijk van de Etruriërs hebben ontleend, bestond van buiten uit groote onregelmatige steenen, zonder eenige orde of lagen gelegd, en uit metselspecie, zoo veel mogelijk in elkander gevleid, en was van binnen met kleine brokken opgevuld.

Metselverband
genaamd Opus
incertum.

De hoeken en uiteinden van deze soort van muren vereischten versterking, door gewoon metselwerk in geregeld gehouwen steen, zoo als in fig. 2.

Deze soort van metselwerk is tot den tijd der Keizers in gebruik gebleven; de oudste ruïnes van Rome waren op deze wijze zamengesteld, gelijk te *Tivoli* de Tempel van *Vesta*, de *Villa* van *MECENAS*, de overblijfsels van het huis van *QUINTILIUS VARUS*, de Tempel van het Geluk te *Preneste*, en meer andere te *Terracina*, *Fondi*, *Puzzoli*, *Pompeja*, enz.

Bij de Ouden was dat metselverband zeer geacht, echter minder verkieslijk dan dat uit horizontale lagen bestaande, daar de muren geene wezenlijke sterkte kunnen hebben, dan wanneer deze uit steenen bestaan die, even als in de groeven, op hun bed liggen.

Metselverband genaamd Opus reticulatum.

De tweede soort van metselverband, onder den naam van *Opus reticulatum* bekend, is veel aangenamer voor het gezicht dan het vorige; hetzelfde was zeer in gebruik in de laatste tijden der Republiek, doch wordt door *VITRUVIUS* minder sterk geacht, als ligter aan bersten onderhevig zijnde.

Dit zoogenaamde netvormige metselwerk werd gewoonlijk gevormd uit kleine steenen, waarvan de zijde een vierkant of ruit is, 8 duim lang en breed, hebbende een staart van $13\frac{1}{2}$ à 16 duim lengte, welke den muur ingaat, doch bij den een korter en bij den ander langer is, om zich beter met het metselwerk te verbinden.

De voegen van deze soort van metselwerk liepen diagonaalsgewijze, en hadden alzoo veel overeenkomst met een net, hetwelk waarschijnlijk de oorsprong van derzelve naam is.

Dit werk werd verwisseld en omvat door gedeelten van metselwerk en tufsteen, van 19 en 22 duim op 10 duim dikte, en van 11 en 16 duim, ten einde verband in het inwendige van den muur te verkrijgen, zie fig. 3. Ook werden deze vakken somtijds in gebakken tegels opgetrokken.

In den omtrek van Rome bespeurt men veel ruïnes, die uit deze soort van metselwerk zijn zamengesteld; en, niettegenstaande *VITRUVIUS* en *PLINIUS* zulks zeer verwerpen, bestaan er nog overblijfselen van deze soort van constructie, die geheel gaaf zijn, als onder andere een gedeelte van de muren van *Rome* tusschen de *Porte Ponciana* en de *Volkspoort*. Ook zijn de overblijfselen van het *Mausoleum* van Keizer *AUGUSTUS* op deze wijze gemetseld. Almede bemerkt men in de ruïnes van de *Villa Hadriana*, bij *Pompeja*, en op meer andere plaatsen, veel van deze soort van metselwerk, hetwelk volmaakt schoon bewaard is.

Metselverband genaamd Isodomon.

De Grieken schijnen het, ten tijde van *VITRUVIUS*, verder dan de Romeinen in de volmaking van de kunst van metselen gebragt te hebben; die schrijver geeft drie verschillende manieren op, bij hen toenmaals in gebruik, die, in sterkte en schoonheid, verre boven de opgegevene Romeinsche te verkiezen waren, als zamengesteld uit horizontale lagen, en wel in de eerste plaats komt als de schoonste en geregeldste voor het metsel-

werk genaamd *Isodomon*, als bestaande uit horizontale lagen van dezelfde hoogte, en vierkante steenen van dezelfde grootte, zoodanig op elkander geplaatst, dat de opgaande of stootvoegen van de eene rei vlak boven het midden der andere rei steenen te liggen kwamen, zie fig. 4. Wanneer de muren, op deze wijze gemetseld, eene aanmerkelijke zwaarte hadden, werd het binnenste met kleine brokken steen opgevuld, en de steenen van ongelijke lengte genomen, om in den muur een behoorlijk verband te krijgen, volgens fig. 5.

RONDELET haalt tot een voorbeeld aan van sterkte van deze soort van metselwerk, de ruïne van een muur eener oude fabriek, bij den toren van *Metella* gebouwd, waarvan de steenen 22 duim lang en 8 duim vierkant zijn, en welks bekleeding bijzonder wel geconserveerd is, waartoe ook de deugd der metselspecie niet weinig heeft bijgedragen.

De tweede manier werd door de Grieken *Pseudisodomon* genaamd, en bestond uit horizontale lagen van ongelijke hoogte, en uit steenen van ongelijke grootte, doch in een goed verband gemetseld, zoo als in fig. 6 wordt aangetoond. *Metselwerk-
band genaamd
Pseudisodomon.*

Indien deze muren, even als bij die van de eerste soort, van aanmerkelijke dikte waren, zoo werd de buitenbekleeding alleen in nette lagen, doch het binnenste metselwerk van kleindere ongeregelde brokken steen opgemaakt.

Deze soort van metselwerk is even zoo deugdzaam, als het vorige minder sierlijk te achten, mits de metselspecie bij beiden even deugdzaam zij, en men het goed verband der steenen in acht neme; alsdan komt het er weinig op aan, of de lagen van ongelijke hoogte zijn.

Eindelijk bestond de derde manier der Grieken uit de zoogenaamde *Emplecton* of onregelmatig, doch welverbonden metselwerk (zie fig. 7), hetwelk zij hoofdzakelijk bij dikke muren gebruikten, wanneer deze eene zoodanige dikte hadden, dat de steenen van wederzijdsche bekleedingen deze dikte niet van één stuk konden uitmaken. Het binnenste werd alsdan opgevuld met onregelmatige breuksteenen, in een bed van metselspecie gelegd; en, ten einde aan deze soort van metselwerk meer stevigheid te geven, zoo vereenigde men de beide buitenbekleedingen door enkele steenen, welke *Parpins* genoemd werden, en die de geheele dikte der muren bereikten, zoo als in fig. 8 wordt aangetoond. *Metselwerk-
band genaamd
Emplecton.*

Deze soort van metselwerk was zeer geacht bij de Romeinen; doch VITRUVIUS berispt niet ten onregte de slordigheid, die bij deze dikwerf plaats had, door, nadat zij de buitenbekleeding in vierkant behakte breuksteenen (*moëllons*), in gebakken steenen, of wel in hardsteen hadden opgezet, het binnenste op te vullen, met er op eene ongeregelde wijze steen en kalk tusschen in te werpen, waardoor eene slechte verbinding van het binnenste met de buitendeelen ontstond. «Ik heb bemerkt (zegt RONDELET) in de oude constructiën «van deze soort, die het best bewaard gebleven zijn, dat de vullingen in kleine brokken

«steen, in dezelve, met eene zekere orde gelegd zijn, zoodat zij bijna alle met eene gelijke «hoeveelheid metselspecie omwikkeld waren, en elkander niet bloot aanraakten; deze «hoeveelheid, vergeleken met den inhoud der steenen, is iets minder dan de helft. Ik «heb ook nog bemerkte, dat de dikte dezer blokken geëvenredigd was aan de grootte der «massen die zij moesten formeren; in de muren van 2 steenen en iets minder, zoo als die «genen waarvan de buitenbekleedingen in kleine vierkante *moëllons* of wel in gebakken «steenen waren gemetseld, zijn de kleine vulsteenen minder dan de grootte van een vuist.»

Behalve deze soorten van metselwerken, welke de gebruikelijkste bij de Grieken en Romeinen waren, bedienden zij zich ook somwijlen van anderen, zoo als: van de *Diamiction* bij de Grieken, dat echter niet anders dan de *Reticulatum* der Romeinen was; van de gemengde metselwerken, van buiten uit lagen van tufsteen en uit lagen van driehoekige gebakken tegels, en van binnen uit breuksteen in metselspecie gelegd, zie fig. 9, waarvan men voorbeelden vindt in de renbaan van CARACALLA, of liever van GALIENUS, en in de ruïnes van Pompeja. Bij de eerste waren dezelve, om den anderen, uit eene laag gehouwen steen (*moëllons*) en eene laag gebakken steen zamengesteld, doch zeer slecht bewaard gebleven; bij de tweede bestonden dezelve uit twee en drie lagen gebakken tegen ééne laag gehouwen steen; zelfs in het zogenaamde soldatenkwartier waren de muren uit doorgaande lagen zamengesteld, en wel uit vierkante gebakken steenen, om den anderen, twee lagen gehouwen steen, of twee lagen tegels.

De Romeinsche en Grieksche bouwkundigen, die in het algemeen zeer schoon partij wisten te trekken van de bouwstoffen, welke zich op de plaats opdeden, hebben somwijlen ook gemetseld met keisteenen, op de wijze van het *Opus incertum* in elkander gevleid, en in een bed van metselspecie gelegd, daarbij zorg dragende, dat de steenen ten minste op twee punten droegen, zoo als in fig. 10.

De nieuwere bouwkundigen hebben deze soort van metselwerk in horizontale lagen, volgens fig. 11, willen bewerken; doch dit is geheel af te raden, daar de keisteenen alsdan maar op één punt dragen, en deze muren ligt gevaar loopen van te bersten en in te storten.

In het algemeen dient aangemerkt te worden, dat de voorzorg die de Ouden gebruikten, om van 1½ el tot 1¼ el hun metselwerk, zoo als reeds beschreven is, aan te vullen en aan te stampen, niet weinig bijdroeg om de groote zetting te voorkomen, waardoor men in bijna geen een der oude muren scheuren of afwijkingen ontwaart. Voornamelijk ook aan hunne uitstekend goede metselspecie, die, met allerlei soort van steen, een uitmuntend goed en sterk muurwerk opleverde, heeft men de menigte van gebouwen te danken, welke in den tijd der Keizers zijn opgerigt; de meeste zijn van breuksteenen (*moëllons*) of van kleine onregelmatige stukken steen ter grootte van een vuist gewerkt, zoo als het Gouden Paleis van NERO, de Tempel des Vredes, het *Panthéon* van Agrippa, de Badstoven (*Ther-*

nes), de Renbanen (*Circus*) de *Naumachiën*, en het grootste gedeelte der Schouwburgen en Amphitheatrs, die allen op deze wijze zijn gemetseld.

De muren en steunpunten van de meeste dezer gebouwen zijn van metselwerk in onregelmatige stukken steen, van buiten met gebakken steen of blokken van tufsteen bekleed, welke men als uit één stuk bestaande kan aanmerken.

De aloude Egyptenaren schijnen het metselen in gehouwen steen, waartoe hun land, van groote steenen en groeven opgevuld, hun natuurlijk aanleiding moest geven, tot een' hoogen graad van volmaaktheid gebragt te hebben; de ruïnes van het trotsche *Thebe*, met deszelfs honderd poorten, en *Oppcr-Egypte*, leveren daarvan het sprekend voorbeeld op. De verbazende grootte van derzclver steenen schijnt dezelve geschikt gemaakt te hebben, om de eeuwen te trotsczen, waardoor de Egyptenaren waarschijnlijk de vereeuwiging van hunne godsdienst hebben trachten te bevorderen; en men moet bij derzclver beschouwing van verwondering opgetogen zijn, dat deze volken reeds een hoogen graad van kennis der werktuigkunde moeten bezeten hebben, om deze kolossale steenen in beweging en op hunne plaats te kunnen brengen.

*Metselwerk
in gehouwen
steen der Ouden.*

In de oude constructiën van deze soort merkt men op, dat de steenen, meest zonder metselspecie, de een aan den ander sluitende, zonder wiggen of anderzins, zijn gelegd geworden. De oppervlakten, volgens welke zij elkander aanraken, zijn met zoo veel zorg en netheid bewerkt, dat men de voegen nauwelijks bespeurt.

Wanneer de gehouwen steenen van geringere afmetingen waren, zoodat zij, door hunnen ligchamelijken inhoud, den noodigen graad van stabiliteit konden verkrijgen, werden zij aan elkander vereenigd met ijzeren of metalen doken, somwijlen ook met houten zwaluwstaarten, die in het vuur gehard waren.

De Grieken en Romeinen werkten in gehouwen steen, in de manier van het *Isodomon*, waarvan men een voorbeeld vindt in den Tempel der Eendragt van *Agrigentum* in *Sicilië*, welks steenen zonder kalkmortel, noch doken of zwaluwstaarten, droog op elkander gelegd zijnde, zich nog in een zeer goeden staat bevinden. Somwijlen werkten zij de steenen, die alsdan tweemaal de breedte tot lengte hadden, en *Diatonous* genaamd werden, in het verband, zoo als in fig. 5 te zien is, om den anderen, een steen met de langste of kortste zijde naar buiten; of ook wel, om den anderen, eene laag steenen volgens de langste zijde, en eene laag met de kortste zijde naar buiten gekeerd, waarvan vele voorbeelden in de ruïnes uit den omtrek van *Rome*, *Palestina* en *Albano* gevonden worden.

Ook vindt men metselwerken in gehouwen steen, die veel overeenkomst met de *Pseudisodomon* der Grieken hebben. De kleine lagen hebben meest $\frac{2}{3}$ der afmetingen van de anderen, zoodat men drie kleine steenen tegen twee groote gebruikte, hetwelk ook een

goed verband oplevert, en waarvan men voorbeelden in de pedestallen der *Propyleën* vindt, en in vele gebouwen van *Rome* en *Italië*.

Men treft ook nog in andere gebouwen meer onregelmatige wijzen van werken aan, zoo als in fig. 7, waarin men de verschillende vereenigingen zien kan, die men in onderscheidene gebouwen aantreft, gelijk in den Schouwburg van MARCELLUS, in het *Coliseum* en meer andere; ook vindt men er die in den geest van het *Opus incertum* zijn, zie fig. 12; doch met dit onderscheid, dat de voegen elkander over derzelve geheele oppervlakte aanraken zoo als in den toren van *Metella*, in de muren van *Cora* bij *Velletri*, en in meer andere steden door de oude Etruriërs gebouwd (a).

Over de hedendaagse wijze van het behouwen der steenen.

Men kan het steenhouwen in onderscheidene onderling verschillende bewerkingen verdeelen. Zoo heeft men eerst het ruw behakken van den steen, hetwelk in de groeven plaats heeft. Door deze bewerking wordt de steen, zoo als die uit de groeven komt, van alle onzuivere korsten ontdaan, en aan denzelven, op ongeveer eenen duim na, een zoodanige vorm gegeven, als hij, volmaakt gereed zijnde, zal moeten hebben. Verder moet men nog hierbij onderscheiden, of deze steenen met in- en uitspringende hoeken en lijstwerk moeten bearbeid worden, want bij deze moet niet alleen de ligchamelijke inhoud van de blokken, waaruit dezelve moeten gehouwen worden, als geleverde steen in rekening worden gebracht, maar voor dat gedeelte, hetwelk moet worden weggehouden om de vereischte gedaante te verkrijgen, moet nog het arbeidsloon voor dat afhouden berekend worden. Wanneer dit weggehouden van steen, bovendien nog bestaat in uithollingen, dan vereischt het nog meerder arbeid, en de prijs van den steen wordt zoo veel duurder gerekend.

Het eigenlijke behouwen van den steen kan men wederom verdeelen:

- 1°. in het behouwen der platte vlakken, waarmede de steenen op elkander liggen.
- 2°. dat van de vlakken, waarmede zij tegen elkander rusten, en
- 3°. dat van de schoone zijden.

Deze laatste arbeid vordert meerder zorg en tijd, dan de beide eersten, en wordt betaald in evenredigheid van het aantal daarbij voorkomende hoeken, scherpe kanten en lijstwerk.

De gereedschappen, welke een steenhouwer noodig heeft, zijn de navolgende:

10 vierkante spitse beitels, 6 breede platte beitels, 6 dergelijke doch iets smaller, 6 andere nog iets smaller, 6 nog smallere voor het lijstwerk, 4 platte getande beitels, 1 getanden hamer, 1 ijzeren winkelhaak, 1 passer, 1 houten regel, 3 houten hamers van onderscheidene grootte, 1 ijzeren moker tot het afslaan van groote stukken, 1 stoel of ronde plank met eenen poot.

Met den spitsen beitel wordt de steen ruw behakt, en men loopt er daarna nog eens een tweede reis met den spitsen beitel over; om nu den steen verder goed vlak te krijgen, gaat

(a) Zie hierover nader, RONDELLET, *Traité théorique et pratique de l'art de bâtir*. Tome I.

men voor de derde maal er nog eens met eenen goede scherpen spitsen beitel over heen , hetgeen men *piquer* noemt.

Nu frijnst men daarover henen met eenen groven, platten beitel, gevende gewoonlijk 12 frijnslagen op de palm. Deze frijnslagen overkruist men door middel van eenen gelijken beitel met 20 slagen op de palm , en eindelijk trekt men kruiselings over deze frijnslagen de laatste slagen van 25 tot 35 op de palm.

Tot het vlak werken van den steen , gebruikt men somtijds in de plaats van den beitel den ijzeren getanden hamer , waarmede men sneller vordert. Deze hamer zeer kostbaar zijnde , zoo gebruiken vele , in plaats daarvan , eenen der platte getande beitels. Met deze beitels wordt de steen ook wel eens afgewerkt of *gogradineerd* (*gradiné*) in de plaats van gefrijnsd , hetwelk sneller voortgaat , doch geen zoo fraai aanzigt geeft.

Het daggeld van een steenhouwer staat gewoonlijk tot dat van een metselaar als 3 : 2, en wat betreft den tijd, benoodigd tot iedere soort van werk, zij daaromtrent het volgende opgeeven, betrekkelijk de Escozijsche steen, welke het meest hier te lande gebezigt wordt. De vierkante el oppervlakte van eenen uit de groeve gehaalden Escozijschen steen ruw te behakken , vordert 5 werkuren. Het verder behouwen en frijnen van eene vierkante el, schoone oppervlakte van denzelfden , rekt men op ongeveer 20 werkuren. Voor iederen scherpen kant kan men 8 duim meerdere oppervlakte in rekening brengen. Voor lijstwerk berekent men de oppervlakten van al de lijsten, en voegt daarbij 3 duim voor elke behakking met den platten beitel , 6 duim voor elken scherpen kant , 9 duim voor iedere enkelvoudig gekromde lijst , als een kwart rond, en cavet of hol, en 12 duim voor iedere zamengestelde lijst , als: Cunaas , talon , scotu , enz.

Voor het behakken der vlakken , waarmede de steenen op elkander komen te liggen , besteedt men $\frac{2}{10}$ van den tijd, welke voor het behouwen der schoone zijden vereischt wordt, en voor het behakken der vlakken , waarmede de steenen tegen elkander stooten , wordt $\frac{2}{10}$ van den tijd vereischt.

Voor eene cubieke el uitholling wordt , wanneer de doorsnede van uitholling geringer dan 0,0025 vierkante el is , 100 malen zoo veel tijd gevorderd , als tot het behouwen eener vierkante el schoone zijde; wanneer de doorsnede tusschen 0,025 en 0,01 vierkante el is begrepen , slechts 50 maal den tijd. Daarbij veronderstelt men de wanden der uitholling slechts ruw behakt ; voor eene fijne bewerking moet men het behouwen der oppervlakte van die wanden afzonderlijk berekenen.

Wijders rekt men , dat tot het weghouwen eener Cub. el steen voor lijstwerk en dergelijken , 10 maal zoo veel tijd vereischt wordt , als tot het behouwen eener vierkante el schoone zijde , zonder het fatsoeneren der lijsten daarbij te rekenen.

Behalve de kosten van behouwen der steenen , moet men in rekening brengen :

- 1°. Het vervoeren der steenen van de plaats, waar zij behouwen zijn tot op het werk. Dit vervoer geschiedt van af de groeve, tot op het werk, indien dit in de nabijheid daarvan zich bevindt, of wel tot aan de schepen of roulage-rijtuigen, die hetzelfde verder vervoeren moeten, door eene soort van rolwagen op 4 wielen, welke door 4, 6, 8 of meer arbeiders getrokken wordt, naarmate van de zwaarte der steenen: men rekent gewoonlijk daarbij dat voor iedere 0,06 Cub. el steen, een man vereischt wordt om den wagen te trekken, en alzoo 8 man een halve Cub. el kunnen vervoeren; dat zij daarbij $\frac{1}{2}$ uur tijds noodig hebben om den wagen te laden, $\frac{1}{4}$ uur om denzelfen te lossen en $\frac{1}{4}$ uur om 100 el heen en weder te gaan.
- 2°. Het ligten der steenen, hetwelk gemeenlijk door bokken, schranken of schalken geschiedt. Men kan rekenen eenen arbeider noodig te hebben om 0,125 Cub. el steen op te trekken, terwijl 4 zulke arbeiders in 10 werkuren, 3 Cub. el, tot op eene gemiddelde hoogte van 10 el kunnen ophalen.
- 3°. Het plaatsen der steenen en het aanbrengen der mortel tusschen dezelve; hiertoe heeft men eenen ploeg noodig van eenen steenzetter, twee helpers en 1 à 2 handlangers. Zulk een ploeg plaatst een Cub. el steen in 5 uren.

Eindelijk moet men nog rekenen op het overhouden der schoone zijden en het opvoegen. Men mag daarvoor $\frac{1}{4}$ van den tijd rekenen, welken men aan het behouwen heeft besteed.

*Over de heden-
daagsche wijze
van metselen
in gehouwen
steen.*

Zeldzaam is het geval, dat in ons rijk gebouwen geheel van gehouwen hardsteen worden opgetrokken, daar zulks meestal alléén bij bruggen of dergelijke gebouwen plaats heeft, en men zich veelal vergenoegt alléén de buitenbekleeding van het gebouw in gehouwen steen, en het overige in breuksteen (*moëllons*) op te metselen.

De navolgende gróndregels, bij het metselen in gehouwen steen in acht te nemen, worden door RONDELET opgegeven.

1°. Daar alle gedeelten van vaste lichamen, ingevolge de wet der zwaartekracht, volgens de loodlijn trachten te vallen, zoo blijkt hieruit, dat zij alléén op een waterpas vlak volmaakt kunnen ondersteund worden. De gedaante alzoo, die het geschiktst aan gehouwen steen kan gegeven worden, is die van een *Parallelipipedum*, namelijk een ligchaam op een horizontaal vlak geplaatst, en door verticale vlakken ingesloten. Deze steenen alzoo in het verband op elkander en in waterpasse lagen gelegd zijnde, zal de uitwerking van de zwaartekracht op derzelver grondvlak nederkomen, en tot derzelver bevestiging medewerken, daar de drukking van den eenen steen op den anderen de vastheid vermeerderd. Wanneer deze constructie goed uitgevoerd is, zal zoodanig een muur bijna dezelfde stevigheid hebben alsof hij uit één stuk opgebouwd ware.

2°. Daar het de uitwerking der zwaartekracht is, die deze steenen aan elkander ver-

bindt, zoo blijkt hieruit, dat zij, naarmate zij grooter zijn, des te meer stevigheid en vastheid zullen verkrijgen.

3°. Is het een hoofdvereischte, dat hunne beddingen wel vlak en effen zijn, opdat zij op alle punten kunnen dragen; want, naarmate zij grooter zijn, kunnen zij ligter breken, wanneer er gedeelten zijn die niet dragen.

De kracht, welke de breuk veroorzaakt, bewerkt eene geheele ontstentenis in de constructie, en maakt dezelve gebrekkig; eenige punten dragen een last waaronder zij bezwijken, terwijl andere elkander niet aanraken. De hecht- en stevigheid in de volmaaktheid der constructie in gehouwen steen, die onafhankelijk van de metselspecie moet wezen, bestaat hierin, dat de steenen onmiddellijk de een op den ander gelegd worden, zoo als de Ouden zulks bewerkstelligden, en dat zij elkander op alle punten van hunne oppervlakten aanraken.

Het is de juistheid, waarmede de onregelmatige constructiën in groote gehouwen steenen gemaakt zijn, die de oorzaak van derzelve stevigheid uitmaakt. Deze steenen zijn zoo wel te zamengevoegd en de een in den anderen gesloten, dat hunne stevigheid dikwerf grooter is dan die van vierkante steenen.

4°. De constructiën in groote onregelmatige steenen kunnen, met goed gevolg, gebruikt worden in massen die geen last te dragen hebben, en die alleen zijdelingsche drukking hebben te weêrstaan, zoo als bij dijken, muren van steden en vestingen; men kan op deze wijze, in vele gevallen, partij trekken van zekere steenen, die niet dan met veel moeite vierkant behakt kunnen worden.

5°. Om de beste afmetingen te bepalen, die men aan de steenen geven kan, zoo merke men op, dat, in vele oude en nieuwe constructiën, de steenen die te dun zijn, namelijk die, welke te weinig dikte voor hunne lengte hebben, onder den last gebroken worden.

Deze toevallen ontstaan daardoor, dat de steenen niet overal volgens de geheele uitgestrektheid van hun bed dragen, hetzij, door dat de oppervlakte niet behoorlijk vlak en effen is bewerkt, of dat er eenige onregelmatige zakking, die de onderste steenen uit derzelve plaats gerukt heeft, veroorzaakt is.

Hoe meer dikte de steenen hebben met betrekking tot hunne lengte, des te meer kracht hebben zij om aan deze uitwerking tegenstand te bieden, die dikwerf moeilijk te voorzien of te beletten is.

Voor muren die zware lasten te dragen hebben, als pijlers en steunpunten, zijn de teerlingvormige steenen de beste; maar zij hebben minder stabiliteit, en geven geen goed verband. De genen waarvan de lengte veel grooter is dan de hoogte, hebben meerder stevigheid, en zijn beter geschikt voor een goed verband, maar zij hebben minder kracht om lasten te dragen. Volgens de proeven van RONDELET, op verschillende soorten van

gehouwen steenen genomen, kan men de lengte der steenen van eene middelmatige hardheid tot op twee à drie maal de hoogte of dikte bepalen, en de breedte op één à twee malen dezelve. Harde steenen van eene groote stevigheid, die meer dan 30 duimen dik zijn, kan men 4 à 5 malen de hoogte tot lengte geven, en 2 of 3 malen tot breedte; steenen van grooter afmeting zijn meer kostbaar dan nuttig. Bij zwakke steenen moet men dezelve niet meer dan 2 malen de hoogte tot lengte, en 1¹/₂ maal tot breedte geven.

6°. De wijze der Ouden, om de gehouwen steenen zonder metselspecie te verbinden (waarvan RONDELET zich in persoon heeft overtuigd bij de ruïnes van *Roms* en *Sicilië*, waar deze schrijver heeft bevonden, dat de holligheden tusschen de steenen alleen met stof van denzelfden steen waren gevuld), slechts bij zware kolossale steenen met goed gevolg gebezigd kunnende worden, en dit hedendaags zeldzaam of nimmer het geval zijnde, zoo is bij steenen van middelbare grootte de metselspecie onontbeerlijk om een vast geheel daar te stellen; (a) waarbij men, behalve dien, somwijlen verplicht is de steenen met ijzeren of metalen doken of krammen, of wel met dubbele houten zwaluwstaarten, aan elkander te verbinden; wordende in ons rijk echter van de eerste wijze alléén gebruik gemaakt. Men hakt daartoe in de benedensteenen, die op elkander moeten liggen, en wel op cenige punten, vierkante gaten ter diepte van 3 tot 10 duim, beneden iets ruimer uitloopende; hierbij wel zorg dragende, dat de gaten juist boven elkander komen. De ijzeren of koperen doken worden alsdan in den bovensten steen, ter halver lengte, vast gegoten, door middel van een klein geultje, in dezen steen van den voorkant tot aan de dookgaten gehakt; en na de steenen op elkander geplaatst te hebben, zoodat de doken in de gaten van den ondersteen passen, giet men die vol met lood-soldeersel, of ook wel somtijds met zwavel. Bij metalen doken kan van dit laatste middel gebruik gemaakt worden, maar hetzelfde is niet geschikt voor ijzer, daar zulks het roesten te zeer bevordert.

De doken voor groote steenen worden gewoonlijk van 3 of 4 duims ijzer, ter lengte van 10 tot 15 duim, gesmeed met weerhaken, gelijk de hakkelbouten, en worden geheel met lood of soldeersel omkleed.

Wil men geen gebruik van krammen of doken maken, zoo kan men echter de steenen met elkander behoorlijk verbinden, door middel van in- en uitspringende hoeken, zie fig. 13; van welk middel de Romeinen, in den opbouw van den Schouwburg van *MARCELLUS*, gebruik gemaakt hebben, door namelijk het bed van élken steen in vier gelijke vierkanten te verdeelen, waarvan twee 5 duim boven den anderen uitsteken, op welke de hopen van den bovensteen komen te passen. RONDELET heeft nog een tweede middel voor-

(a) Hiertoe bezigt men veel, in België, een mengsel van fijn gewreven steen, met kalk of Doorniksche asch gemeengd en *mastic* genaamd.

gedragen, bij gelegenheid van een problema door SOUFFLOT, den Architect van het *Pantheon*, voorgesteld, namelijk, om een cirkelvormigen muur daar te stellen, die de grootste drukking kon wederstaan, zonder daarin andere stoffen dan steen te mogen gebruiken; elke laag bestaat uit steenen, die, met uit- en inspringende hoeken, eene aaneenschakeling formeren, zie fig. 12 *.

Het voornaamste gebrek in de hedendaagsche wijze om met gehouwen steenen te metselen, bestaat voornamelijk in de weinige zorg die de steenhouwers aanwenden, om de steenen vlak en effen te hakken; iets hetwelk de Ouden zoo zeer in acht genomen hebben. Hetgeen hiertoe veel aanleiding geeft, is de wijze veelal in gebruik, om het werkloon der steenhouwers te berekenen volgens de buitenbekleding die in het gezigt komt (*parement vu*), en, in dien prijs, dien van de beddingen (*lits*) en stootvoegen (*joints*) te bevatten. Uit deze verkeerde wijze van de werken te berekenen volgt, dat de beddingen en stootvoegen zeer nalatig behandeld worden, en meestal scheef en schuins zijn, zoodat alleen de voorste kant draagt. De beddingen, in plaats van evenwijdig te wezen, zijn digter aan de buitenzijde dan aan den binnenkant. Om deze steenen te stellen, worden zij op eene stellaadje van wiggen en stophoutjes (*cales*) gesteld, die dikker zijn naarmate de steen slechter bewerkt is, om den voorkant zijn behoorlijken eisch te geven. Men giet vervolgens de stootvoegen vol kalkmortel, en vult de voegen der bedding, door middel van eene soort van zaag (*fiche*), welke met omgebogen tanden of weerhaken voorzien is, die den mortel voortstuwten, welken men met het truweel belet er uit te komen, wanneer men de zaag terugtrekt; moettende men bij deze bewerking wel zorg dragen den steen niet van de wiggen te verschuiven.

Om den mortel naar behooren onder de steenen in te vullen, is het noodig dat de wig eene dikte van 23 à 25 strepen hebbe; maar, daar zulke groote voegen een onaangenaam gezigt naar buiten zouden veroorzaken, zoo spaart men aan de buitenzijde een kant van 11 à 13 duim die geregeld is, en waarvan de dikte der voeg slechts 3 strepen bereikt, men verdunt ruwelijk het uitstekende van de bedding, zoodat de voegen van binnen 4 à 5 malen dikker dan van buiten zijn.

Uit deze wijze van metselen met gehouwen steen vloeit voort, dat de dikte van den kalkmortel door de uitdamping komende te verminderen, de dragt op de wiggen en stophoutjes alsmede op de voorkanten der steenen nederkomt, welke niet bestand zijn alleen eenen last te dragen, die gelijkelijk op alle punten van de bedding moest rusten, en die thans nauwelijks op een tiende gedeelte daarvan verdeeld wordt; deze moeten gevolgelijk onder den last bezwijken en de steenen doen bersten, zoo als ten aanzien van het *Pantheon te Parijs* het geval is geweest.

Dergelijke noodlottige uitwerkselen kan men vermijden :

Middelen

10*

*tot voorkoming
der voornoem-
de gebreken.*

1^e. Door de steenen met de meeste zorgvuldigheid vlak en effen te behakken, en, indien het gebruik van wiggen en stophoutjes tot regeling der steenen onvermijdelijk is, deze alsdan van lood te nemen; wanneer op deze looden wiggen, na de inkrimping en uitdrooging van den kalkmortel, de dragt nederkomt, worden zij insgelijks ingedrukt, en alzoo de drukking ook op andere punten overgebracht.

2^e. Door middel van een regt liniaal onderzoeken men behoorlijk, of de vlakken wel regt en effen zijn, door dit, volgens de rigting van het diagonaal, op dezelve te plaatsen. Wanneer de beddingen behoorlijk gemaakt zijn, zoo moeten de steenen, als zij daarna op elkander geplaatst zijn, behalve de kleine ongelijkheden van het behakken, op alle punten elkander aanraken.

Men geloofst dat de Ouden de steenen op elkander wreven, om deze oneffenheden beter te doen verdwijnen.

3^e. Moet men zorg dragen, dat de lichamelijke hoeken wel haaks zijn, ten ware de voorbekleding een *tabud* moest hebben, als wanneer men de voorbekleding der steenen de behoorlijke helling dient te geven.

4^e. Het behakken der voorzijden van de steenen dient slechts ten ruwe te geschieden, alvorens deze op hunne plaats gebracht zijn; daar men dezelve op deze wijze beter kan regelen, en er daarna de laatste hand aan leggen, terwijl men ook aldus het gebruik der wiggen kan vermijden.

Om dezelve te stellen gaat men aldus te werk: men begint eerst met het bed der ondersteenen behoorlijk af te strijken, en men plaatst er dezelve geheel droog op; met het schietlood, het waterpas en den winkelhaak onderzoekende, of de steen behoorlijk gesteld is, of in dezen stand de voegen en beddingen zijn zoo als zij moeten wezen, en of het uitstekende voor de behakking voldoende is; in het geval dat hetzelfde te zwak ware den steen meer vooruit brengende.

Nadat men den steen weder afgenomen heeft, bevochtigt men de vlakken volgens welke de steenen elkander aanraken; vervolgens spreidt men een bed van dunnemetselspecie op den ondersteen, plaatsende den steen in den vorigen stand er weder op, en slaat daarop met een houten stamper (*dame*), om denzelfden wel in de metselspecie te drukken.

Om de stelling der steenen gemakkelijker te maken, kan men wiggen aan de vier hoeken gebruiken; maar men neemt dezelve naderhand weg, als men den steen behoorlijk op zijne plaats gesteld heeft; men laat denzelfden op den mortel zakken, en slaat dezen vervolgens behoorlijk aan.

Bij het metselen in gehouwen steen volgt men gemeenlijk het verband bekend onder den naam van *Vlaamsch verband* (a)

(a) Zie de Metselverbanden in het volgende Hoofdstuk.

Bij de wijze aldus beschreven behoeft men voor geene zakking te vreezen, daar zeer weinig mortel hierbij gebruikt wordt.

In België maakt men veel gebruik van metselwerk in zoogenaamde breuksteen (*moëllons*), welke uit groeven worden gebroken, die onder anderen veel in den omtrek van *Doornik* gevonden worden, en uit steenstukken bestaan van onderscheidene grootten en gedaanten, die, zoo net mogelijk in elkander passende, in een bed van kalkmortel gelegd worden; waartoe eene bijzondere handigheid van den werkman vereischt wordt, om niet te veel kalkmortel hierbij te gebruiken, de holligheden daartoe met kleinere stukken invullende; mogende, op een cubiek-el metselwerk in breuksteen, niet meer dan 0,35 cubiek-el kalkmortel gebezigd worden.

Metselwerk
in breuksteen
of moëllons.

De buitenbekleding van den muur kan hierbij op tweederlei wijzen bewerkt worden, namelijk: op eene onregelmatige wijze (*en moëllons bruts*), door de steenbrokken aan de buitenbekleding even als in het binnenste van den muur te plaatsen, zonder op eenige regelmatigheid der voegen acht te geven; of wel, door de tot de buitenbekleding te gebruiken steenen aan ééne zijde ten ruwe vierkant te behakken (*en moëllons piqués*), en de steenen bij lagen van gelijke hoogte in het verband op elkander te plaatsen.

De ondervinding heeft hierbij geleerd, dat de laatste soort van metselwerk dikwerf onregelmatig is aan afscheiding der buitenbekleding van het overige gedeelte van den muur, hetwelk veroorzaakt wordt door de ongelijke zetting die bij beiden moet plaats hebben, dewijl tot de buitenbekleding veel minder kalkspecie gebezigd wordt dan tot het binnenste metselwerk, en alzoo bij het eene meer inkrimping dan bij het andere plaats heeft. Wanneer men de buitenbekleding in ruwe breuksteen (*en moëllons bruts*) optrekt, brengt men daarbij, van elke 1½ à 2 ellen afstands, eenige horizontale lagen van behakt breuksteen (*moëllons piqués*) aan, en versterkt men daarenboven de hoeken met zware gehouwen hardsteenen.

Ten einde ook eenig denkbeeld te geven van de wijze om gewelven in gehouwen steen te construëren, hetwelk vooral in België van groot nut en toepassing kan wezen, en welke kunst onder den naam van *coupe de pierre* bekend is, zoo zullen wij hier laten volgen de beschrijving van de wijze, om de vlakken der welfsteenen van eenige meest gebruikelijke gewelven, als de *ton-*, *kruis-* en *kloosterwelven*, juist te bepalen (a).

Over het hakken der welfsteenen (Coupe de pierre.)

De steenen welke te zamen een gewelf formeren noemt men *welfsteenen*.

Algemeene bepalingen.

De middelste steen wordt de *sleutel* of *sluitsteen* genaamd.

(a) Men verwacht hier geenszins eene volledige beschrijving van deze kunst, waarmede men geheele boekdeelen zoude kunnen vullen, daar zulks buiten het bestek van ons werk gelegen is; die geneu onzer lezers, welke daaromtrent meerder begeeren te weten, raadplegen de werken van RONDELET, LA RUE, DURAND, en vooral FREZIER. Ten einde ook voor die genen verstaanbaar te zijn, welke de *Géométrie descriptive* niet geleerd hebben, zullen wij de constructie alléén op eene practische wijze aangeven.

Het gedeelte van een *welfsteen*, hetwelk in het front van het gewelf zichtbaar is, noemt men het *hoofd* van den *welfsteen*. De vlakken waar zij aan elkander sluiten zijn de *voegvlakken*, en die in de kromming van den boog de *boogvlakken*.

Bepaling der vlakken van de welfsteenen van een tongewelf.

Door *tonwelfen* verstaat men die, welke van eene halve cilindrieke gedaante zijn; deze kunnen cirkelvormig gedrukt of verhoogd zijn, nogtans verstaat men onder den naam van tonwelf gewoonlijk een cirkelvormig welf.

Tot het onderhavige geval zullen wij veronderstellen, dat men in een muur van gehouwen steen eene poort wil maken, welke door een *tonwelf* geformeerd wordt.

Zoo moet men vooreerst op het papier eene zoogenaamde *Epure* of afteekening maken, en wel op de navolgende wijze.

Men trekke eene horizontale lijn AB , en eene verticale lijn CD midden op dezelve, zie fig. 14; en uit het punt E , als middelpunt, de inwendige boog (*intrados*) ACB , met een straal gelijk aan de halve wijdte van het gewelf, en vervolgens die van den buitenkant van het gewelf (*extrados*) $F GH$, op een afstand van de eerste, gelijk aan de dikte der welfsteenen. Men verdeele in twee gelijke deelen de breedte HB of AF , door middel van den gestippelden boog 1, 2, 3; men trekke vervolgens de lijn IK evenwijdig aan HF , op den afstand der dikte van den muur in welchen de poort geconstrueerd moet worden; men trekke de loodlijnen HI , BL , AM en FK ; en verdeele vervolgens den boog in zoo vele gelijke deelen, als men er welfsteenen in plaatsen wil, welk getal steeds oneven moet wezen.

Door de punten 5, 7, enz. trekke men, door het middelpunt, de lijnen 4, 5; 6, 7; enz., welke de voegen der welfsteenen voorstellen. Vervolgens van al de punten waar deze lijnen de cirkelbogen doorsnijden, als in 4, 8, 5, 6, 9 en 7, laat men loodlijnen op IK vallen als 4, 10; 5, 11; enz.; daarna verdeele men de binnenboogvlakken B , 5; 5, 7; enz. in twee gelijke deelen, en trekke mede de gestippelde loodlijnen 13, 14; 15, 16; enz.

Om nu de binnenboogvlakken der welfsteenen te ontwikkelen, zoo trekke men eene horizontale lijn NO onder de horizontale lijn IK ; men verlengde de middelste lijn GD tot in P , en trekke de lijn QR evenwijdig aan NO , zoodat de afstanden NQ en RO de dikte van den muur als voren blijven; men ontwikkelde vervolgens den binnenboog, en zette regts en links van de lijn DP de ontwikkelde breedte van den boog C , 7; 7, 5; enz. uit; terwijl men de middelste lijn dezer bogen stippelt en met dezelfde cijfers beteekent, en alzoo de boogvlakken S , T ; 7, 20; enz. verkrijgt.

Ten einde de mallen der voegvlakken te bepalen, zoo bringe men de afstanden 4, 5 op S , 4, van het ontwikkelde vlak, fig. 15; de afstand 6, 7 op T , 6, en zoo vervolgens. Om het midden der voegen te bepalen, zoo verdeele men de afstanden S , 4 en T , 6 in twee gelijke deelen, en trekke de gestippelde verticale lijnen; wel in acht nemende om, op de

ontwikkelde teekening, de voegen NQ en $S20$, enz. door zware lijnen, de breedte der voegen 4, 4; 6, 6; 17, 17; 18, 18; enz. door fijne lijnen, en die der voegen door verlengde punten te onderscheiden.

De teekening aldus gemaakt zijnde, zoo zoek men een steen uit, welke lang genoeg zij om de dikte van den muur RO te beslaan, en breed genoeg om de hoofdvlakken of paneelen 4, 5, 6, 7, te kunnen bevatten.

Men bewerk eene der lange zijden, door middel van het liniaal, geheel effen, waarop men (zie fig. 16) twee evenwijdige lijnen AB en CD trekke, op den afstand van de breedte der boogvlakken 7, 5; 5, B ; enz.; en vervolgens, met den winkelhaak, de evenwijdige lijnen BC en AD , op den afstand RO , getrokken hebbende, zoo zal men volgens die lijnen de twee andere evenwijdige vlakken behakken, waarop men het hoofdpaneel of vlak $ADEF$ zal afteekenen; den steen vervolgens links en rechts behakkende, volgens BD en DE , zoo zal men de voegvlakken bekomen, waarna men insgelijks het buitenboogvlak EF zal bewerken.

De fig. 17 verbeeldt een welfsteen, met het boogvlak en een voegvlak, welke men begonnen heeft te behakken.

Om eens halfcirkelvormige poort schuins van voren te maken; zie fig. 18.

De afteekening van den opstand is volkomen de zelfde als van de rechte poort; alleen in het plan fig. 16 trekke men de schuinsche lijn EF op de bepaalde dikte van den muur waarin de boog geconstrueerd moet worden. Wanneer men, even als te voren gezegd is, de loodlijnen uit de onderscheidene doorsnijdingen der voegen met de boogen trekt, verkrijgt men de verschillende lengte der voeg- en boogvlakken begrepen tusschen de lijnen EF en GH .

Om eens halfcirkelvormige poort schuins van voren te maken.

Ten einde nu de mallen voor de boogvlakken (bouëlles) te bepalen, zoo trekke men, onder de opstandteekening, de evenwijdige lijnen GH en CI , fig. 20, op eenen afstand van de grootste dikte van den muur FH ; men teekene in deze tusschenruimte de ontwikkelde boog- en voegvlakken op dezelfde wijze als te voren beschreven is, en men stippele insgelijks het midden der boog- en voegvlakken. Deze teekening tot dus verre gereed zijnde, behoeft men slechts met den passer de vermindering der boogvlakken te bepalen. De afstand 1, C (fig. 19) op C , 1 (fig. 20); die van 2, 3 op 2, 3; van 4, 5 op 4, 5; van 6, 7 op 6, 7; enz., uitgezet hebbende, ten einde de grootte der voeg- en boogvlakken te kunnen vinden, op welke wij dezelfde cijfers geplaatst hebben, om er des te beter de betrekking van te begrijpen.

Ten einde nu de mallen voor de voegvlakken te bepalen, zoo zal men, volgens het grondbeginsel van het vorige werkstuk, de afstanden 19, 20 (fig. 19) op 19, 20 (fig. 20); 21, 22 op 21, 22; 23, 24 op 23, 24; en 25, 26 op 25, 26 overbrengen, en zal dus

doende de geërceerde vlakken van fig. 20 verkrijgen, welke de voegvlakken voorstellen.

Om nu de welfsteenen daar te stellen, make men vooreerst eene mal voor de hoofden der welfsteenen, op het rechte vlak. Stel nu dat men den welfsteen, welke op de pijler $A B G E$ moet komen te rusten, wil maken, zoo neme men de mal van dezen pijler, en legge die tegen het bed van den steen, hetwelk met het teeken O wordt aangetoond, zoodat de zijde $A B$ van de mal, langs de zijde $18 G$ van het boogvlak, kome te liggen, en men plaatse de mal van het boogvlak $18 G K 15$ op die zijde; vervolgens plaatse men op het bovenste bed, door het teeken in de figuur 21 aangeduid, de mal van het eerste voegvlak, zorg dragende, dat de zijde $15 K$ tusschen de punten 15 en K gelcgen zij; den steen alzo behakkende, en tusschen deszelfs mallen insluitende, verkrijgt men den welfsteen zoo als het behoort; zie fig. 21.

De andere welfsteenen worden op dezelfde wijze behandeld, steeds in acht nemende, de mallen van den boog en de voegvlakken, naar derzelve rang en dispositie, op den steen te leggen.

*Om eene
schuine half-
cirkelvormige
poort in eenen
docerenden
muur te ma-
ken.*

Om eene schuine halfcirkelvormige poort in eenen docerenden muur te maken.

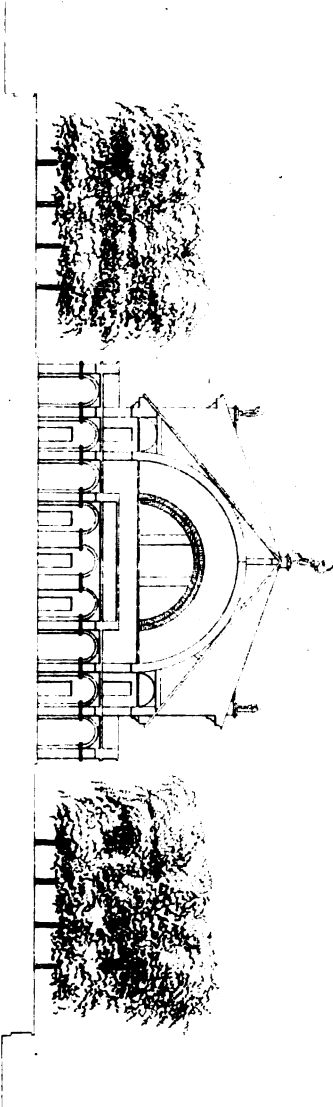
De teekening daarvan verschilt hierin alleen van de vorige, dat zij in een schuinschen muur is ingesneden. De opstandteekening wordt even als in het vorige geval geformeerd; wij zullen alleen de vermeerdering aangeven, om deze daar te stellen.

De teekening aldus voorbereid zijnde, zoo verleng men de lijn $A B$ tot in C , men trekke alsdan de schuinsche lijn $B D$ onder den hoek welken de docerende muur heeft, alsmede uit het hoogste punt der boogvlakken, en uit de doorsnijding der voegvlakken, met de bogen, de evenwijdige lijnen $D, 1; 2, 3$; enz. (fig. 22.)

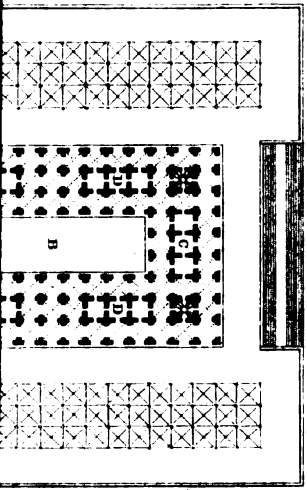
Om op den platten grond het schuine vlak af te beelden, zoo neme men den afstand $4, 5$ (fig. 22), en zet dezen loodregt onder de lijn $H E$, op $4, 5$ (fig. 23), zoodat hij de lijn $24, 5$ in het punt 5 doorsnijde, en herhale dit ter wederzijde, op de lijnen met dezelfde cijfers beteekend; aldus gaat men voort den afstand $6, 7$ op $6, 7; 8, 9$ op $8, 9$; enz., ter wederzijde van den platten grond, loodregt op $H E$ uit te zetten, zoodanig, dat men dezelfde cijfers in fig. 23 bekomme. Men trekke vervolgens eene kromme lijn, welke door de punten $F, 5, 7, 9, 11, 13, 11, 9, 7, 5, G$, gaat, en die de horizontale projectie van den binnenboog (*intrados*) voorstelt.

Om de horizontale projectie van den buitenboog (*extrados*) te vinden, zoo gaat men daarmede op dezelfde wijze te werk. Men trekke uit onderscheidene punten van dezen boog loodlijnen op $B E$, welke men verlengt tot de lijn $A I$, en neme vervolgens de afstanden $3, 14; 15, 16$; enz., welke men op de corresponderende loodlijnen uitzet, loodregt op de lijn $H E$ (fig. 23); door deze punten trekke men de kromme lijn $H 16, 14, 14, 16 E$, welke de horizontale projectie van dezen boog zal voorstellen.

BEURS.



Pl. 13.



A. Vestibule.
B. grande Saal.

C. Saal des Négocians.
D. Kankern.

Om de mallen der boogvlakken te bepalen, moet men dezelve ontwikkelen, zoo als te voren, onder de algemeene teekening, en daartoe de twee evenwijdige lijnen *A K* en *CD* trekken (fig. 24), op eenen afstand gelijk aan de grootste dikte van den muur *E J* (fig. 23), beschrijvende in deze tusschenvlakte de boog- en voegvlakken, op dezelfde wijze als in de vorige constructie is aangetoond. Men brenge vervolgens den afstand *K G* (fig. 23) op *K G* (fig. 24); 17, 5 op 17,5; 18, 7 op 18, 7; en zoo voorts tot in 25, *F* ingesloten. Men trekke wijders eene kromme lijn, welke door de punten *F*, 5, 7, 9, enz. loopt, en die de voorkanten der boogvlakken in het docerende vlak voorstelt.

Om de voegvlakken te beschrijven, zoo brenge men insgelijks de afstanden 15, 16 (fig. 23) op 15, 16 (fig. 24); 26, 14 op 26, 14; 27, 14 op 27, 14; en 28, 16 op 28, 16. Men trekke vervolgens de voorlijnen der voegvlakken 16, 17, en 14, 11, ter wederzijde.

Vervolgens make men de mallen der hoofd-voeg- en boogvlakken, ingevolge deze ontwikkelingen, zoo als te voren is aangetoond. De wijze van het behakken te ontvouwen zoude eene onnoodige herhaling zijn.

Om eene regte poort in een ronden toren of muur te construëren, zoo veronderstelle men de teekening van den opstand (fig. 25,) en die van den platten grond (fig. 26,) ge-

Om eene regte poort in eenen ronden toren te maken.

maakt te hebben. *Om nu vervolgens de boogvlakken te bepalen*, zoo trekke men beneden den platten grond (fig. 26) eene lijn *AB*, waarop men de onderscheidene breedten der boogvlakken 1, 2; 3, 4; 5 en 6, aanteekeut. Met zette vervolgens den afstand, begrepen tusschen de lijn *CD* en de kromme lijn *EF*, namelijk: 6, 9 op 6, 9; 5, 7 op 5, 7; en zoo vervolgens; zoo bekomt men de voorkanten der boogvlakken, waarvan men de kromme lijnen trekt door de punten 9, 7, 16, 8, enz. Om de achterkanten dezer vlakken te bekomen, zoo zette men insgelijks 6, 10 op 6, 10, enz.; en trekke mede de kromme lijnen, welke door de punten 10, 11, 18 en 12 loopen; de andere zijde gelijkvormig zijnde, is het onnoodig de cijfers te herhalen.

Om de voegvlakken te teekenen, zoo neme men vooreerst de hoogte van het voegvlak 3, 13, welke de gemeene maat voor allen zal zijn, wat de breedte betreft; men brenge deze maat op 5, 4, 3 en 2 (fig. 27), en trekke lijnen evenwijdig aan die van 9, 6 en 5, 11, enz. der boogvlakken; vervolgens trekke men de voorkromte der voegvlakken, zoo als hier boven, door middel van de afstanden 13, 14 (fig. 25), overgebracht op 13, 14 (fig. 27), en 15, 16 op 15, 16; ter wederzijde, in het achterste gedeelte van voornoemde voegvlakken, door 13, 17 op 13, 17; en 15, 18 op 15, 18, enz. te brengen, en vervolgens de kromme lijnen te trekken.

Indien men den buitenboog (*extrados*) wil ontwikkelen, om de bovenkanten der zelf- steenen te bepalen, zoo trekke men eene lijn 10, *D*, waarop men ontwikkelt den boog *C*,

19, 13, 19 *D* (fig. 25), op 10, 15, 19 *D* (fig. 28). Gebrek aan plaats heeft ons genoodzaakt hier slechts de helft der ontwikkeling te kunnen voorstellen, maar de andere helft is gelijkvormig. Men trekke lijnen evenwijdig met 10, *D*, waarop men de lengte 10, *A* (fig. 25) op 10, *A* (fig. 28); 15, 16 op 15, 16; 13, 14 op 19, 14; *CE* op *DE*; en de lengten *CG* of *DH* op *DH*; 13, 17 op 19, 17; 15, 18 op 15, 18; en 10 *I* op 10 *I*, brenge, verkrijgende alzoo het bovenste van den buitenboog.

Kruiswelfen worden geboren door twee *tonwelfen*, welke elkander regthoekig doorsnijden en in de snijlijnen twee diagonale of overhoeksche bogen daarstellen, die flauwer uitvallen dan de bogen, volgens welke de tonwelfen beschreven zijn. Men bedient zich van zulk een welf veelal tot overwelfing van eene vierkante ruimte, en wanneer de ruimte langwerpiger vierkant is dan verdeelt men die in vierkante ruiten, waarvan iedere ruit met een eigen kruiswelf overdekt wordt. Dewijl een zelfde tonwelf door verschillende andere kan doorsneden worden, welke op gelijke of ongelijke afstanden al of niet evenwijdig aan elkander loopen, en in waterpasse of hellende rigtingen hetzelfde in elkander doorkruisen, zoo bestaan er zeer vele wijzigingen van kruiswelfen, te meer daar de onderscheidene tonwelfen ook met verschillende bogen kunnen beschreven zijn. Zij leveren echter in de zamenstelling meer moeilijkheden op, naarmate de voorkomende gevallen verder van het eenvoudige kruiswelf afwijken. Veronderstellen wij dat *AIC* en *CFD* de opstanden dezer gewelfen voorstellen.

Om kruiswelfen te construeren.

De platte grond van dit gewelf is, in fig. 29, in eene eenigzins langwerpige gedaante voorgesteld. De constructie van een zoodanig gewelf op een volkomen vierkant is dezelfde.

Het parallelogram *ABCD* verbeeldt alzoo den platten grond; men trekke achterevolgens de hoeklijnen *AD* en *BC*, welke de horizontale projectie der doorsnijdingen van de beide tonwelfen, die het kruiswelf formeren, voorstellen.

Vervolgens verdeele men den boog *CFD* in zoo vele welfsteen, als er zich in den halven cirkelboog *AJC* bevinden, en teekene de hoofden der welfsteen, zoo als in de figuur is aangetoond. Men late daarna, uit de punten *P*, *Q*, 6, 2, loodlijnen op *AC* vallen, en verlengde deze lijnen in den platten grond tot aan *BD*; men doe hetzelfde uit de punten 2, 6, *F*, *R*, *S*, op *CD*, en verlengde die lijnen tot *AB*.

Om de kromme lijn van doorsnijding der beide *tonwelfen*, die het kruiswelf formeren, te vinden, bij voorbeeld die waarvan de lijn *BC* de horizontale projectie voorstelt, gaat men aldus te werk. Men rigte op de snijpunten 1, 3, 5, dezer lijn, loodlijnen op; men brenge den afstand 1, 2, of de hoogte van het punt 2 van den cirkelboog *CFD*, boven *CD*, op de loodlijn 1, 2, boven *BC*; 6, 5 op 6, 5; *EF* op *KX*, enz., en men trekke door de punten *C*, 2, 4, 6, *K*, 6, 2, *B*, eene kromme lijn, welke de begeerde doorsnijding zal voorstellen.

Om nu den eersten hoekwelfsteen daar te stellen, zoo make men het bed van een steen effen, en trekke daarop een vierkant, waarvan iedere zijde gelijk zij aan 1, 12 (fig. 29). Men behakke vervolgens vier zijden loodregt op de zijden van het vierkant, ter hoogte van 9, 12; make het bovenvlak evenwijdig aan het benedenste, en verkrijgt daardoor een langwerpigen vierkanten steen, gelijk in fig. 30 wordt voorgesteld. Vervolgens trekke men op de bedding van dezen steen, op een afstand van $C 1$ (welke den sprong van den bovenkant voorstelt), de lijn 15, 16, evenwijdig aan 13, 14 (fig. 30); en 17, 18, evenwijdig aan 14, 19. Hierna zette men de hoogte $C 2$ op den hoekkant 14, 21 uit, en trekke de lijnen 21, 20 en 21, 22, evenwijdig aan 13, 14 en 14, 19, welke de bovenkanten der boogvlakken zullen verbeelden. Daarna legge men op de beide andere vlakken de mallen der hoofden $C, 12, 9, 2$, en $C, 2, 15$, zoodanig, dat de zijde $C 12$ langs 22, 15 en 22, 18 kome te liggen. Wijders behakke men de welfsteenen volgens de kromme zijde der mallen, en men verkrijgt daardoor de kromme lijn 23, 21, welke den kant boven het diagonaal van den platten grond voorstelt, en men behakke dezelve wijders volgens de lijn 20, 24; waarna men een welfsteen, gelijk in fig. 30 wordt voorgesteld, zal bekomen.

Om den tweeden hoekwelfsteen te verkrijgen, behakke men eerst eenen steen, waarop men aan de tegenovergestelde zijde der bedding een langwerpig vierkant trekke, welks eene zijde gelijk zij aan $M, 8$, en de andere zijde aan $N O$. Men behakke vervolgens loodregt, op de zijden van dit langwerpig vierkant, vier vlakken, welke eene lengte gelijk aan den afstand $M, 14$, of $N, 13$, zullen bekomen, en make daarna het onderste of beddingvlak evenwijdig aan het bovenste.

Vervolgens neme men, met den passer, den sprong 2, 13, en zet dien uit op den kant, 2, 1 (fig. 32), evenwijdig aan denzelfden, volgens de lijn 3, 4; den sprong 2, 14 zette men uit, evenwijdig aan den kant 2, 7, volgens de lijn 5, 6. Vervolgens neme men de hoogte van den sprong 14, 6 of 13, 6; men zette dien uit van 2 tot 9, en trekke de lijnen 8, 9 en 9, 10, evenwijdig aan 1, 2 en 2, 7. Daarna legge men op het hoofdvlak de hoofdmal 15, 2, 6, N, O , zoodanig, dat de punten 2, 6 (fig. 29) op de punten 3, 8 (fig. 32) komen te liggen. Men plaatse insgelijks op het andere vlak de hoofdmal 2, 6, 7, 8, 9, zoodanig, dat de punten 2, 6 juist op 6, 10 vallen; de welfsteen alsdan op alle zijden bepaald zijnde, zoo behakke men de boog- voeg- en hoofdvlakken, en zal alsdan eenen steen bekomen gelijk in fig. 33 wordt voorgesteld.

De volgende welfsteenen, indien er zich behalve de sluitsteen nog meer in het gewelf bevinden, worden op gelijke wijze behandeld.

Om den sluitsteen (fig. 34) te bepalen, behakke men eerst eenen steen, waarop men een vierkant uitsteke, dat het vlak van den buitenboog (*extrados*) kan inhouden; daarna behakke men dezen steen, volgens de zijden van dit vierkant, regthoekig, ter lengte van

de hoogte van den steen; wijders steke men op deszelfs bedding het boogvlak uit, en legge de mallen der hoofden op de behoorlijke zijden; men behakke vervolgens de boog- en voegvlakken, gelijk in fig. 34 te zien is.

NB. Deze steen is niet in evenredigheid geteekend, daar dezelve te veel plaats zoude ingenomen hebben.

Om een kloosterwelf te construeren.

De *kloosterwelfen* ontstaan mede uit de doorsnijding van twee *tongwelfen*, maar op eene tegenovergestelde wijze, daar de hoeken van ontmoeting, in plaats van uitstekende, bij deze inspringende zijn. Bij kruiswelfen zijn de flauwere diagonaalbogen, welke uit de snijding der twee welfen ontstaan, uitspringend, bij kloosterwelfen zijn zij daarentegen inspringend. Men kan zich een duidelijk denkbeeld van dit laatste welf maken, als men zich voorstelt dat het bestaat uit die deelen of stukken der tonwelfen, welke bij een kruiswelf ontbreken. De kloosterwelfen zijn zeer weinig in gebruik, om dat zij de ruimte, welke zij bedekken, zeer belemmeren. — Men gebruikt dezelve alleen in enkele gevallen zoo als b. v. bij privaatputten. — Bij kruiswelfen worden de hoeken welke bij de snijdingen ontstaan, naarmate het aantal der elkander doorsnijdende tonwelfen grooter is, ook scherper; bij kloosterwelfen worden deze hoeken daarentegen stomper, zoodat zij eindelijk, wanneer men zich een kloosterwelf voorstelt, dat uit een aanmerkelijk getal elkander doorsnijdende tonwelfen bestaat, geheel verdwijnen, en men een zoogenaamd koepelwelf bekommt, waarvan de horizontale doorsneden cirkels zijn. Ten einde deze constructie algemeen voor te stellen, zoo hebben wij verondersteld, dat de platte grond, welke overdekt moet worden, een parallelogram zij; voor een vierkant is deze dezelfde.

Wij zullen korthedshalve veronderstellen, dat, nadat men de vorige werkstukken geconstrueerd heeft, er geene verdere uitlegging benoodigd is, om de teekening van den platten grond en opstand te maken, welke in fig. 35 wordt voorgesteld.

Om den *eersten hoekwelfsteen te behakken*, zoo merke men op de teekening een vierkant 1, 2, 3, 4, groot genoeg om de projectie der buitenzijde van den steen te bevatten, en behakke den steen in het ruwe, gelijk bij de vorige werkstukken is gezegd, zoodat men alzoo het *parallelipipedum* (fig. 36) bekomt.

Nu neme men den afstand 1, 5 (fig. 35), en stelle dezen van 3 op 2, en trekke de lijn 1, 2 evenwijdig aan 3, 4; den afstand 1, 6 brenge men van 3 op 5; en men trekke 5, 6, evenwijdig met 3, 4. Daarna trekke men 1, 7 en 7, 6, op den onderkant van den steen; 2, 8 en 8, 5 op den bovenkant; en men behakke het *parallelipipedum* 2, 8, 5, 3, 1, 7, 4, 6.

Daarna neme men den afstand 5, 7 (fig. 35), en brenge dezen op 1, 9 (fig. 36), en den afstand 6, 8 op 6, 10; en trekke 9, 10 evenwijdig aan 1, 7 en 11, 10 evenwijdig aan 6, 7. Men neme vervolgens de hoogte 9, 10 (fig. 35), en zet deze van 12 op

13, en van 14 op 13 (fig. 36), Dit gedaan zijnde, zoo zal men de mal van het hoofd *A*, 10, *B*, *C*, formeren, en dezelve op de daartoe behoorende zijde leggen, zoodanig, dat de punten *A* en 10 op 10 en 12 vallen. Men zal insgelijks de mal van het hoofd *A*, 11, *D*, op de andere zijde leggen, zoodanig, dat de punten *A*, 11 op 9, 14 komen te liggen; men trekke de kromming der boogvlakken en de zijden der voegvlakken na deze mallen, en trekke mede de lijnen 15, 16 en 16, 17; men holle daarna de boogvlakken uit, en behakke de voegvlakken 13, 14, 17, 16, en 12, 13, 16, 15, waardoor men eenen steen bekomt zoo als in fig. 38 te zien in. Men moet, bij deze soort van langwerpig vierkante gewelven, wel zorg dragen om de mallen der hoofden op derzelver behoorlijke zijde te leggen, en niet de eene voor de andere te nemen, hetgeen alleen, wanneer de te overdekken ruimte een vierkant is, onverschillig is, en overigens wel zorg dragen, dat het bed van den steen tot het onderste voegvlak genomen worde.

Om den tweeden hoekwelfsteen daar te stellen, zoo bereide men weder eenen steen, fig. 37, zoodanig als van den vorigen gezegd is; men neme den afstand 13, 14 (fig. 35), tot hoogte van denzelfven aan, en behakke het bovenvlak evenwijdig aan het onderste. Vervolgens neme men den afstand *E*, 15, en zet dezen (fig. 37) van 4 tot 1 uit; men trekke 1, 2, evenwijdig aan 3, 4; men neme insgelijks den afstand *E*, 16 (fig. 35), en trekke 5, 6, mede evenwijdig aan voornoemde zijde; daarna trekke men 6, 8 en 8, 1, benevens 5, 7 en 7, 2, en holle de *paralelipipedums* uit.

Vervolgens neme men den afstand 22, 31 (fig. 35), en zet dezen op 6, 13 (fig. 37); en 23, 32 op 1, 2. Daarna neme men de hoogte 17, 18 (fig. 35), en make 9, 1 en 6, 11 gelijk aan dezelve.

Men legge daarna de mallen der hoofdvlakken, elk op hare toebehoorende zijde, zoo dat de punten 10, *F* op 12, 9, en 11, 18 op 13, 11, komen te liggen; men trekke de lijnen 9, 18; 12, 9; 12, 14; 11, 13; 11, 20, benevens 13, 16; en vervolgens de lijnen 14, 15 en 15, 16, evenwijdig aan de onderkanten; waarna men den steen in zijne vereischte gedaante kan uithakken, die alsdan de gedaante volgens fig. 39 zal verkrijgen.

Om den sluitsteen te bekomen, behakke men eerst eenen steen in het ruwe, waarop men het vierkant van het boogvlak 22, 23, 24, 25, afteekent, en legge vervolgens de mallen der hoofdvlakken 18, 26, 27, 14, en *F*, 28, 29, 20, op dezelve, en behakke deze daarna; waarna men het boogvlak uitholt, en de diagonale snijdingen daarin naar behooren aanbrengt, verkrijgende daardoor den steen in fig. 40 voorgesteld.

Om de welfsteenen tusschen de hoeksteenen in gelegen te bekomen, worden deze als die van eene poort van dezelfde opening behandeld.

Wijders dient hier nog aangemerkt te worden, dat de welfsteenen slechts figuratief zijn voorgesteld.



TWEEDE AFDEELING.

VIERDE HOOFDSTUK.

OVER DE METSELWERKEN IN GEBAKKEN STEEN.

Tot de deugzaamheid van Metselwerk in gebakken steen wordt vooreerst vereischt, dat de steenen van middelmatige vette leem of potaarde worden gevormd, van plantaarde of andere vreemde deelen gezuiverd, gaar gebakken, en, zoo mogelijk, gedurende eenen winter aan de vorst zijn blootgesteld geweest; ten tweeden, dat de metselspecie van goede welgebluschte steen- of schulpkalk, met zuiver, scherp, grof, korrelig zand, fijn gemalen tras, of zuiver kunst-cement, naar den aard en eisch der onderscheidene werken, zij zamengesteld, behoorlijk gemengd en bebouwd; en ten derden, dat de steenen zelf, zonder metselspecie, een behoorlijk vast en samenhangend geheel uitmaken. Hoe meer de onderscheidene deelen, waaruit een metselwerk is zamengesteld, in elkander grijpen, hoe meer samenhang zij verkrijgen.

Ten einde van de waarheid van dit laatste vereischte overtuigd te worden, stelle men zich eenen muur voor, waarvan de steenen, in gewone metselspecie gewerkt, in lagen regt boven elkander liggen; indien nu twee krachten *A* en *B*, in tegenovergestelde richting, op dit muurtje werken, en in staat zijn om de verbinding van den steen met de metselspecie, in de kleinste verticale doorsnede, te overwinnen, zal deze muur in afzonderlijke pijlers verdeeld worden, die afzonderlijk zullen instorten; zie fig. 1, pl. VIII.

Zijn nu de steenen in het verband gelegd, zoo, dat de verticale of stootvoegen boven het midden van de onderliggende steenen geplaatst zijn, gelijk in fig. 2 te zien is, dan is er groote kracht toe benoodigd, om den muur volgens de kleinste verticale doorsnede door midden te breken, dewijl alsdan om de andere laag een steen door midden gebroken moet worden; of, altijd in de veronderstelling, dat de steen veel sterker dan de samenhang der metselspecie is, zal de breuk, de voegen volgende, langs een groot vlak moeten loopen, en wel een vlak dat het dubbel van het eerste is (indien men hen veronderstelt de helft hunner lengte tot breedte, en een vierde van deze tot hoogte te hebben). Alsdan staan deze vlakken tot elkander als 1 tot 2; zoodat de krachten in beide gevallen benoodigd ook in

die reden elkander moeten verhouden : ja zelfs zal de kracht, in het laatste geval benoodigd, meer dan het dubbel der eerste moeten bedragen, dewijl de uitspringende steen van het zich losrukkend gedeelte van den muur, in deszelfs boogsgewijze beweging, die van het vaststaande gedeelte zal opligten of nederdrukken, derhalve deze steenen losmaken, en daardoor de breuk nog meer vergrooten. Hieruit blijkt derhalve, dat de verschillende ligging der steenen op elkander van groot aanbelang is, en een grooten invloed heeft op de sterkte van den muur.

Men noemt eene laag steenen, welke volgens derzelver lengte in het buitenvlak van den muur zichtbaar is, eene *streksche laag*, terwijl die, welke volgens de breedte gelegd zijn, *patijtsche* of *koplagen* genoemd worden.

Bepalingen.

Men gebruikt ook dikwerf, tot zamenstelling van een goed verband, gedeelten van steenen; bij voorbeeld: die van de halve lengte noemt men *halve steenen*, die van een vierde der lengte *klezoor*, en die van drie vierde der lengte *drie-klezoor* steenen, terwijl men aan steenen van de volle lengte doch slechts halve breedte den naam van *klits-klezoor* geeft. De metselspecie tusschen de steenen gevoegd noemt men de *voegen*; zij worden onderscheiden, naar derzelver horizontale of verticale ligging, in *horizontale voegen*, en in *verticale* of *stootvoegen*.

Men geeft den naam van *verband* aan de doelmatige plaatsing der steenen en gedeelten derzelve boven elkander, om een regelmatig geheel uit te maken. Deze plaatsingen kunnen op verschillende wijzen geschieden, waardoor dus ook verschillende soorten van verbanden ontstaan, die insgelijks in deugdzaamheid moeten verschillen.

Oer de Metselverbanden.

De grondregels van een goed verband zijn :

1^e. Dat de steenen in horizontale lagen zoodanig boven elkander komen te liggen, dat de stootvoegen van de eene laag door de steenen van de andere laag gedekt worden, en dat zij zich nimmer in eene rechte lijn boven elkander bevinden.

2^e. Dat de stootvoegen, in iedere laag, door de geheele dikte van den muur, in rechte lijnen moeten doorgaan, zonder dat de stootvoegen van de eene laag ook in het binnenste van den muur boven die der onderliggende lagen vallen.

3^e. Dat het verband, zoo veel mogelijk, verkregen worde zonder het gebruik van klitsklezoren of kleinere brokken steen.

4^e. Dat de verwisselende plaatsing der steenen zoo eenvoudig mogelijk moet wezen, opdat de mingeoefende metselaars zonder veel moeite het verband gemakkelijk kunnen houden.

De meest gebruikelijke *verbanden* worden onderscheiden in *halve steens verband*, *Vlaamsch*, *Gothisch* of *Poolsch verband*, *staand verband*, en *kruisverband*.

Wij zullen elk hunner afzonderlijk beschrijven, en aan de opgegeven grondregels toet-

Het halve
steens Ver-
band.

sen, ten einde derzelver meerdere of mindere deugdzaamheid daarnaar te beoordeelen. (a)
Het eerste of *halve steens verband* bestaat uit streksche lagen, zoodanig boven elkander geplaatst, dat de stootvoegen van de eene laag vlak boven het midden der steenen van de andere zich bevinden, zoo als in fig. 3 wordt aangetoond.

De schuinsche afrapping bestaat, bij iedere laag, uit een halven steen, gelijk mede de verticale vertanding.

De koppeling van twee regthoekig tegen elkander komende muren wordt hier bewerkt, door de verticale vertandingen der beide muren in elkander te doen vatten.

Om het eind van zoodanigen muur te lood op te trekken, vult men de verticale vertanding met halve steenen.

Om twee muren die elkander regthoekig door kruisen behoorlijk te verbinden, en om vooral niet tegen den eersten der opgegeven grondregelen te handelen, dient men om de andere laag, in beide muren, twee drie-klezoren te gebruiken, volgens fig. 4.

Dit verband is in halve steens muren zeer doelmatig en voldoende, doch kan in geene muren van meerder dikte gebruikt worden, dewijl, door dit verband, geene vertandende verbinding in de dikte van den muur kan bewerkt worden, en alzoo een zoodanige muur uit verschillende halve steens muurtjes zoude bestaan, die door eene verticale laag van metselspecie zouden zijn verbonden.

Het Vlaamsch
Verband:

In muren van meerder zwaarte gebruikte men, vooral in vorige tijden, het *Vlaamsch verband*, ook wel in andere landen *Poolsch* of *Gothisch verband* genaamd.

Dit verband bestaat uit gemengde lagen van patijtsche en streksche steenen, de een om den ander, en zoodanig op elkander geplaatst, dat er altoos een patijtsche steen midden op een strekschen, of omgekeerd, een streksche midden op een patijtschen, kome te liggen, zoo als in fig. 5 te zien is.

De schuinsche afrapping heeft hier bij iedere laag een sprong ter grootte van een drie-klezoor, en de verticale vertanding om de tweede laag een sprong van één klezoor, of een vierde steen lengte.

De vereeniging van twee regthoekig tegen elkander komende muren, of het te lood optrekken derzelve, kan op tweederlei wijze bewerkstelligd worden: door het aanbrengen van klits-klezoren naast de patijtsche steenen, zoo als in *A*, fig. 5, te zien is; of, hetgeen verkieslijker is, van drie-klezoren in plaats van streksche steenen, gelijk in *B* wordt aangetoond.

Dit verband kan in geene andere dan in één steens muren gebezigd worden; daar er

(a) Onlangs is in het licht verschenen een hiertoe betrekking hebbend werk van den 1^o Luitenant-Ingenieur W. F. CAMP, getiteld: *Nieuw metselverband in zware muren*. Het levert eenige belangrijke bedenkingen op over de wijze van samenstelling en het onderhoud van buitenmuren.

patijtsche steenen in komen, spreekt het van zelve, dat zulks voor geen halve steens kan gebruikt worden; en in anderhalve steens muren zoude men, in plaats van geheele kopsteenen, drie-klezoren moeten gebruiken, zie *C* fig. 5, hetgeen zeer schadelijk en werkzaam in de uitvoering zoude wezen, behalve de dikke en ongeregelde voegen, die door het brokkelig afhakken der steenen zouden ontstaan.

Uit de toetsing van dit verband aan de opgegevene grondregels bemerkt men al dadelijk, dat hetzelfde strijdt tegen den eersten grondregel, dewijl uit eene oplettende beschouwing volgt, dat, bij de streksche steenen, de stootvoegen van dezelve aan beide einden, ter lengte van $\frac{2}{3}$ steen, boven elkander in dezelfde lijn komen te liggen; om welke reden dan ook van dit verband weinig gebruik meer gemaakt wordt.

De reden waarom men in oude tijden veel van dit verband gebruik maakte is daarin gelegen, dat men toen veel de gewoonte had de muren van buiten met gebakken steenen, en van binnen met puin, keijen en brokken van gehouwen steen, op te metselen, tot welke soort van metselwerk dit verband bij uitnemendheid geschikt is, en in zoodanig een geval ook nog in België met vrucht toegepast wordt; zie *D*, fig. 5.

Tot het metselwerk, hetwelk aan de buitenzijde uit gehouvene steenen wordt zamengesteld, bezigt men doorgaans alleen het hierboven beschrevene *Vlaamsche verband*.

Uit het bovengemelde volgt dus, dat het vorige verband alleen in één-steens muren, of die welke alleen van buiten in gebakken steen worden opgetrokken, gebruikt kan worden; en, indien de muren dus zwaarder zijn, maakt men gebruik van het *staande verband*. Dit verband wordt verkregen, door om de andere streksche en patijtsche lagen te werken, zoodanig op elkander geplaatst, dat de stootvoegen der even en oneven lagen boven elkander komen te staan; daarbij zorg dragende, dat de voegen der op elkander liggende lagen telkens een klezoor verspringen.

*Het staande
Verband.*

De schuinsche aftrapping formeert bij de streksche lagen een trap van een drie-klezoor, bij de patijtsche van één-klezoor, en maakt dus een grooteren hoek met den horizont dan in het vorige verband.

De verticale vertanding bestaat even als in het vorige uit één-klezoor.

De vereeniging van twee muren, die loodregt op elkander staan, wordt hier, even als in het vorige verband, op tweederlei wijze verkregen: door aanbrenging van klits-klezoren naast de patijtsche steenen, zoo als in *A*, fig. 6, of van 2 drie-klezoren, zoo als in *B*.

Om het einde van den muur te lood op te trekken gebruikt men, even gelijk in *B* is aangetoond, drie-klezoren in het einde van iedere streksche laag.

In één-steens muren, fig. *C*, gebruikt men, bij muren die elkander onder een regten hoek ontmoeten, 2 drie-klezoren; telkens in iedere laag, in de eene muur patijts, en in de andere streks werkende.

In anderhalve steens muren dient men 3 drie-klezoren tot het opmaetselen van den hoek aan te brengen; en, bij het loodregt ophalen van het einde van den muur, 3 drie-klezoren in de streksche lagen, en 4 in de patijtsche; zie *D*, fig. 6; en wijders streks en patijts in ééne laag achter elkander te werken; doch hierbij zorg dragende, dat, wanneer in het eene uitwendige front streksche lagen liggen, in het andere buiten-front patijtsche moeten geplaatst worden, en even zoo met de binnen-fronten.

Bij muren van twee steen dikte bekomt de hoek 4 drie-klezoren, en het loodregte einde om de andere laag 3 drie-klezoren, met 2 klits-klezoren tusschen beide van $\frac{1}{4}$ steen lengte.

In al de lagen loopen de stootvoegen doorgaande door de geheele dikte van den muur; en, wanneer zich in het eene front streksche lagen bevinden, plaatst men in het andere patijtsche, doch in de streksche lagen werkt men van binnen patijts; zie *E*, fig. 6.

In muren van één, anderhalve en twee steenen, kan men alzoo het menigvuldig gebruik der klits-klezoren, volgens den 4^{en} grondregel, zoo veel mogelijk vermijden, en daarvoor drie-klezoren in plaats gebruiken; maar, bij muren van twee en een halve steen, zoude het gebruik van drie-klezoren al te menigvuldig worden, waarom men, in dat geval, 2 klits-klezoren achter en naast den hoeksteen der patijtsche lagen legt, en achter deze een drie-klezoortje streks, zoo als in *F* te zien is.

Bij het te lood optrekken van het einde van den muur plaatst men, in de patijtsche lagen, 5 drie-klezoren streks, en in de streksche lagen 2 dito patijts.

De drie-steens muren worden weder als de twee-steens muren bewerkt, en die van vierdehalve steen even als van de derdehalve steens gezegd is.

Men heeft wijders het gebruik, zoo als in *D* is aangetoond, om bij de anderhalve, derdehalve en vierdehalve steens muren, achter de streksche lagen, patijts te werken, waardoor, bij deze muren, de streksche lagen aan den voorkant patijtsche lagen aan den achterkant uitmaken, en omgekeerd; wordende in alle gevallen, bij zware muren van twee tot meerdere steens dikte, het binnenste derzelve met patijtsche steenen gevuld.

Wanneer men dit verband aan de opgegevene regels toetst, kan men zich overtuigen, dat hetzelfde al vrij wel daaraan voldoet; alleen de verticale vertanding slechts van één klezoor zijnde, maakt dit verband niet zeer sterk, waarom men een vierde metselverband heeft uitgevonden, bekend onder den naam van *kruisverband*, hetwelk beter aan den opgegeven grondregel voldoet.

Het Kruis-Verband. Het *kruisverband* bestaat, even als het vorige, uit streksche en patijtsche lagen, doch met dit onderscheid, dat de stootvoegen der streksche lagen niet loodregt boven elkander komen, maar, om den ander, een halven steen verspringen, bestaande de aftrapping alzoo uit trappen van één-klezoor, en de verticale vertanding uit sprongen van één-klezoor en van een halven steen.

Dit verband is gemakkelijk van het vorige te onderkennen; wanneer men uit de muren een strekschen steen uitbreekt, benevens den boven en onder gelegen patijtschen steen, verkrijgt men eene kruisvormige opening, waar boven en beneden zich een stootvoeg vertoont.

Men kan een muur, in kruisverband gewerkt, op tweederlei wijzen te lood optrekken: hetzij, door naast elken patijtschen hoeksteen een klits-klezoor, en om de tweede streksche laag een steen patijts, naast den strekschen hoeksteen, aan te brengen, zoo als in *A*, fig. 7, wordt aangetoond; of wel, hetgeen verkieslijk is, door in elke streksche laag een drie-klezoor in plaats van een heelen steen, en om den anderen, in deze lagen, een patijtschen steen naast dezen te leggen, zoo als in *B*, fig. 7, wordt aangegeven.

De verbinding van twee muren, die met elkander een regten hoek uitmaken, wordt op dezelfde wijze verkregen; alléén met deze uitzondering, dat men, in de tweede manier met drie-klezoren werkende, in de één-steens muren 2 drie-klezoren naast elkander, in $1\frac{1}{2}$ steens muren 3 drie-klezoren, in twee-steens muren 4 drie-klezoren, enz. noodig heeft.

Het kruisverband bij één-steens muren wordt verkregen zoo als in fig. *C* is aangetoond; waarbij *a* de eerste laag, *b* de tweede laag, en *c* de derde laag voorstelt; waarop vervolgens de laag *b*, en dan weder *a*, *b* en *c* volgt, om de verwisseling der stootvoegen te verkrijgen.

In een muur van $1\frac{1}{2}$ steen dikte, waarbij in elke laag, aan de eene zijde streksche, en aan de andere zijde patijtsche lagen (zie fig. *D*), verkrijgt men een goed kruisverband aan beide zijden, door eerst drie lagen te werken als *a*, *b* en *c*, en vervolgens de vierde als *d*; waarbij in de eerste en vierde laag, in de streksche, een kopstuk wordt aangebragt, om den anderen, in de vóór- of achterzijde van den muur.

Het kruisverband bij twee-steens muren wordt verkregen zoo als in fig. *E* wordt aangetoond, door *a*, *b* en *c*, waarbij steeds, om de andere streksche laag, een patijtsche steen ten deze wordt aangebragt. Volgens deze drie verschillende wijzen van kruisverband, zal het niet moeilijk vallen die voor andere dikten te bepalen, in acht nemende een geschikt gebruik der drie-klezoren te maken.

Om twee één-steens muren, die elkander regthoekig doorkruisen, in dit verband op te zetten, is men verplicht om de andere streksche laag, in beide de muren, een kopsteen naast den streksteen aan te brengen, zoo als in *F*, fig. 7, wordt aangetoond.

Wanneer men het kruisverband met oplettendheid beschouwt, bemerkt men dat in hetzelfde eene drievoudige verwisseling plaats heeft, waarnit eene sterkere verticale verbanding voortvloeit, die hetzelfde dan ook boven alle andere in de Burgerlijke, zoo wel als in de Militaire en Waterbouwkunde, doet verkiezen

*Verbin-
ding van Kruis-
met staand of
Vlaamsch ver-
band.* Daar het somwijlen kan gebeuren, dat men een nieuwen muur in kruisverband moet vereenigen met een ouden in Vlaamsch of staand verband, zoo gaat men alsdan aldus te werk.

Indien men, in het eerste geval, een nieuwen muur in kruisverband met een ouden in Vlaamsch verband moet vereenigen, is het altijd verkieslijk deze vereeniging ingevolge de schuinsche aftrapping te bewerkstelligen, en niet, zoo als vele metselaars doen, volgens de verticale vertanding, daar het nieuwe metselwerk zich zettende, alsdan veel ligter afscheurt en gelegenheid tot bersten geeft; als wanneer men steeds de oude muren volgens de aftrapping in het Vlaamsch verband afbreekt, en daarna twee patijtsche steenen naast elkander om de derde laag aanbrengt, zoo als in fig. 8 bij *a* wordt aangetoond, waardoor eene aftrapping in het kruisverband ontstaat, en men alsdan in dit verband voortwerkt.

Is men genoodzaakt, hetgeen somwijlen niet te vermijden is, de vereeniging volgens de verticale vertanding daar te stellen, alsdan breke men de muren in Vlaamsch verband ingevolge die vertanding af, en brenge insgelijks, om de derde laag, twee patijtsche steenen aan. Men behoeft alleen, om in dit verband voort te werken, zorg te dragen de streksche steenen in de meeste in- en uitspringende gedeelten der vertanding aan te brengen.

Moet men, volgens het tweede geval, een nieuwen muur in kruisverband, met een ouden in staand verband vereenigen, alsdan breke men, als voren, dit metselwerk ingevolge de schuinsche aftrapping af, en men verkrijgt een nieuw in kruisverband, door om de tweede streksche laag een patijtschen steen aan te brengen, zoo als bij *a* in fig. 9 wordt aangetoond.

Is men genoodzaakt de verticale vertanding te volgen, alsdan brenge men de vertanding in kruisverband voort, door het aanbrengen van patijtsche steenen.

Ten einde aan zware muren meerdere sterkte bij te zetten, en kelders en regenbakken digt te maken, zoo brengt men in dezelve dikwerf aan zoogenaamde *stroom- of kamplagen*, onder welke laatste benaming zij meer bekend zijn, wanneer zij, verticaal staande, tot bekleeding van kelders en regenbakken gebruikt worden.

*Over de stroom-
of kamplagen.* Deze lagen worden in het binnenste van zware muren, niet gelijk de andere, horizontaal gelegd, maar diagonaalsgewijze dezelve doorkruisende, en de stootvoegen der koppen telkens een halven steen verspringende. Over deze eerste stroomlaag legt men eene tweede, zoodanig, dat zij de vorige regthoekig doorkruise, wel daarbij zorg dragende, dat de doorgaande stootvoeg van de eene rei een klezoor met de smalle stootvoeg van de andere laag verspringe, en zoo vervolgens; moeten de muren schoon in den dag gewerkt worden met streksche en patijtsche lagen, alsdan moet men de stroomlagen in de eerste tegen een halven steen dikte, en in de tweede tegen een heelen steen dikte, aanwerken met driehoekige stukken, zoo als het een en ander in figuur 10 wordt aangetoond.

Men is't in het algemeen niet eens omtrent de hoeveelheid der aan te brengen stroomlagen;

sommige leggen op de vierde gewone laag 2 stroomlagen, die dus $\frac{1}{2}$ van het metselwerk uitmaken, andere nemen 6 gewone lagen tegen 2 stroomlagen, en dus slechts $\frac{1}{4}$ van het geheel in stroomlagen. Hoe dit nu ook zijn moge, in allen gevalle is het nut daarvan niet te ontkennen, daar zij de breuk in den muur moeilijker maken.

Ten einde zich van het nut der stroomlagen te overtuigen voor de sterkte der muren, stelle men zich eene breuk in kruisverband voor, langs de schuinsche vertrapping of de verticale vertanding; alsdan bemerkt men, dat de breuk uit horizontale en verticale vlakken bestaat van $\frac{1}{4}$ steen breedte, en tot lengte hebbende de dikte van den muur; maar loopt de breuk door stroomlagen, alsdan zijn die vlakken van eene getande figuur, met in- en uitspringende hoeken, en hebben alzoo eene grootere oppervlakte dan de vlakken in het eerste geval, tenzij men veronderstelle, dat de punten doorgebroken worden, waartoe, aannemende dat de voegen minder sterk dan de steenen zijn, meerder kracht benoodigd zoude wezen.

Niet alleen in de Burgerlijke Bouwkunde, maar ook in de Vesting- en Waterbouwkunde, wordt van deze soort van metselwerk veel gebruik gemaakt, en wel bij de eerste, in bekleedings-muren, kanonkelders en galerijen; en bij de tweede, in zware metselwerken van sluizen, beeren, kaaijen, steenen brug-penanten, enz.

De gewelven, waarvan men het meest in de Bouwkunde gebruikt maakt, zijn *Tonwelven*, *Kruiswelven*, *Kapwelven*, *Kloosterwelven*, *Koepelwelven* en *Steekwelven*.

*Over het
metselen van
gewelven in
het algemeen.*

Bij het maken van gewelven moet men de navolgende grondregels in acht nemen:

- 1°. Dat zij op regtstandsmuren of pijlers rusten, welke eenen behoorlijken stevigen grondslag uitmaken;
- 2°. Dat de onderscheidene bogen van gewelven wel met elkander verbonden worden, om alzoo de noodige sterkte te verkrijgen;
- 3°. Dat de voegen wel volgens het beloop der bogen omgaan;
- 4°. Dat deze wel op de middel- of brandpunten der bogen aanloopen.

De *Tonwelven* worden in de Militaire Bouwkunde gebezigt tot bedekking van kazematten, pulvermagazijnen, en verdere militaire gebouwen, welke homvrij dienen gemaakt te worden; in de Burgerlijke Bouwkunde, tot bedekking van kelderverdiepingen of vertrekken, welke voor brand behoed moeten worden, zoo als Charterkamers, Ontvangers- en Kassiersbanken, enz.

*Over de
Tonwelven.*

Men maakt dezelve in burgerlijke gebouwen, waarvan de bespanning niet grooter is dan 4 à 5 ellen, van één steen dikte, en versterkt dezelve, door van 1 tot 2 ellen afstands gordels aan te brengen van anderhalve steen breed en dik, opdat, wanneer ingeval van brand, zware balken op dezelve nedervallen, de gewelven niet zouden instorten.

Men geeft somwijlen aan de *Tonwelven*, in plaats van een halven cirkel, een cirkelboog,

en alsdan worden dezelve van eene plattere gedaante, waartoe men somwijlen genoodzaakt wordt, wanneer de verdieping niet hoog genoeg is om dezelve met een halven cirkelboog te bespannen; daar deze echter minder sterk zijn, zoo moet men, indien de localiteit het toelaat, liever van halfcirkelvormige gebruik maken, welke nog bovendien het voordeel hebben van meerdere ruimte tot plaatsing en berging van goederen als anderzins aan te bieden, en dus, boven de eerste, voor kruidmagazijnen, kanonkelders, kazematten, enz., te verkiezen zijn.

De *Tonnellen* worden, na derzelve verschillende dikte, onderscheiden in *halve steens*, *één steens*, *anderhalve steens*, *twee steens*, enz.

De *halve steens gewelven* worden eenvoudig in half steens verband gemetseld, en aan den voorkant worden kopstukken aangebragt, volgens fig. 11.

Moeten gewelven van *één steens dikte*, volgens de lengte, in staand verband gemetseld worden, alsdan dient men dit verband met een drie-klezoór in de streksche lagen te beginnen; het kruisverband kan men verkrijgen door het plaatsen van een patijtschen steen achter de drie-klezoren van de tweede streksche laag, zoo als in fig. 12 te zien is; een behoorlijk verband van voren volgt van zelve uit deze bewerking.

De *anderhalve steens gewelven* kunnen met 2 drie-klezoren streks en 3 drie-klezoren patijts begonnen, en met streksche en patijtsche lagen in staand- of kruisverband voortgewerkt worden, zoo als in fig. 13 te zien is.

Om *twee steens welven* in een behoorlijk verband, zoo wel volgens de lengte als in het front, op te werken, geschiedt zulks het best door 2 drie-klezoren patijts, met een strekschen steen tusschen beiden, in de eene laag, en 2 drie-klezoren streks, met een kopsteen tusschen beiden, in de andere laag te brengen, en vervolgens verder voort te werken, zoo als in fig. 14 wordt aangetoond.

Bij gewelven van meerdere zwaarte, zelfs van *twee steens welven* af gerekend, splitst men dezelve in gewelven van één of van anderhalven steen, en werkt alzo den een over den ander heen, terwijl sommigen zelfs van meening zijn, dat een gewelf aldus zamengesteld sterker is dan een in het verband gemetseld; anderen daarentegen vermeenen, dat, daar de buitenste gewelven gewoonlijk niet met zoo veel zorg bewerkt worden als de eerste, de steenen van deze, niet zoo juist loodregt op den omtrek van den hoog komen te staan, de sluiting ook minder juist, en dus minder krachtig wordt. Zeker is het intusschen, dat deze wijze het voordeel heeft dat de buitenste voegen, of die van den buitenboog, niet zoo breed worden als wanneer men de gewelven in één verband bewerkt; hetgeen vooral in aanmerking komt wanneer de wijde van den hoog niet aanmerkelijk is, in welk geval men zelfs genoodzaakt zoude wezen, opdat de buitenste voegen niet te breed zouden worden, de steenen voegvormig af te slijpen.

Men verdeelt alzoo een *twee en een halve steens welf* in een welf van één, en een van anderhalven steen; en men werkt het eene over het andere henen, wel zorg dragende het eerste welf behoorlijk vol te rapen en met tras of kalkwater te begieten, alvorens er het tweede over henen te werken; zie fig. 15.

Een gewelf van *drie steen dikte* verdeelt men in drie van één steen, of twee van anderhalven steen dikte.

Een van *drie en een halven steen* in twee van een steen, en een van anderhalven steen.

En een van *vier steen*, of de bomvrije gewelven, in twee van een en een halven steen, en een van één steen.

Het slijpen der steenen een langwijlig en kostbaar werk zijnde, wordt hiervan in gewone gewelven zelden of nooit gebruik gemaakt, en komt alleen te pas bij het maken van streksche welven boven kozijnen, en in eenige andere nette metselwerken (a).

Ten einde in dat geval te bepalen hoe veel van den steen moet afgeslepen worden, zoo berekent men de lengte van den buitensten boog in duimen, deelt dit getal door het aantal duimen der breedte van den steen met de voeg, waardoor men het getal der steenen bekomt die in het welf moeten komen; vervolgens berekent men insgelijks de lengte van den binnensten boog in duimen, en deelt dit getal door het berekende aantal steenen, waardoor men de dikte van den steen met de voeg bekomt, en trekt daarvan $\frac{1}{2}$ duim af voor de dikte der voeg; het resterende zal de onderbreedte van den welfsteen zijn.

Tot het construëren dezer welven bedient men zich van *formelen*, zijnde houten bogen van het figuur der welfbogen, waarop deze gedurende hunnen bouw komen te rusten.

Wijl de formelen van een kortstondig gebruik zijn, en zij, nadat de metselspecie tusschen de steenen behoorlijk verhard is, worden weg genomen (moetende men dezelve, naar dat de omstandigheden zijn, ten minste gedurende den tijd van 9 à 12 maanden daaronder laten verblijven), zoo worden deze zoo eenvoudig als minkostbaar mogelijk gemaakt, en onder de te maken welven op eene zoodanige wijze gesteld, dat zij, zonder schokken of eenig ander beletsel aan de welven toe te brengen, gemakkelijk kunnen weggenomen worden.

De beste wijze van constructie der formelen, voor welven die niet wijder dan 6 à 7 ellen zijn (b), is om dezelve uit planken, die volgens den cirkel bezaagd zijn, en in verband op elkander gevestigd worden, zamen te stellen, zoo als in fig. 16 wordt aange-toond; daarbij zorg dragende, dat de voegen loodregt op den omtrek van den boog komen

(a) Men heeft thans in de Prov. *Utrecht*, eene fabriek alwaar wigvormige steenen gebakken worden, en wel naar bijzondere mallen.

(b) Die van grootere bespanning worden nimmer in de Burgerlijke Bouwkunde gebrzigd; men kan hierover raadplegen PARRONTS, *Mémoires sur les Cintres*.

te staan. Wanneer de gewelven van meer dan 6 ellen wijdte zijn, ondersteunt men dezelve wel eens in het midden door stijlen of schoren; doch, zoo de bogen der formelen intusschen wel bewerkt en van goed droog hout zijn, is deze voorzorg overbodig.

Om overtuigd te wezen, dat de formelen de vereischte sterkte bezitten, zoo diende men eigenlijk de zwaarte van het welf dat daarop neder moet komen te berekenen, en daarna de onderlinge afstand dezer formelen en de zwaarte van het hout daartoe te gebruiken te regelen. Meestal vergenoegt men zich echter met de practische ondervinding, en neemt liever het hout iets te zwaar dan te ligt. Het is overigens van aanbelang hierbij zorg te dragen, dat de formelen wel te lood geplaatst zijn, en de bekleeding van schroden of latten eene gelijke vlakke vorme, waarop men gewoonlijk, bij gewelven in gebakken steen, de lagen in het verband der steenen afteekent.

Wat verder betreft het stellen van zoodanige formelen, zoo dient nog aangemerkt te worden, dat dezelve, naar de hoogte der muren of steunpunten der welven boven den beganen grond, op klossen of stijlen gesteld, en met wiggen tot de vereischte hoogte worden opgezet, om, wanneer de welven zich gezet hebben, door het uittrekken der wiggen, de formelen zachtjes te kunnen laten zakken, en vervolgens gemakkelijk te kunnen wegnemen.

De gedrukte of platte welven worden algemeen gebruikt voor steenen bruggen en zijn zeer onderscheiden van aard; men beschrijft ze b. v. met elliptische, korf-, cirkel- en andere bogen, met de cassinoïde, de kettinglijn enz. De gestrekte of vlakke overwelling moet mede hier onder gerekend worden. De meest gebruikelijke zijn: de korbog (arcs en anse de panier) of bogen welke uit 3, 5, 7, of meer middelpunten zijn beschreven, en de cirkelbogen van een zeker getal graden minder dan 180.

De verhoogde welven zijn weinig anders in gebruik dan bij kerkgebouwen; zij kunnen volgens ellipsen, parabols, hyperbols, kettinglijnen of andere dergelijke kromme lijnen beschreven zijn, of ook uit twee tegen elkander steunende cirkelbogen bestaan, zoo als de Gothische welven.

Daar de tonwelven voor kelders het gebrek hebben van ongeschikt te zijn, om groote kasten of stellingen onder den voet van den boog te plaatsen, en vensterkappen in dezelve aan te brengen, dewijl alsdan voor elk een bijzonder tonwelfje moet geslagen worden, zoo verkiest men in plaats van deze gewelven de kruiswelven.

Over de kruiswelven.

De *kruiswelven*, die, zoo als wij zulks in het vorige hoofdstuk reeds gezegd hebben, uit twee tonwelven bestaan, die elkander regthoekig doorsnijden, vereischen veel zorg in de constructie; de hoeksteen, of die der diagonale bogen, moeten, wanneer dezelve in gebakken steen gemetseld worden, schuins worden bijgeslepen, hetgeen een zeer moeilijk werk is, waartoe men zeer bekwame metselaars noodig heeft; uit dien hoofde

maakt men de diagonale bogen somwijlen van gehouwen steen, ten einde het moeilijk behakken der metselsteenen te voorkomen, en deze hoeken meerder kracht bij te zetten, als hebbende het meest te lijden.

Wanneer men met deze gewelven langwerpige vierkante ruimten moet overdekken, alsdan verdeelt men deze in vierkanten, en overdekt dezelve door kruiswelven, wel in acht nemende, om tusschen dezelve zoogenaamde steenbogen aan te brengen, welke op pijlers rusten, zoo als in fig. 17 nader te zien is, en die mede tot versterking dezer gewelven dienen.

Indien de ruimte, welke met een kruiswelf overdekt moet worden, van eene onregelmatig vierkante gedaante is, zoo als bij voorbeeld in fig. 18 wordt aangetoond, dient men op eene andere wijze te werk te gaan, daar de schuinsche bogen de diagonalen, die de overstaande hoeken vereenigen, niet kunnen volgen; dewijl het snijdingspunt te veel uit het midden zoude vallen, zoo zoekt men het middelpunt der figuur, opdat de vier driehoeken, welke door de hoeklijnen geformeerd worden, gelijkbeenig zouden zijn, door uit de hoeken, met de halve diagonalen, als radius cirkelbogen te beschrijven; en waar deze elkander doorsnijden, is het vereenigingspunt der bogen. Vervolgens wordt op de kleinste zijde een halve cirkel getrokken, en op de andere zijde flauwe bogen, van gelijke hoogte als de halve cirkel, geconstrueerd; of wel, men neemt het middelevenredige tusschen de radius van den grootsten en den kleinsten cirkel, tot hoogte van het gewelf aan.

Eene ruimte van 5 ellen in het vierkant kan met een kruiswelf van een halven steen dikte overdekt worden, mits men de diagonale bogen van een steen dikte neme, die alsdan ter dikte van een halven steen uitspringende zijn, en alzoo tot versterking dienen.

Is de te overspannen ruimte grooter, zoo dient het gewelf van één steen dikte te wezen; en men kan daarbij de diagonale bogen van anderhalven steen nemen.

Tot de formelen dezer gewelven wil GILLY slechts de diagonale houten formeelbogen uit dubbele planken zamengesteld nemen, de voorbogen (kappen) op de zijmuren door eene insnijding van 7 à 8 duimen bepalen, en de welven wijders uit de hand opmetse-
(a). Daar hiertoe zeer geoefende metselaars vereischt worden, die men zelden aantreft, zoo vermeenen wij dat het beter ware hiertoe volkomen formelen te gebruiken, waartoe men dikwerf van den grond, wanneer die onaangeroerd is, eene voordeelige partij kan trekken, door deze volgens eenige formelen af te graven.

Bij regelmatige ruimten is het maken der formelen voor de diagonaalbogen zeer eenvoudig; stel dat de welfboog uit een halven cirkel efg (zie fig. 19) bestaat, zoo verdeelt men de lijn eg in een zeker aantal gelijke deelen; in even zoo vele deelen verdeelt men

(a) Wij hebben te *Doornik* eens een geheel kruiswelf, van ongeveer 4 ellen wijdte, zonder formelen, uit de hand zien opmetse-
men zal ligt gevoelen, dat alle metselaars hiertoe niet in staat zijn.

de lengte van den diagonaalboog $h k$. Uit de verdeelpunten op beide lijnen trekke men loodlijnen op dezelve, en make iedere loodlijn van den diagonaalboog even zoo lang, als de met dezelve overeenkomende loodlijn van den voorboog $e f g$.

Wanneer de ruimte, welke door een kruiswelf moet gedekt worden, onregelmatig is, gelijk in fig. 18, zoo moeten de vier bogen eene gelijke hoogte hebben, doch alleen de kleinste boog wordt alsdan een halve cirkel.

In dit geval wordt, even als te voren beschreven is, de lijn $a b$ van den cirkelboog in een zeker aantal gelijke deelen verdeeld, en vervolgens uit ieder deelpunt eene loodlijn tot aan den boog getrokken; vervolgens worden de lijnen $a c$ en $e b$ der diagonaalbogen in even zoo vele gelijke deelen verdeeld, uit die deelpunten loodlijnen opgericht, en deze even lang gemaakt als de overeenkomende van den cirkelboog; hierdoor zal men vlakke diagonaalbogen verkrijgen, die dezelfde hoogte als de andere hebben.

De vorm der andere drie welfbogen wordt op dezelfde wijze bepaald.

De formelen der vier halve diagonaalbogen worden in één stijl verbonden.

Wanneer de hoogte van den diagonaal minder dan $\frac{1}{4}$ der breedte is, zoo maakt men eerst dezen, en geeft denzelfden liever eenige meerdere hoogte, bepalende uit deze, vervolgens omgekeerd, de gedaante der andere bogen.

Men is echter bij de regelmatige kruiswelfen niet verplicht de formelen der diagonaalbogen te maken; gewoonlijk maakt men, bij deze, de formelen als voor tonwelfen, en werkt, over een halfcirkelvormig formeel, ter wederzijde latten henen, die op het tonwelf gevestigd worden.

Over de Kloosterwelfen.

De *Kloosterwelfen*, welke ook uit twee tonwelfen bestaan, die elkander doorsnijden, doch op eene tegenovergestelde wijze, zoodat de steunpunten derzelve, in plaats van op de hoeken van het vierkant te rusten, integendeel op de vier regtstandsmuren die het insluiten nederkomen, worden weinig dan tot dekking van vierkante oppervlakten gebruikt, doch in het algemeen zelden gebezigd, daar men steeds de kruiswelfen boven dezelve zal verkiezen; waarom wij hier ook niet verder zullen uitweiden.

Over de Kapwelfen.

De *Kapwelfen* zijn evenwijdig naast elkander geplaatste tonwelfen van zeer kleine breedte of middellijn, welke gemeenlijk niet boven de 2 of 3 el worden genomen. Deze tonwelfen rusten op gemetselde bogen, zijnde doorgaans ellipsen, die $\frac{1}{3}$ of ten minste $\frac{1}{4}$ hunner bespanning tot hoogte hebben. Tot de tusschengevoegde tonwelfjes, gemeenlijk kappen genaamd, bedient men zich van flauwe cirkelboogjes, welke niet meer dan $\frac{1}{8}$ of $\frac{1}{10}$ hunner bespanning tot hoogte hebben. Voor niet bomvrije kelders is deze inrigting zeer doelmatig.

Deze kapwelfen worden in de Burgerlijke Bouwkunde boven de kruiswelfen verkozen, daar men bij deze in de hoogte minder bepaald is, en zij meer ruimte, als ook meer gemak, voor het aanbrengen van lichtkozijnen, opleveren.

Bij gebouwen echter, die, ingeval van brand, voor beschadiging beveiligd moeten wezen, kunnen deze gewelven niet gebruikt worden, daar de vlakke kapwelven den schok van zware daar op vallende lichamen niet zouden kunnen weêrstaan.

De constructie der kapwelven heeft op de navolgende wijze plaats. Veronderstellen wij, dat de ruimte *abcd* (fig. 20) met zoodanige welven overdekt moet worden, zoo verdeelt men dezelve, volgens de lengte, in een zeker aantal vakken *ef*, *gh*, *ik*, van 2 tot 3 ellen breedte, door pijlers van twee steenen breed.

Op deze pijlers worden bogen van anderhalven steen zwaarte gemetseld, welke $\frac{1}{2}$ of ten minste $\frac{1}{4}$ van hunne bespanning, tot hoogte hebben.

Tusschen deze bogen worden vervolgens, zoo als in de profielteekening te zien is, vlakke welven, in den smaak van tonwelven, geslagen, welke niet meer dan $\frac{1}{2}$ of $\frac{1}{3}$ der bespanning tot hoogte hebben, en gemeenlijk kappen genaamd worden.

Betrekkelijk de pijlers dient aangemerkt te worden, dat, wanneer de breedte van den kelder 4 à 5 ellen bedraagt, en de fundamenten sterk genoeg zijn, of meerdere verdiepingen daarop rusten, de pijlers geheel kunnen wegvallen, en de steenbogen hun oorsprong in den kant van den muur zelven hebben. Anders geeft men dezelve een voorsprong van een halven steen. Wanneer de kelders 6 à 7 ellen breed zijn, en de fundamenten de behoorlijke stevigheid niet hebben, zoo geeft men deze pijlers een' voorsprong van één steen; ook moet hierbij de hoogte in acht genomen worden, daar bogen, die $\frac{1}{2}$ der breedte tot hoogte hebben, meer zijdelingsche drukking uitoefenen dan wanneer deze $\frac{1}{3}$ der breedte bedraagt; waarom, in het eerste geval, aan dezelve meerdere sprong dan in het laatste gegeven moet worden.

Wanneer de oorsprong der steenbogen in het vlak van den muur zelven gelegen is, gaat men op de navolgende wijze te werk.

Bij het opmetselen der regtstandsmuren van den kelder wordt alsdan, ter plaatse alwaar de steenbogen aangebragt worden, eene insnijding ter diepte van een halven steen, en ter breedte van den steenboog, gespaard, en zulks ter hoogte van 1 el; daarbij echter zorg dragende deze met vertandingen op te metselen; ook moeten, in dit geval, de regtstandsmuren ter wederzijde loodregt opgetrokken worden, tot aan den oorsprong der kapwelven, zoodat men langs de muren regt op gaan kunne, en langs dezelve plaats tot berging van voorraad als anderzins bekomme.

De formelen worden tot deze gewelven, even als bij de vorige, uit planken zamengesteld, welke men, naar dat de omstandigheden zulks vereischen, al of niet met stijlen kan ondersteunen; en men stelt dezelve op wiggen en blokken, zoo als bij de vorige gewelven is gezegd. Gebruikt men tot de steenbogen den elliptischen vorm, zoo kan men deze op de bekende wijze, met eene koord en twee punten bevestigd, afteekenen.

Tot elken steenboog dient men twee formelen te gebruiken.

Bij het constrüeren van deze gewelven moet, even als bij alle andere, wel zorg gedragen worden, dat de steenen met zeer dunne voegen bewerkt worden, en dat iedere steen wel behoorlijk op het middelpunt gericht zij.

Wanneer de kapgewelven slechts ongeveer 30 duim tot peil hebben, zoo maakt men de formelen daartoe uit een stuk plank, doch tweedubbel genomen, en laat dezelve op stijlen rusten, of in daartoe gespaarde openingen in de regtstandsmuren.

Men gebruikt steeds de voorzorg om de gewelven eenige duimen hooger te maken, daar deze altijd door het inkrimpen van den mortel eenige zakking ondergaan.

GILLY vermeent, dat de beste wijze om deze kapwelven te metselen bestaat, in dezelve overhoeks aan de vier zijden te gelijk op te werken, en in het midden tegen elkander aansluitende te metselen, dewijl daardoor meer spanning in het gewelf verkregen wordt; doch, daar deze bewerking moeilijker valt dan bij de gewone wijze, volgens de lengte loopende lagen, en meer werk in het behakken der tegen elkander sluitende steenen veroorzaakt, zoo vermeenen wij dat de gewone wijze te verkiezen is.

Over de Steekwelen.

Tot bevloering van gebouwen, welke zoo veel mogelijk tegen brand moeten beveiligd worden, zoo als kazernen, hospitalen, werkhuizen, gevangenhuisen, enz. bedient men zich veel van zoogenaamde *Steekwelen*. Deze hebben die overeenkomst met de vorige, dat zij ook uit flauwe bogen zijn zamengesteld, maar, in plaats van op steunbogen, op vierkante balken gelegd worden, welke 0,80 à 1 el van elkander verwijderd zijn, en tegen wier schuins staande zijde de steekwelen rusten, zoo als in fig. 21 te zien is.

Op deze welen legt men vervolgens steenen vloeren, welke, zoo wel om het gevaar van brand te verminderen, als om in gevangenhuisen de hoorbaarheid te benemen, nuttig zijn.

Dat deze wijze van bevloering zeer kostbaar is, te meer daar het hout hierbij niet van zeer voordeelige afmetingen genomen kan worden, is ligt in te zien; alsmede, dat de gebouwen er zeer door bezwaard worden.

Over de Koepelwelen.

Nog behooren tot de welen de *Koepelwelen*, bestaande uit halve bolvormige gewelven, dienende om cirkelvormige ruimten te overdekken, welke het best met patijtsche lagen kunnen opgemetseld worden.

De koepelwelen kunnen ook de gedaante van kegels, ellipsorden, paraboloïden, hyperboloïden en andere dergelijke lichamen bekomen; zij zijn alleen bij kerkgebouwen in gebruik.

Over de Rollagen.

Den naam van *Rollaag* geeft men aan zoodanig metselwerk, hetwelk bestaat uit steenen die op hunne smalle zijde rusten, of op hun kant en kop gesteld zijn; zie fig. 22.

Doordien de steenen, op die wijze geplaatst, hunne kleinste oppervlakte aan de bovenzijde vertoonen, zoo kunnen zij de kracht, welke van boven in onderscheidene rigtingen

tot vernieling mogt worden aangebragt, beter wederstaan dan de gewone platte lagen, dewijl de kracht in de minst voordeelige rigtingen op den steen werkt.

Om deze reden wordt van de rollagen een zoo algemeen gebruik gemaakt, bij het plaveijen van paden, wegen, pleinen, en het bevloeren van arsenalen, opene galereijen, kelderverdiepingen, sluizen en diergelijke; alsmede tot bedekking der bovenkanten van vrij staande muren, en die welke zware lasten te dragen hebben.

In de eerstgenoemde gevallen wordt de rollaag zelden dikker genomen dan van een halven steen; men legt alsdan de steenen op hun kant gerold, op een, twee, of meer lagen, zoo veel mogelijk in het halve steens verband, en vooral zoodanig, dat de regtdoorgaande stootvoegen dwars over de wegen of paden loopen, ten einde de wielen der rijtuigen de enkele steenen des te minder zouden indrukken.

Bij paden, stoepen, galerijen, binnenplaatsen en pleinen, welke alleen door voetgangers betreden worden, is men hieromtrent minder verbonden; men legt alsdan wel eens de steenen in slingerende reijen of andere figuren, ter nabootsing van de zoogenaamde mozaïque vloeren, met klinkersteenen van verschillende kleuren; doch wanneer men, tot bedekking van de bovenkanten der muren, rollagen moet gebruiken, zoo maakt men dezelve meestal van één of een en een halve steens dikte, en werkt dezelve alsdan ook zoo veel mogelijk in een geregeld verband, zoo langs de vóór- en achterkant, als in het bovenvlak.

Zoo bestand de rollagen intusschen zijn tegen de krachten, welke op derzelve bovenvlak werken, zoo zwak zijn dezelve aan de einden, waar zich de steenen in hunne geheele lengte en breedte doen zien.

Om de nadelen, welke uit de zwakheid der rollagen aan de vrijstaande einden zouden voortvloeijen, te voorkomen, is het noodig dat dezelve ondersteund en vastgehouden worden, door het aanbrengen van gehouwen hoeksteenen of houten sluitbalken, welke met kruk- of haakankers in den muur zelven gevestigd en verzekerd zijn.

De *Streksche* en *Boogvormige Welven* kunnen ook als rollagen beschouwd worden, welke over formelen geslagen, en wier einden ondersteund zijn door de regtstands- of nevens zijnde muren.

Oor de Streksche Welven.

De streksche welven zijn van de gewone rollagen daardoor onderscheiden, dat de steenlagen in dezelve eene wigvormige figuur hebben, en dat de staande voegen niet evenwijdig loopen, maar allen naar een gemeenschappelijk middelpunt gekeerd staan, blijkens fig. 23; hierdoor bekomen zij gedeeltelijk de eigenschappen der welven.

De streksche welven worden het meest gebruikt boven de deur- en vensterkozijnen, rustende op den bovendorpel van het kozijn, of wel zoodanig, dat zij aan den buitenkant, ter hoogte van een halven steen, over den bovendorpel van het kozijn henen hangen,

en van achteren op latijen of zware platen rusten, welke van binnen tegen den bovendorpel gevestigd worden, en op de wederzijdsche muren rusten, zoo als nader te zien is in fig. 23, alwaar het kozijn, van boven en van ter zijde, gedeeltelijk door een halve steens muurtje bedekt is, en uit de fig. 24, *A* en *B*, waarbij de doorsnede van den bovendorpel verbeeld wordt, met de twee lagen van het streksche welf, te zamen een behoorlijk verband uitmakende; kunnende voorts een goed verband voor alle muurdikten, en onderscheidene hoogten der streksche welven, gemakkelijk hierin gevonden worden, onder inachtneming van het bovengemelde.

De wijze om de kozijnen geheel of gedeeltelijk aan den buitenkant te bedekken verschaft het voordeel, dat men minder verwstof voor deze benoodigd heeft, omdat de dammen tusschen dezelve breeder worden, en het gebouw een sterker aanzien geven.

*Over de
Vlechtingen.*

De *Vlechtingen* of *Vlechtwerken* kunnen beschouwd worden als rollagen van ongelijke dikte, gebruikt wordende tot dekking van schuins opgetrokken muren, zoodanig, dat de steenen met hun kant en kop van boven op de schuinsche lijn regthoekig staan, en van onderen tot op de horizontale lagen doorgaan, bij trappen van 8, 10, of meerder lagen. De vlechtingen worden in gewoon kruis- of staande verband van 4 tot 10 à 12 lagen hoogte gemaakt, welker aantal afhangt van de schuinite van den muur, want hoe meer de schuine lijn de loodregte nadert, hoe meer ook de vlechtingen langer worden. Hoe naderbij de schuinite bij de waterpaslijn komt, des te meer nemen de vlechtingen de gedaante der rollagen aan. De vlechtingen, van voren gezien, verkrijgen aan het onderende eene dikte van een halven steen of drie-klezoor, en aan den bovenkant eene diepte van twee, drie, of meer steenen lengte, naarmate van het getal lagen, waaruit iedere vlechting bestaat, zooals in fig. 25, in staand verband, met behulp van drie-klezoren en klits-klezoren, en in fig. 26, in kruisverband, op gelijke wijze bewerkt is.

*Over de
Ezelsruggen.*

De zoogenaamde *Ezelsruggen*, die veelal tot bedekking van steenen beeren, en andere zware schuins opgaande muren, gebruikt worden, kan men beschouwen als twee tegen elkander staande en in één verbondene vlechtingen, van boven in één punt te zamen komende, volgens fig. 27, verbeeldende eene regthoekige doorsnede van het bovineinde van een zoodanigen beer.

Daar de vlechtwerken, zoowel in het formeren van ezelsruggen als anderszins, gelijk de rollagen, op zijde zwak zijn, ondersteunt men dezelve gewoonlijk door een gehouwen hoeksteen; en, wanneer de ezelsruggen van boven geen regten hoek uitmaken, is zoodanige steen op de kruin zeer noodzakelijk.

*Practische be-
merkingen bij
het metselen in
acht te nemen.*

Ten slotte van dit hoofdstuk zullen wij nog eenige practische bemerkings opgeven, die bij de behandeling van metselwerken niet zonder aanbelang zijn, en door den kundigen **REDELIJKEID**, in zijne *Verhandeling over de Metselarij en Vestingwerken*, en in de *Al-*

gemeene voorwaarden voor de bestekken van werken tot de dienst der fortificatiën behoorende, worden opgegeven. Dezelve komen hoofdzakelijk hierop neder; dat de materialen, naar behooren bereid en in het werk gebragt, goede, vaste en ruime stellingen gemaakt, en daarop de kalktobben, op behoorlijken afstand, met hoopen metselsteenen tusschen dezelve, geplaatst moeten worden op de wederzijdsche einden; of dat, wanneer de muur te lang is, van afstand tot afstand, hoeken met vallende tanden moeten worden opgezct, om daaraan den draad of de koord te vestigen, langs welke gewerkt moet worden, ten einde de gehele muur, en wel voornamelijk aan de buiten- of schoone zijde, volkomen vlak en effen worde. Dat, bij het opzetten dier hoeken, ook naauwkeurig gezorgd worde dezelve naar de loodlijn te rigten, indien de muur te lood moet worden opgetrokken, of naar vastgestelde latten of reijen, wanneer deze achteroverhellende zijn, zoo als bij bekleedings- of naar buiten overhangende muren, en ook dikwerf bij vrijstaande gebouwen gedaan wordt; en dat, aan den vóór- of buitenkant der muren, de best gevormde steenen van gelijke dikte worden gelegd, en in schuinsche achterover hellende muren de reinste kanten onder, om de kepering zooveel mogelijk te voorkomen. Voorts, dat bij muren van eenige dikte, zoo als in de kleedingsmuren, beeren, profielmuren, sluizen, kazematten, bomvrije kruidmagazijnen, kazernen, enz., de metselaars, ter wederzijde van den muur, gelijkelijc de lagen tegen elkander opwerken, in acht nemende dezelve één voor één, egaal vlak en volkomen waterpas, op te metselen; en, wanneer dezelve boven de acht à negen steenen dik zijn, en de metselaars op dezelve staande moeten werken, de afgemaakte laag behoorlijk met planken belegd zij, om, door het verplaatsen der kalktobben, het loopen der werklieden, enz., niet losgemaakt te worden.

Voor ieder metselwerk moeten die metselsteenen en die metselspecie gebezigd worden, welke de aard van hetzelfde medebrengt. Zoo is het b. v. van belang, om voor waterdigte werken, metselsteenen van eene digte zelfstandigheid en eene groote vastheid te kiezen, terwijl de metselspecie daarbij van de beste soort moet wezen. Voor muren, welke aan het gezicht zijn blootgesteld, moet men onder de metselsteenen steeds de best gevormde, en die, welke gelijk van kleur zijn, uitzoeken, hetwelk vooral bij het optrekken der gevels van woongebouwen moet in acht genomen worden, om aan dezelve een goed aanzien te geven. Bij metselwerken welke waterdig moeten wezen is het dienstig, dezelve ten minste drie dagen droog te laten verharden, en dezelve eerst na de zesde week hunner voltooiing tot het doel, waarmede zij ingerigt zijn, te gebruiken.

Men behoort ook die muren, welke het meest aan regen en wind zijn blootgesteld, en wel hier te lande dezulke, welke op het zuiden en westen staan, met eenen mortel te metselen, waaronder een weinig tras is gemengd.

Ook moet men zoo veel mogelijk de muren gelijkelijc opwerken, en niet, bij voorbeeld,

eerst een of ander front ter hoogte eener geheele verdieping opwerken, en daarna de scheids- of binnenmuren optrekken; want hierdoor kan veroorzaakt worden; dat een anders goed ontworpen gebouw ligtelijk scheuren en bersten bekomme. Men kan daarom juist niet verlangen, dat elke laag in al de muren te gelijk opgemetseld worde; dit zoude, of een buitengewoon aantal metselaars vereischen, of een gedurig verplaatsen van toestel en gereedschappen; maar men moet een gedeelte niet hooger dan een el opmetselen, en wel met eene schuinsche aftrapping of vallenden tand, en daarna het andere gedeelte vervolgen. Aan de voegen van alle metselwerken, moet men de geringst mogelijke dikte trachten te geven, daar men, tusschen de te verbinden steenen niet meer mortel of cement moet aanbrengen, dan tot de goede zamenhechting derzelve noodig is, zonder dat zij elkander raken.

Dat wijders, wanneer gedurende de schoftijden de mortel eenigzins bestorven is en opgedroogd mogt wezen, alsdan die vakken eerst behoorlijk gezuiverd, en vervolgens met vlodderkalk of tras moeten worden ingewasschen, hetwelk buitendien om de vier lagen zal moeten geschieden; steeds zorg dragende, dat de steenen behoorlijk nat gemaakt worden, en dat, vooral bij sterke hitte, de kalk van tijd tot tijd in de tobben met het trawheel worde omgezet, om geene verdroogde korsten in dezelve te verkrijgen.

Al de lagen, welke des daags zijn gewerkt, zullen des avonds met de dagge doorgehaald, afgeracet, plat en vol afgevoegd worden, onder het opmetselen zoo vol werkende, dat hiertoe geen of weinig bijvoegsel van voegkalk vereischt worde; alle avonden en onder schoftijd zal, bovendien, het geheele werk met planken gedekt moeten worden, en mag onder de bewerking daar over nimmer gereden of geloopen worden.

Des morgens het werk wederom opvattende, zullen de muren met vlodderkalk of tras worden bevochtigd. Bij zware welven zal ieder afzonderlijk welf of elke rol van een steen dikte, met eene dunne traslaag moeten bedekt worden, alvorens de volgende rol om dezelve worde gemetseld en de welven, welke tegen schildmuren aansluiten, zullen een halve steen dik in dezelve moeten schieten.

Van groot aanbelang is het wijders bij het metselen, dat het verband, zoowel van binnen als buiten in den muur, met naauwkeurigheid gehouden worde; dat de horizontale, zoo min als de stootvoegen, niet te dik doch behoorlijk vol worden gewerkt; en dat er, vooral aan den buitenkant, geene kladsteenen worden aangebragt, dewijl daaraan maar al te dikwijls de aanhoudende doorslaande vochtigheid der muren toe te schrijven is. Alle metselwerk, waartegen de aarde moet aansluiten, moet met dezelfde specie, waarmede het bewerkt is, beraapt en glad afgestreaken worden. Men is gewoon de voegen van ieder nieuw metselwerk, nadat het voltooid is, tot op de gelijke diepte van ongeveer éenen duim uit te krabben, en daarna met bijzonder daartoe uit kalk en zand bereide voegkalk

vol te zetten. Vele bouwkundigen vinden het echter verkieslijker, om het voltooide metselwerk dagelijks op te voegen, of daarmede ten minste niet langer dan een of twee dagen te wachten.

Aan metselwerk, waaraan men een schoon aanzien wil geven, en tot hetwelk dan ook de best gevormde metselsteenen zorgvuldig worden uitgezocht, zoo als aan gevels van prachtige gebouwen, brengt men dikwijls zoogenaamde gesnedene voegen aan, die van boven en van onderen evenwijdig worden afgestreken, zoodat zij tusschen de metselsteenen ruggetjes formeren, welke in zuiver regte lijnen doorgaan.

Bij het gebruik van harden ondersteen aan den voorkant, en zachteren bovensteen in het ligchaam der zware muren, wil REDELIJKHEID ook, dat de laatstgenoemde natter verwerkt worden; eensdeels, omdat die steenen, eenigzins grooter zijnde dan de andere, met dunner voegen gewerkt moeten worden, wil men de lagen horizontaal houden; anderdeels, omdat de zachte steenen de vochtigheid uit de metselspecie meer tot zich trekkende, de verharding der voegen van het geheel anders ongelijktijdig geschieden zoude.

Het is wijders hoogstnoodzakelijk bij het metselen, vooral van zware muren, zorg te dragen, dat de lagen vooral niet hol gewerkt worden, als aanleiding tot inwatering gevende, en dezelve liever bol, of in het midden iets hooger te laten werken.

Verder wil REDELIJKHEID, dat men, vooral in digt werk, niet meer kalk in eens zal spreiden dan hoogstens voor 6 steenen te gelijk, en deze daarin te wrijven zonder op dezelve te kloppen, dewijl daardoor de onder en nevens zijnde weder losgemaakt, en de steen zelf dikwijls gebroken wordt.

Het is steeds af te raden een metselwerk vroeg in het voorjaar aan te vangen, of tot laat in den herfst voort te zetten; daar toch de uitwerking van de vorst op alle nog niet gedroogde metselwerken van eenen zeer nadeeligen aard is. De rollagen, welke niet te ligt gemaakt, en steeds met een weinig tras, onder de specie gemengd, gemetseld moeten worden, zijn des niet te min zeer veel aan opvriezen blootgesteld. Men geeft als een zeer goed middel daartegen op, om van 15 tot 15 el openingen in dezelve te laten, van eene steens dikte, deze met ijzeren of houten kapjes te bedekken, om het indringen van sneeuw en regen te voorkomen, en dezelve eerst na een paar jaren vol te metselen. Omtrent deze soort van metselwerk valt ook nog aan te merken, dat hetzelfde aan de einden en op de hoeken van geringe kracht is, en men dus deze gedeelten dient te ondersteunen met hoeksteenen, welke men nog ten overvloede met ijzeren ankers kan bevestigen.

De hoeveelheid metselsteenen, welke tot eene cubieke el metselwerk vereischt worden, hangen eensdeels af van de afmetingen en anderdeels van de gedaante der muren. Men leert deze hoeveelheid kennen, wanneer men uit den ligchamelijken inhoud der steenen berekent, hoeveel er in eene cubieke el gaan, daarbij de plaats, welke de metselspecie be-

slaat, in het oog houdt, en vervolgens bij dit gevonden getal voegt 1 of 2 pct. voor verlies onder het vervoeren en stapelen, hetwelk men bij eene slechte soort van steenen, en wanneer die ver te vervoeren zijn, wel op 3 pct. mag stellen; en eindelijk rekt men voor dunne en hoekige muren nog een verlies van 2 à 5 pct. voor het verhakken, naarmate de ondervinding daarvan de noodzakelijkheid aantoonst. Men rekt in het algemeen voor alle soorten van metselsteenen voor eene cubiek el metselwerk 0,30 à 0,35 cubiek el metselspecie noodig te hebben. Voor metselwerk, hetwelk uit welgevormde steenen bestaat, en door eenen bekwamen metselaar is gemaakt, kan men dezelve wel op 0,20 cubiek el stellen.

De inwendige gebreken van een zwaar muurwerk, door inwatering veroorzaakt, kan men door middel van den klank ontdekken, wanneer men met eenen moker op hetzelfde slaat. Is de klank hard en helder, dan bestaat er gewis nog eene goede vereeniging in het metselwerk; doch is hij dof, dan heeft het tegengestelde plaats, en hoe doffer de klank is, hoe grooter het inwendige verderf zal zijn.

Aan een te herstellen metselwerk moet al wat eenigzins los is worden uitgebroken, en het goed bevondene met eene zoodanige vertanding blijven staan, als het verband, waarin het gemetseld is, of dat, hetwelk men voor het nieuwe werk wil bezigen, vereischt. Alvorens een nieuw metselwerk tegen een oud aan te brengen, moet dit laatste zorgvuldig schoon gemaakt, afgewasschen en met floddertras ingewasschen worden.

Bemerkingen over hetgeen volgens het voorgaande een goed metselaar in acht moet nemen.

Een goed metselaar moet slechts aan eene laag te gelijk werken, en niet meer stukken gebruiken dan volstrekt voor een goed verband noodzakelijk is. Hij moet zijne lagen wel waterpas werken, steeds een doelmatig verband in acht nemen, en wel bekend zijn met al hetgeen daartoe betrekking heeft. Hij moet ook steeds bedacht zijn om de beste steenen uit te zoeken, ten einde deze aan de schoone zijde des muurs te bezigen, en wanneer de muur met een talud wordt gewerkt, dan dient hij aan de schoone zijde de steenen met de rijkste kanten onder te leggen, ten einde zooveel mogelijk de kepering te belcften. Om de goede vereeniging der metselsteenen met de metselspecie te bevorderen, moet hij zorgen, dat zijne steenen vóór het vermetselen, alsmede het metselwerk, gedurig bevochtigd worden. Bij eenigzins zware muren moeten de metselaars ter wederzijde gelijkelijk opwerken, en alzoo moet dan aan wederzijde gesteigerd worden. Een metselaar moet goed vol en zat werken, dat wil zeggen: hij moet wel in acht nemen, dat alle holigheden tusschen de steenen met metselspecie gevuld worden, zonder daarbij meer dikte aan de voegen te geven dan volstrekt noodzakelijk is. Hij moet vooral zorgen de lagen niet hol maar bol op te werken, de steenen één voor één in de metselspecie te drukken en te wrijven, zonder ooit op dezelve te kloppen, hetgeen vooral bij waterdigt werk zorgvuldig moet vermeden worden, uithoofde daaruit zeer dikwerf ondigtheid ont-

staat, dewijl daardoor de omliggende steenen losraken en zelfs soms gebroken worden. Een metselaar moet wel zorg dragen zijn werk aan de buitenzijde niet te bemorsen. Bij zeer zware muren moet de afgewerkte laag telkens met planken belegd worden, ten einde dezelve door de metselaars, welke daarop staande moeten werken, door het verplaatsen der kalkbakken, het aanvoeren van metselsteenen, en het daarover heen en weder loopen der opperlieden niet los gemaakt worden. Een metselaar moet ook nimmer uitscheiden met werken zonder zijn werk met planken te dekken, en nimmer daarmede aanvangen, zonder het behoorlijk in te wasschen.

Bij het maken van welven moeten de voegen op het formeel afgeteekend worden, opdat de metselaar een goed verband houde; hij moet zich een malletje laten maken, waarvan hij zich bedient, om de steenen te lood op het formeel te vermetselen, en eindelijk moet hij op de verdikking der voegen van boven bedacht zijn.

De meer of mindere hoeveelheid van metselwerk welke een metselaar op éénen dag kan maken, hangt zoowel af van den aard van het werk, als van deszelfs geoefendheid. In dunne muren en welven rekent men, dat een bekwaam metselaar 1 à 1½ cubiek el daags kan metselen; bij dikke muren kan hij wel 2 cubiek ellen daarstellen. Bij rollagen en vlechtingen rekent men slechts ⅓ à ½ cubiek el.

Over de hoeveelheden van metselwerk, enz. door een metselaar per dag te maken.

Bij het voegwerk rekent men, dat een goed metselaar 10 vierkante el schoone muur kan opvoegen, wanner de voegen te voren door leerlingen zijn uitgekrabd en schoongemaakt. Deze rekent men dat daags 15 à 20 vierkante el uitkrabben op nieuw metselwerk, doch slechts 10 à 15 vierkante el bij het oude.

Bij deze opgaven maken de formelen eene uitzondering, het plaatsen en verplaatsen der stellingen is hier echter onder begrepen.

Al hetgeen hier boven van het metselwerk in gebakken steen is gezegd, kan toepasselijk gemaakt worden op dat in breuksteen (*en moëllons*). De steenbrokken moeten bij het vermetselen even zoowel bevochtigd worden als de metselsteenen; zij moeten behoorlijk in den mortel gelegd en gedrukt worden, en in alle holligheden, waarin te veel metselspecie zoude gaan, moeten kleine stukken steen en schilfers van denzelfden steen worden gestopt, ten welken einde altijd eenige brokken steen tot kleinere stukken moeten geslagen worden. Van deze soort van metselwerk, waarvan alleen dikke muren gemaakt worden, kan een gewoon metselaar 2, een goed metselaar 2½ en een best metselaar 3 cubiek el per dag metselen; alzoo kan men gemiddeld 2½ cubiek el per dag metselen.

Het metselwerk, hetwelk met gehouwen steen bekleed is, heeft meer omslag noodig, en vereischt eene andere berekening.

Het getal opperlieden bij een werk benoodigd, hangt mede af van den aard van het zelve. Voor gewoon metselwerk kan men met één opperman voor iederen metselaar vol-

staan , doch voor werk met hooge stellingen moet men dikwerf 1½ à 2 opperlieden voor elken metselaar stellen.

Over de hoeveelheid van specie voor het metselen door de werklieden per dag te maken, enz.

Tot het bewerken of bouwen en herbouwen der metselspecien , wordt een ploeg van eenige arbeiders vereischt , in evenredigheid van de uitgestrektheid van het werk. Uit onderscheidene waarnemingen is gebleken , dat iedere mortelmaker dagelijks 0,75 cubiek el metselspecie kan gereed maken.

Daar men nu den arbeid van iederen metselaar gemiddeld op ten minste 1½ cubiek el mag stellen , en de metselspecie , welke voor iedere cubiek el metselwerk vereischt wordt , op 0,38 cubiek el , en dus het benoodigde voor iederen metselaar op 0,57 cubiek el specie komt , zoo is de evenredigheid der mortelmakers tot de metselaars als 10 tot 13 à 15.

Wanneer men gebruik maakt van mortelmolens dan wordt de rekening aldus :

Ieder mortelmaker maakt alsdan per dag 1,25 cubiek el mortel , en voor die hoeveelheid wordt 0,05 paardendaghuur vereischt. De evenredigheid tusschen mortelmakers en metselaars is daarbij dus als 10 tot 22 à 25; terwijl die 10 mortelmakers nog eene halve paardendaghuur vorderen.

Het voordeel , hetwelk de mortelmolen oplevert , is op zijn hoogst , wanneer men 20 mortelmakers of 50 metselaars tot het werk moet bezigen , omdat men alsdan van eene geheele paardendaghuur gebruik kan maken.

De gereedschappen bij het metselen benoodigd , bestaan vooreerst in die , welke de arbeider zelf medebrengt; deze zijn : 1 truweel , 1 houten waterpas , 1 houwhamer , 2 pannenbezitters , 2 breekijsers , 1 straatleggershamer , 1 schietlood , eenige draden , 3 volzeters of voegijzers , 1 moker , 1 houten regel en 1 dektruweel ; de gereedschappen , welke door de meester-metselaren geleverd worden , zijn : mortelkuipen , steenwagens , bakwagens , draagbakken voor den mortel , gieters om het werk te bevochtigen , pikhouweelen , koevoeten , mortelschoppen en kalkhouwen ; emmers , manden , touwen en borstels ; eindelijk ; juffers , planken en ander steigerhout.

TWEEDE AFDEELING.

VIJFDE HOOFDSTUK.

OVER DE MUREN VAN GEBOUWEN.

De muren, welke aan gebouwen gevonden worden, ontvangen verschillende benamingen, naar het oogmerk waartoe zij dienen moeten; men onderscheidt dezelve in het algemeen in:

1^o. *Grond- of Fundamentsmuren.*

2^o. *Buitenmuren*, welke de geheele ruimte van het gebouw insluiten, en onderscheiden worden in:

a. *Vóór- en achter- of Frontmuren.*

b. *Zijmuren.*

Welke den naam van gevelmuren ontvangen, wanneer zij de minste breedte hebben.

3^o. *Scheids- of Binnenmuren*, tot verdeling der kamers, als:

a. *Middelmuren*, welke loodrecht op de vóór- en achtermuren staan. (Somwijlen bevinden zich in een gebouw twee zoodanige muren, welke den gang formeren, en daarom gangmuren genoemd worden.)

b. *Dwarsmuren*, welke evenwijdig met de vóór- en achterfrontmuren loopen.

c. *Brandmuren*, welke schoorsteenpijpen bevatten.

De *Fundamentsmuren* den grondslag der muren uitmakende, zoo dienen derzelver breedte en hoogte niet alleen geregeld te worden naar de breedte en dikte dezer muren, maar ook naar dezelve hoogte, en, te dien einde, een zekere regel gevolgd te worden, waarnaar de hoegrootheid der snijdingen, of het onderscheid tusschen de boven- en benedendikte der fundamentsmuren, bepaald kan worden. De voornaamste Bouwkundigen hebben wel bepalingen opgegeven omtrent de dikte van fundamentsmuren, met betrekking tot die van den muur, welke daarop gebouwd moet worden, maar hebben derzelver hoogte in geene aanmerking gebragt (a); daarbij verschillen zij zeer in hunne opgaven. SCAMOZZI

Over de
Grond- of Fun-
damentsmu-
ren.

(a) Ook dient men hierbij in aanmerking te brengen, of de fundamenten van veld- of breuksteenen, dan wel van gebakken steenen opgemetseld worden. GILLY wil de eerste, als aan een moeilijker verband onderhevig, om de onregelmatige gedaante der steenen, $\frac{1}{8}$ tot $\frac{1}{6}$ meerder zwaarte geven, dan die in gebakken steenen.

wil, dat men het onderste gedeelte van den fundamentsmuur ter weerszijde met $\frac{1}{8}$ van de bovendikte van den muur zal verbreedden. PHILIBERT DE L'ORME maakt de fundamente zwaarder, gevende weerszijds aan de onderbreedte eene meerdere dikte van $\frac{1}{4}$ der bovenbreedte. PALLADIO maakt dezelve nog sterker, willende dat de onderbreedte der fundamentsmuren het dubbele zij van de bovenbreedte; doch geen derzelve brengt de hoogte der muren hierbij in aanmerking. De aard der zaak vordert intusschen een aanmerkelijk verschil, tusschen de fundamente van muren, die niets te dragen hebben dan zich zelve, en die welke tot ondersteuning van zwaar belaste gebouwen, zoo als arsenalen, pakhuizen, enz., dienen, welke, behalve eene meerdere verticale drukking, ook nog eene zijdelingsche te weêrstaan hebben; en wijders, of deze muren buiten- of binneumuren van een gebouw zijn. Ligchamen welke eene groote oppervlakte beslaan, bij eene geringe hoogte, hebben derhalve eigenlijk gezegd geene grondmuren of fundamente noodig, ten zij dat de diepte, waarop de vaste grondlaag wordt aangetroffen, dit vereischte. Dit geldt echter alleen voor een grondslag, die voor geene indrukking vatbaar is; in het tegenovergestelde geval, moet men een breeden grondslag geven.

Dewijl nu de kracht, waarmede die zijdelingsche drukking werkt, vergroot wordt door de hoogte der muren, zoo moet ook, naarmate van die hoogte, de onderbreedte vermeerderd worden, ten einde derzelve wederstandbiedende kracht daarmede in evenwigt te brengen. BELIDOR geeft daartoe de navolgende handleiding van berekening aan: in de veronderstelling namelijk, dat een muur van ruim 6 ellen hoogte volkomen verzekerd is, met aan deszelfs fundament ter weerszijde eene meerdere breedte van 10 à 12 duim te geven, zoo stelt die schrijver voor, om op iedere el meerdere hoogte 2 duim meerdere breedte aan het fundament te geven; hierbij echter worden niet in berekening gebragt de meerdere of mindere belasting van het gebouw, de drukking van gewelven, welke daarin kunnen voorkomen, en de aard der gronden. De zaak vereischt, dat men deze bijkomende omstandigheden hierbij insgelijk sin aanmerking doe komen, en de breedte daarna vermeerdere zoo als het gezond oordeel dit voorschrijft. Dewijl het moeijelijk is daaromtrent vaste regels te bepalen, en wel in het geval van zijdelingsche drukking, zoo zoude het doelmatig zijn de muren niet op het midden van het fundament te doen nederkomen, maar, even gelijk BELIDOR zulks voorschrijft, de buitenste snijdingen te verdubbelen, zoodat de wederstandbiedende kracht beter aan de drukking geëvenredigd worde, en daardoor het geheel verzekerd zij tegen het gebrek, hetwelk men aan zoo vele gebouwen ontwaar wordt, dat namelijk, de muren overhellen, en door de zijdelingsche drukking uit het lood gebragt zijn. Ook moet men hierbij in aanmerking nemen, of de grondmuur aan beide zijden of slechts aan eene zijde aangeëard wordt, dewijl, in het laatste geval, hetwelk plaats vindt bij het aanbrengen van kelderverdiepingen, de drukking der aarde, in eene tegenoverge

stelde rigting van de te voren gemelde krachten werkende, het evenwigt tracht te herstellen; ja zelfs, die drukking grooter dan de andere zijnde, moet dit ook weder bij de bepaling der wederzijdsche verbreeding der fundamentsmuren in aanmerking genomen worden (a).

Wat betreft de diepte der grondmuren beneden den beganen grond, zoo vindt men deze door vele oude bouwkundigen bepaald op $\frac{1}{6}$ à $\frac{1}{8}$ gedeelte van de geheele hoogte, zonder daarvoor eene bepaalde reden op te geven (b). Het is echter beter deze, vooral bij zware gebouwen, naar de diepte der vaste grondlaag te regelen, wanneer deze op geene te aanmerkelijke diepte gelegen is, om den hefboomsarm niet onnoodig te vergrooten; daarbij de middelen van bezuiniging in acht nemende, welke wij bij de funderingen hebben opgegeven, en wijders het *minimum* op 1 el diepte stellende, voor de uitwerking van vorst, vochtigheid, enz. Bij lichtere gebouwen behoeft men juist niet tot op de diepte der vaste grondlaag uit te graven; men kan daarbij met eene iets mindere stevigheid te vreden zijn, vooral wanneer men het grondvlak van het gebouw verbreedt, en hetzelfde op een liggend roosterwerk fundeert.

Over de diepte der Fundamentsmuren onder den grond.

Gewoonlijk worden de fundamentsmuren wederzijds met versnijdingen opgetrokken, om de bepaalde vermindering te kunnen verkrijgen, terwijl, wanneer zulks in schuins opgaande rechte lijnen wierd bewerkt, hetgeen anders wel het doelmatigst zoude wezen, deze handelwijze echter het menigvuldig afhakken der steenen na zich zoude slepen, waardoor veel moeite en arbeid vergeefs gedaan zouden worden.

De onderste of breedste aanlage van een fundament, tot aan de eerste versnijding, wordt het *banket* genoemd.

Bij muren, in *moëllons* of breuksteen gemetseld, neemt men hiertoe de grootste, en die welke een goed bed hebben, dat is, welke ten minste eene redelijk vlakke zijde hebben, om wel vast te liggen.

Bij de optrekkingen met versnijdingen zoude men de zwaarigheid kunnen maken, dat de vochtigheid der aarde eerder bij deze in de hoeken der versnijdingen kan doordringen,

(a) De Majoor Ingenieur MARRS, in zijne schoone Verhandeling *Over het funderen van Revétementsmuren*, wil aan de fundamente van deze laatstgenoemde muren eenen voorsprong van $\frac{1}{10}$ en van achteren van $\frac{1}{30}$ van den muur geven, met kleine versnijdingen van 1 à 2 duim, en daarbij, tot voorkoming van het verschuiven der muren, dezelve naar achteren afhellende maken.

(b) GILLY haalt eenige voorbeelden aan van zware gebouwen, waarbij deze regel niet in acht genomen is, zoo als van de Kruiskerk te Dresden, welke, met hare hooge torens, op eene 1,25 el dikke laag van leemgrond, waaronder welzand, stevig gebouwd is, en reeds sedert meer dan 400 jaren zonder de minste zakking gestaan heeft.

Het fundament van het nieuwe paleis van *Sans-Souci* is slechts weinige voeten diep, op een' vasten zandgrond opgebouwd, zonder dat deszelfs muren het minste spoor van scheuren of verzakking hebben opgeleverd.

De hooge en zware St. Johannes-toren te *Stettin* zou insgelijks een slechts weinige voeten diep gaande fundament hebben.

waar zij zich dan steeds blijft ophouden, en vooral bij gebakken steenen deze mede kan doorweken. Dit kan men echter vermijden, door deze hoeken schuins of afwaterende af te snijden, of door het aanbrengen van mortel aldus te bewerken.

Bij de oppervlakte der fundamenteen, welke aan de uitwerking van weder en wind zijn blootgesteld, is het beter dezelve docerings- of taludsgewijze op te werken.

*Over de turf-
funderingen.*

In de Handleiding tot de Burgerlijke Bouwkunde door L. VAN HEUSDEN (a) vindt men het navolgende over de *turffunderingen*.

Daar het op de veenplaatsen, dat is op plaatsen, alwaar veenderijen bestaan, veeltijds voorkomt, dat men *turffunderingen* onder ligte gebouwen moet maken (als zijnde de gronden aldaar ongeschikt om dezelve te dragen) en deze bewerkingen ook op de handwerksgezellen aankomen, zoo zullen wij daarvan al mede een voorbeeld opgeven.

- a. Men bakene eerst op den grond, volgens de berekende maat, het te stichten gebouw af, en bepale naar de meerdere of mindere slapheid van den grond, de aanlage van de turffundering, dat is, of men de lengte van 4, 5 of 6 turven voor de breedte derzelve moet nemen.

Men graaft daartoe vooraf in den grond eene sleuf min of meer diep tot men denkt eenen daartoe geschikten grond te vinden. Deze sleuf moet vooral niet wijder gegraven worden dan dat het gestelde getal turf tot de aanlage bepaald, maar even, en zelfs stijf daar in bevat kan worden; waarna men de eerste laag turf eindelings tegen elkander legt, en op den grondslag neder daarin vlakt. Genoemde laag gelijk en vlak op de waterpasse grondlaag nedergestooten zijnde, wordt vervolgens met duinzand gevuld, en al de naden op den bovenkant gelijk gemaakt; waarna men eene tweede laag *streks* en in het verband zoo veel mogelijk, daar over heen vlakt, welke op gelijke wijze als de vorige laag wordt gevuld en gelijk gemaakt; deze bewerking eindelings en streks vervolgende even als bij het metselen, zoodanig dat men met gelijke snijdingen eindelijk op de hoogte komt.

- b. Wanneer de grondlaag, waarop de turf zal worden gezet, op eenige plaatsen te slap bevonden wordt, om dadelijk daarop de turflaag te kunnen nederleggen, wordt daar onder eerst eene *doorgaande fundeerplaat* gelegd, op welke dan verder de bovenstaande bewerking vervolgd wordt, en eindelijk alles van de buiten en binnenkanten goed en vast aangevuld met zand, of met goede stevige aardspecien of ook wel vermengd met deze beide, waarna de verdere opbouw kan vervolgd worden.

- c. In sommige gevallen, en wanneer de grond daartoe de noodige vastheid heeft, maakt men ook wel alleen gebruik van eene laag dakpannen, op of in den vlak gemaakten

(a) Dit werk is grootendeels uit het onze geput, en wij hebben op onze beurt vermeend het bovenstaande daaruit te moeten overnemen.

grond, op haren kant en digt in elkander gezet, waartoe men, om dezelve digter in elkander te kunnen sluiten, veeltijds vooraf de neuzen of nokken er afslaat, en ze, om de hoeken goed te bezorgen, of met vloertegels in specie gewerkt opzet, of andere zware steenstukken daartoe bezigt, dewijl anders hierbij de hoeken ongesloten blijven en deze doorgaans den meesten last te dragen hebben.

- d. Ingeval men eene turffundering, als in *a* en *b* beschreven is, niet tot of omtrent gelijk den beganen grond wil opwerken, maakt men ook veeltijds gebruik van het boven bij *c* opgegevene middel en zet dan op den turfvoet eerst eene zoodanige laag in elkander gestelde pannen, waarop dan verder wordt voortgewerkt.

Bij deze soort van fundering heeft men vooral te zorgen dat de turf, tot de voeten gebruikt, altijd beneden den grond en in denzelfden besloten blijve, wijl dezelve anders door inkrimping zijn draagvermogen verliest, en eindelijk tot den staat van molmspecie overgaat.

Om het optrekken der vochtigheid uit de funderingsmuren te beletten, heeft men de gewoonte hier te lande om, bij de meeste huizen van eenig belang, 30 duim boven en beneden den beganen grond, het metselwerk in tras te werken; en men noemt dit gedeelte in de practijk het *trasraam*. *Over het trasraam.*

Het gedeelte van den grondmuur, hetwelk gelegen is tusschen den beganen grond en den benedenvloer der vertrekken, is men gewoon de plint te noemen, dewelke men gemeenlijk in eenigzins aanzienlijke gebouwen in gehouwen steen opwerkt. Deze bekleeding is in vele gevallen van de grootste nuttigheid, doordien de vochtigheid van den grond en het nedervallende water zoo gemakkelijk niet tusschen de voegen der steenlagen kan indringen. De hoogte van deze plint boven den beganen grond dient, vooral wanneer men zich, zoo als gemeenlijk plaats heeft, van houten vloeren in de vertrekken bedient, niet minder dan 50 duim te zijn, om de vloeren voor de vochtigheid der gronden te beveiligen, en bij houten gebouwen, om de muurplaten, waarin de stijlen gevestigd zijn en gesteld moeten worden, voor eene spoedige verrotting te behoeden. De hoogte der plint boven den beganen grond regelt zich wijders bij gebouwen, waarin kelders en onderaardsche gewelven zijn aangebragt, naar de hoogte van derzelver bogen, welke men ten minste 30 duim boven het grondwater aanlegt; en zoo dezelve bewoond moeten worden, dienen de plinten ten minste 1,25 el hoogte te hebben, ten einde een behoorlijk licht in de kelders te kunnen aanbrengen. Men geeft wijders meest, aan de plint, een sprong van 5 à 6 duim buiten het gebouw. *Over de Plint.*

De lichtkozijnen moeten volgens de omstandigheden geregeld worden, naar dat de vloer van het gebouw boven den beganen grond verheven is, en zich daarbij al of geene verwulfd kelders bevinden. Is deze vloer 1 el hoog boven den beganen grond verheven, zoo

kan men deze kozijnen regthoekig in de muren aanbrengen, daarbij aan deze een aanslag van ten minste 8 duim gevende.

Bedraagt de hoogte van den vloer, boven den beganen grond, slechts 50 duim, alsdan is men genoodzaakt deze kozijnen schuins in te snijden.

Indien deze hoogte niet meer dan 25 à 30 duim bedraagt, zoo wordt men genoodzaakt den grond voor de kelderkozijnen uit te graven, en men metselt er een vierkant kastje voor; doch hierbij heeft men te vreezen, dat de regen, de sneeuw en de hagel, deze kastjes dikwerf met water vullen, en de kelders vochtig maken, waarom men dezelve meestal met schuins liggende vensterramen en luiken bedekt.

Het moeilijkste geval, hetwelk men bij het aanbrengen van keldervensters hebben kan, is, dat de vloer zich gelijk met den beganen grond bevindt; alsdan moet aan den borstweermuur, onder het lichtkozijn der eerste verdieping, eene genoegzame dikte of breedte gegeven worden, om de insnijding daarin te kunnen maken, zonder dien muur al te zeer te verzwakken; doch deze soorten van opening kunnen niet dan een zeer flauw licht aan de kelders verschaffen, en bijna alleen als luchtgaten beschouwd worden.

Meestal overdekt men de kelders en verdere *souterreins*, hetzij dezelve tot berging van mondbehoefden, koopmansgoederen, enz., of tot woonvertrekken zijn ingerigt, met onderscheidene soorten van gemetselde gewelven (waarover wij in het voorgaande hoofdstuk gehandeld hebben); eensdeels, om de meerdere sterkte, dewijl de houten zolderingen spoedig aan verrotting onderhevig zijn, door de vochtige luchtgesteldheid, welke gemeenlijk in de kelders plaats vindt; anderdeels, om dezelve in den zomer koel, en in den winter warm te houden, ten einde de mondbehoefden en andere zaken voor het bederf te behoeden.

*Algemeene be-
merkingen bij
het leggen van
Fundamenten.*

Dewijl de kalk, vooral op vochtige plaatsen, het hout spoedig ontsteekt, zoo is het noodzakelijk, wanneer een funderingsmuur op een roosterwerk wordt opgetrokken, het hout met weke klei, met goede vette leem, of wel met zand te bedekken, ten einde te verhoe- den, dat de kalk het hout onmiddellijk aanrake.

Wanneer men genoodzaakt is nieuwe muren met ouden te verbinden, zoo moeten de laatste met aflöopende vertandingen uitgehakt worden, zorgvuldig van stof gereinigd en afgewasschen, en daarna de nieuwe muur met den ouden goed verbonden worden.

De gebreken, welke zich somwijlen in gebouwen, na voltooiing van den opbouw, opdoen, kunnen, of uit een slecht fundament, of uit eene gebrekkige constructie ontstaan. Uit de gesteldheid en rigting der bersten en scheuren in de muren kan men eenigermate herkennen, of zoodanig een gebrek uit het fundament, dan wel uit andere oorzaken, voortvloeit. Zijn de bersten van onderen wijd, en loopen zij opwaarts toe, of zijn deze van onderen zoo wijd als van boven, zoo kan men daaruit besluiten, dat de kwaal uit het fun-

dament voortspruit; zijn echter de bersten van onderen smal, en verbreedden zich deze naar bovenwaarts, zoo is meestendeels eene ongelijke drukking der op elkander staande deelen, of het schuiven van een gewelf, en niet zelden de persing van het dakwerk, de oorzaak der bouwvalligheid.

Wanneer gebouwen, door voornoemde gebreken, of wel door brand, dermate beschadigd zijn geworden, dat zij tot op den grond afgebroken, en op nieuw weder opgebouwd moeten worden, doch daarbij geene zakking of beschadiging van het fundament wordt bemerkt, zoo moet men het oude fundament onaangeroerd laten, dewijl men verzekerd kan zijn, dat hetzelfde, door den reeds daarop gestaan hebbenden last, dusdanig zamengedrukt is, dat het minder na zal geven dan een nieuw; weshalve men het nieuwe gebouw geheel zeker daarop kan bouwen (a).

Indien de oorzaak van beschadiging aan een gebouw, in de verzakking van het niet diep genoeg gelegd fundament gelegen is, zoo is het, desniettegenstaande, niet altoos noodig het gebouw af te breken, om het met een beter fundament te voorzien; maar, hoe ouder dat het op het fundament staande muurwerk is, hoe eerder men alzoo tot vastheid en sterken zamenhang van den mortel en het muurwerk kan besluiten; des te eerder durft men het ook wagen het oude fundament, op kleine afstanden van ongeveer 1.25 à 1.50 ellen, te laten ondergraven en stuksgewijze eene ondermetseling van het fundament te bewerken; dat het er hierbij voornamelijk op aankomt, geschikte, ervarene, en te gelijk voorzigtige metselaars, daartoe te gebruiken, verstaat zich van zelve.

Als voorbeelden van dergelijke ondersteuning, en tevens hoe sterk de zamenhang van een goed muurwerk is, wanneer het reeds lang gestaan en alzoo volkomen versteend is, kunnen voornamelijk zoodanige gevallen dienen, waarin men, enkele pijlers beschadigd geworden zijnde, het onderste gedeelte, dat los geworden is, heeft weggenomen, en het bovenste op nieuw heeft ondermetseld.

Men heeft, wel is waar, tot dat het nieuwe metselwerk geheel vervaardigd was, het bovenste gedeelte ondersteund, doch daarbij niet genoeg opgemerkt, of dit wel door de ondersteuning gedragen wordt, en welligt zwevende is gebleven, alleen door den zamenhang met het vorige metselwerk gehouden wordende (b).

(a) Hierbij moet echter eene uitzondering plaats hebben, wanneer de kelders sterk uitgebrand zijn, zoodat de muren daardoor week zijn geworden, hetwelk voornamelijk het geval is, wanneer deze van breuk- of veldsteenen zijn opgemetseld, daar deze, vooral de laatste, door het vuur ligtelijk springen. De gebakken steenen wederstaan voor zich zelve beter het vuur, doch de zich daar tusschen bevindende kalkmortel wordt door het vuur, en door het water, tot blussching gebezigd, week; waarom het ook niet raadzaam is, uitgebrande muren bij het weder opbouwen der gebouwen te behouden, voornamelijk wanneer deze niet sterk of dik zijn.

(b) GILLY haalt hieromtrent eenige voorbeelden aan, als:

1°. Van de kruiswelfen uit het slot te *Stettin*, waarvan een der pijlers 4 duim Berl. maat verzakt was, en de andere zich, benevens de gewelven, desniettemin, goed staande hielden.

Bij het leggen der fundamenten kan het geval plaats hebben, dat de vastheid van den grond zich niet overal in gelijke mate en op gelijke diepte bevindt, of dat dezelve, wegens het afdalen van het terrein, aan het eene einde van het gebouw veel dieper gelegd moeten worden dan aan het andere, zoodat het onderste vlak van het fundament niet horizontaal kan doorgaan. De onderste steenlagen moeten, desniettegenstaande, niet schuins, maar wel degelijk horizontaal gelegd, en loodrechte versnijdingen, van de hoogte naar de lage plaatsen, aangebragt worden. Deze versnijdingen moeten steeds maar zeer kort, zoo als bij trappen plaats heeft, afloopen; waarom de metselaars deze ook aftrappingen noemen (*a*).

2°. In eene kerk te *Dantzig* waren eenige der pijlers ingezakt, zoodat het gewelf gebersten was, men had de funderingsmuren onder de pijlers weg gebroken, palen ingeheid, daarop een roosterwerk gelegd, en alzoo nieuwe fundamenten onder de pijlers opgemetseld.

Onder een pijler had men, in de weeke aarde, dieper dan het fundament van den pijler, wijnvaten gevonden, waaruit men besloot, dat welligt voor tijden herwaarts, huizen op deze plaats gestaan hadden.

3°. Voor eenige jaren werd, in den kelder van een koopman te *Stettin*, het onderste gedeelte van den pijler van een kruisgewelf weggenomen, na alvorens, voor de gerustheid, het gewelf met latten ondersteund te hebben, ten einde het fundament dieper te leggen, dewijl de keldergrond verlaagd moest worden, hetwelk, zoowel als het ondermetselen der zijwanden, goed gelukte.

GILLY merkt echter hierbij aan, dat dergelijke werken steeds tot de gewaagde behooren, en alleen bij goed verstaend metselwerk, door middel van voorzigtige arbeiders, te ondernemen zijn.

4°. Te *Beeskow* begon een 6 voet hooge en 5 voet dikke pijler door te buigen, in de oude gothische kerk aldaar, als wanneer de Heer Bouw-Inspecteur KRAUS dezelve ter hoogte van 23 voet liet afbreken, de gewelven ondersteunen, en op nieuw ondermetselen.

(*a*) Men vindt hieromtrent bij GILLY een voorbeeld aangehaald, van eene zoodanige gesteldheid van den grond, daar de vaste zandgrond, waarop het gebouw geplaatst moest worden, eene diepte van 7 à 20 voet (Berl. M.) onder den beganen grond, bij eene geëvenredigde diepte van het grondwater van 1 tot 13 voet bezat, waarbij zich nog andere zwaarigheden opdeden, dewijl zich, in de nabijheid van 30 à 36 voeten van den bouw, een kanaal bevond, waardoor de toedrang van het water tot den funderingspunt zeer begunstigd werd, en de grond daarenboven van een moerassigen aard zijnde, bijzondere hulpmiddelen noodwendig maakte, ten einde het toeschieten derzelve te voorkomen.

Daar dit voorbeeld niet onbelangrijk is, en, vooral hier te lande, om de gesteldheid van den grond, van veel toepassing kan wezen, zullen wij zulks zoo als dit door GILLY beschreven wordt overnemen. Het fundament moest stuksgewijze, bij gedeelten, opgemetseld worden, en eerst dan, wanneer men deze stukken muur boven water opgevoerd had, konden zij in verband gebragt, of het verdere muurwerk te zamenhangend opgemetseld worden. Om alzoo de fundamenten onder water te kunnen leggen, werden er, nadat de sleuven zoo diep mogelijk uitgegraven, en het water uitgeschept geworden was, op eenen afstand van 10 tot 12 voet ter wederzijde van de sleuf, ongeveer 3 voet uit elkander, palen met de hand ingeslagen. De palen aan het einde waren van zwaar vierkant hout, en die uit het midden slechts van zwaar steigerhout. Dat zij van boven verzekerd moesten worden, verstaat zich van zelve.

Hierna werd eerst op de ééne zijde, van achter de palen, de grond uitgegraven, en een aan de langste zijde gescherpte plank, volgens de lengte, dicht achter de palen, zoo snel mogelijk in den grond gewerkt; hetzelfde geschiedde mede aan die der andere zijde. Hierop werd het zand en veen in het afgedamde gedeelte, tot aan den onderkant der ingedreven planken, uitgegraven; hetwelk ook achter de planken geschiedde, om deze nog verder in te drijven.

De dikte der buitenmuren dient zich te regelen: 1°. Naar den aard der materialen en derzelve draagvermogen. 2°. Naar het aantal der zich boven elkander bevindende verdiepingen. 3°. Naar derzelve belasting. 4°. Naar derzelve vrijstaande of ingesloten stand. 5°. Naar de inwendige verdeeling, namelijk of derzelve vele en groote kamers, dan wel altemaal kleine inhouden; zoodat in het eerste geval weinig, en in het laatste meer *Scheidsmuren* voorhanden zijn, welke aan het geheel meer zamenhang en ondersteuning geven. 6°. Of deze met gewelven of met houten zolders bedekt worden. En 7°. naar den aard van het klimaat.

De zwaarte der muren in gebakken steenen kan niet gevoelig in ellemaat bepaald worden, daar men alsdan dikwerf genoodzaakt zoude wezen om de steenen te moeten afhakken; men is diensvolgens verplicht deze dikte volgens heele en halve steenen te bepalen. Alleen bij harde breuk- en veldsteenen laten zich dergelijke bepalingen beter ten uitvoer brengen.

Sommige schrijvers willen de dikte der muren alleen van hunne hoogte afleiden. Zoo bepaalt, bij voorbeeld, MEINERT (a) de dikte van een muur van 20 voeten op 2 voeten, en van een muur van 80 voeten op 4 voeten; doch een ieder zal ligt gevoelen, dat het niet hetzelfde is, of de muur geheel vrij staat of tusschen andere is ingesloten, of dezelve al of niet zwaar belast is, enz., hetgeen wel degelijk bij de bepaling der dikte moet in rekening gebragt worden.

Was nu, door dezen herhaalden arbeid, de inzinking van de planken tot op den zandgrond tot stand gebragt, zoo werd het fundament, bestaande uit de grootste kalksteenen, in aller ijl gelegd, en alzoo het banket opgewerkt.

Nadat dit geschied was, werd weder een stuk van de fundamentssleuf, op de voorschreven wijze, met planken ingekast, en deze, in verhouding van het verval van den zandgrond, of volgens de diepte van den daarop staanden moerasgrond, uitgegraven. Hierbij moet aangemerkt worden, dat aan het einde van het vervaardigd banket damplanken ingedreven werden.

Hierna werd, dicht aan het vervaardigd muurwerk, de versnijding 1 à 1½ voet dieper gegraven, en volgens de breedte van den muur zulke grondsteenen gelegd, dat zij, met haren bovenkant, boven den onderkant der grondsteenen van het eerste stuk muurwerk, uftstaken. Even zoo werd de geheele afdamming of kast uitgediept, en niet alleen de grondsteenen op de voormelde wijze gelegd en met den voet vastgetrapt, maar er werden ook in aller ijl enkele lagen steenen daarop gemetseld, opdat het metselwerk eene, aan de drukking van het opstijgende water geëvenredigde zwaarte zou verkrijgen. Het verstaat zich van zelve, dat, gedurende dezen geheelen arbeid, het uitlozen van het water onophoudelijk dag en nacht met den grootsten ijver voortgezet moest worden, waartoe men zich eensdeels van den in MANGERS *Beiträgen zur Practische Baukunst*, Pag. 39 à 48, beschrevenen kettingmolen, en anderdeels van pompen bediende. Voornamelijk echter bevorderden de daglooners, met hoosbakken en emmers, het uitlozen van het water.

Even zoo moest met het metselwerk spoedig voortgang gemaakt worden, zoowel om het in alle opzigten kostbaar waterlozen zoo mogelijk te verkorten, als om menig nadeelig toeval te voorkomen, dat bij dergelijken moeilijken grondbouw, door het uitbrekende water, te duchten is, wanneer men daarbij langzaam te werk gaat.

GILLY merkt hierbij wijders nog ten slotte aan, dat men, wanneer het te vreezen ware, dat het reeds gelegde muurwerk, door het uittrekken van eenige te sterk ingedreven palen en planken, mogt komen te lijden, deze liever moest laten staan.

(a) *Landwirthschaftliche Bauwissenschaft.*

Bij al de voornoemde bijomstandigheden zoude het zeer wijdloopig en moeilijk zijn, de dikte der muren, volgens theoretische bepalingen, in ieder voorkomend geval te bestemmen; men houde zich hieromtrent liever aan hetgeen de ervaring als goed heeft leeren kennen.

De verdienstelijke Bouwkundige WIEBEKING heeft zeer belangrijke opnemingen gedaan, van de afmetingen der hoofdmuren van eenige der voornaamste gebouwen van Europa. Uit deze is gebleken, dat de verhouding van de dikte der muren betrekkelijk derzelve hoogte zeer variëerde, en wel van $\frac{1}{6}$ der hoogte, zoo als de muren van de *Louvre te Parijs*, tot $\frac{1}{30}$ der hoogte, welke de gewone dikte is der meeste burgerlijke woonhuizen te *Amsterdam*. Wijders leverden deze opnemingen nog de navolgende resultaten op.

1^e. Dat, bij gebouwen in *moëllons* of breuksteen gebouwd, de gemiddelde verhouding der dikte tot de hoogte, als 1 tot 20 stond.

2^e. Dat men in *Italië* de muren niet verdunde, terwijl men dezelve, in *Parijs*, nu eens verdunde, dan weder tot gelijke dikte optrok, en men, in *Londen* en *Amsterdam*, de bovenste verdieping slechts 11 à 12 duim O. M. en de onderste 18, hoogstens 24 duim dikte gaf; dat, zelfs bij huizen van 4 verdiepingen, de muren slechts eene doorgaande dikte van 12 duim hadden, en alzoo de verhouding van 1 tot 30, en 1 tot 40 is, welke laatste de stoutste evenredigheid is der voornaamste gebouwen van ons werelddeel.

WIEBEKING heeft mede eene berekening gemaakt der verhouding van de oppervlakten van de ruimte der gebouwen, tot die van derzelve muren, en bevonden, dat vele in den Duitschen bouwstijl aangelegde kerken, benevens die van het *Pantheon te Parijs*, de minste oppervlakte van muren bevatten, bij de meeste hoogte, en wel in de verhouding van 1 tot 6, 5.

Uit deze opnemingen leidt de voormelde schrijver de navolgende algemeene regels af.

1^e. Voor muren in gebakken steen met kelderverdiepingen, wanneer deze overwelfd worden, $\frac{1}{24}$ tot $\frac{1}{36}$ der hoogte, zonder welven $\frac{1}{24}$ tot $\frac{1}{36}$, naar de deugd der steenen.

2^e. Bij muren in breuksteen, $\frac{1}{30}$ tot $\frac{1}{24}$ der hoogte (α).

(a) RONDELER geeft formules aan tot het berekenen van de zwaarte der muren, en wel :

voor buitenmuren van een	{	enkel huis.	$\frac{H}{2} + L'$
			$\frac{24}{48}$
		dubbel huis.	$\frac{H + L}{48}$
		anderhalf dubbel huis. . . .	$\frac{H + L}{72}$
H de hoogte, en L de breedte van het huis voorstellende ;			
		en voor middelmuren. . . .	$\frac{H \times L^2}{72}$

3^e. Voor de tusschenmuren, $\frac{1}{2}$ tot $\frac{1}{4}$ der hoofdmuren.

Diensvolgens zoude het, bij ligte en kleine gebouwen en stallen, voldoende zijn de buitenmuren van een steen dikte te nemen, doch daarbij aan de hoeken, en hier en daar, wanneer de muren wat lang zijn, pijlers van $1\frac{1}{2}$ steen aanbrenge; bij drie verdiepingshooge huizen, beneden van 2 steen dikte, en bij die van 4 verdiepingen, van $2\frac{1}{2}$ steen dikte; welke, naar dat de omstandigheden zijn, met versnijdingen van $\frac{1}{2}$ steen voor elke verdieping kunnen opgetrokken worden; zonder versnijdingen werkende, is $1\frac{1}{2}$ steen voldoende voor muren van gebouwen met 3 verdiepingen, en 2 steen voor die met 4 en zelfs 5 verdiepingen.

De dikte der tusschenmuren dient zich te regelen naar de grootte der ruimte, welke deze insluiten; bij gebakken steenen neemt men dezelve van $\frac{1}{2}$, 1 en $1\frac{1}{2}$ steen; eene grootere dikte is onnoodig.

Worden de kamers verwelfd, zoo dienen deze zich daarnaar te rigten. Tot vermeerdering der sterkte van scheidsmuren, die eenige verdiepingen doorgaan, brenge men boven de deuropeningen welven aan, die men met metselwerk aanvult.

Bij de opgegevene zwaarte der muren moet men de hoedanigheid der steenen, vooral der gebakkene, niet uit het oog verliezen; daar die, welke hier te lande gebakken worden, van oneindig betere kwaliteit zijn dan die, welke in België worden vervaardigd.

De stevigheid der buitenmuren wordt overigens zeer door de verankering met de balken vermeerderd; hoe meer dergelijke ankers in een gebouw aangebragt worden, des te beter is zulks; bij ordinaire woongebouwen is het echter voldoende, op elken dam tusschen twee ramen een anker aan te brengen.

De Heer W. F. CAMP zegt wegens zijn *nieuw metselwerk in zware muren*, op pag. 79: «zoo ten aanzien van de zamenstelling des muurs in het algemeen, als betrekkelijk de weg-«neming der menigvuldige gebreken, welke wij ten deze in den loop dezer bedenkingen ont-«wikkeld hebben, naar het mij toeschijnt, tot dien trap van volmaaktheid gevoerd, waar-«voor hetzelfde, immers voor de toepassing in het werkdadige geacht kan worden vatbaar «te zijn. De elkander regthoekig kruisende streksche en patijtsche lagen, welke in dit «verband op de volle hoogte van den muur toch geheel en al dezelfde verbinding, als de van «oudsher geachte stroomlagen geven, hebben dan ook dezelfde goede eigenschappen als «deze, zonder nog in de nadeelen te deelen, welke aan de stroomlagen steeds verbonden «zijn, uit hoofde eerstgenoemde, vooreerst, minder arbeid vereischen, ten andere, het na-«terwijl L' den afstand der hoofdmuren voorstelt. Deze formules geven echter grootere dikte voor de muren aan dan men dezelve gewoonlijk in *Parijs* vindt; ook dienen deze naar den aard der bouwstoffen gewijzigd te worden.

Aan geheel op zich zelve staande muren wil deze schrijver $\frac{1}{4}$ der hoogte tot dikte geven; wij vermeenen echter, dat men hierbij met $\frac{1}{12}$ zoude kunnen volstaan.

«deel niet mede brengen van met stukken tegen de voor- en achterlagen gewerkt te worden, gelijk zulks bij het leggen der stroomlagen moet plaats hebben.

«Het leggen van onze kruislingsche lagen vordert evenmin meerderen arbeid, dan het aanbreken der gewone patijtsche lagen, bij het thans in gebruik zijnde verband, indien «namelijk de metselaar daar aan gewend zal zijn, en de behendigheid van beide wijzen dus «gelijk zal staan, daar toch de patijtsche en streksche rijen, ofschoon een horizontaal verband vormende, overal midden op midden worden gewerkt, en de patijtsche rijen bovendien slechts het verband der voorlagen volgen.

«Uit een en ander gelooven wij te mogen afleiden dat men in dit nieuwe verband, niet «alleen de stroomlagen zou kunnen ontberen, maar dat het in allen opzichte doelmatig kan «geacht worden dezelve weg te laten; trouwens, hoe noodzakelijk de stroomlagen in het «kruisverband, in eene verbinding waar geen horizontaal verband hoegenaamd aanwezig «is, ook zijn, hoe overoud haar nuttig gebruik in deze omstandigheden ook wezen moge, «wij kunnen niet inzien, dat dezelve nuttig kunnen zijn in dit nieuwe patijtsche metselverband, welke metsellagen, twee aan twee genomen, toch als wezenlijke stroomlagen zijn «aan te merken.

«Het is inderdaad niet moeilijk te beoordeelen aan welke zijde het voordeel gelegen «is, immers eene eenvoudige vergelijking van beide verbindingswijzen, zonder vooroordeel tegen nuttige wijzigingen van het van ouds bestaande, in één woord onzijdigheid in «de beoordeeling, deze alleen, zal naar onze meening voldoende zijn tot het verkrijgen der «overtuiging, dat de onderwerpelijke stroomlagen, gelijk wij bereids opmerkten, slechts van «het grootste nut zijn, om de zwakke patijtsche lagen in het zoogenaamd kruisverband, «bij eene volkomene afwezendheid van *verband in elke laag*, als het ware te ondersteunen, «opdat het geheel nog de noodige sterkte of vastheid bekomme, om eenigermate, hoe onvolkomen ook, aan het doel te beantwoorden, terwijl daarentegen dit nieuw metselverband «over het geheel genomen tevens in elk van deszelfs deelen, die kracht bezit, dat de in «plaats stelling van mindere sterkte, door het gebruik van de oude stroomlagen, alleen «strekken moet om die groote eenheid, dat groote verband der lagen onderling te «breken.»

Over de Zij- of Gevelmuren.

De *Zij- of Gevelmuren* dienen bij vrij staande gebouwen even zoo sterk als de frontmuren gemaakt te worden, namelijk van het fundament tot aan de zolderbalken; alleen wil men dezelve wel een halve steen minder zwaar nemen dan de benedenste verdieping, maar dezelve daarentegen tot aan de zolderbalken tot gelijke zwaarte optrekken.

In de steden, waar de gevelmuren dikwerf tot scheidsmuren dienen van twee aan elkan- der belendende gebouwen, worden deze *gemeenschappelijke gevels* genaamd, en alsdan even zoo sterk aangelegd als voor een enkel gebouw.

Het gedeelte van dezen gevel, tusschen de zolderbalken en het dak, wordt gemeenlijk een halve steen minder dik dan het overige gedeelte genomen.

Het gebruik om de kagebinten in de gevelmuren te metselen, is niet zeer aan te raden; men doet beter deze gedeelten van den gevel, ook wel *brandgevel* genaamd, liever iets massiever te nemen, en de gordingen daarin te laten rusten, welke men door middel van ankers met den muur verbindt.

De dwarsmuren, of diegenen, welke volgens de breedte van het gebouw loopen, die slechts alleen strekken om de kamers van elkander te scheiden, en alzoo niets dan derzelve eigen last dragen, dienen bij groote gebouwen door alle verdiepingen henen van een steen dikte te zijn, en kunnen in kleine gebouwen van slechts $\frac{1}{2}$ steen genomen worden.

*Over de
Scheids- en
Middelmuren.*

De middelmuren, welke volgens de lengte van het gebouw doorgaan, en tot het dragen van balken strekken, dienen anderhalve steen dik genomen te worden; anders kan men volstaan met dezelve slechts een steen dikte te geven.

Hierbij zij aan te merken, dat, daar de belasting van gebouwen gewoonlijk het meest in het midden plaats heeft, men vooral niet uit het oog moet verliezen, deze gedeelten eene behoorlijke sterkte te geven, en, wanneer er eenige doorbuiging van zolders te vreezen is, moet men dezelve trachten te ondersteunen, daar het verval van vele gebouwen hieruit voortspruit, dat men geene behoorlijke zorg voor het ondersteunen derzelve gedragen heeft; er dient alzoo, bij massieve gebouwen, dikwijls meer op de sterkte der middelmuren, dan op die der buitenmuren gelet te worden.

Het zal gewis niet onnoodig zijn hierbij aan te halen, hetgeen de Bouwkundige PATTE, in zijne meermaals vermelde *Remarques sur les principaux objets d'Architecture*, hieromtrent zegt:

« De nauwkeurige kennis der practijk (zegt hij) leert het misbruik der bouwmaterialen voorkomen, en de kosten van een op te voeren gebouw beperken.

« Bij eene juiste opmerking van de gewone handelwijze zal men ligt bespeuren, hoezeer het wezenlijke met het schijnbare verwisseld wordt; namelijk, hetgeen de lasten dragen moet, met hetgeen niets te dragen heeft; waaruit volgt, dat men gemeenlijk zeer geringe zaken door groote middelen bewerkt. Eenige opmerkingen zijn voldoende om dit te bewijzen.

« Is het niet klaarblijkelijk, dat, in een gebouw, niet alle muren daargesteld zijn om lasten te dragen? De hoeken en die gedeelten uitgezonderd, waarop balken rusten, dient alleen het overige tot aanvulling en insluiting der ruimte, en zoude in alle gevallen open kunnen blijven. De woningen der menschen bestonden oorspronkelijk slechts uit vier in de hoeken geplaatste zuilen of standers, welke de houten ondersteunden, die het dak formeerden. De ruimte tusschen deze zuilen werd met leem of met takken aangevuld,

« om zich tegen beesten te beschutten. Reeds in die tijden der onwetendheid zal men
 « zich over diegenen uitgelaten hebben, die, onder het voorwendsel van aan zijne hut eene
 « des te grootere stevigheid te verschaffen, meerdere zuilen dicht bij elkander heeft geplaatst;
 « dit is intusschen nog ongeveer hetzelfde, wat onze bouwlieden doen, terwijl zij bij voor-
 « beeld aan alle plaatsen groote breuksteenen verkwisten, en die, welke sterkte en we-
 « derstand zullen moeten bieden, met diegene verwisselen, welke dezelve niet behoeven;
 « en alzoo uit hunne gebouwen ware steenklompen maken.

« De groote kunst in de bouwkunde bestaat daarin, niet meerder sterkte en wederstand
 « aan te brengen dan noodig is, namelijk, om de rustpunten te ondersteunen, en de fun-
 « damenten alle mogelijke draagbaarheid, alsmede aan de overige plaatsen, op welke
 « zijdelingsche drukking en belasting werkt, den behoorlijken wederstand te verschaffen;
 « aan alle overige plaatsen van een gebouw kan men bouwstoffen besparen. Het geschiedt
 « zeker slechts uit onwetendheid, wanneer men gewoonlijk daarin eerder te veel dan te
 « weinig doet.

« Wanneer wij den arbeid der Gothen nauwkeurig gadeslaan, welken alle Bouwmees-
 « ters op het nauwkeurigste dienen te onderzoeken, in plaats van denzelfden alleen te bewon-
 « deren, zoo zal men bevinden met welk een overleg zij de bouwstoffen verdeelden; men
 « zal bemerken, dat zij het fundament zeer goed verzekerden, doch zonder verkwisting;
 « dat men hetzelfde verdunde, naarmate men die hooger opvoerde, zoo als men zulks bij
 « de oude kerkmuren kan opmerken, welke somwijlen 7 of 8 duim in de dikte verminderd
 « zijn, terwijl hunne gewelven slechts 4 à 5 duim dik waren.

« Met deze meesterstukken vergelijkte men de meeste van onze nieuwe gebouwen, zoo
 « zal men bij deze somwijlen gewelven van 2 voet dik vinden, waardoor dan ook eene
 « vreeslijke zijdelingsche drukking, door de wigvormige welfsteenen uitgeoefend wordt,
 « welke eene overeenkomende groote versterking der muren vereischt.

« Doch laat ons niet alleen tot de oudste tijden terugkeeren; nog in de vorige eeuw was
 « men er verre van af, zoo verkwistend met de grootste breuksteenen om te gaan, als heden-
 « daags. Men bediende zich van dezelve alleen van buiten, als bekleeding van het gewoonlijk
 « uit onregelmatige breuksteenen of uit gebakken steenen bestaande muurwerk.

« Toen men, voor eenige eeuwen, in de groote Galerij der *Louvre*, welke HENDRIK II liet
 « bouwen, eenige oude muren afbrak, was men zeer verwonderd niet dan 8 à 9 duim dikke
 « tafels te vinden, waarmede de uit slechte onregelmatige breuksteenen met kalk en zand
 « opgemetselde muren bekleed waren; en meerdere muren heeft men aangetroffen, welke
 « slechts op deze wijze bekleed waren.

« Niet minder onnoodig is het, zoo als toch dikwerf geschiedt, overal in een ge-
 « bouw zeer zware of dikke muren aan te brengen, wanneer zij niet tot het dragen van

« daken of andere lasten dienen moeten , maar alleen tot het insluiten der ruimte bestemd « zijn ; enz. »

Tot besparing van bouwstoffen kan men dikwerf in de muren pijlers met welfbogen aanbrengen , waardoor aanmerkelijk veel aan bouwstoffen en arbeidsloonen uitgewonnen wordt. Zelfs in de fundamenten van middelmuren en anderen , kan men , door het aanbrengen van welfbogen , vele onkosten besparen.

Ook kan men , in muren van $2\frac{1}{2}$ steen , de schoorsteenpijpen geheel in den muur aanbrengen , en daardoor vele hoeken en uitstekken in de gangen vermijden.

Betrekkelijk het plaatsen van *Deur- en Vensteropeningen* moet in de eerste plaats worden aangemerkt , dat dezelve niet te groot noch te menigvuldig moeten zijn ; eensdeels , om de buitenmuren niet te zeer te verzwakken , en anderdeels , om de gebouwen zelve in den zomer niet te warm , en in den winter niet te koud te doen zijn. De dammen of vakken muurs tusschen dezelve wil men daarom geene mindere , maar eer meerdere breedte dan die der vensters zelve , gegeven hebben , en aan de hoeken , welke altoos de voornaamste steunpunten uitmaken , steeds iets meer. Te veel vensters , met betrekking tot het front van een gebouw , en alzoo smalle dammen , aan te brengen , is eene aan de duurzaamheid nadeelige bouwwijze , en vergroot bovendien de onderhoudskosten. Het is steeds aan te raden , niet meer vensters in een gebouw aan te brengen , dan tot verlichting noodig is.

Tegen deze bepaling vindt men het meest gezondigd in de groote steden hier te lande ; vooral daar , waar de onderhuizen tot open winkels geschikt zijn gemaakt , en waar men , met opoffering van sterkte en schoonheid , door het onmatig vergrooten of vermeederen der vensteropeningen , meerder licht zoekt te bekomen , en zich de gelegenheid te verschaffen , om de koopwaren voordeliger ten toon te stellen. Een kundig Architect kan hierbij , wel is waar , door het verzwaken der smalle dammen als anderszins , de vereischte sterkte behouden , doch de misstand en het aanzien van zwakheid nimmer wegnemen , tenzij hij het geheele front der onderste verdieping , door uitwendige versieringen , van het boven zijnde afscheidt , en het aanzien geeft van aaneengeschakelde of gebroken arcades , op kolommen , pilaren , of dunne pijlers rustende.

In de tweede plaats wil men dezelve , bij gebouwen van twee of meer verdiepingen , in ééne loodlijn boven elkander geplaatst hebben , moetende niet alleen om den welstand , maar ook om de sterkte en duurzaamheid , de opene vakken en dammen , van de plint tot aan de kroonlijst , onafgebroken doorgaan , en de afmetingen der vensteropeningen , naar mate van de hoogte , afnemen ; dienende men wijders aan de muurvakken , tusschen de boven- en benedenvensteropeningen , eene behoorlijke sterkte te geven , en te zorgen dat deze , bij het uitnemen en herstellen der kozijnen , aan geene verzwakking onderhevig zijn ; moetende dezelve , althans van binnen , door een gebogen welfje ondersteund worden ,

hetwelk wij reeds in het vorige hoofdstuk beschreven hebben. Wanneer de dispositie der gebouwen zulks gedooft, moet men steeds trachten aan de wetten der *symetrie* te voldoen, namelijk, dat de deur in het midden van het gebouw, en ter wederzijde evenveel vensters, op gelijke afstanden van elkander geplaatst worden.

Wat de gedaante en de afmetingen der deur- en vensteropeningen betreft, wanneer men daaromtrent niet door de inwendige inrigting en verdeeling der vertrekken, de hoogten der verdiepingen, of andere bijkomende omstandigheden, te zeer bepaald is, zoo geve men aan dezelve eene hoogte van het dubbele der breedte, daarbij in acht nemende, de vensteropeningen van hoogere verdiepingen, naarmate deze meerder rijzen, minder hoogte te geven.

Met de buitendeuropeningen, hetzij dezelve door eene enkele of door eene gebroekene deur gesloten zullen worden, kan men intusschen dezen regel niet altijd volgen, zijnde derzelver hoogte meestal bepaald door de hoogte der bovendorpels van de lichtkozijnen, met welke deze gelijk moeten komen, en de ligging der benedendorpels, door de hoogte van den vloer, boven welken de benedendorpels der vensterkozijnen 50 duim verheven moeten zijn, wanneer de vensterbanken tot zitplaatsen zullen dienen, en niet meer dan 75 duim, wil men, zittende, gemakkelijk uit dezelve kunnen zien.

De afmetingen der groote deuren voor stallen en koetshuizen moeten naar die der rijtuigen bepaald worden; meestal geeft men dezelve eene breedte van 2,50 ellen, en eene hoogte van niet minder dan 3,20 ellen.

De buitendeuren van ordinaire woongebouwen geeft men gewoonlijk eene hoogte van 2,50 ellen, en eene breedte van 1,25 ellen; die van rijkere gebouwen worden meest dubbel gemaakt, en verkrijgen alsdan eene breedte van 1,50 ellen op 3 el hoogte. Indien men, boven de deur, eene cirkelvormige of vierkante opening, tot verlichting van den gang of de *vestibule* aanbrengt, moet steeds het half of de bovendorpel der deur gelijk met die der vensters komen.

De binnendeuropeningen der vertrekken maakt men, naar den aard der gebouwen, 1,00 à 1,10 ellen breed, en aan de dubbele deuren (*portes-brisées*) geeft men eene breedte van 2 tot 2,50 ellen; aan de deuren van kleine kamertjes, kasten en secreten, kan men volstaan met 0,90 à 0,95 breedte, en 1,80 à 1,90 ellen hoogte. Bij het plaatsen derzelve moet ook steeds de *symetrie* in acht genomen worden, zoo wel in de gangen of *vestibules*, als in de vertrekken zelve; en, bijaldien de inwendige verdeeling van het gebouw zulks onmogelijk maakt, zoo moet men hierin trachten te voorzien door het aanbrengen van valsche deuren.

In ordinaire woongebouwen maakt men de breedte der vensteropeningen in den dag zelden minder dan 1 el, en meerder dan 1,25 ellen; doch, bij meer aanzienlijke gebou-

wen, waarvan de verdiepingen meerder hoogte hebben en de muren zwaarder zijn, geeft men dezelve gewoonlijk eene grootere breedte, om bij de grootere hoogte toch eene bevallige evenredigheid te behouden; en wanneer men vermeent, dat de meerdere breedte der dammen of penanten, gevoegd bij de groote dikte der muren, aan de verlichting van de vertrekken te veel nadeel zal toebrengen, zoo werkt men het naar binnen springende gedeelte der penanten, ter wederzijde van de lichtkozijnen, schuins af, om meerder licht op te vangen, en tevens om eene geschikte bergplaats voor de geopende blinden te bekomen.

De deur- en vensterkozijnen, hetzij deze van hout of van steen genomen worden, dienen, bij het opmetzelen van gebouwen, eerst op de plaats gesteld te worden, waar deze moeten worden aangebragt, alvorens met het optrekken der muren verder te kunnen gaan; hetzelfde moet plaats hebben met de duimen en klinkhaken.

Wanneer men groote openingen tot dubbele deuren en koetspoorten in muren moet aanbrengen, zoo eischt de voorzigtigheid, dat men boven dezelve welbogen opmetsele, om de dragt van den muur op den bovendorpel van de kozijnen te vermijden, welke ligt aanleiding tot doorbuiging geeft.

De eigenschappen van welingerigte schoorsteenen zijn :

- 1°. Dat zij zoo veel mogelijk schuin in de hoogte gevoerd worden; echter mag de schuinite nimmer 60°. te boven gaan.
- 2°. Moeten zij van boven verwijden naarmate dat zij hooger worden. Deze verwijding mag echter slechts een duim per el bedragen.
- 3°. Moeten zij van boven zoodanig gedekt zijn, dat noch de zon de inwendige ruimte kan verwarmen, noch de winden, van welke zijde zij ook komen, het opstijgen des rooks verhinderen kunnen. Het laatste komt men voor door het plaatsen van eenen gek op den schoorsteen; het eerste, door eene kap op denzelfden aan te brengen, welke omtrent 30 à 40 duim over zijne bovenste randen nederhangt.
- 4°. Moeten zij op zich zelve bestaan, en dus iedere schoorsteenpijp van de nevens haar aangebragte geheel afgescheiden zijn, waartoe zoogenaamde tongen, van één steen op zijn kant, tusschen de onderscheidene pijpen gemetseld, voldoende zijn.

Over de constructie der Schoorsteenen en derselver mantels.

Voor het gemak van schoonmaken mag eene schoorsteenpijp niet minder dan 45, maar ook niet meer dan 80 duim in het vierkant wijd zijn; eerstgenoemde wijdte is geschikt voor gewone huisvuren, laatstgemelde voor die van groote keukens, brouwerijen, enz. Ten einde den rook, welke van het vuur opstijgt, dadelijk op te vangen, zonder dat hij ter zijde uitwijke, zoo moet men den schoorsteen van onderen langzaam verwijden, naarmate hij het vuur nadert.

Dat verwijde gedeelte noemt men rookvanger, mantel of helm. De hoek, welken de

mantel met de schoorsteenpijp maakt, mag niet te scherp zijn, wijl de rook in dat geval op denzelfen naar onder zoude terugkaatsen.

Bij vuurhaarden in woonvertrekken is het een hoofdvereischte dat de meeste vuurstralen in het vertrek geëaatst worden, ten einde de meestmogelijke warmte in hetzelfde te brengen; de parabolische boezems zijn dus boven de cirkelronde en deze boven de regtlijnige en vier- of zeshoekige te verkiezen.

Er kunnen onderscheidene oorzaken zijn die eenen schoorsteen doen rooken, en die men uit de ondervinding moet leeren kennen. De plaatsing van eene deur of een venster, een steen die in de pijp vooruitsteekt of uitgevallen is, de rand des schoorsteens, die door het afvallen van eenige steenen aan eene zijde iets hooger dan aan de andere is, balken, die in de pijpen met lood of ijzer bekleed doorschieten en meer dergelijke omstandigheden kunnen hiertoe aanleiding geven. Het is tevens van belang in iedere schoorsteenpijp van boven eene ijzeren schuif aan te brengen, die men bij gelegenheid van brand kan toeschuiven.

Hetzij de muren van gebakken steen, of wel van breuksteen gemetseld zijn, zoo maakt men steeds de schoorsteenpijpen rondom van gebakken steen, ter dikte van een halven steen; sommige metselaars willen deze in leem metselen, doch meestal geschiedt zulks in gewonen mortel.

Men dient hierbij aan te merken, dat het insnijden van schoorsteenpijpen de muren zeer verzwakt, en zoo deze van geen 2 steens dikte zijn, de pijpen steeds tegen dezelve aangebragt moeten worden.

De schoorsteenmantels dienen op een ijzeren raam te rusten, waarvan de einden stevig in den muur gevestigd zijn; in geen geval mag daartoe hout gebezigd worden, zoo als ook nimmer eenig stuk hout door eene schoorsteenpijp mag henen gaan; en, zoo hetzelfde in hare nabijheid gebragt wordt, dient er ten minste 15 duim metselwerk over heen gewerkt te worden; ook, zoo men eenige duimen afstand tusschen het hout en de schoorsteenpijp kan laten, is zulks steeds aan te raden, tot meerdere zekerheid.

De afmetingen der kleinste schoorsteenpijpen zijn meestal van 75 duim breedte, en 24 à 28 duim diepte.

Men moet steeds vermijden de haardplaten, hetzij deze van ijzer of van steen zijn, onmiddellijk op den onderliggenden vloer te laten rusten, welke ook de dikte van het metselwerk zij, dat zich tusschen deze en het hout bevindt; ook moet men te dien einde de raveling zoodanig inrigten, dat de plaats voor den haard geheel ledig zij; deze holte wordt aangevuld door metselwerk, ondersteund door ijzeren banden.

De schoorsteenpijpen moeten ten minste 1 el boven de nok van het dak verheven zijn.

De schoorsteenmantels worden meestal in gebakken steen gemetseld, en met geslepen escozijsche of wel marmeren platen gedekt. Dikwerf voorziet men den achterkant van den

vuurhaard en de zijden, met gegoten ijzeren platen, en wel voornamelijk in de keukens.

De schoorsteenmantels dienen geëvenredigd te zijn aan de plaatsen, waarvoor zij moeten dienen. In voorname huizen kan men dezelve onderscheiden in vier soorten voor de vertrekken, zonder die van de keukens mede te rekenen, te weten: voor de groote zalen, salons, zijkamers en kabinetjes. Men geeft gewoonlijk aan die der groote zalen 3 ellen, aan die der salons 2 el breedte op 2 à 1,30 el hoogte, en aan die der andere vertrekken, afmetingen geregeld naar derzelver grootte, van 1,50 à 1 el breedte, op 1 el hoogte. De diepte van een vuurhaard mag niet minder dan 60 duim bedragen, wijl anders het vuur te veel naar voren ligt, en aanleiding tot rooken geeft, doch niet meer dan 1 el, wijl anders de togt te groot is en hij de warmte in den schoorsteen jaagt. Men versiert de schoorsteenmantels met kostbaar marmer, porphijr, jaspis en agaatsteen, alsmede met beeldwerk van gegoten metaal in het vuur verguld.

Dikwijls komt een architect in de noodzakelijkheid, om, voor de regelmatigheid van het plan, in de verschillende verdiepingen van een gebouw, de schoorsteenpijpen boven elkander te plaatsen, als wanneer men de pijpen in eene schuinsche rigting voorbij elkander henen leidt, daarbij zorg dragende eene tuschenwijdte van 64 duim tuschen de pijpen te laten, opdat de nok van het dak dezelve niet te nabij zoude komen, en zich door aanraking te ligtelijk zoude laten verhitten. Dit in eene schuinsche rigting uitleiden der schoorsteenpijpen kan alleen dan geschieden, wanneer deze van buiten tegen de muren zijn aangebragt, en niet in dezelve zijn ingesneden; in het laatste geval dienen zij steeds loodregt op te gaan.

Somtjids plaatst men, in prachtige gebouwen, een schoorsteen in het vak van een venster, als wanneer het raam uit een onverfoeild spiegelglas van één stuk moet bestaan.

Wanneer een schoorsteen aldus geplaatst is, zal men ligtelijk gevoelen, dat de pijp zich niet verticaal boven den schoorsteenmantel kan verheffen; maar alsdan construeert men regts en links twee kleine vierkante pijpen van 32 duim, welke zich boven in het dak vereenigen.

Deze schoorsteenen zijn veel kostbaarder dan de gewone, daar derzelver constructie veel meer zorg vereischt, en zij worden niet dan in prachtige paleizen of hôtels aangebragt.

Wil men, om de groote onkosten te vermijden, de kelders niet waterdigt maken, zoo moet men dezelve eenige duimen boven het hoogste grondwater aanleggen.

Gewoonlijk geeft men dezelve een hoogte van ten minste 2 ellen, zoodat in lage gronden, waar het welwater zich meest ter diepte van 1 el onder den beganen grond bevindt, de kelder 1 el boven denzelven verheven is, waardoor het gebouw alsdan eene hooge plint verkrijgt. De fundamentsmuren van het gebouw worden meestal tot zijmuren der kelders gebezigd, die veelal daartoe genoegzame zwaarte hebben; dit nu het geval niet zijnde, moet men de zwaarte der muren berekenen uit de drukking der welven en derzelver belasting.

*Over het met-
selen van kel-
ders.*

Is men verplicht de kelders onder het gewone grondwater aan te leggen, alsdan moeten niet alleen de zijmuren, maar ook de vloer, met klinkersteen en sterke tras gemetseld worden.

De keldervloeren worden gewoonlijk rollaagsgewijze, ter dikte van een steen, gemetseld; en onder dezelve worden stroomlagen aangebragt, naarmate deze vloer meerder dikte moet bekomen, welke dikte zich regelen moet naar de wijdte of breedte van den kelder en de hoogte van het grondwater, om te voorkomen dat de grond niet worde opgebogen, tot welk einde men er somwijlen ook wel een houten vloer onder aanbrengt. In voorname gebouwen belegt men de keldervloeren meest met tegels.

De kelders worden met gewone houten zolderingen, uit balken en vloerplanken bestaande, of, hetgeen verkieslijker is, met gewelven gedekt, daar de eerste, door de vochtige lucht der kelders, ligtelijk bederven.

De kelders en *souterrains* moeten zich, met betrekking tot derzelver aanlage, naar de bovenste kamers rigten; waarom men eerst den platten grond der eerste verdieping moet projecteren, en dan dien van de kelderverdieping naar deze regelen, om zoo veel mogelijk te vermijden, dat de muren van het gebouw op de welven rusten; ligte scheidsmuren alleen kunnen hierbij eene uitzondering maken, wanneer deze gewelven eene bekwame dikte hebben, en dan nog moet zoodanige muur op het gewelf en niet op de zijden rusten, wanneer men dezelve volgens de lengte van het gewelf er op plaatst.

De gewelven, waarmede men gewoonlijk de kelders overdekt, zijn reeds in het vorige hoofdstuk beschreven; de kruiswelven worden daartoe steeds als het geschiktste verkozen, en na deze de kapwelven, als de meeste ruimte verschaffende, en de minste zwarigheden opleverende tot het aanbrengen van vensters en deuren; de tonwelven, als de sterkste, verkiest men in die gevallen wanneer de kelders vooral voor brand behoed moeten worden. De *steekwelven* zijn de zwakste.

De zwaarte der welven wordt geregeld naar de wijdte der kelders, en de last dien het gewelf dragen moet. Ecnige *Practici* volgen hieromtrent de navolgende regels: zij geven namelijk aan tonwelven, waarvan de wijdte niet over de 8 el bedraagt, 8 duim dikte voor elke el bespanning, en aan de regtstandsmuren, mits die niet hooger zijn dan de halve wijdte, 16 duim dikte voor ieder el bespanning; bij sterkere hoogte vermeerderen zij de dikte met 10 duim voor iedere el meerdere hoogte. Deze praktische regels kunnen in het algemeen als vrij voldoende beschouwd worden, doch moeten naar de omstandigheden worden gewijzigd.

Wanneer twee gewelven, die ongeveer van gelijke wijdte en zwaarte zijn, op een gemeenschappelijken muur te staan komen, dan ontstaat, met betrekking tot de zijdelingsche drukking dezer welven, een genoegzaam evenwigt, zoodat die muur niet naar de eene of andere

zijde kan verschoven worden; alzoo behoeven de muren, waartegen aan beide zijden gewelven staunen, niet zoo sterk te zijn als diegenen, welke slechts van ééne zijde door een gewelf gedrukt worden.

Wat het aanbrengen van vensters betreft, zulks geschiedt, bij hooge kelders door middel van horizontale, en bij lage kelders door schuinsche insnijdingen, steeds zorg dragende, dat de onderkant van zoodanig venster eenige duimen boven den beganen grond verheven zij, tenware men, bij een lagen kelder, genoodzaakt is den grond voor denzelfen uit te graven, en door een schuinsch valluik voor het regenwater te behoeden.

De Regenbakken dienen, even als de kelders, die onder het grondwater aangelegd moeten worden, met klinkersteen en sterke stras te worden gemetseld. Nadat het metselwerk eenigen tijd bestorven is, voorziet men dezelve gemeenlijk van eene goede traslaag, beklampt deze met een platten steen, en bemetselt dezelve rondom met verglaasde tegels.

Over de Regenbakken.

Ten einde eenen beteren afloop tot de pompbuis te bewerken, geeft men gewoonlijk aan den vloer eene kleine helling naar de plaats waar deze zich bevindt; en, ten einde de bakken, bij te grooten toevloed van water, zich kunnen ontlasten, brengt men ontlaatbuizen aan, welke vooral geen mindere wijdte dienen te hebben dan de toevoerpippen; bovendien brengt men aan de regenbakken eene kleine opening aan, waardoor de lucht zich kan ontlasten, en eene groote opening, waardoor men er zich in kan begeven, om dezelve schoon te maken.

Een regenbak boven den grond gehouden wordende, moet de dikte van deszelfs wanden, volgens de regelen der Hydrostatica berekend worden, naar den hoogsten waterstand, en wel mag de dikte niet minder dan de helft dezer bedragen.

Wijders behoort nog tot een goed ingerigten regenbak, een zoogenaamde filtreerbak, waarin het water, door zuiver grondzand, keisteentjes, houtskolen, of wel door beenzwart loopt, hetwelk het water het best van de inhoudende looddeelen zuivert, ten einde aldus van vreemde stoffen ontdaan te worden, alvorens in den regenbak te komen.

De privaten moeten zoodanig aan de gebouwen worden aangebragt, dat zij noch uit- noch inwendig eenigen misstand veroorzaken, en dat zij noch in de vertrekken, in welke nabijheid zij zich bevinden, noch in het gebouw eenigen kwaden reuk verspreiden; zij moeten daarentegen, zoo wel bij nacht als bij dag gemakkelijk te naderen zijn, en uit dien hoofde plaatst men dezelve meestal in de gebouwen, en moeten zij dus hoofdzakelijk aan het tweede vereischte voldoen. Hiertoe bestaan onderscheidene middelen, welke meer of minder doelmatig zijn, doch het is zeer moeilijk daaraan volkomen te voldoen.

Over de Privaten.

Het beste middel om den kwaden reuk tegen te gaan, is dat het privaat steeds gedeeltelijk met water gevuld zij, hetwelk gedurig ververscht kan worden. Men voorziet gewoonlijk den looden koker van een privaat met een koperen klep, waaraan een tegenwigt zich bevindt. Deze klep wijkt voor het minste, dat daarop valt, en sluit zich weder daarna. Men bezigt tevens

eene waterbuis, welke in den sekreetkoker uitkomt; met eenen op het dak geplaatsten vergaderbak gemeenschap heeft, en in het privaat met eene kraan is gesloten. Deze waterbak gevuld met water gehouden wordende, spuit alsdan met geweld in den koker bij iedere opendraaijing van de kraan en wordt deze alzoo gereinigd. Men brengt ook somwijlen een togtgat uit den sekreetput boven het dak uit, waardoor de kwade dampen in de buitenlucht verspreid worden.

De sekreetputten moeten wijders zoodanig ingerigt worden, dat zij buiten het gebouw kunnen geledigd worden; men make dezelve zoo ruim mogelijk, opdat deze lediging niet te dikwerf behoefte plaats te hebben.

Bij gevangenhuizen, hospitalen of kazernen komt men de schadelijke dampen voor, door het verwarmen van de buis, die deze naar boven ntleidt, en daartoe van ijzer gemaakt wordt. Het verwarmen der buis verdunt de lucht in dezelve, de lucht van den sekreetput zal derhalve steeds naar de buis toestroomen, en gevolgelijk ook de versche buitenlucht door de opening van den bril naar den sekreetput, zoodat de dampen uit dien put nimmer door den bril kunnen opstijgen. Men dient hierbij vooral te zorgen, dat de bril niet te juist sluite, en ook het kabinet niet zoo dicht gesloten zij, dat de buitenlucht geen toegang tot den bril zoude kunnen hebben.

Bij militaire woongebouwen is men veelal in het geval de privaten buiten dezelve te kunnen plaats en; dit moet dan ook bij kazernen en wachthuizen steeds plaats hebben, en wel op eenen geschikten afstand. Bij hospitalen moeten zij zich daarentegen steeds in die gebouwen zelve bevinden, en men kan daarbij niet te zorgvuldig alles aanwenden, om den stank derzelve te voorkomen.

Over de Riolen. De riolen metselt men gewoonlijk in basterd tras; de kleine riolen worden bevoerd en ook gedekt met gewone tegels, de groote door middel van halve of heele steens welfjes, die op zijmuren van een steen of meerder dikte rusten. Alleen dienen zij een gemetselden vloer te hebben, die op een houten komt te rusten; voor zeer kleine neemt men eiken platen van 4 à 5 duim dikte; voor riolen van 30 à 40 duim wijde, brengt men gemeenlijk onder de platen eenige kespen aan.

Men moet steeds zorg dragen, om aan de riolen eene helling te geven van niet minder dan 2 duim op de el; aan die, welke bogten hebben, dient men zelfs iets meer te geven. De wijde der riolen dient men te regelen naar het water, dat hierdoor moet afgeleid worden, en naar dat hetzelfde veel of weinig met harde stoffen is vermengd.

De kleine riolen, die het water van gootsteenen, zinkputten, enz., naar het groote riool afleiden, noemt men *spruiten*, en dienen zoo veel mogelijk, onder stompe hoeken, met het groote riool vereenigd te worden.

Ten einde de vuiligheid, die dikwijls op den bodem dezer riolen blijft, te kunnen uit-

halen, is het noodzakelijk, aan het eind der uitlozing, of wel van afstand tot afstand, eene opening in het gewelf aan te brengen, welke opening men met een hardsteen sluit.

In de algemeene voorwaarden vindt men de navolgende bepalingen wegens de behandeling van het plafonneer- en stukadoorwerk.

*Over het
Plafonneer- en
Stukadoor-
werk.*

«In nieuwe hechte gebouwen, bij greenen of dennen balklagen van half hout, op eene «tusschenwijdte niet boven de 75 Ned. duimen, genoegzaam zwaar, dat geene schudding «of verzetting te duchten is, zullen de plafondschrouten, vierkant bezaagd, van 2½ duims «vuren, 10 duim breed, onder tegen de balken, volkomen gerigt zijnde, op elken balk met «twee suffisante nagels worden vastgespijkerd op 2½ duim tusschenwijdte.

«In gebouwen van mindere vastheid aan schudding onderhevig, of bij zwakke, wijd uit «elkander liggende balken, zullen evenwijdig aan elken balk, twee genoegzaam breede 5 «duims deelen in de tusschenruimte op gelijke afstanden, aan beide einden eenige duimen «in de tegen elkander omstaande muren, op hun kant ingelaten moeten worden, zoodanig «gesteld, dat zij de zoldering noch de balken raken, 2½ à 3½ duim buiten den onderkant der «laatste voortspringende. Wanneer lokale omstandigheden het aanbrengeu der voorschre- «vene deelen hinderlijk zijn, b. v., daar de zoldering met kinderbalken is te zamengesteld, «zullen in plaats derzelve genoegzame hangereels in het werk worden gebragt, naar goed- «vinden der opzigthebbenden, op dezelfde wijze voortspringende.

«De plafondschrouten worden tegen de voorschreven deelen of hangereels vastgenageld, «zoo als reeds beschreven is.

«Daar waar het noodig is de gehoorigheid te benemen zullen de plafondschrouten met «mos, of waar zulks te bekomen is, met droog *zeewier* belegd worden.

«Tegen de voorschreven plafondschrouten zal een gelijkmatige rietmat van versch en «bekwaam riet aangebragt, en deze met eene genoegzame hoeveelheid rietnagels en ge- «gloeid koperdraad, het laatste op eene gelijke verdeling van 12½ duimen om de 10 «duimen genageld, bevestigd worden.

«Wanneer genoegzame tijd tot opdrooing voorhanden is, zal de eerste grond in het «ruwe gezet, en met strijkborden tegen het riet aangebragt worden, bestaande uit gewonen «kalkmortel van 5 deelen schulpkalk en 3 deelen zand taai geslagen. In den zomer na drie «weken en in den winter na zes weken droogens, gemiddeld naar omstandigheden, zal over «dezen eersten grond, de tweede grond met strijkborden worden aangebragt, met de rij af «en met het truweel nagestreken, bestaande uit denzelfden mortel, met bijmenging onder «het werk, van de noodige hoeveelheid pleister, ten genoeg van den opzigthebbende, «waartoe Keulsche gips genomen kan worden, welke tweede grond met de fijne stück wordt «overtogen, uit wel geprepareerde Luiksche kalk en Rouaansche gips te zamengesteld,

«met alle voorzorg die daarbij vereischt wordt, zoodat het een volmaakt vlak, glad en «helder werk oplevert.

«Indien geen genoegzame tijd tot droogen voorhanden is, zal de eerste grond met bij- «menging van Keulsche gips gemaakt worden, zoo als bij den tweeden grond is vermeld, «waarna deze terstond kan aangebragt worden.

«Bij plafonds van minder aanbelang kan de rietmat gemenageerd worden; in dat geval «worden de plafondschrouten niet breeder dan ten hoogste $6\frac{1}{4}$ duim zwaluwstaartsgewijze «toegerigt, op $1\frac{1}{4}$ duim tusschenruimte bevestigd, waartegen de mortel als voorschreven «vol en zat met de strijkborden wordt aangebragt en onder de rij gewerkt, welke, na be- «hoorlijke opdrooging, met eene gladde laag omtogen wordt uit Vriesche stuifkalk en Keul- «sche gips te zamengesteld.

«Wanneer lijstwerk moet worden gemaakt, en hetzelfde eenigen voorsprong bekomt, «zullen daarvoor overhoeks gezaagde latten of ribben naar vereisch worden aangebragt, «met riet bekleed, waartegen alsdan de lijsten, volgens de gegeven mallen, naar de kunst «getrokken worden.

«Worden decoratien vereischt, zoo als rosetten, arabesken enz. voor schoorsteenboezems, «bovendeurstukken, gewerkte lijsten om nissen als anderszins, zoo zullen dezelve met de «vereischte netheid en naauwkeurigheid met weinig voorsprong en door eene bekwame «hand worden uitgevoerd.»

Voor 100 vierkante el van zulk plafond kan men rekenen zonder het stellinghout, 25 bossen riet, 1100 el koperdraad, 12000 spijkers, $2\frac{1}{2}$ cubiek el ruwen en $\frac{1}{2}$ cubiek el fijnen mortel noodig te hebben; terwijl tot het aanbrengen 20 dagloonen eens plafonneurs en 10 dagloonen eens oppermans vereischt worden.

Men kan zich van de voorschrevene plafonneerwerken ook bedienen tot het maken van looze binnenmuren, welk middel vooral nuttig is aan te wenden voor afscheidingen op bovenverdiepingen, wanneer die niet door binnenmuren in de onderste verdieping kunnen gedragen worden; men stelt alsdan twee ramen van greenen ribwerk op eenige duimen afstands van elkander, en beteugelt en plafonneert die beiden aan de buitenzijden, terwijl men de ruimte tusschen dezelve met ligten turf, krullen, mos of droog zeewier opvult om de gehoorigheid te voorkomen.

Zijn de plafonds met sieraden voorzien, als: rosetten, bloemwerk, kapiteelen en kroonlijsten, dan heet men het stukadoorwerk, waartoe bijzondere werklieden gevonden worden, die meestal Italianen zijn, en hunne eigene mortels vervaardigen uit gips, pleister, fijngestampt marmer en dergelijken.

Het bewerken der plafonds met kleuren, dat in Duitschland vrij gebruikelijk is, is in de Nederlanden weinig bekend.

Eindelijk bedient men zich in de plaats van plafond wel eens van dunne planken, welke men tegen de balken aanspijkt, en vervolgens met witte olieverw, of met kalkverw, of eenvoudig met witkalk overstrijkt. De planken, die men daartoe gebruikt moeten bij uitstek droog zijn, omdat dezelve anders niet zoo sterk aangedreven kunnen worden, dat de naden niet spoedig opentrekken, hetwelk niet alleen aan de zoldering een slecht aanzien geeft, maar aan dezelve ook alle eigenschappen eens plafonds ontnemt. Ter bezuiniging bedient men zich ook wel van gespannen linnen met postpapier beplakt en gelijmd. Dit doek is echter gevoelig voor vocht en droogte, en zakt dus nu en dan door, waardoor het eene onaangename vertooning maakt. Om hierin eenigzins te voorzien kan men er latten tegen nagelen die als sieraadbandjes of lijstjes geschaafd zijn.

Wij dienen insgelijks nog een woord te zeggen over den thans meer en meer in gebruik rakende Asphaltischen ijzergrond voor stoepen, pleinen, voetpaden enz., en zullen daartoe het navolgende overnemen uit het gedrukte *Berigt aangaande den aard, het aanwenden en de strekking van den Asphaltischen ijzergrond, grootendeels oorspronkelijk uit de mijnen van Lobsaun* (Elzas).

Oer den
Asphaltischen
Ijzergrond.

«De steeds toenemende vorderingen, welke men in *Frankrijk, Duitschland, Engeland, Holland, België*, en in meer andere Rijken, sedert eenige jaren in de Bouwkunde gemaakt heeft; de goede smaak en de hechtheid, welke men aldaar in de gebouwen van allerlei aard opmerkt, is men aan den ijver en de volhardende oefeningen der hedendaagsche Bouwmeesters verschuldigd, die door hunne bekwaamheden, de modellen der oudheid hebben weten te volmaken, en weder als nieuw te doen verspreiden.

«Onder de verschillende verbeteringen, welke achtereenvolgens zijn bewerkstelligd, en «zowel het gerijf als de gezondheid onzer woningen hebben bevorderd, kan men in de eerste plaats het gebruik der asphalt stellen (hetgeen ook bij de ouden niet vreemd was), «eene stof die wegens hare veelvuldige voortreffelijke hoedanigheden, de rol regtvaardigt, «welke zij schijnt geroepen te zijn, in het optrekken onzer hedendaagsche gebouwen te «vervullen.

«Eene meer dan twintigjarige ondervinding en het voortdurend gebruik dezer stof in «de voornaamste steden van den *Elzas* en de *Rijn-Provincien* hebben dezelve tot den «eersten rang verheven, als een vochtverdrijvend middel bij het optrekken der huizen en «andere gebouwen, ter bewoning van menschen en dieren.

«Verscheidene Gouvernemen ten hebben insgelijks, en sedert verscheidene jaren, de «voordeelen kenbaar gemaakt, welke het gebruik der *asphalt* aanbiedt, en hebben niet «geaarzeld, dezelve in werken van openbaar nut aan te wenden, getuige hiervan het be- «straten van eenige der meest bezochte wijken in de stad *Parijs*; zoo als van het begin «van de straat *Richelieu*, van den kant van de *Boulevard des Italiens*, de straat *Grange*

«*Batelière*, van de *Boulevard* af tot aan het *Hôtel de Choiseul*, het gedeelte der straat «*St. Honoré voor de kerk St. Roch*, de brug *Notre-dame*, en die van *Austerlitz*, mits- «*gaders de Champs-Élysées* tot aan de zegeboog *l'Étoile*. Voorts zijn de *trottoirs* of de «voetpaden, die een deel uitmaken van de groote werken, welke het Fransche bestuur «voorleden jaar heeft laten aanleggen op de plaats *de la concorde*, het plein *de la Made- «leine* en van de *Champs-Élysées*, alsmede de *trottoirs* op de *Boulevards* in bijna hare «gansche uitgestrektheid, die van de meeste oude en nieuwe straten zonder uitzondering, «met asphaltisch plaveisel belegd.

«Veelvuldig zijn de voordeelen, welke deze wijze van bestraten en bevloeren oplevert, «en waartoe men veilig brengen kan de mindere kostbaarheid, de zindelijkheid, de vast- «heid, de gemakkelijkheid in het spoedig gaan, enz. Zij is bestand tegen het woelen van «mollen, rotten en ander ongedierte, welke zoo vaak de gewone vloeren ondermijnen en «vernien; zij laat geen gras door, hetwelk zoo dikwerf onze straten en pleinen ontsiert; «en, dewijl de voegen digtgesloten en ondoordringbaar zijn, zoo kan het vegen en schrob- «ben aan dezelve geen nadeel hoegenaamd toebrengen, gelijk dit met onze straten steeds «het geval is.

«Uit dien hoofde kan men veilig beweren, dat in *Holland* gemelde wijze van bestraten «en bevloeren wenschelijk is, en alhier ingevoerd zijnde, ook naar waarde zal geschat «worden.

«Bij een besluit van Z. M. den Koning der *Nederlanden*, dato 9 September 1839, «N^o. 100, is aan den Heer W. J. VERBOOM VAN DEN ZANDE te 's *Gravenhage* een octrooi «verleend voor den tijd van 10 jaren op de uitvinding, de toebereiding en het aan- «wenden eener *Verbeterde zamenstelling van asphalt*, enz. genaamd: Asphaltischen «ijzergrond.

Deze wordt gebezigd:

- 1^o. Om metselwerk, dat er mede bestreken wordt, voor vochtigheid te bewaren;
- 2^o. Tot het aanleggen van stoepen, gewone vloeren, vloeren van stallen, korenzolders, werkplaatsen, koetshuizen, hospitalen, kazernen, gevangenissen, slagthuizen, manufactuurwinkels, pakhuizen, binnenplaatsen, tuingangen, schuren, magazijnen, kelders en van soortgelijke plaatsen meer;
- 3^o. Tot het dekken van platte daken;
- 4^o. Tot het bevloeren van bruggen;
- 5^o. Tot het bekleeden van gewelven;
- 6^o. Tot het zamenvoegen van steenen, tegels en klinkers;
- 7^o. Tot het bepleisteren van water-, bier- en regenbakken, en eindelijk
- 8^o. Tot het bevloeren in 't mozaïk.

Tarief.

De prijzen van het plaveisel zijn gesteld als volgt :

Voor stoepen , pleinen , voetpaden enz.	f3.50	de vierk. el
Platte daken en vochtige muren.	f4.50	
Werken met teekeningen of figuren.	f5.00	
Mozaïke of ingelegde werken	f7.00 à f15.00	

Om het *asphaltisch plaveisel* behoorlijk te kunnen aanwenden , en deszelfs deugd en duurzaamheid te kunnen waarborgen , is het noodig , dat vóóraf eenige werkzaamheden worden verrigt , welke zijn als volgt :

a. *Voor stoepen , pleinen , voetpaden , enz.*

De grond waarop het *asphaltisch plaveisel* zal worden aangewend , moet de noodige vastheid hebben : daartoe moet de grond worden vastgestampt en gelijk gemaakt , op denzelfden eene laag klinkersteen of vloertegels op hun plat gelegd , met kalk (zonder tras) worden verbonden , en om dit metselwerk een steenen of ijzeren rand worden aangebragt , ter dikte naar verkiezing , en zoo hoog als men het voetpad boven den beganen grond mogt verlangen.

Die rand moet 8 tot 10 strepen boven het metselwerk uitsteken , op hetwelk vervolgens de *asphaltische specis* , nagenoeg ter hoogte van den rand , zal gegoten worden.

In stallen , koetspoorten , pakhuizen en in alle zoodanige plaatsen , welke door vervoer van zware lasten veel hebben te lijden , moet de reeds vastgestampte en gelijk gemaakte grond , eerst met eene *plat gelegde* , en dan nog daarop met eene *op haren kant gezette* laag steenen worden voorzien ; en deze beide op elkander te stellen lagen moeten met kalk (zonder tras) gemetseld en vereenigd worden.

b. *Voor platte daken.*

Wanneer een gebouw tot de hoogte is opgetrokken , waar het platte dak , of het terras genaamd *à l'Italienns* moet worden aangebragt , belegt men de balken met eene stevige zoldering van 2 à 3 duims droog dennen of vuren hout , in eene helling van 13 à 14 strepen op de Nederlandsche el , strekkende die helling tot het afloopen van het hemelwater.

De planken moeten in de lengte door midden gezaagd en dicht tegen elkander aansluitende gespijkerd worden , zoodanig dat het binnenste gedeelte , of het gedeelte van het hart van iedere halve plank , altijd tegen over den buitenkant van eene andere halve plank komt te liggen.

Die zoldering alsdan een effen vlak zijnde , moet nog met roode tegels van 1½ Ned. duim dik en 19 Ned. duimen in het vierkant worden belegd , en daarna zal de bedekking met *asphaltisch plaveisel* kunnen geschieden.

TWEEDE AFDEELING.

ZESDE HOOFDSTUK.

OVER DE HOUTVERBINDINGEN, ENZ.

De meerdere of mindere doelmatige verbinding van de verschillende houtstukken, welke in de zamenstelling van een gebouw voorkomen, van den grootsten invloed op derzelve sterkte en duurzaamheid zijnde, is de kennis der Houtverbindingen van het grootste aanbelang, niet alleen voor den werkdadigen Timmerman, maar zelfs voor den Ingenieur of Architect, die voor de uitvoering van zijn ontwerp verantwoordelijk is.

Men kan gevoeglijk de verschillende gevallen, die in den practischen bouw kunnen voorkomen, tot verbinding van twee stukken hout, in vier hoofdgevallen onderscheiden, namelijk:

1^e. Wanneer dezelve in ééne rigting, hetzij horizontaal, hetzij verticaal, aan elkander moeten verbonden worden.

2^e. Wanneer deze onder een regten, stompen of scherpen hoek, hetzij in een horizontaal vlak, of de eene in het horizontale, en de andere in het verticale vlak, gelegen zijn.

3^e. Wanneer deze kruislings over elkander moeten verbonden worden.

4^e. Wanneer twee of meer stukken op elkander moeten verbonden worden, om één ligchaam uit te maken.

Elk dezer gevallen zullen wij afzonderlijk beschouwen, daarbij te gelijkertijd opgevende, welk gebruik daarbij van pennen, nagels, bouten, ringen en beugels, tot meerder versterking, gemaakt kan worden, om naar de onderscheidene omstandigheden het best aan de bedoelde oogmerken te voldoen.

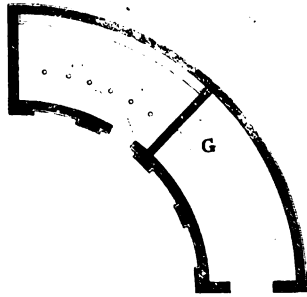
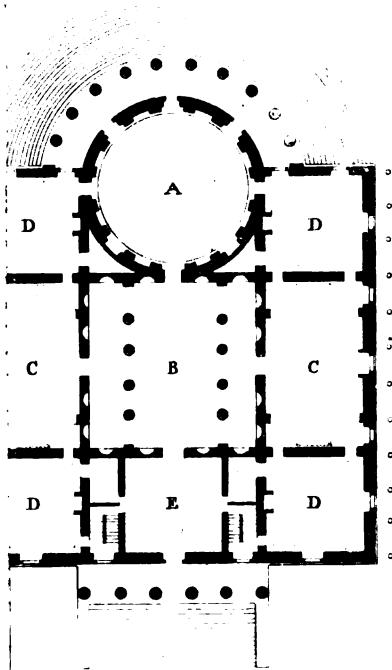
Over het verbinden van twee stukken hout met elkander in deselfde rigting.

Alvorens wij overgaan tot het beschouwen der wijze van verbinding van twee stukken hout met elkander, in deselfde rigting, zij in het algemeen aangemerkt, dat men deze, bij het aanbrengen van lasschen, niet te kort moet maken, daar eene lange lasch meer wederstand kan bieden dan eene korte, en dat de lengte nimmer korter dan drie malen de dikte van het hout zij.

Verband in eene horizontale rigting.

De eenvoudigste lasschen of verbindingen van twee balken van gelijke zwaarte, in eene horizontale rigting, te zamen eene rechte of doorgaande kromme lijn uitmakende, zijn dezulke, waarvan beide half en half, of op elkander rechthoekig zijn ingekeept, volgens

P VAN EEN BUITENPLAATS .



Zaal .

Muzik of Dans zaal .

Slaapkamers .

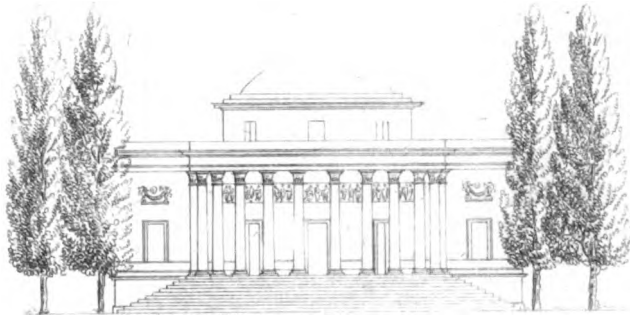
Kamers .

Festibule .

Oranjerie .

Koetshuis en Stalling .

Achter Gevel .



Doorsnede over de Breedte .



10 15 20 25 30 35 Ellen .

fig. N^o. 1, en die, waarbij men de op elkander verbonden stukken schuins afhakt, met behoud van kleine tanden aan het eind van ieder stuk, zoo als in N^o. 2 te zien is; wordende deze stukken wijlens door pennen, nagels of bouten, op elkander verbonden.

Deze wijze van verbinding is echter van geene groote sterkte, wanneer aan dezelve twee krachten in tegenovergestelde rigting werken, in dezelfde lijn met de gelaschte stukken, om die van elkander te trekken, dewijl alsdan de geheele werking derzelve op de voornoemde pennen, nagels of bouten aankomt, die hierbij geenen grooten wederstand kunnen bieden; en, wanneer het eene gedeelte naar boven of beneden gedrukt wierd, zouden deze pennen gemakkelijik kunnen worden uitgeligt.

Om hier alzoo in te voorzien, heeft men de vlakken van vereeniging verdeeld in twee deelen van ongelijke hoogte, welke, in elkander sluitende, *haken* formeren, gelijk in N^o. 3 en 4 nader wordt aangetoond, en die bekend zijn onder den naam van *regthoekige* en *schuinsche Haaklasschen*, waarvan de uit- en inspringende haken dienen om wederstand te bieden tegen de krachten, welke, in de rigting van de lengte van den balk werkende, trachten zouden beide stukken van elkander te trekken. De Haak-
lasschen.

Deze wijze van verbinding ook willende verzekeren tegen de poging van eene of andere kracht of krachten, welker uitwerking zoude kunnen zijn om beide stukken van elkander te schuiven, zoo heeft men aan de uiteinden der eenvoudige regthoekige lasschen zwaluwstaarten aangebragt, zoo als in N^o. 5 wordt aangetoond, welke bewerking somtijds ook geschiedt door verborgen zwaluwstaarten, gelijk in N^o. 6 te zien is. Bij de schuine lasschen maakt men te dien einde de tanden met een stompen hoek, of met een klein uitspringend tandje aan de einden, en somtijds daarenboven met verholten tanden binnen dezelve, volgens fig. N^o. 7 en 8.

Om de haaklasschen hierbij des te beter in elkander te drijven, sluit men dezelve ook veelal met eene gewone wig op, zoo als in N^o. 9 wordt aangetoond; wordende alsdan de haken een weinig buiten den regthoek gemaakt, om de wigvormige pen te kunnen bevatten.

Ten einde nu nog deze verbinding te beveiligen voor uit elkander ligting, heeft men aan de voornoemde opsluitwigen eene dubbele zwaluwstaartvormige gedaante gegeven, zoo als in N^o. 10 te zien.

Deze zelfde uitwerking kan, wel is waar, verkregen worden door middel van verholten tanden, zoo als in N^o. 11 en 12 te zien is; maar alsdan verliest men weder het voordeel om insgelijks tegen de trekkende krachten beveiligd te zijn, ten ware men de tanden, welke de verschuiving beletten, achterwege liet, en aldus, om het eene voordeel te bekomen, het andere moest missen; daar het buitendien niet mogelijk is de stukken in elkander te krijgen, zoo blijkt hieruit, dat de opsluiting door zwaluwstaartvormige wigen en schuine lasschen eene der volkomenste is, welke men kan verkrijgen; doch, daar hierbij

de poging, om dezelve van elkander te ligten, alléén door de scherpe hoeken der zwaluwstaarten wordt verijld, welke niet veel tegenstand kunnen bieden, en de einden der schuine lasschen te dun zijn, om daaraan verborgen tanden, gelijk in N^o. 11 en 12, van eenige vastheid aan te brengen, zoo kan men in dat geval met vrucht gebruik maken van de verbinding in N^o. 13 aangetoond, waarbij de uiteinden de behoorlijke dikte bekomen.

Doch, niettegenstaande deze meer geschikte form, is dezelve echter verre beneden de regthoekige *haak-* en *tandlasch* van fig. 14 te achten, welke eene der vernuftigste is die men tot nog toe heeft gevonden, als in zich alle voordeelen vereenigende van de reeds voornoemde, en aan alle krachten wederstand biedende, welke de ontbinding zouden kunnen veroorzaken, namelijk: aan de trekkende krachten wordt door de haken wederstand geboden; aan de schuivende krachten, door de dubbele tanden aan den voorkant van ieder stuk; en tegen de opligtende krachten, door de verholten tanden, welke, ter geheele breedte van het hout, onder de eerstgemelde doorschieten; eindelijk wordt ook, door de opsluitende wig, deze verbinding nog nauwer vereenigd.

De kostbaarheid dezer lasschen heeft er op bedacht doen zijn, om aan de eenvoudige lasschen N^o. 3 en 4 zoodanige verandering toe te brengen, waarbij men zoo veel mogelijk dezelfde voordeelen, alhoewel in eenen minderen graad, verkreeg; men heeft namelijk, zoo als in fig. 15 en 16 te zien is, de verschuiving belet, door de einden der beide stukken, in plaats van regthoekig, schuins in tegenovergestelde rigtingen af te zagen, en de opligtting, door de inkepingen insgelijks met scherpe hoeken te maken, onmogelijk gemaakt wordende, alles door eene opsluitwig ten sterkste met elkander verbonden.

Alhoewel deze beide verbanden in kracht niet gelijk te stellen zijn met die van fig. 14, zoo worden dezelve echter, om hunne meer gemakkelijke en minder kostbare bewerking, aan deze voorgetrokken; kunnende bij deze alle inkepingen met de zaag worden ingesneden, terwijl bij de andere boor en beitel moeten gebezigd worden.

Uit de opgenoemde kan men door zamenstelling weder andere afleiden, zoo als die in fig. 17, welke bij zware stukken hout met veel vrucht gebezigd kan worden. Daar de voornoemde lasch, gelegd zijnde zoo als in de teekening wordt aangetoond, namelijk het hout op deszelfs breedste zijde rustende, slecht tegen doorbuiging bestand is, moet dezelve alléén aldus gelegd worden bij werkstukken, welke, zoo niet op alle, echter op verscheidene punten en korte afstanden, ondersteund zijn, zoo als bij voorbeeld de slijkhouten en zandstrooken van funderingen, de moerbalken, gordingen, span- en muurplaten bij de gebouwen; en alzoo, ingeval de steunpunten verre verwijderd zijn, moeten de lasschen op haren kant, gelijk in N^o. 18 en 19 wordt aangetoond, gelegd worden; daar, bij de lasschen op de eerste wijze ingerigt, vooral bij de schuine, de scherphoekige tandjes slechts een weinig behoeven opgescheurd en uitgebroken, of de haak langs den draad ver-

broken te worden, zoo zal daarentegen, in den laatsten stand, de breuk bij de doorbuiging moeten loopen langs de geheele opstaande zijde van het hout, welke geheel dwars over den draad van het hout doorgebroken zal moeten worden, waartoe oneindig meerder kracht benoodigd zal zijn, dan tot het verbreken der lasch in den eersten stand.

De versterkingen worden hierbij, in plaats van door trek nagels, spij- of schroefbouten, met ijzeren banden bewerkt, zoo als in fig. 20 te zien is, welke gelijkhouts ingelaten en vastgenageld worden. Deze banden worden in de zijvlakken, evenwijdig, en zoo dicht mogelijk aan het bovenvlak aangebragt, en er worden nog daarenboven banden over dwars, geheel rondom den balk, aan de uiteinden der lasch gelegd.

Wijders moet hierbij ook nog aangemerkt worden, dat, daar bij de regthoekige haaklasschen de zwakste punten aan de uiteinden zijn, dewijl zich aldaar de sterkste inkepingen bevinden, en het hout er gewoonlijk niet meer dan $\frac{1}{3}$ deel der zwaarte heeft, die zwakke punten zoo veel mogelijk van het middelpunt tusschen die punten gelegen verwijderd moeten worden; en alzoo, hoe langer deze lasschen gemaakt worden, des te sterker zij zijn.

Wanneer men zich wijders de breuk voorstelt van de onderscheidene haaklasschen, zal men daaruit gemakkelijk derzelve verschillende sterkte kunnen nagaan, en ontdekken dat die van fig. 14 veel boven alle anderen vóór heeft, doordien de drietanden, in de eerstgemelde, tegen de verbreking mede tegenstand bieden, en er, bij de verbreking van dezelve, dus meer dan een derde gedeelte der dikte van het hout verbroken moet worden.

Indien van deze soorten van lasschen gebruik gemaakt moet worden bij molenwerken en groote raderwerken, zoo moeten dezelve insgelijks zoodanig geplaatst worden, dat het vlak van vereeniging evenwijdig met het vlak van het rad loope, terwijl de lijnen van inkeping niet evenwijdig, maar op het middelpunt van het rad, getrokken moeten worden, zoo als in fig. 21 nader te zien is, waarin men verondersteld heeft, dat de kromte van het hout uit twee verschillende cirkelbogen bestond.

Hoewel eenige van de voorgaande lasschen ook dienen kunnen tot vereeniging van twee stukken, welke in een verticalen stand geplaatst zijn, en wel bijzonderlijk die van N^o. 11 en 14, zoo heeft men daartoe toch andere min of meer doelmatige lasschen uitgevonden, gelijk in N^o. 22, 23 en 24 wordt aangetoond.

Verband in een verticalen stand.

Die van fig. 22 is de eenvoudigste, doch ook tevens de zwakste; want, indien het boven-einde regts of links gebogen wierd, zouden de trek nagels, waarmede de pen is opgesloten, slechts verbroken, of de pen zelve naar den draad van het hout uitgescheurd behoeven te worden, om de beide stukken van elkander te scheiden, en, wanneer de buiging voor- of achterwaarts plaats heeft, zal er weinig meerder kracht benoodigd zijn, daar of de pen, of een der zijstukken zal moeten verbroken worden.

Die van N^o. 23 is weinig beter, wijl de tand van den voorkant van het benedenstuk,

slechts een negende der geheele dikte van het hout zwaar zijnde, door de zijdelingsche vooroverbuiging van het bovenstuk, ook ligt verbroken kan worden, tenzij een ijzeren band om deze lasch gelegd wierd, zijnde de genoemde tand te zwak om daardoor trekknagels te kunnen inslaan.

Die van N^o. 24 is zeker van eene meerdere sterkte, dewijl hierin de vier pennen, die $\frac{1}{3}$ van de geheele zwaarte van den balk uitmaken, naar alle rigtingen verbroken moeten worden.

Dat die van N^o. 25 van eene ongemeene sterkte moet wezen, hiervan kan men zich overtuigen, door op te merken wat er gebeuren moet, wanneer de eene of andere kracht op dit hout werkt, om hetzelfde voorover te buigen. Werkt de kracht loodregt op eene der zijden van het hout, zoo zal een der stukken (of een vierde gedeelte van het hout) met drie tanden verbroken moeten worden; en werkt deze kracht overhoeks, zoo zal insgelijks een der vierde deelen met 3 tanden, of wel twee vierden, moeten worden verbroken, en wel waarschijnlijk dit laatste, om dat het rustpunt hierbij op een der benedentanden zijnde, het bovenstuk bij het buigen tegen de benedenstukken werkt, met een hefboomsarm gelijk aan de geheele lengte van de lasch, en de benedenstukken tegenstand zouden bieden aan het bovineinde, alwaar die van weinig uitwerking konde zijn.

In die van N^o. 26 zal in tegendeel meer kracht benoodigd zijn om de lasch te doen breken in eene rigting overhoeks, dan in die welke loodregt op eene der zijden werkt. In het laatste geval zouden de tandjes van boven en beneden echter van meer nut zijn, dan in het eerste.

Hoe schoon en sterk deze drie laatste lasschen intusschen ook zijn mogen, zoo vereischt het maken derzelve zulke bekwame handen, en zoo veel arbeidsloon, dat men voor de helft der kosten welligt meer eenvoudige lasschen, met behulp van ijzeren banden en koppelijzers, kan verkrijgen, welke eene gelijke sterkte als deze hebben.

Om deze reden dan ook verkiest men, in den gewonen practischen bouw, de meer eenvoudige en gemakkelijke lasschen, waarvan in N^o. 27, 28 en 29, voorbeelden worden opgegeven.

Deze lasschen, welke nog op onderscheidene wijzen gevariëerd kunnen worden, hebben allen dit voordeel, dat zij, bij het werken van dezelve, geheel, of althans voor het grootste gedeelte, met de zaag kunnen verrigt worden, en de arbeidsloozen hierdoor zeer worden bespaard.

De eerste, of die van N^o. 27, is bewerkt met eene wigvormige pen en gat, en van eene doelmatige sterkte, wanneer de kracht werkt in de rigting van de breedste zijde der pen; in de rigting der smalste zijde is dezelve minder sterk, daar alsdan de tegenstand voornamelijk op de trekknagels aankomt.

Die van N^o. 28, waarbij men beneden inkepingen heeft aangebragt, biedt nog meerder tegenstand in de eerste rigting der kracht; en, om dezelve ook in de tweede rigting naar

ééne zijde meerder kracht te geven, zoo geeft men somwijlen aan de pen eene lengte van slechts $\frac{1}{2}$ van de breedte van het hout, zoodat alsdan het gat slechts van ééne zijde open is, gelijk in N^o. 29 is te zien. Deze lasch wordt somwijlen gebezigd aan gebogen stukken van groote raderen, daarbij zorg dragende, dat de opening naar de binnenzijde van het rad gekeerd worde, en de pennen en gaten naar het beloop der raderen worden gerigt.

Om in de tweede rigting aan beide zijden weêrstand te kunnen bieden, bewerkt men dezelve zoo als in N^o. 30 te zien is.

Al deze lasschen moeten met treknagels of ijzeren bouten opgesloten, met ijzeren banden omringd, of met koppelijzers, door klinkbouten vereenigd, versterkt worden.

Bij zware palenhoofden aan zee gelegen, waar somtijds een groot verschil van eb en vloed gaat, en die alzo van eene aanmerkelijke lengte dienen te wezen, waartoe men zeldzaam palen vindt, welke de vereischte lengte bezitten, is men meestal genoodzaakt deze uit twee stukken te nemen, en aan elkander te lasschen.

Deze palen, door den schok der golven, door ijsgang als anderzins, veel te lijden hebbende, is men genoodzaakt alle middelen tot versterking aan te wenden.

De havenhoofden van *Hellevoetsluis* leveren ons daarvan een schoon voorbeeld op, overwaardig om hierbij aangehaald te worden.

Men heeft hierbij gebruik gemaakt van de eenvoudige lasch van N^o. 31; men maakte dezelve ruim 2 ellen lang, gaf aan de pen eene bovenbreedte van $\frac{1}{2}$, en aan het onderende van $\frac{2}{3}$ der geheele breedte van den paal.

Volgens de breedte zijde der pen werd deze lasch versterkt door twee koppelijzers, of zoogenaamde platte schenen, ter breedte van 6 en ter dikte van $2\frac{1}{2}$ duim, en zoodanige lengte, dat zij de geheele lasch, benevens twee malen de dikte van het hout, bevatten; deze werden gelijkhouts ingelaten, en met 6 doorgaande klinkbouten bevestigd. Daarop werden $7\frac{1}{2}$ duims eiken platen ter geheele breedte van het hout gelegd, en aan elkander verbonden; tegen de twee andere zijden werden soortgelijke doch bredere eiken platen gelegd, en deze op het hout met beugels en klinkbouten bevestigd, en nog daarenboven, om deze bekleeding, vier suffisante ijzeren spijbanden, in de dekplaten ingecept, gelegd, zoo als nader in N^o. 32 te zien is.

Bij reparatiën van gebindstijlen, standvinken, *barrière*-stijlen, deur- en vensterkozijnen, en diergelijke stukken, welke gemeenlijk eerder aan het onder- dan aan het boveinde noodzakelijk zijn, kan men intusschen zeer zeldzaam lasschen naar willekeur aanbrengen, omdat het bovendeel, gewoonlijk op deszelfs plaats blijvende, moet ondervangen en bewerkt worden, en het nieuwe stuk ondergeschoven; om welke reden men alsdan gemeenlijk de eenvoudigste soorten van lasschen verkiest, zoo als die van N^o. 1 en 2, of wel van N^o. 22 of 27; in de beide laatste gevallen maakt men de pen dikwerf aan het blijvende stuk,

om hout te besparen, zijnde het hout van zoodanige reparable stijlen somtijds van binnen nog gezond en sterk.

Verband van twee stukken hout, een hoek met elkander makende.

Bij het verbinden van twee stukken hout, welke een hoek met elkander maken, moet men drie verschillende gevallen onderscheiden, naar dat de hoek regt, scherp of stomp is.

In het geval van een rechten hoek.

In het eerste geval, bij eene regthoekige verbinding, kunnen weder twee verschillende omstandigheden plaats hebben, namelijk: of het ééne stuk zich al dan niet ter wederzijde van het punt van vereeniging uitstrekt.

1^e. *Indien het ééne stuk zich ter wederzijde van het punt van vereeniging uitstrekt.*

Dit verband wordt gemeenlijk bewerkstelligd door pennen en gaten, zoo als in N^o. 33 *a* te zien is, waar de te lood staande paal van eene pen, de bovenliggende balk, van een gat voorzien is; welke, beide van gelijke afmetingen zijnde, digt in elkander moeten sluiten, en met houten pennen of treknagels worden opgesloten; en, ten einde dit verband nog beter tegen het uitligten te beveiligen, zoo maakt men het gat gewoonlijk van boven eenigzins wijder, en slaat een of twee wiggen in de pen, waardoor deze eene zwaluwstaartige gedaante verkrijgt; moettende hierbij in acht genomen worden, de wiggen niet te lang of te dik te nemen.

Tot meerdere versterking der pen, voorziet men dezelve somwijlen met schuine borsten, welke in het bovenliggende stuk hout worden ingekeept, gelijk in *b* te zien is, en om het schranken van den paal te beletten, keept men somwijlen het gat van onderen 4 à 5 duim in, zoo als bij *c*.

Daar het bij de onderheijingen van funderingen onder zware muren niet altijd noodzakelijk is, dat de slijkhouten op al de palen met pen en gat gelegd worden, zoo vergenoegt men zich dikwijls eenige der palen gelijk met den onderkant der slijkhouten af te zagen, en de vereeniging te bewerken door het inslaan van eene houten pen, welke verscheidene duimen in den paal doordringt.

In het voorgaande geval heeft men verondersteld, dat de palen zich onder den balk bevinden, zoo als bij funderingen het geval is; er kunnen zich echter omstandigheden voordoen, waarbij de palen zich boven het hout bevinden, en daarmede verbonden moeten worden.

Men kan in dat geval ook wel gebruik maken van eenige der in de voorgaande figuur aangetoonde verbanden, zoo als *a* en *c*, waarvan de laatste de beste is; doch algemeen verkieze men N^o. 34 *a*, waarbij de paal met eene schuinsche borst in het onderliggende hout ingekeept is.

Wanneer beide de stukken, zoo als in de balklagen bij ravelingen en diergelijken, horizontaal liggen, en tot het dragen van de zoldering en andere voorwerpen geschikt zijn,

brengt men ook nog wel verborgen *voorloeven* aan, volgens *b* en *c*, en laat die in de borsten der gaten inzinken.

Wanneer het opstaande stuk eene grootere breedte dan het onderliggende heeft, of wel, dat het bovenstuk niet op het midden van het andere gesteld kan worden, maakt men hetzelfde met eene overhangende lip, en met een pen en gat op het midden van het onderliggende stuk; zie *d*.

Moet het bovenstuk overhoeks gesteld worden, alsdan maakt men de pen in de rigting van de hoeklijn zoodanig, dat het gat in het liggende stuk op de gewone wijs kan vallen, zoo als in *e* wordt aangetoond.

Het onderzijnde stuk ook overhoeks liggende, en aldus beiden driehoekig zijnde, zoo als de gordingen, regels en latten, aan sommige *barrières*, bewerkt men derzelve pennen en gaten gelijk in *f* en *g* te zien is.

Wanneer de stukken van eene aanzienlijke zwaarte zijn, zoo als bij voorbeeld de sloven en stijlen van wipgebinten aan de ophaalbruggen, de boven- en benedendorpels van sluisdeuren, en diergelijken, dan werkt men gemeenlijk met dubbele pennen, even als in N^o. 35 te zien is, op de eenvoudigste wijze, of met voorloeven, tanden en schuine borsten, zoo als van de voorgaande enkele pennen gezegd is.

Alle voornoemde verbindingen dier pennen en gaten kunnen bovendien nog versterkt en tegen uitbreken beveiligd worden, door houten treknagels, mits daarbij zorg dragende, dezelve niet te veel aan het einde in te slaan. Men kan echter de uittrekking doelmatiger beletten door middel van zwaluwstaarten, welke, vooral bij hangende werkstukken, onmisbaar zijn, zoo als in N^o. 35 *a* wordt aangetoond. Deze zwaluwstaarten, waarvan de wortel gemeenlijk $\frac{3}{8}$ deelen van het onderende tot breedte heeft, worden geheel of gedeeltelijk ingezonken op voorloeven, of met ingezonken borsten gewerkt, naar eisch der omstandigheden, zoo als in *b* en *c* te zien is.

2^e. *Wanneer beide stukken eenen regten hoek uitmaken, zonder aan beide zijden over te steken.*

Bij hoekverbanden, waarbij de beide stukken met hunne uiteinden in één punt recht-hoekig verbonden worden, moet men onderscheiden of het ééne horizontaal en het andere verticaal is, of wel, dat beiden horizontaal liggen.

In het eerste geval worden de pennen gemeenlijk gemaakt naar N^o. 36 *a*, *b*, *c* en *d*; moettende bij *a* het schranken door treknagels belet worden. Zijn de stukken breed en zwaar, en aan den binnenkant van een schaafje voorzien, zoo werkt men dezelve volgens *e* en *f*, ten einde de schaafjes van beiden in het verstek tegen elkander te doen komen.

In het tweede geval is de eenvoudigste wijs, beide einden half en half over elkander in te kepen, zoo als bij N^o. 37 *a*; doch, daar zij hierbij niet, zoo als de pennen, de schran-

king beletten , maakt men dezelve hiertegen beter bestand , door dit verband van haken en halve zwaluwstaarten te voorzien , zoo als in *b* , *c* , *d* en *e* , nader te zien is.

Wanneer , op of onder zoodanige hoekverbindingen , te lood staande stijlen moeten bevestigd worden , zoo werkt men gewoonlijk met korte pennen , welke alléén door het onderliggende stuk opschieten , om het bovenliggende , waarin het gat voor de langere pen dwars door den draad zouden moeten worden ingehakt , niet te verzwakken , en in die gevallen keept men liever het bovenstuk wat dieper dan het onderste uit , om aan de pen van den stijl aldus meer lengte te kunnen geven , volgens N^o. 38 *a*. Men vindt somwijlen ook nog andere bewerkingen , welke meer zamengesteld zijn , zoo als in *b* wordt aangetoond , wordende de horizontaal liggende stukken , in beide gevallen , met den stijl verbonden door twee kleine pennen , welke regthoekig tegen elkander staan.

In het laatste geval moeten de horizontaal liggende stukken van eene aanmerkelijke zwaarte zijn , en in alle gevallen bij welke de hoekverbindingen van N^o. 36 en 37 , door menigvuldige inkepingen , te zeer verzwakt worden , doet men wel die te versterken door het aanbrengen van platte ijzeren wijkelhaken , welke gelijkhouts ingelaten , en met spijkers of schroefbouten bevestigd worden ; en , indien de verbindingen N^o. 33 , 34 , 35 en 36 , eene bijzondere sterkte noodig hebben , kan men die bekomen door het aanbrengen van soortgelijke dubbele ijzeren wijkelhaken , zoo als aan de vereeniging van dwarsregels en achter- en voorharren bij sluisdeuren ; door ankers of krambouten , gelijk dikwijls wordt gedaan tot sterkere vereeniging van de priemen of roeden met den broekbalk en de balansen van ophaalbruggen ; of eindelijk , met beugels.

Verband onder een stompen of scherpen hoek.

Ingevalle de beide stukken een stompen of een scherpen hoek uitmaken , worden de gaten aan de ééne zijde schuins , naar het beloop der lijn van de binnenzijde van het schuins staande stuk , en de andere zijde loodregt afgestoken , zoo als in N^o. 39 *a* te zien is.

Bij *Korbeels* en *Schoren* , alwaar het punt van vereeniging tevens het draagpunt is , worden deze pennen met schuine tanden , zoo als in *b* , bewerkt.

Wanneer de stukken van eene aanmerkelijke zwaarte zijn , zoo als de scherpe hoeken van puntstukken in groote sluizen , neemt men dubbele , ja somtijds driedubbele pennen , op dubbele tanden , ingevolge *c*.

Indien een stuk onder een scherpen hoek met een ander moet verbonden worden , en men daarbij tevens zorg moet dragen hetzelfde tegen uittrekken te beveiligen , zoo geschiedt zulks gewoonlijk met halve zwaluwstaarten , gelijk in N^o. 40 *a* wordt aangewezen.

Ten einde eenige voorbeelden van verbinding van stukken , welke niet in hetzelfde verticale vlak gelegen zijn , bij te brengen , zoo raadplege men *a* , *b* , *c* , *d* , *e* en *f* , van N^o. 40.

Hieronder behooren onder andere de verbinding van spanribben met muurplaten , hetwelk gewoonlijk geschiedt door middel van *schuine lippen* , of zoogenaamde *vischbek-*

ken, welke somtijds van verborgen tanden en zwaluwstaarten voorzien zijn, en voorts met spijkers of ijzeren nagels worden vastgeslagen, zoo als in *b*, *c* en *d* te zien is; wordende bij *e* nog onderscheidene inkepingen vertoond voor kleine, regte en schuine tanden, alsmede voor eene doorgaande *verloren lip*, welke van achteren is afgehakt, en voorts in *f* aangewezen, hoe van soortgelijke verloren lippen, zelfs met verborgen zwaluwstaarten, ook gebruik gemaakt kan worden in die gevallen, waarvan bij N^o. 33, 34, 35 en 36 gesproken is.

Om twee stukken hout kruiselings met elkander te verbinden, moet men onderscheiden of het kruis in het horizontale of verticale vlak gelegen is, en bij elk dezer gevallen in aanmerking brengen, of het eene hout slechts gedeeltelijk in het andere moet ingekeept worden, dan wel, of beide gelijkhouts moeten worden vereenigd, zoodat de bovenkanten in hetzelfde vlak komen te liggen; ook moet somtijds nog hierbij in acht genomen worden, een van beide stukken zoo min mogelijk te verzwakken, en alzoo slechts weinig in te kepen.

Twee stukken hout kruiselings met elkander te verbinden.

Wanneer aldus twee stukken hout in het horizontale vlak kruiselings moeten verbonden worden, en :

Verband in het horizontale vlak.

1^o. *Het eene hout slechts gedeeltelijk in het andere moet worden ingekeept*, zoo als bij voorbeeld het geval is bij slijkhouten en kespen, waarin de zandstrooken tot formering der roosterwerken voor funderingen ingekeept moeten worden, bij de liggers en sloven van houten bruggen, enz.; in dit geval kan men de inkeping bewerken volgens N^o. 41 *a*, deze alleenlijk 3 à 4 duim in het bovenstuk bewerkende, en het benedenstuk in zijn geheel latende; wil men nu hierbij de verschuiving beletten, gelijk bij de verbinding of inkeping van schuifhouten op kespen dient plaats te hebben, zoo maakt men dikwijls gebruik van zoogenaamde *voorloeven*, zijnde een paar inkepingen in het benedenstuk, van 3 à 4 duim diep, zoo als in *b* wordt aangewezen.

Ook kan men zulks bewerken door in het benedenstuk de groeven voor twee halve zwaluwstaarten, welke in de keep van het bovenliggende hout gemaakt zijn, te vervaardigen, volgens *c*.

Wil men hierbij de bovenliggende stukken van *b* en *c* nog minder door inkeping verzwakken, en niet verder dan tot de gestippelde lijnen over de geheele breedte van het benedenstuk doen inzinken, zoo behoeft men in de bovenstukken slechts kleinere kepen te hakken.

Ook kan men die van *b* op onderscheidene wijzen inrigten, door het blijvende stuk aan eene der zijden te plaatsen, gelijk in N^o. 42 *a*; hetgeen, ingeval er een gat voor de pen in het benedenstuk is ingewerkt, aldus gemaakt wordt, of, volgens *b*, door inkepingen het blijvende stuk wederzijds schuin ingesneden, zoo als meestal gebruikelijk is wanneer het bovenstuk niet regthoekig, maar schuins, over het andere gelegd wordt.

2^o. *Wanneer de stukken gelijkhouts ingekeept moeten worden.*

Alsdan maakt men in beide stukken gelijke inkepingen, volgens N^o. 42 *c*, ter halver dikte van het hout; doch is het onderliggende op alle of op veelvuldige nabij elkander zijnde punten ondersteund, het andere vrij liggende en tot het dragen van lasten geschikt, zoo werkt men doelmatiger, wanneer de inkepingen worden ingerigt naar N^o. 42 *d*.

Verband in het verticale vlak.

Wanneer het kruis in eenen verticalen stand geplaatst moet worden, en tevens, bij voorbeeld, de horizontale stukken tot het dragen van lasten moeten dienen, zoo kan men deze versterken, door dezelve tegen het opstaande stuk op schuine tanden te doen rusten, en voorts tegen elkander gelijkhouts in te kepen, volgens N^o. 43.

Moet het kruis uit drie stukken worden zamengesteld, zoo bewerkt men zulks gemeenlijk door middel van enkele voorbij elkander schuivende halve pennen, zoo als in N^o. 44, en, ingeval het hout van groote zwaarte is, met dubbele halve pennen, volgens N^o. 45; moetende, in beide gevallen, die puntige halve pennen iets langer zijn dan de breedte van het stuk, waardoor zij henen gaan, om elkander met de punten te vatten, zoo als uit de figuur gezien kan worden. Deze laatste wijze van verbinden kan ook bij horizontale werkstukken worden gebezigd.

De verbinding der glasroeden, welke elkander ook in eenen verticalen stand door-kruisen, geschiedt op de volgende wijze: de roeden voor groote ruiten (van de kleine zullen wij hier niet spreken, daar men deze thans weinig of niet bezigt) zijn gemeenlijk met een platten band, tusschen twee kwartrondjes, versierd; de vereeniging wordt op twee verschillende wijzen bewerkstelligd.

De eerste manier bestaat daarin, dat de rondjes van beide de stukken, met het stuk waarop zij liggen, in het verstek worden afgebeiteld tot op het platte bandje, dat meestal van gelijke breedte is als het ribbetje tusschen de wederzijdsche sponningen.

De tweede manier is de digtste, maar ook tevens de werkelijkste, wordende daarbij alleen de beide rondjes in het verstek schuins afgewerkt, en het stuk waarop zij liggen regthoekig ingekeept; men noemt dit, het over elkander tuimelen der roeden.

Twee of meer stukken hout volgens derselver lengte aan elkander te verbinden.

Wanneer in den practischen bouw, tot een of ander werkstuk, hout van buitengewone zwaarte vereischt wordt, hetwelk niet, of wel zeer moeijelijk te krijgen is, gelijk bij bespanningen van bogen van houten bruggen van eene aanmerkelijke wijdte, die dikwerf geheele rivieren moeten beslaan, en ook bij kapwerken het geval kan zijn, zoo dient men, door kunstmatige verbinding van meerdere zware stukken, in dit gebrek te voorzien, indien men dezelve uit twee stukken maakt, en wel volgens N^o. 46 *a*, door de stukken hout met schuinsche haken (*en crémaillère*) zoodanig op elkander sluitende te leggen, dat de onderste niet kan doorbuigen zonder de haken van het boven- of benedenstuk te verbreken. Bestaat het geheel in drie stukken of lagen, zoo maakt men de

haken volgens *b*; ook kan men deze naar goedvinden in eene tegenovergestelde rigting doen loopen.

Op soortgelijke wijze wordt ook dikwijls van deze manier gebruik gemaakt, bij de ondersteuning van moerbalken door standvinken, vooral wanneer die balken boven de stijlen gelascht zijn, leggende alsdan eenen zoogenaamden *sleutel* met schuine tanden ingekeept; welke sleutel met pen en gat op den stijl en met de korbeels verbonden is, volgens N^o. 46 *c*.

Maar indien zoodanige balk, uit onderscheiden tegen elkander aangebragte stukken zamengesteld, in eenen verticalen stand moet komen, om zolderingen met hare *plafonds* boven breede zalen of diergelijke te dragen, zoo werkt men de tanden regthoekig, gelijk in N^o. 46 *d*; sprekende het voorts van zelve, dat er, om zoodanige stukken vast op of tegen elkander te doen sluiten, in het eerste zoo wel als in het tweede geval, van afstand tot afstand, ijzeren spij-, klink- of schroefbouten worden doorgeslagen, of ijzeren banden gelegd.

Ook is men eindelijk nog wel gewoon zware vierkante werkstukken uit vier dunnere stukken zamen te stellen, niet alleen wanneer zoodanige werkstukken de verkrijgbare zwaarte van het hout overtreffen, maar bovendien, om de uitwerking der hartscheurigheid te verminderen; wordende in het laatste geval, wanneer de vier stukken uit denzelfden balk gezaagd zijn, de binnenkanten naar buiten, en de hoeken, welke aan den omtrek gezeten hebben, in het midden, tegen elkander aangebragt, met houten schieën bevestigd, en het geheel met ijzeren spijbanden of beugels omgeven; verkrijgende hierdoor nog daarenboven het voordeel van uit een' balk, welke aan het stameinde zwaarder is dan aan het topeinde, eenen balk te bekomen van eene gelijke en gemiddelde zwaarte. Te dien einde zaagt men denzelfden in het kruis door, neemt de buitenste hoeken van het onderende een weinig af, en keert de stukken om, met het hart naar buiten, zoodat aan ieder einde twee stukken van het wortel- en topeinde komen.

Betrekkelijk de vereeniging van planken en deelen, door onderscheiden soorten van ploegen, namelijk met regthoekige, puntige en zwaluwstaartvormige messingen en groeven, of alleen met groeven en tusschenvoeging van kelderveren, daar er reeds in het hoofdstuk van de funderingen, bij de beschrijving der damplanken, van gesproken is, zoo zoude het onnoodig zijn zulks hier te herhalen.

Wijders dient nog aangemerkt te worden: 1^o. Dat men, bij het opmaken van bestekken, zich niet moet vergenoegen de vereischte lasschen en verbindingen bij haren naam te noemen, dewijl deze benamingen niet op alle plaatsen gelijk zijn, maar liever derzelve bewerking te beschrijven, en de afmetingen daarvan op te geven. 2^o. Dat men nimmer, zonder hooge noodzakelijkheid, kostbare lasschen moet gebruiken, maar alleen

in de belangrijkste werkstukken de doelmatigste uit de opgegevene moet kiezen, of andere zamenstellen, welke met de omstandigheden het meest overeenkomstig zijn, en waartoe de opgegevene tot handleiding kunnen dienen. 3°. Dat men, bij het verbinden der houtstukken, vooral oplettend moet zijn op de krachten, welke de vereenigde stukken, na dat dezelve op hunne plaats gebragt zijn, uit elkander zullen pogen te rukken, en in welke rigtingen die zullen werken, ten einde daarna de geschiktste manier en de noodige maat van sterkte te bepalen; en dat men zich ook daarbij de breking zelve moet voorstellen, om de zwakste punten te vinden, welke door het een of ander ijzerwerk dienen versterkt te worden.

TWEEDE AFDEELING.

Z E V E N D E H O O F D S T U K .

OVER DE KAPPEN.

De daken, welke voornaamste oogmerk is de gebouwen voor de uitwerking van regen, sneeuw enz. te beveiligen, kan men onderscheiden in *vlakke*, *gebroke*ne en *ronde* of *gebogene* daken (a).

De vlakke daken worden weder onderscheiden in *Duitsche* en *Hollandsche Tent- of Schilddaken*.

De eerste bestaan in twee schuinsche vlakken, die tusschen twee gevelmuren besloten zijn.

De tweede soort bestaat in vier vlakken, waarvan de driehoekige de *Schilden* genoemd worden.

De gebroken daken zijn meer bekend onder den naam van *Mansardes*, naar den Architect MANSARD aldus genaamd, en bestaan in een steil en vlak gedeelte.

De ronde gebogene of koepeldaken zijn meest van eene halve spherische gedaante.

Daar de verschillende landstreken ook meerder of minder, naar de geaardheid van derzelve klimaat, aan de uitwerkselen van regen en sneeuw zijn blootgesteld, zoo volgt hieruit, dat ook de inrigting der daken naar deze geaardheid moet geregeld worden. In de zuidelijke deelen van Europa toch regent het zeldzaam; de daken kunnen aldaar dus veel vlakker genomen worden dan in de noordelijke, alwaar de regens meer menigvuldig zijn, en dus het afloopen daarvan meer bevorderd moet worden.

RONDELET wil de helling der daken, met den horizont, naar den volgenden regel bepaald hebben: bij pannen daken, deze helling gelijk aan het verschil der graden breedte van de plaats, min het aantal graden van den keerkring ($23^{\circ} 18'$), te nemen; en bij leijen daken, dit getal graden om $\frac{1}{4}$ te vermeerderen. Diensvolgens zoude, in ons vaderland, deze hoek voor de eerstgemelde soort op 30° nederkomen, en op 37° voor de tweede, hetwelk van weinig toepassing kan zijn, daar de ondervinding geleerd

(a) Bij sommige schrijvers vindt men ook nog gewag gemaakt van de *Gothische* daken, welke zeer hoog zijn, en van boven eenen zeer scherpen hoek uitmaken, en van de *Italiaansche* daken, welke zeer plat zijn; daar deze echter in ons land van geene toepassing kunnen wezen, gaan wij dezelve met stilzwijgen voorbij.

heeft, en ook door het gebruik nader bevestigd wordt, dat men niet minder dan 40° aan de eerste, en 45° helling met den horizont aan de tweede soort moet geven.

GILLY vermeent proefondervindelijk overtuigd te zijn, dat men, zelfs in streken van noordelijke ligging, zoo als bij voorbeeld *Berlijn*, bij pannen daken, welke op de wijze, daar te lande gebruikelijk, bijna dubbel gedekt zijn, daar zij zeer verre over elkander zijn gelegd, zoude kunnen volstaan, met aan die daken slechts $\frac{1}{2}$ der breedte tot hoogte te geven, zonder dat daarbij te vreezen zoude zijn, dat het regen- en sneeuwwater zich op zoodanig dak zoude blijven ophouden, of in het gebouw zou dringen; doch, daar de bedekking door pannen, daar te lande, geheel anders dan bij ons geschiedt, zoo zoude eene diergelijke constructie niet aan te raden zijn. WIEBEKING beweert, dat in *Petersburg*, *Warschau*, *Moscou*, en meer andere noordelijke streken, de daken zoo flauw hellende zijn als in het zuidelijk *Italië*, en slechts $\frac{1}{6}$ tot $\frac{1}{4}$ der breedte tot hoogte bekomen. Deze Schrijver wil diensvolgens de hoogte der daken niet naar het klimaat, maar naar de materialen der bedekking regelen, en dus: 1°. Aan daken met koperen platen bedekt, $\frac{1}{7}$ der breedte tot hoogte geven. 2°. Aan die met geverwd ijzerblik, $\frac{1}{6}$ tot $\frac{1}{6}$. 3°. Aan die met zink gedekt, $\frac{1}{4}$. 4°. Met leijen, $\frac{1}{3}$. 5°. Aan die met pannen, $\frac{1}{3}$ à $\frac{2}{3}$.

Flauwe daken hebben echter, behalve derzelver beter aanzien, aanmerkelijke voordeelen in andere opzigten boven de steilere; derzelver vlakken zijn kleiner, vereischen alzoo minder bouwstoffen, en zijn minder aan de uitwerking van stormwinden blootgesteld; doch ook daarentegen drukken zij weder meerder dan de steilere (a).

De vlakken der daken rusten op zoogenaamde *Kapgebindten* of *Dakstoelen*, zijnde een zamenstel van balken, of ook wel van planken.

Een kap bestaat in een zeker getal kapgebindten of dakstoelen, welke de nok en de gordingen dragen, waarop de spanribben komen te rusten, benevens de panlatten of planken, naar den aard der bedekking.

De bedekking van een dak bestaat meest in pannen en leijen voor de voorname, en in riet of stroo voor de geringe gebouwen. Ook bedekt men dezelve in sommige gevallen met zink of koper, hetgeen voornamelijk plaats heeft bij ronde of koepeldaken.

De eenvoudigste gedaante van eenen dakstoel is de driehoek, fig. 1, welke tevens eene onveranderlijke figuur is, doch alleen bij daken van geringe wijde kan gebruikt worden.

Wanneer de muren van een gebouw van zoodanige gesteldheid zijn, dat dezelve onbewegelijk vast staan, zoo kan het dak slechts op tweederlei wijze beschadigd worden, namelijk: de stijlen kunnen, door den last der bedekking, aan doorbuiging onderhevig zijn; of door het geweld van stormwinden uit elkander gerukt worden.

Tot versterking, in het eerste geval, is men genoodzaakt dezelve in het midden te on-

(a) Deze drukking is volgens de *Mechanica* bekend in evenredigheid van de *Co-sinussen* van de hoeken te staan.

dersteunen , door het aanbrengen van twee balken , *da en ef* , fig. 2 , welke den meesten wederstand zullen bieden , wanneer zij loodregt *ab* en *bc* staan ; doch in deze rigting wordt derzelve drukking overgebracht op het zwakste punt van den balk *ac* , waarom men liever deze ondersteuning , ingevolge fig. 3 , door middel van een horizontalen of dwarsbalk bewerkstelligt , aan welken men den naam van *Bindbalk* geeft.

Alleen de vlak op den gevelmuur , of evenwijdig aan de nok van het dak werkende heftige stormwind kan de verschuiving van het dak veroorzaken. Bij schild- of tentdaken wordt deze werking door de schuinsche ligging der schilden verzwakt ; maar bij de zogenoemde Duitsche daken , met regt opgaande gevelmuren , werkt de aanval van den storm met deszelfs geheele kracht.

Deze moeten derhalve eene voldoende sterkte verkrijgen , om daartegen bestand te zijn , en daarenboven , omdat de dakstoelen ook in deze rigting voor verschuiving dienen verzekerd te worden.

Deze verbinding der dakstoelen volgens de lengte geschiedt door middel van gordingen , welke op dezelve komen te rusten , en wel op klossen.

De zamenstelling der dakstoelen hier te lande is gewoonlijk de navolgende :

Twee bind- of kapstijlen *ab* en *cd* , fig. 4 , dragen den bindbalk *bc* , en worden in de zolderbalken met pen en gat ingelaten ; meestal stelt men deze bindstijlen in eene schuine rigting , opdat derzelve draagpunt zoo nabij mogelijk aan den muur of aan het steunpunt van den zolderbalk zoude zijn. De verbinding dezer bindstijlen met den bindbalk geschiedt insgelijks met pen en gat ; en , zoo het te vreezen mogt zijn , dat deze balk door deszelfs lengte mogt komen door te buigen , zoo brengt men er de korbeels *ef* en *gh* aan , en verbindt deze bindstijlen met den muur , door middel van blokkeels *o* en *p* , welke door zwaluwstaarten met de muurplaat en de bindstijlen verbonden worden.

Over de zogenoemde Hollandische Kapgebindten.

Op den voornoemden bindbalk komen te rusten de spruiten *ik* en *kl* , welke met pen en gat in dezen balk verbonden en boven halfhouts over elkander worden ingekeept , en de nok *k* ondersteunen.

Bij kappen van groote wijdte brengt men , tot ondersteuning dezer spruiten , ook nog eenen dwarsregel *qr* aan , welken men den naam van *Hanebalk* geeft , en die des noods ook met korbeels kan versterkt worden ; of tot meerdere ondersteuning van de nok , brengt men dikwerf eenen loodregten stijl aan , welke den naam van *Makelaar* draagt , en ook alweder door middel van korbeels met de spruiten kan verbonden worden.

Zoo als reeds gezegd is , worden de dakstoelen , volgens de lengte van het gebouw , door middel van gordingen vereenigd , welke op de uiteinden der bindbalken komen te rusten ; en , ingeval men hanebalken bezigt , alsdan brengt men ook eene tweede rei gordingen aan , welke op de uiteinden van den hanebalk , of op de spruitbindten , op klossen onder-

steund, of met voorloeven daar op ingekeept worden. Bij daken met gevelmuren vestigt men de gordingen door middel van ijzeren ankers aan dezelve, doch bij schilddaken worden zij met lippen tegen de hoekkepers genageld, en de tegen elkander aankomende einden met ijzeren beugels vereenigd.

Ten einde het zweepen van het dak te voorkomen, en hetzelfde beter tegen de uitwerking van stormwinden te verzekeren, brengt men aan de gordingen korbeels of windschoren aan, die dezelve met de bindstijlen vereenigen.

Meestal bezigt men in ons rijk eikenhout tot de kapebindten; het greenhout kan echter daartoe ook gebezigd worden, en heeft het voordeel van mindere specifieke zwaarte te hebben, waardoor het gebouw minder last te dragen krijgt.

De afmetingen van het hout dienen geregeld te worden naar de wijdte van de bespanning. De afstand der kapebindten of dakstoelen wordt meestal op 2 à 3 el gesteld.

Wijdte der bespanning, begrepen tusschen de muren.	Afstand der Kapebindten.	Zwaarte van		Gordingen.	Spanribben.	Nok.
		het bindhout.	de spruit.			
5 à 6 ellen.	2 el.	10 en 15 d ^m .	8 en 12 d ^m .	8 en 10 d ^m .	5 en 8 d ^m .	8 en 10 d ^m .
6 à 7 —	2½ —	15 en 18 —	12 en 15 —	11 en 13 —	5 en 8 —	10 en 13 —
7 à 8 —	3 —	18 en 22 —	15 en 18 —	13 en 15 —	6 en 9 —	13 en 15 —
8 à 9 —	3 —	18 en 25 —	15 en 20 —	13 en 15 —	8 en 10 —	13 en 15 —
9 à 10 —	3 —	20 en 25 —	15 en 20 —	13 en 15 —	8 en 10 —	13 en 15 —

Bij de laatste plaatst men een tweede bind op het eerste, het hout daartoe van 15 en 20 duim nemende. De blokkeels neemt men gewoonlijk van omstreeks de 10 en 15 duim zwaarte, en de muur- of spanlatten van 8 tot 12 duim dikte, en ongeveer dezelfde breedte als de muur. De verbinding der stukken, waaruit deze laatste zamengesteld is, geschiedt met zwaluwstaarten; de spanribben worden op dezelve gehield, of met vischbekken verbonden, zoo als reeds in het vorige hoofdstuk is aangegeven, en de neuslijst met dezelve verbonden, zoo als in fig. 4* te zien is.

Wanneer een gebouw aan deszelfs beide korte einden met zoogenaamde brandgevels is opgetrokken, worden de genoemde gordingen even als de nok van het gebouw in die gevelmuren bevestigd, hetwelk gewoonlijk met ijzeren ankers geschiedt; doch is het dak een zoogenaamd schilddak, en dus met hoekkepers bewerkt, dan worden de gordingen

met lippen tegen deze hoekkepers aangenageld, en dikwijls de twee tegen elkander aanstootende einden der gording door eenen ijzeren beugel versterkt en zaamverbonden.

Ten einde bij wijde bespanningen te voorkomen, dat de kappen niet al te hoog worden, maakt men dezelve dikwijls met een' zak, welke op den bindbalk komt te rusten door middel van twee spruiten; deze zak wordt alsdan gelijk aan fig. 4**.

Nog dient aangemerkt te worden, dat men, wanneer bij een schilddak de gordingen te lang zijn, zoodat men voor doorbuiging vreest, dezelve alsdan ondersteunt door halve kapebindten, bestaande in een' stijl, een korbeel en een' bindbalk, welke met derzelve uiteinden op den naast aangeleggen bindbalk komen te rusten, en daarin met gat en pen op voorloeven verbonden worden.

Aan de bindbalken, welke het naast bij de hoekkepers gelegen zijn, brengt men nog balken of zoogenaamde zwaarden aan, die met derzelve uiteinden op heele en halve bindbalken gewerkt zijn. Op het midden van elk zwaard stelt men nog dikwerf een' schoor, tot ondersteuning van den hoekkeper, welke het *Straalgebind* genaamd wordt.

De Duitschers brengen bij hunne daken, volgens GILLY, de gordingen op eene andere wijs aan, namelijk onder den bindbalk, en ondersteunen dezen door middel van stijlen, welke op de zolderbalken rusten; deze manier is echter veel minder doelmatig, dan die welke hier te lande in gebruik is, daar zij meerder hout vereischt, en ten andere de zolderbalken onnoodig belast worden.

Om een gewoon dakvenster aan te brengen worden een of meer spanribben afgebroken. De twee, welke alsdan de opening voor het venster daarstellen, worden dubbel zoo zwaar als de andere genomen, en bekomen den naam van slapers. Tusschen deze beide slapers, wordt de onderdorpel van het dakvensterkozijn op bekwame hoogte aangebragt, en van boven worden twee kielkepertjes verbonden, om de kielen, welke het kapje van het dakvenster met het groote dak maakt, daar te stellen. Men plaatst vervolgens de beide stijlen van het vensterkozijn met gat en pen te lood naast den onderdorpel, vereenigt de hoeken van dit kozijn door horizontale gordingjes of spanplaatjes weder met de slapers, ter plaatse waar hen de kielkepers ontmoeten, en stelt daarop oenige kleine spanribbetjes, welke zich van boven tegen een nokje vereenigen en het kapje van het dakvenster uitmaken.

De driehoekige ruimten tusschen de slapers en bovengenoemde spanplaatjes of zoogenaamde wangen worden gewoonlijk met eenen halven steen volgemetseld, of met planken beschoten. Bij het opmetselen der wangen wordt in dezelve eene strook lood gemetseld, welke de pannen genoegzaam dekt; doch wanneer zij beschoten worden, dan moet men ze met 20 pons orgellood bekleeden, ten ware dit beschot met leijen gedekt wierd, hetwelk aan leijen daken gemeenlijk verkozen wordt. Onder deze bekleeding moet langs de dakschuinte nog eene strook 25 pons lood vastgespijkerd worden, welke de pannen

*Aanbrengen
van dakven-
sters in de ge-
woone kappen.*

10 duim dekt, als deze geheel tegen het beschot aansluiten, en 20 duim, wanneer deze aansluiting door halve pannen verkregen wordt. De onderdorpel wordt geheel met 25 ponds lood bekleed, dat tot in de goot moet nederdalen, of wel, het gootlood moet om den onderdorpel worden omgewonden. Aan de buitenzijden der stijlen eens dakvensters worden gewoonlijk tot sieraad zoogenoemde klauwen aangebragt, zijnde plankjes, welke oijfsgewijze óf met een scheppend hol zoodanig zijn gewerkt, dat die van onderen 30 tot 36 duim breed zijn, en van boven bijna te niet loopen. De dakvensters kunnen ook rond of ovaal gemaakt worden.

Over de gebroken of Mansarde-daken.

De *Mansarde-daken* bestaan in een steil en een vlak gedeelte. Men heeft zeer verschillende voorschriften van derzelve gedaante, en van de verhouding der hoofddeelen; de volgende constructie is eene der doelmatigste.

Men bepale alvorens de hoogte, welke zich onder den bindbalk dient te bevinden, bij voorbeeld op 2.70 el, en zette dezen afstand uit van *a* tot *b*, fig. 5, zoodat, wanneer men de dikte van den bindbalk op 30 duim stelt, de hoogte *ac* = 3 el zal zijn; wanneer men nu *dg* op een derde van de hoogte *df* bepaalt, zoo wordt *dg* = 1 el, en is alzoo de helling van het steile gedeelte bepaald. De hoogte van het bovenste gedeelte dient geregeld te worden naar de luchtstreek, waarin men zich bevindt, even gelijk bij de gewone daken is aangemerkt, dienende deze in ons Rijk ongeveer gelijk de helft der breedte *gh* te zijn. Dit gedeelte wordt overigens op dezelfde wijze als bij de gewone daken geconstrueerd.

Intusschen zoude, bij zeer breede gebouwen, het bovenste gedeelte van het dak tegen het onderste eenigzins onevenredig uitvallen, wanneer men voor het onderste eene vast bepaalde hoogte wilde aannemen; men moet alzoo in dat geval het voornoemde gedeelte hooger maken.

Wijders moet bij de *Mansarde-daken* in acht genomen worden, den bindbalk zoo ver te laten uitsteken, dat men aan denzelfden eene doorgaande lijst kan aanbrengen, die er met pen en gat aan verbonden wordt; ook plaatst men de bindstijlen wel op platen, die op de zolderbindten komen te rusten, ten einde deze niet te veel te verzwakken.

De *Mansarde-daken* zijn, wel is waar, gemakkelijker om er kamers in aan te brengen dan andere, maar alsdan worden er ook veel dakvensters vereischt, en deze blijven toch bij de beste constructie derzelve bestendige regengaten; ook is het gebruik, van onder diergelijke daken woonvertrekken aan te brengen, steeds met menigerlei andere gebreken en ongemakken verbonden. Zoo is het bij voorbeeld zeer nadeelig, de vakken tusschen de bindten met planken te beschieten, want men kan daardoor niet dan zeer moeijelijk het dak herstellen, en het zal bovendien steeds misstand verwekken, dat men eenen schuinen wand in zoodanig vertrek bekomt, tenzij men daarbij een' regten aanbrengt, die steeds

het nadeel zal hebben van op de onderliggende balken te wegen; en er wordt daardoor ook weder veel ruimte verloren. Het is alzoo verkieslijk, wanneer men in een gebouw nog woonvertrekken ontbreekt, in plaats van *Mansarde-daken*, liever eene lage verdieping aan te brengen, en daarop eene gewone regte kap te plaatsen. De kosten zullen niet veel verschillen, daar de *Mansarde-daken* veel aan arbeidsloon kosten.

De Afdaken of zoogenaamde Lessenaarsdaken, die slechts op ééne zijde eene schuine dakvlakte hebben, aan de andere een' regt opgaanden muur, en die alzoo eigenlijk slechts halve daken zijn, kunnen zoowel in vlakke als in *Mansarde-daken* bestaan, zie fig. 6. De drukking derzelve komt voornamelijk op den muur aan, zoodat deze eene voldoende zwaarte dient te hebben, om daaraan wederstand te kunnen bieden.

Over de Afdaken of zoogenaamde Lessenaarsdaken.

Ten einde deze drukking te verminderen, en ook de kapstijlen voor doorbuiging te beveiligen bij groote afdaken, brengt men een' schoor *a b* aan, welke in den stijl en in den zolderbalk met pen en gat verbonden wordt, en wel zoo na mogelijk aan den muur.

Somtijds brengt men hierbij nog den hanebalk *b c* aan, en ondersteunt de nok door een' stijl *a d*; bij afdaken van weinig breedte en van niet meer dan 4 ellen hoogte, laat men de hanebalken weg.

Bij *Mansarde-daken* is men verplicht, wanneer de regtstandsmuur, waartegen het afdak aangebragt is, geene voldoende sterkte heeft om aan de drukking van het dak wederstand te bieden, even als bij de geheele daken, twee bindstijlen aan te brengen; en alsdan laat men den schoor tot ondersteuning der spruit rusten boven dezen tweeden bindstijl, gelijk in fig. 7 te zien is.

In fig. 8 wordt voorgesteld eene platte Italiaansche kap, volgens welke constructie het dak van het Theater *di Tordinona* te Rome gebouwd is, en eene bespanning van 86 Par. voeten heeft, op eene hoogte van 18 voet, dus ruim een vijfde der breedte tot hoogte hebbende. Het is eene soort van Hangkap, welke door zware ijzeren staven met de zolderbalken verbonden is.

Wanneer de zolderbalken van een gebouw noch door binnenmuren, noch door standvinken of pijlers mogen ondersteund worden, dewijl de ruimte geheel vrij moet blijven, en de balken van zoodanig eene lengte zijn, dat men daarbij doorbuiging te vreezen heeft, maakt men gebruik van zoogenaamde *hang-* of wel van *schoor-* of *springwerken*.

Over de Hang- en Spring- of Schoorwerken.

Door *hangwerken* verstaat men dezulke, waarbij de ondersteuning der balken boven dezelve plaats heeft; en men noemt *schoor-* of *springwerken* diegene, waarbij de ondersteuning onder dezelve, door middel van *schoren*, plaats heeft. Gemeenlijk echter vindt men beiden vereenigd.

Groote of zoodanige *hang-* en *schoorwerken*, die eene zeer breede ruimte bespannen, zijn niet alleen wegens het daartoe benoodigde zware hout en de menigte van ijzer zeer kost-

baar, maar zij vereischen ook sterke en goed verbondene steigers, om dezelve op te rigten, en kunnen alleen aan zeer bekwame timmerlieden toevertrouwd worden. Met minder kosten en mindere bouwstoffen kan men zulke wijde ruimten overspannen met zoogenaamde kappen *à la Philibert de l'Orme*, waarvan wij nader zullen spreken; daar er echter van *hang-* en *schoorwerken* veel gebruik gemaakt wordt, zullen wij ook hiervan eene korte beschrijving geven.

De eenvoudigste soort bestaat in twee *schoren* $a c$ en $c b$, fig. 9, met hunne onder-einden in eenen balk $a b$, en van boven in een' *hangstijl* $c d$, met pen en gat, op schuine tanden verbonden; den voornoemden hangstijl verbindt men, door middel van een' beugel of hangijzer, met den balk, waardoor deze alzoo gehouden en tegen het doorbuigen in het midden verzekerd is, hetwelk het doel is der hangwerken.

Op dezelfde wijze kan men twee hangzuilen $a b$ en $c d$, fig. 10, wanneer deze door middel van een' horizontalen regel $e f$ verbonden zijn, als ééne en dezelfde aanzien, en beiden worden, door de op voornoemde wijze geplaatste schoren $a g$ en $c h$, niet alleen voor het nedervallen bewaard, maar men kan er zelfs balken in twee punten aan hangen, en dezelve daardoor voor het doorbuigen bewaren, of wel deze, uit onderscheidene stukken zamengesteld zijnde, bij de lasschen ondersteunen; en, ten einde de balken, boven welke geen dakstoel is aangebragt, insgelijks te ondersteunen, brengt men onder de voornoemde zolderbalken moerbindten aan, welke met de hangstijlen door hangijzers worden verbonden, zie fig. 11. Moeten er echter onder de zolderbalken *plafonds* aangebragt worden, zoo dient men deze bindten boven de balken te plaatsen, en door middel van schroefbouten met dezelve te verbinden.

Ofschoon eene eenvoudige voorstelling reeds te kennen geeft, dat, hoe steiler de schoren tegen den hangstijl gesteld worden, des te steviger deze door de schoren zal worden gehouden, wordt echter hierdoor het dak aanmerkelijk verhoogd, en ook de schoren sterk verlengd, die daardoor ook weder meer voor doorbuiging vatbaar zijn. Wil men nu dit gebrek verhelpen door de schoren aan te brengen, gelijk $a d$ en $b c$, fig. 12, zoo valt men weder in het gebrek, dat de steunpunten b en d te ver van die van den balk verwijderd zijn, en deze aldus daardoor veel te lijden heeft; men ziet hier alzoo uit, dat de stelling der schoren hare grenzen heeft, welke overigens door de helling der daken in de verschillende luchtstreken en omstandigheden moeten geregeld worden, zoo als bij voorbeeld: somtijds maakt men gebruik van hangwerken, bij zeer flauwe daken voor zomerhuizen, enz., welke men met zink bedekt; alsdan is men genoodzaakt de schoren minder steil te stellen, en moet men zwaarder hout en veel ijzer tot versterking aanbrengen.

De hangstijlen worden bij deze kappen gewoonlijk op 5 à 6 ellen afstands van elkander aangebragt, en gemeenlijk dubbel genomen uit twee balken, met vertandingen in elkander

gewerkt, zoo als in fig. 13 wordt aangetoond. Men is het echter niet eens over het doelmatige dezer vertandingen; sommigen houden het voor overvloedig, indien het hout van de noodige zwaarte is, en beweren dat zulks daardoor verzwakt wordt; men verbindt dezelve daarenboven op die plaatsen, waar de bindbalken er door henen gaan, met schroefbouten.

Deze hangstijlen dienen ten minste, bij bespanningen van 10 el wijdte, van hout van 25 duim breedte genomen te worden, omdat op de zwakke plaatsen, alwaar de bind- en hancbalken er doorhenen gaan, dezelve ten minste eene zwaarte van 20 duim zouden hebben.

De spruitschoren worden in den bindbalk en in de hangstijlen met pen en gat verbonden, en bij de laatsten zoodanig ingekeept, dat deze tegen elkander aankomen.

De bevestiging der zolder- en draagbalken met de hangstijlen geschiedt meest door zogenoemde hangijzers, waarvan men er van verschillende soorten vindt.

Veroorlooft het gebouw, waarin deze worden aangebragt, dat de hangstijlen nog onder de balken uitsteken, zoo wordt, ingevolge fig. 14, de balk benedenwaarts van den hangstijl omvat, en de draagbalk, waaraan de overige balken met schroefbouten verbonden worden, ligt nevens den hangstijl, waardoor de hangijzers geheel bespaard worden (a).

Mogen de hangstijlen onder de zoldering niet zichtbaar zijn, zoo brengt men den draagbalk onder den hangstijl of nevens denzelfden aan, gelijk als in fig. 15.

In het eerste geval, wanneer men den draagbalk onder den hangstijl aanbrengt, rigt men de hangijzers zoodanig in, dat zij den zolderbalk omvatten; maar zij dienen alsdan door den draagbalk henen te gaan, en worden van boven met een' schroefbout, wijders met sterke nagels, op den hangstijl bevestigd; beter is het echter, volgens fig. 15, aan iederen hangstijl twee ijzers aan te brengen, welke voor en achter om een' zolderbalk worden gelegd, en met schroefbouten om den stijl bevestigd.

In het tweede geval, wanneer de draagbalk naast den hangstijl wordt aangebragt, gelijk in fig. 17, wordt dit ijzer mede om den zolderbalk gelegd, doch de draagbalk met een' schroefbout op den laatstgemelden bevestigd.

In al deze gevallen moet voornamelijk daar op gezien worden, dat de draagbalken van eene zoodanige zwaarte zijn, dat de tusschenbalken niet buigen, als ook, dat de hangstijl zich niet te dicht aan den zolder- of draagbalk aansluit, en liever eenige duimen speelruimte wordt gelaten; eensdeels, omdat men zich zoude kunnen overtuigen, dat de hangstijlen werkelijk den last der balken dragen; anderdeels, opdat men de balken, wanneer daarin eene doorbuiging plaats had, zoude kunnen aanschroeven.

(a) Van deze wijze heeft men gebruik gemaakt, volgens GILLY, bij het Exercitiehuis te *Potsdam*, mede met een hang- en schoorwerk gedekt.

Hiertoe voorziet men de hangijzers van onderen met lange schroeven, welke, naarmate het hangwerk doorzakt, nageschroefd worden; doch, daar deze schroeven alsdan van onderen zichtbaar, en bij het aanbrengen van *plafonds* zeer hinderlijk zijn, zoo bezigt men eene andere wijze, volgens fig. 18, waarbij het ijzer tusschen de beide stukken van den hangstijl wordt ingelaten, en gehouden door een' schroefbout, terwijl men door middel van eene moer, onder den balk, de schroef kan aanzetten.

Ten slotte moet men nog aanmerken, dat, eer men de balken met de hangstijlen verbindt, de eerstgenoemde goed in de hoogte gewerkt moeten worden, en wel zoodanig, dat zij in het midden eenige duimen hooger liggen dan aan het einde, dewijl daarna, wanneer de ondersteuning is weggenomen, alles zich regt trekt. Men neemt wijders bij voorkeur, tot de horizontale stukken van hangwerk, zoodanig hout, hetwelk krom gewassen is, en legt zulks op de behoorlijke zijde.

Wanneer verder, bij buitengewone wijde bespanningen, de zolderbalken uit meer dan één stuk genomen moeten worden, verbindt men deze door middel van haaklasschen, en versterkt dezelve door ijzeren banden; daarenboven tracht men deze altijd ter hoogte van den hangstijl te plaatsen, en brengt bij verkiezing in zoodanige gevallen den draagbalk onder de zolderbindten aan, om deze beter te kunnen ondersteunen, tenzij men verplicht ware eene effene oppervlakte onder de zolderbindten te moeten hebben, en zij worden alsdan door schroefbouten met deze vereenigd. Deze haaklasschen moeten in de horizontale, en niet in de verticale zijde van den balk aangebragt worden, dewijl dezelve aldus meer kracht uitoefenen.

GILLY geeft de navolgende constructie op voor een hangwerk, hetwelk eene wijdte van 15 ellen bespant, en dat door één' hangstijl gedragen wordt.

De 19^{de} figuur stelt zoodanig eene hangende kap voor, welke eene wijdte van 15,50 ellen (50 Berl. voeten) bespant, en 7,40 ellen (24 Berl. voeten) hoog is.

A. Stelt een' dakstoel voor.

B. Een' zoogenaamden ledigen dakstoel (*Leergesparre*).

C. Het profiel volgens de lengte.

D. Den platten grond met de ligging der zolderbalken.

De kapbindten zijn 3,10 ellen hoog gelegd, en worden gedragen door kapstijlen en schoren *aa*; boven de kapbindten wordt de hangstijl geschraagd door de schoren *bb*.

Deze kapgebindten worden wijders, volgens de lengte, aan elkander verbonden door de draagbalken *g* en *h*.

Wanneer de muren van het gebouw niet zwaar of slechts van hout zijn, zoo dat het te vreezen is dat de schoren *aa*, waarvan de stevigheid der hangstijlen voornamelijk afhangt, geen volkomen zeker steunpunt op de balken verkrijgen, of dat deze door derzelve lengte

voor doorbuiging vatbaar zouden zijn, zoo doet men beter, in plaats van schoren, gewone korbeels aan te brengen, daarbij alsdan den bindbalk hooger leggende.

Ten einde het schranken der dakstoelen te voorkomen, brengt men de schoren *c c* aan, welke in de bindstijlen, de gordingen en de muurplaat, met pen en gat ingewerkt worden.

De Franschen leggen hunnen bindbalk meest zeer laag, en zijn alsdan genoodzaakt om de schoren *a a* in het bovenste gedeelte der kap aan te brengen, zie fig. 20; en de spruiten *b b*, van grootere lengte, worden alsdan ondersteund door de schoren *c c*, die in de spruit en in den hangstijl of bindbalk met pen en gat verbonden, en, tot meerdere stevigheid, met de gordingen, door korbeels *d d* geschraagd worden.

Om nog verder het schranken der dakstoelen te voorkomen, brengt men aan de hangstijlen de schoren *e e* aan, welke met de horizontale gordingen *h*, die de hangstijlen vereenigen, halfhouts verbonden worden.

Bij daken, welke eene wijdte van ongeveer 20 ellen hebben, maakt men gebruik van twee hangstijlen; hiervan vindt men bij GILLY tot voorbeeld opgegeven, dat van het Nationaal Theater te *Berlijn*, waarvan de wijdte der bespanning 60 Berl. voeten (18,60 ellen) en de hoogte der kap 26 voet (8,06 el) bedraagt, en hetwelk van eene buitengewone sterke en eenvoudige zamenstelling is. Fig. 21 geeft daarvan de voorstelling.

De balken over het theater, volgens de diepte van het gebouw, worden door 5 kapgebindten gehouden. Die over de zaal, op eene lengte van 15,50 ellen, worden gedragen door twee kapgebindten volgens de lengte, en twee dito volgens de breedte, gelijk in *B* te zien is.

Bij den eersten opslag zoude deze constructie een weinig al te gewaagd schijnen, wanneer men dezelve met andere vol hout gepropte zamenstellingen vergelijkt. Hierbij moet men echter in aanmerking nemen, dat de kapgebindten over het theater slechts één' balk te dragen hebben; en, bij die over de zaal, worden de balken door de muren der *corridors* ondersteund, zoodat deze eigenlijk slechts maar eene wijdte van 12,40 ellen bespannen. De aanleiding tot deze constructie is wijders met het zeer doelmatige oogmerk verbonden geweest, om de noodige ruimte te behouden tot berging van decoratiën; de ondervinding heeft overigens geleerd, dat deze constructie zich zeer goed gehouden heeft.

Tot voorbeeld van bespanningen van meer dan 20 ellen, vindt men bij GILLY opgegeven het Exercitiehuis te *Potsdam*, hetwelk eene wijdte heeft van 21,70 ellen (70 Berl. voeten) en eene lengte van 204 ellen (660 Berl. voeten), en daarom des te belangrijker is, wijl het geene muren heeft, maar op houten wanden rust.

Fig. 22 geeft daarvan eene voorstelling.

A. Stelt een Kapgebind voor.

B. Een ledig gebind.

Men heeft bij dit hangwerk drie hangstijlen gebezigd, en de balken gekoppeld daar, waar zich een kapebind bevindt. De hangstijlen zijn ook verdubbeld en omvatten de balken, zoodat men geene hangijzers hierbij heeft noodig gehad. Alle overige stukken zijn enkelvoudig. De spanribben staan ook met zware tanden, doch zonder pennen, op de balken. De schoren gaan door de dicht aan elkander liggende zolderbalken henen. De korbeels worden met pen en gat in de balken en muurstijlen verbonden.

De reeds te voren gemelde tandsgewijze verbinding der stukken van de hangstijlen is hier ook niet bij aangebragt; zelfs zijn dezelve niet eens door schroefbouten, maar slechts door krammen, ijzeren schenck en nagels verbonden.

Bij deze zamenstelling zoude men wel de aanmerking kunnen maken, dat vooreerst de schoren tot tegen den houten wand doorgaan, waardoor, bij de geringste werking der kap, eene uitwijking dezer wanden te vreezen is; wijders, dat noch de spanribben, noch de kapebindten, op behoorlijk ondersteunde punten rusten, daar de balken aldaar slechts door de korbeels, welke op de wandstijlen nederkomen, ondersteund worden. De onderzanding heeft echter geleerd, dat dit gebouw zich sedert vele jaren zeer goed heeft gehouden, hetgeen waarschijnlijk aan het deugdzaam hout, en aan de naauwkeurige bewerking van hetzelfde, moet toegeschreven worden.

Over de
Schoorwerken.

Ten einde ook een voorbeeld van een *Schoorwerk* op te geven, zoo wordt in fig. 23 zoodanig eene kap voorgesteld, bestaande vooreerst in een kapebind, hetwelk in den muur moet ingewerkt worden, daar zich bij deze kapwerken geene zolderbalken bevinden; tegen de korbeels *a* derzelve worden andere korbeels *b* en *c*, met pen en gat, in de schuinsche tanden ingewerkt, zoo als in de figuur wordt aangetoond.

Boven den bindbalk komt een spruitgebind te staan, bestaande in eenen middelstijl en twee spruiten, welke, door middel van korbeels *d* en *e*, op verschillende wijzen kunnen ondersteund worden.

De middelstijlen worden, door middel van schrankschoren *f*, met de nok, en door een' middelregel *g* onderling verbonden.

Gewoonlijk bewerkt men de bindstijlen in de korbeels *a*, *b* en *c*, volgens een' hoog uit onderscheiden middelpunten beschreven, gelijk in de figuur te zien is.

Over de
uitvinding der
Kappen à la
PHILIBERT DE
L'ORME.

Onverklaarbaar blijft het steeds, zoo als zeker geacht schrijver aanmerkt, waarom dikwijls eene zaak van algemeen nut, zoo wel door besparing der bouwmaterialen, als door vermindering en bespoediging van den arbeid, alleen lokaal blijft, en niet meer algemeen in gebruik geraakt. Teregt mag dit gezegde ook op de uitvinding van PHILIBERT DE L'ORME toegepast worden, daar deze daken zoo vele wezenlijke voordeelen in zich vereenigen, dat men, gelijk GILLY aanmerkt, moest gelooven, dat deze uitvinding in de Architectonische wereld het grootste opzien baren, en de bouwmeesters uit alle landen

derzelver constructie weldra navolgen moesten ; doch , noch het een noch het ander heeft plaats gehad. Deze daken werden in *Frankrijk*, derzelver geboorteplaats , slechts weinig , en in andere landen, tot op de laatste tijden , en wel tot ruim een paar eeuwen na derzelver uitvinding , geheel niet bekend.

PHILIBERT DE L'ORME was een der beroemdste Fransche Bouwmeesters der 16^{de} eeuw , welke in *Italië* den goeden smaak van Architectuur bestudeerde , en een der eerste , welke de Gothische uit *Frankrijk* verbande. Vele prachtige gebouwen zijn volgens zijne ontwerpen uitgevoerd. In het jaar 1578 verscheen van hem in het licht de beschrijving (a) der zamenstelling van zijne daken ; doch reeds vroeger , in 1561 namelijk , was er een geschrift van hem daarover uitgekomen , hetwelk aan Koning KAREL IX werd opgedragen , en waarin hij zegt , dat de vader van dezen , Koning HENDRIK II , nadat hij de proef van zijne nieuwe uitvinding zelf gezien had , hem aanbeval een boek daarover te schrijven , doch waarvan de uitgave , door den daarop gevolgden dood des Konings , eenigzins vertraagd werd , in weêrwil dat vele voorname en geleerde mannen hem verzocht hadden , de bekendmaking zijner uitvinding te bespoedigen.

Volgens dit schrift schijnt ook Karel IX een groot welgevallen in deze soort van daken gehad , en hem diensvolgens de opdracht gedaan te hebben , om het slot *la Muette* zoodanig te bouwen.

In de voorrede zegt DE L'ORME , dat hij , door de bezorgdheid , van waar men op den duur in *Frankrijk* zulk lang en zwaar bouwhout verkrijgen zoude , als men bij de gewone wijze van bouwen benoodigd had , op het denkbeeld gekomen was eene bouwwijze te vinden , waarbij men zich alleen van kleine stukken hout konde bedienen , en alzoo geene zware boomen benoodigd had. Zoodra hij met deze uitvinding tot stand gekomen was , had hij bij het slot *la Muette* en andere plaatsen daarmede proeven genomen , welke voortreffelijk uitgevallen waren.

Van de geschiedenis dezer algemeen nuttige uitvinding is hoogstmerkwaardig de vergetelheid , waartoe zij zoo lang veroordeeld geweest is , daar , sedert de door PHILIBERT DE L'ORME zelve gebouwde daken , tot op den tijd van het bouwen der korenbeurs (*Halle au bled*) te *Parijs*, weinig of geene constructiën van dien aard bekend zijn , ja zelfs , geene melding daarvan bij de voornaamste Fransche Schrijvers over de Bouwkunde , zoo als BLONDEL , PLATTE , LAUGIER , JOUSSI enz. , gemaakt is.

Insgelijks is het waardig om opgemerkt te worden , dat , terwijl DE L'ORME in *Frankrijk* met deze wijze van bouwen bezig was , PALLADIO gelijktijdig in *Italië* eene diergelijke

(a) Dit werk was getiteld : *Nouvelles inventions pour bien bastir et à petits fruiz , trouvées nugueres par Philibert de l'Orme, Lyonnais, Architecte, Conseiller et Ausmonier ordinaire du feu Roi Henri, et Abbé de St. Eloy-lez-Noyon, à Paris 1578.* In fol.

uitvoerde te *Vicenza*, in de *Basilique* aldaar, welke door dezen grooten Bouwmeester onder zijne beste werken geteld wordt.

De constructie der kap van deze Basilica, alhoewel in cirkelvormige spanten bestaande, is echter hoofdzakelijk daardoor van de bouwwijze van DE L'ORME onderscheiden, dat deze uit zwaar rondhout in plaats van planken is zamengesteld. Men vindt eene afbeelding van dit gebouw in de *Parallèle d'Edifices anciens et modernes*, par DURAND, pl. 15.

Ruim drie eeuwen lag deze zoo uitmuntend vernuftige uitvinding als het ware in vergetelheid bedolven, toen, in het laatst der 18^{de} eeuw, de Architecten LE GRAND en MOLINOS haar met nieuwen luister uit hare asch deden rijzen (a).

Over de constructie der Kappen à la PHILIBERT DE L'ORME.

De dakstoelen volgens PHILIBERT DE L'ORME bestaan in halve cirkelbogen, of wel, in twee gedeelten daarvan, in den vorm van een Gothisch gewelf zamenloopende, en zamengesteld uit planken van 1½ à 2 el lengte, welke, door middel van treknagels of schroefbouten, twee dubbel in het verband op elkander bevestigd worden, zoodanig, dat de voegen van de eene zich op het midden van de andere bevinden; moettende daarbij zorg gedragen worden, dat de voornoemde voegen steeds op het middelpunt, waaruit de boog getrokken is, aanloopen.

Volgens derzelve oorspronkelijke constructie werden deze dakstoelen slechts op 1 el afstands van elkander geplaatst, en door middel van regels aan elkander verbonden, die door wiggen opgesloten werden, zoo als in fig. 24 te zien is.

Naderhand heeft men, tot meerdere besparing van hout, deze dakstoelen wijder van elkander geplaatst, en door middel van gordingen, zoo als bij gewone kapgebindten, de vereeniging der dakstoelen daargesteld.

In de oorspronkelijke constructie heeft men deze kappen eene gebrokene uitwendige gedaante gegeven, bestaande in bolle gedeelten; deze wijze is echter aan vele gebreken onderhevig, waarom het ook verkieslijk is dezelve, even als de gewone daken, door middel van regte spanribben te dekken, de nok ondersteunende door een' stijl of makelaar, welke op den kapstoel rust, zoo als in fig. 25 te zien is.

Bij de oorspronkelijke constructie, welke echter veel meer hout dan de andere vereischt, worden de dakstoelen door middel van dwarsregels, die met wiggen opgesloten worden, aan elkander verbonden, en wel zoodanig, dat men dezelve uit elkander kan nemen, wanneer het een of ander gedeelte eene herstelling vereischt, en men er een nieuw stuk in plaats kan stellen.

(a) De schoone Koepel van de Korenbeurs (*Halle au bled*) te *Parijs*, van 120 Par. voeten middellijn, werd door de voornoemde Architecten eerst van houten cirkelvormige formelen, uit planken zamengesteld, gebouwd, en, eenige jaren daarna afgebrand zijnde, van ijzer herbouwd, onder directie van den Architect BELLANGER.

De bogen der kapstoelen moeten wederzijds slechts uit één middelpunt beschreven, en de voegen op hetzelfde getrokken worden.

Om deze bogen te beschrijven neemt men meest de hoogte derzelve, gelijk aan de halve wijde der bespanning, en geeft aan den straal, waaruit dezelve beschreven worden, eene lengte van $1\frac{1}{2}$ à 2 malen die der koord van dezen boog.

Het is ligt in te zien, dat deze kapstoelen dezelfde kracht als gewelven bezitten, daar de planken, waaruit zij zamengesteld zijn, dezelfde uitwerking als de welfsteen en uitoeffenen. Het hout wordt daaraan op de voordeeligste wijze aangebragt, daar theorie en practijk ons leeren, welk eene buitengewone kracht een op deszelfs breedsten kant geplaatst stuk hout kan wederstaan (a).

Daar nu, bij deze daken, de last der bedekking, zoo wel als die van alle andere uitwendige kracht der stormwinden, voornamelijk op de op haren kant geplaatste planken werken, die daarenboven nog vermeerderd worden door de welfvormige gedaante, zoo zal men ligt bemerken, dat alle tusschenverband van hout onnoodig is; de onderlinge verbinding volgens de lengte wordt door de gordingen verkregen, en kan des noods bij hooge kappen nog meer verzekerd worden door wind- of stormregels, zoo als men deze bij gewone kappen aanbrengt.

Onder de hoekkepers van schilddaken brengt men halve boogvormige kapstoelen aan; en, ten einde aan derzelve drukking wederstand te kunnen bieden, zoo keept men de bovenste uiteinden in een' verticalen stijl, welke op een zolderbind komt te rusten.

De dakstoelen worden wijders met hunnen voet in de zolderbalken ingekeept, of, om deze niet te veel te verzwakken, in eene plaat, welke daarop komt te rusten.

Men zal ligtelijk inzien, dat deze dakstoelen van anderen genoegzaam loodregt op de balken nederkomen, en alzoo slechts eene onbeduidende zijdelingsche drukking uitoeffenen in vergelijking van de gewone kapstijlen, die in eene schuinsche rigting op dezelve werken, en men dezelve alzoo gerust op eene plaat kan stellen, waaronder zich een goed fundament bevindt, in die gevallen waarbij men geene balken kan aanbrengen, zoo als bij maneges, schuren, enz. het geval is, mits zich daar achter een muur van genoegzame sterkte bevindt, dien men anders met *contresorten* achter de dakstoelen versterken kan, tot meerdere zekerheid.

Het uitwijken of zoogenaamde spatten is eerder te vreezen bij zoodanige gebouwen,

(a) Wij hebben reeds te vóten gezien, dat de draagbaarheid van stukken hout van gelijke lengte zich verhoudt als de vierkanten der hoogten, vermenigvuldigd door de breedte. Diensvolgens staat de draagbaarheid van eene plank van 12 duim breedte en 1 duim dikte, welke op haren kant draagt, tot die van eene ribbe van 4 duim dikte en 3 duim breedte, welke alzoo denzelfden inhoud heeft als $12 \times 12 \times 1 : 4 \times 4 \times 3 = 144 : 48 = 3 : 1$. Aldus kan men bij deze constructie, met $\frac{1}{3}$ van het hout, dezelfde kracht doen; wij zullen in het vervolg zien, dat dit verschil in kosten nog aanmerkelijker is.

gelijk de reeds aangehaalde Basilica van *Vincenza*, waar de muren zonder eenige dwarsverbinding tot op eene aanmerkelijke hoogte zijn opgetrokken, en de drukking van het dak alleen door derzelver innerlijke stevigheid weêrstand kan bieden, hetgeen men door eene behoorlijke dikte en goede constructie dezer muren dient te verkrijgen.

Over de voor-
deelen der
Kappen vol-
gens PHILIBERT
DE L'ORME.

De voordeelen, welke de kappen volgens PHILIBERT DE L'ORME boven de gewone opleve-
ren, zijn de navolgende:

1°. Dat zij eene aanzienlijk mindere hoeveelheid van hout vereischen, en wel alleen hout van geringe afmetingen, van 2 tot 8 duim dikte en 1 à 2 ellen lengte, welke uit gebrekkige boomen kunnen gezaagd worden, en in het algemeen uit zulk hout, hetwelk anders om het een of ander gebrek tot den bouw niet gebezigd kan worden, doch waaruit altijd nog goede stukken van die geringe lengten gezaagd kunnen worden.

Om eene berekening te maken der mindere hoeveelheid van hout tot deze kapstoelen dan tot de gewone benoodigd, zoo neme men daartoe tot vergelijking eene bespanning van 10 ellen wijdte.

Tot eene gewone Kap benoodigd:

Twee Bindstijlen, zwaar 20 à 25 duim, ter lengte van 6 ellen zamen.	0,300 Cub. el.
De Korbeels, zwaar 20 op 25 duim, lang te zamen 2.50 ellen.	0,125 « «
Een Bindbalk van 20 op 25 duim, lang 6.50 ellen.	0,325 « «
De Spruiten, zwaar 16 en 20, lang te zamen 9 ellen.	0,288 « «
De Hanebalk, zwaar 16 en 20, lang 2 el.	0,064 « «
De Makelaar, zwaar 16 en 20, lang 1.50.	0,048 « «
Alzoo tot een' Dakstoel volgens de gewone constructie benoodigd.	1,150 Cub. el.

Tot eene Kap volgens PHILIBERT DE L'ORME benoodigd:

Twee Bogen, lang te zamen 15 ellen, breed 32 duim en zwaar 9 duim.	0,312 Cub. el.
Een Makelaar, zwaar 16 en 20, lang 1 el.	0,032 « «
Alzoo tot deze benoodigd	0,344 Cub. el.

hetgeen nog minder is dan $\frac{1}{3}$ van het hout tot de gewone Kap benoodigd (a).

Bij GILLY vindt men eene berekening, die nog voordeeliger is, bij grootere bespanningen, namelijk die van het hangwerk van het Exercitiehuis van *Potsdam*, hetwelk 21.70 ellen (of 70 Berl. voeten) breed, en 204 ellen (660 Berl. voeten) lang is.

Volgens voornoemden Schrijver zouden, ingevolge eene zeer naauwkeurige berekening, de hoeveelheden hout, ingevolge deze beide verschillende bouwwijzen, tot elkander staan als 1247 tot 356, en aldus de eene slechts ruim $\frac{1}{4}$ gedeelte vereischen van het hout tot de andere benoodigd.

(a) Men heeft in deze berekeningen geene gordingen, spanribben, blokkeels, enz., als in beiden gemeen zijnde, in aanmerking doen komen.

Het onderscheid der kosten zal wijders nog veel aanmerkelijker zijn, daar het ligte hout zoo veel goedkooper dan het zware is.

2°. Dat zij eene geheel vrije en onbelemmerde ruimte opleveren, welke tot berging van allerlei goederen, ja zelfs tot woning van menschen zeer geschikt zijn, wanneer men dezelve van binnen laat beschieten.

3°. Dat ook het gevaar van brand daardoor zeer verminderd wordt, zoo wel met betrekking tot het doorbreken als voortplanten daarvan; want vooreerst komen de schoorsteenen minder in aanraking met hout, en ten andere zijn deze ligter te blusschen dan de gewone zoo sterk met hout opgevulde kappen; ook heeft men bij het instorten van zoodanige kappen minder te vreezen, dan bij de andere het geval is, dat zware stukken door den zolder heen vallen, en alzoo den brand in het binnenste der gebouwen voortplanten. Eindelijk kan ook de geringere hoeveelheid van brandend hout, bij deze kappen, minder gevaarlijk worden voor de aanbeldende gebouwen.

4°. Oefenen deze kappen eene mindere zijdelingsche drukking uit, dewijl het onderste gedeelte genoegzaam loodregt op de balken nederkomt, en zij zijn bovendien veel ligter.

5°. Dat deze kappen minder zwaarte hebbende, ook minder zware muren vereischen om dezelve te dragen.

6°. Bijzonder zijn dezelve geschikt voor ronde koepelgebouwen, en tot bedekking van zoodanige, die eene groote wijdte hebben en veel ruimte vereischen, zoo als kerken, danszalen, enz., dewijl bij deze de zolderingen en derzelver balken kunnen bespaard worden. Deze soorten van kapgebindten zijn alzoo verre te verkiezen boven de zoo zeer zamengestelde, en eene groote hoeveelheid hout vereischende hang- en schoorwerken (a).

7°. Dat men veel tijd en arbeidskosten bespaart in het bewerken dezer kappen, die zeer gemakkelijk naar de gegeven mallen te construëren zijn.

Het greenen- en dennenhout is het verkieslijkste tot deze kapstoelen; olmen en esschen kan echter ook dienen.

Men plaatst de dakstoelen gewoonlijk 3 ellen midden op midden van elkander.

Betrekkelijk de afmetingen van verschillende bespanningen, kan men de navolgende Tafel raadplegen.

(a) Als bestaande voorbeelden kan men aanhalen den Koepel der Korenbeurs te *Parijs*, dien van de Vesartsenijschool en Manege te *Berlijn*, enz.

Ook in ons Rijk heeft men reeds met zeer goed gevolg van deze constructie gebruik gemaakt aan publieke gebouwen, alhoewel bij geringe bespanningen, zoo als te *Delft* aan de Militaire School. Te *Doornik* aan het Hospitaal is dezelve door den Schrijver in het jaar 1817 insgelijks ten uitvoer gebragt.

Tabel betrekkelijk de constructie der Dakstoelen, gezegd à la PHILIBERT DE L'ORME.

SPANNING,	BREEDTE DER PLANKEN.	ZWAARTE DERZELVE.
van 5 ellen.	26 à 27 duimen.	3 ³ / ₄ duimen.
— 6 —	27 „ 28 „	4 „
— 7 —	28 „ 29 „	4 ¹ / ₄ „
— 8 —	30 „ 31 „	4 ¹ / ₂ „
— 9 —	32 „ 33 „	4 ¹ / ₂ „
— 10 —	34 „ 35 „	4 ³ / ₄ „
— 11 —	36 „ 37 „	5 „
— 12 —	37 „ 38 „	5 ¹ / ₄ „
— 13 —	38 „ 39 „	5 ¹ / ₂ „
— 14 —	39 „ 40 „	5 ³ / ₄ „
— 15 —	„ „ „	6 „
— 16 —	„ „ „	6 ¹ / ₄ „
— 17 —	„ „ „	6 ¹ / ₂ „
— 18 —	„ „ „	7 „
— 19 —	„ „ „	8 „
— 20 —	„ „ „	8 ³ / ₄ „
— 21 —	„ „ „	9 ¹ / ₂ „
— 22 —	„ „ „	10 „
— 23 —	„ „ „	10 ¹ / ₂ „
— 24 —	„ „ „	11 „
— 25 —	„ „ „	11 ¹ / ₂ „
— 26 —	„ „ „	12 ¹ / ₄ „
— 27 —	„ „ „	13 „
— 28 —	„ „ „	13 ¹ / ₄ „
— 29 —	„ „ „	13 ³ / ₄ „
— 30 —	„ „ „	14 ³ / ₄ „

Over de constructie der Hooghangkappen van Wiebeking.

Wij zijn aan den kundigen WIEBEKING eene zeer vernuftige en min kostbare constructie van kappen verschuldigd, welke op de ondervinding van het groote weêrstandbiedende vermogen van kromme balken (a) is berustende, en door voornoemden Bouwkundige, aan vele brugbogen en kappen van groote bespanningen, met uitmuntend gevolg is toegepast, zoo als onder andere aan het groot Theater van *Munchen*, hetwelk eene wijdte van 106 voeten (ruim 33 el) bevatte.

Deze kappen bestaan in kromme en rechte balken, bij groote bespanningen dubbeld genomen, door middel van hangzuilen *abde* met elkander verbonden, zoo als in fig. 26 duidelijk te zien is, hetwelk de kap van het voormelde Theater voorstelt, en waarbij de zolderbalken uit vijf onderscheidene stukken genomen zijn, behoorlijk met haaklasschen verbonden, en met een zeeg gelegd van omtrent 70 duim.

De Heer WIEBEKING merkt omtrent deze kappen aan, dat men dezelve ook van ijzer

(a) Zie daaromtrent de proeve door WIEBEKING met groene kromgebogene balken, VII Hoofdstuk, I Afdeeling.

kan maken, mits men de draagbogen van gesmeed ijzer neme, moe-
tende de boogstukken $\frac{1}{8}$ der hoogte en $\frac{1}{10}$ der breedte van het hout hebben, en elke hangzuil in eene $2\frac{1}{2}$ duims
dikke stang *a* bestaan, fig. 27, die boven in een breed blad *b* uitloopt. Deze twee bladen
worden, door middel van eene schroef *f*, met de mede van gegoten ijzer gemaakte platen
ee zoo na mogelijk vereenigd. Opdat de aan het einde der stang *a* gesmede bladen *bb* niet
zouden buigen, wordt op elk nog een doorboord en een in gegoten ijzer bestaand blad
g gelegd.

De draagbogen verkrijgen hierbij de gestippelde kromte *CD*, en bestaan in twee
gesmede ijzeren stangen; de daksparren en zolderbalken dienen van hout te zijn; wil
men echter de sparren ook van ijzer nemen, zoo diende men den draagboog in het midden
1 el hooger te maken, en deze bij *E* en *F* met gegoten ijzeren staven te ondersteunen.
De Heer WIEBEKING vermeent, dat eene ijzeren kap van deze constructie weinig meer dan
eene geheel van hout zoude kosten, en veel verkieslijker zou zijn, om het mindere gevaar
van brand.

Ten slotte hebben wij nog een paar voorbeelden van ijzeren kappen in de fig uren 28
en 29 op te geven: dat van de eerstgemelde figuur is die van de smederij van Woolwich,
welke geheel van steen en ijzer is gebouwd, en waarvan elke kap eene wijdte van 9
ellen bespant, rustende op den muur aan de eene zijde, en op ijzeren kolommen, die
door middel van formelen van gegoten ijzer aan elkander zijn verbonden, aan de andere
zijde; de dakstoelen zijn 2 ellen van elkander verwijderd, en geheel van gegoten ijzer
gevormd.

De 29^e figuur stelt de kap voor van de groote loods bij het W. I. dok door J. RENNIE
ontworpen; zij is van eene eenvoudige en fraaije constructie (*a*), mede geheel van
gegoten ijzer.

Aan alle zoo wel gewone huizen als prachtige gebouwen worden, hoezeer zonder kolom-
men of pilasters zijnde, zoogenaamde kroonlijsten, neus- of plansierlijsten aangebragt, Over het aan-
brengen van
kroon-, neus-
of plansierlij-
sten.
die de looden goten dragen, waarin het op het dak vallende regenwater zich vergadert,
om in de regenbakken te worden gevoerd. Deze Kroonlijsten zijn meer of min ver-
sierd, naar de belangrijkheid des gebouws. Sommigen bestaan in *architraaf*, *fries* en
kroonlijst, volgens de regels der vijf bouworden, met triglyphen, mutulen, tanden,
modillons of consolis, enz., naarmate die bij de orde welke men volgt vereischt worden;
anderen bestaan alleen in eene fries met deszelfs kroonlijst, en wederom anderen in eene
enkele kroonlijst, volgens de eenvoudige Toskaansche orde of met nog minder verschei-
denheid van deelen.

Tot het brengen van deze neuslijsten worden er, op omtrent eene el afstands van

(a) Zie daarover nader DUBIN, *Voyages dans la Grande-Bretagne*.

elkander, met den voorkant des muurs gelijk komende, in denzelfven gemetseld dennen ribbetjes van 12 à 12 duim of daaromtrent, en van de behoorlijke lengte, welke dienen om de fries en het architraaf, benevens al de sieraadsbanden, welke zich onder de gootlijst bevinden daartegen vast te spijkeren. Die friesen en architraven bestaan in greenen planken van 2 à 3 duim dikte, waarop de uitstekende sieraden, als de bandjes van het architraaf, de triglyphen en dergelijken, wederom bijzonder worden vastgespijkerd. De kwartronden en andere banden onder de gootlijst worden gewoonlijk uit greenen ribben van de vereischte afmetingen geschaafd.

Men metselt vervolgens ook in den muur horizontaal liggende dennen ribben op 60, 70 of 80 duim afstands uit elkander en onder de muurplaat schietende, waaraan zij behoorlijk moeten bevestigd worden. De zwaarten en lengten dezer ribben, geschikt om de overige sieraden der kroonlijst en de looden goten te dragen, moeten zich daarnaar rigten, en vooral niet te zwak worden genomen. Zij mogen ook niet te ver uit elkander geplaatst, en moeten stevig bevestigd worden, dewijl zij veel te lijden hebben. Op deze ribben plaatst men, op de uitstekende einden een stuk greenenhout, zoodanig geschaafd en met ijzeren beugels behoorlijk bevestigd. Men bekleedt de ribben van onderen met greenen planken, waarop de mutulen, modillons of andere sieraden gespijkerd worden, en aan de einden insgelijks met zulke planken, welke den voorkant der gootlijst vertoonen. Boven op worden gemelde ribben almede met greene planken bekleed, waarop dan het lood der goten wordt aangebragt, tegen het staande stuk, hetwelk de neuslijst vertoont en tegen het boeibord tot de vereischte hoogte opgebogen.

Het komt er bij het maken dezer kroon- of neuslijsten voornamelijk op aan, om aan dezelve de behoorlijke sterkte en duurzaamheid te geven; men kan ze overigens zoodanig en uit zoo veel stukken zamenstellen als men verkiest, daar toch de zamenvoelingen en spijkergaten van beneden, en vooral als de neuslijsten geverwd worden, hetwelk gewoonlijk plaats heeft, niet kunnen gezien worden.

*Over de riet-
en stroodaken.*

Tot boerenwoningen en geringe huizen op het land bezigt men veel Riet- en Stroodaken, het zal alzoo niet ondienstig zijn daarvan ook een paar woorden te zeggen.

Een Stroodak bestaat in de geringste soort van sparren tot spanribben, welke men nog daarenboven van 70 d^m. tot 1 el uit elkander plaatst. In stede van panlatten brengt men over deze spanribben zoogenaamde latten of haringband, ook wel hoephout aan, welke men 30 tot 40 d^m. uit elkander, met wiep- of kruisband aan de sparren vastbindt. Over dit ligte roosterwerk wordt op de gebruikelijke wijze het stroo aangebragt en insgelijks met kruisbanden aan de latten en sparren verbonden.

Men rekent tot eene vierkante el stroodak noodig 3 loopende el spar, 1½ el gaarde of haringband, 5 bosschen roggestroo, 25 kruisbanden. Een dekker met een handlanger

zullen daags ongeveer 12 vierkante el van dit dak vervaardigen.

Een rietdak bestaat in de geringste soort van sparren tot spanribben, welke men nog daarenboven van 70 d^m. tot 1 el uit elkander plaatst, en met haringband, boonstaken of ander ongeschild hout, in de plaats van latten, belegt, welke stokken, door middel van wiepbanden, 40 tot 50 d^m. uit elkander op de sparren worden gebonden. Over deze stokken wordt vervolgens het riet gespreid op de gebruikelijke wijs. Men kan rekenen tot eene vierkante el rietdak noodig te hebben: 3 loopende el spar, 1½ haringband, 25 kruisbanden, en voor eene bedekking van 25 d^m. dikte 10 bossen riet, voor eene bedekking van 20 d^m. dikte 8 bossen, voor eene bedekking van 15 d^m. 6 bossen. Een dekker met zijnen handlanger zullen ongeveer 12 vierkante el van gemiddelde dikte daags kunnen vervaardigen.

Ten slotte van dit Hoofdstuk kunnen wij niet nalaten op te geven de beschrijving van *Patentdaken*. de behandeling der platte patentdaken, waarvan de Heer C. SORTENS een octrooi heeft verkregen, en zullen daartoe overnemen hetgeen hij in zijne Verhandeling daarover zegt. Hiervan worden thans in eenige voornamen steden proeven genomen.

Men trekke, alvorens iets te doen, de voor-, achter- en zijmuren van het gebouw gelijk en waterpas op, tot aan de gewenschte hoogte van den onderkant der balken of bindten, wier in den muur komende einden met kokende compositie worden bestreken, zoodra zij juist op de noodige lengte tot den buitenkant der muren zijn gezaagd, en dan met warm droog zand bestrooid.

De met compositie bezette en bezande einden mogen niet langer zijn dan de muur dik is; het is voor de duurzaamheid van het hout zeer belangrijk, dat de dwars afgezaagde uiteinden dezer bindten vol en zat met compositie bezet zijn. Zoodra genoemde bindten op gewenschte afstanden zuiver onder den draad, doch eenigzins hellend voor de uitwatering zijn gelegd, metselt men weder door tot op de hoogte der bindten.

Op deze aldus goed en onbewegelijk gestelde bindten legt men nu de latten, uit de twee zijden, tot het midden.

Alvorens echter tot de algemeene behandeling van het dak over te gaan, moeten wij een oogenblik bij de bindten, welke de grondslag van het patentdak zijn, stilstaan.

De balken worden voorondersteld te liggen op muren, die 6 el dag hebben, en voor deze spanning hebben de bindten de volgende afmeting:

De hoogte of dikte dezer balken 30 duim.

Van het eene einde tot het andere heeft deze balk eene gelijke dikte van 6 Ned. duimen, doch de dikte vermeerderd of vermindert met 1 Ned. duim, voor elke el meerder of minder spanning des gebouws, zoodat elk bind steeds zoo veel Ned. duimen dikte zal moeten hebben als het gebouw Ned. ellen in den dag of tusschen de muren breed is.

De afstand der bindten onderling mag nimmer meer dan 75 Ned. duimen van midden op midden zijn.

Op deze bindten wordt vervolgens een ezelsrug aangebragt van 15 duim, en op dezen komen te rusten panlatten of regels van 5 op $7\frac{1}{2}$ duim, die met eene groef voorzien, van af den bovenkant zijdelings tot aan de groef op den winkel eene bestrijking met compositieverf ondergaan, en daarna met zolderveren digt en sterk op het bind worden bevestigd.

De oppervlakte van deze latten of spanribben goed aan elkander gedreven zijnde, komt hierop de zoogenaamde patentlaag, zamengesteld uit de geotroijeerde bestanddeelen, in eenen koud vloeibaren staat, door drie kruiseling bestrijkingen, waarvan de bovenste of laatste met fijn, droog, wit, scherp zand, door middel van een zeeffe, luchtig wordt bezand, zorg dragende dat men elke laag minstens 24 uren laat droogen, of liever verharden. Van deze aldus gewijzigde compositie, die door derzelver vloeibaarheid den naam heeft verkregen van *Hydrofugische Compositieverf*, is bereids eene fabriek aangelegd ten huize van den Heere L. P. VAN SON, eerste Wagenstraat.

De voordeelen der patentdaken worden door den Heer SOETENS voornamelijk als de volgende opgegeven :

- 1°. Dat dezelve $\frac{1}{3}$ à $\frac{1}{2}$ minder kosten dan de gewone daken.
- 2°. Dat daardoor vervangen worden zolders, welke tot geene woning zijn geschikt.
- 3°. Afschaffing van lood en looden goten, waardoor men zuiverder regenwater verkrijgt.
- 4°. Meerdere duurzaamheid van het dak, daar hetzelfde aan geene reparatie onderhevig is.

TWEEDE AFDEELING.

ACHTSTE HOOFDSTUK.

OVER DE TRAPPEN.

De Trappen behooren tot het belangrijkste gedeelte van den inwendigen bouw, en tot het moeilijkste der Timmermanskunst. De Ouden wendden in derzelve constructie veel zorg aan, daarbij groote pracht ten toon stellende, waarvan nog vele paleizen in Italië de voorbeelden opleveren.

De trappen worden onderscheiden in *bordes-*, in *slinger-* of *wentel-* en in *spiltrappen*.

De hoofdvereischen van eenen goeden trap zijn :

- 1°. Dat men gemakkelijk langs denzelfden op en neder kunne gaan.
- 2°. Dat al de aantreden, en al de optreden van denzelfden trap onderling even groot moeten zijn; zoodat derzelve afmetingen en getal, met inachtneming der volgende regelen, alleen van de te bestijgene hoogte afhangen.
- 3°. Voor aanzienlijke gebouwen bekomen de aantreden eene breedte van 30 à 40 duim, en zelfs ook breeder, bij eene hoogte of optrede van 16 tot 19 duim. In gewone gebouwen geeft men aan dezelve doorgaans eene breedte van 24 tot 30 duim, bij eene optrede van 18 à 20 duim.
- 4°. Dat men op een dozijn treden eene rustplaats daarstelle.
- 5°. Dat men hoofdzakelijk steeds moet zorgen, een behoorlijk licht op eenen trap te brengen.

De aanlage der trappen is zeer verschillende, daar deze van de localiteit afhangt; zij loopen in dezelfde rigting van beneden tot boven, of worden gebroken en nemen verschillende rigtingen aan, naar aanleiding der plaats en van de hoeken der muren, waar zij aangebragt worden.

Het breken der trappen dient om bij groote hoogten aan den beklimmer eene rustplaats te bezorgen, bestaande in eene trede, welke aanmerkelijk breeder is dan de overige. Is een trap door twee zulke rustplaatsen onderbroken, dan noemt men denzelfden een dubbel gebroken trap, enz. Tot deze soort behooren de *Bordestrappen*.

Een trap volgens dezelfde kromme lijn voortgaande, noemt men een *wenteltrap*. De treden van zulk eenen trap worden om eene spil gewerkt, en in dezelve ingelaten; of

wel zonder spil gemaakt, en de trappen wenden zich om eene cirkel- of ellipsvormige opening. In het eerste geval noemt men deze *spiltrappen*.

Bij de spiltrappen vindt men er waarvan de spil overal even dik is, en ook waarvan de spil naar boven verkleint, doch deze laatsten worden zelden gebezigd.

Die van de eerste soort zijn het minst kostbaar en het zekerste in het betreden, daar derzelve treden doorgaans van gelijke breedte zijn; doch zij nemen veel plaats in, terwijl de beide laatstgenoemde soorten minder ruimte innemen, doch door derzelve onregelmatigheden niet zoo gemakkelijk zijn in het beklimmen.

De verschillende gedaanten aan trappen te geven, hangen overigens af van de ruimte, waarin men dezelve aanbrengt. Hoe uitgebreider deze ruimte is, des te gemakkelijker kan men aan al de vereischten van eenen goeden trap voldoen; doch hoe kleiner daarentegen, zoo als bij wenteltrappen, des te ongeschikter vallen de treden uit.

Men onderscheidt ook nog de trappen in *hoofdrappen*, *keldertrappen*, *zoldertrappen* en *vrijtrappen*.

De drie eerstgemelde soorten worden binnen, en de laatste buiten de gebouwen aangebracht.

De trappen worden van steen of hout vervaardigd. In gebouwen worden gewoonlijk alleen de keldertrappen van steen gemaakt, en de overige van hout; terwijl daarentegen alle trappen, welke in de opene lucht gemaakt worden, van steen worden vervaardigd, zoo als de bordestrappen.

De meeste trappen in gebouwen worden van hout en wel hoofdzakelijk van eikenhout gemaakt. In prachtige gebouwen vindt men er soms van mahonijhout; doch kelder- en zoldertrappen worden menigmaal slechts van greenenhout vervaardigd.

De meeste houten trappen bestaan in twee zijwangen, *kwartierboomen* genaamd, en in *treden*, welke in deze ingesloten en vastgespijkerd zijn. Het verschil in hoogte van twee treden wordt *optrede* genaamd. Het te lood staande plankje tusschen elke twee treden wordt *stootbord* genaamd.

Van de kwartierboomen wordt er veelal een tegen de muren bevestigd, waar langs de trap geleid wordt, terwijl de andere wordt ondermetseld, of met lood staande stijlen of spillen verbonden, of ook wel aan de zolderbalken met hangstijlen bevestigd.

Men kan de trappen ook zonder kwartierboomen maken, wanneer men de treden aan het eene einde eenige duimen in den muur metselt, en dezelve aan het andere einde aan elkander en aan de stijlen van de leuning met ijzeren bouten verbindt.

Aan de kwartierboomen van eenen trap geeft men gewoonlijk eene dikte van 8 à 10 duim, en eene breedte of hoogte naarmate van de dikte der treden, de hoogte der stootborden, en de dikte van het plafond, dat men dikwijls onder tegen de treden aanbrengt; aan de

treden eene dikte van 6 à 8 duim, en aan de stootborden die van 2 tot 4 duim, terwijl men de aantrede doorgaans eenige duimen over het stootbord laat oversteken en deze met een kwart rond of anderen sieraadsband bewerkt. Sommige bouwkundigen willen aan de treden eene helling naar voren, andere weder naar achteren geven; de meeste echter houden het voor doelmatiger dezelve horizontaal te leggen; alleen de vrijtrappen dienen eene afwatering te bekomen.

Ten einde het aantal treden te berekenen, welke men in eenen trap moet aanbrengen van zekere bepaalde hoogte, behoeft men slechts de hoogte van iedere trede te deelen in de opgegevene hoogte; en, indien bij deze deeling eene breuk overschiet, die grooter dan de helft eener trede is, zoo neemt men eene trede meer, en maakt dezelve iets kleiner; is dit overschot kleiner dan de helft, zoo verdeelt men zulks over al de treden, en maakt elk derzelve iets grooter. Ten einde de aanlage van den trap of deszelfs horizontale projectie te bepalen, moet men het aantal treden, min één, vermenigvuldigen met de aanlage, die men aan dezelve wil geven, daar de bovenste trede geene aantrede bekomt.

*Berekening
der Trappen.*

Ten einde het gemak van het opklimmen te bevorderen, brengt men op zekere hoogten bordessen of rustplaatsen aan, welke gemeenlijk zoo lang gemaakt worden als de breedte van den trap is; zij zijn alzoo meest van eene vierkante gedaante.

*Over de
dispositie der
Trappen.*

Bij gebroken trappen worden deze meest in de hoeken aangebragt, zie fig. 30 en 31. Kan men, uit gebrek aan ruimte, geene bordessen in de hoeken aanbrengen, zoo moet men de treden laten doorloopen, die alsdan eene schuinsche gedaante verkrijgen, volgens fig. 32 en 33. Ten einde deze te construëren, trekke men uit het hoekpunt als middelpunt eenen cirkelboog, met de halve breedte van den trap als *radius*; men zette hierop de aanlegbreedte der treden uit, en trekke vervolgens de aantreë-lijnen, hierbij in acht nemende hetgene nader bij de constructie daaromtrent zal gezegd worden.

Bij het ontwerpen der trappen moet men verder nog de volgende omstandigheden in acht nemen.

1°. Moeten de trappen eene doelmatige breedte bekomen: in aanzienlijke gebouwen geeft men dezelve omstreeks de 2 ellen, in gewone gebouwen 1,50 el, en bij geringe slechts 1 el, doch niet minder.

2°. Moet men bij het berekenen der lengte van den trap vooral letten op de opening van dien, en op de zich daarboven bevindende verdieping. Een voorbeeld zal dit weldra duidelijk maken: veronderstellen wij, dat fig. 34 *A* den platten grond, en *B* den opstand voorstelt, waarin de opening in den zolder mede is verbeeld. Nu moet de trap eene zoodanige ligging verkrijgen, dat de langste mensch behoorlijk op iedere trede regt op kan staan, zonder eenig punt van den zolder aan te raken, welks geringste hoogte men ten minste op 2,25 el moet stellen.

Wanneer de dispositie het toelaat, zoo plaatst men in aanzienlijke gebouwen de trappen, gelijk in fig. 35, boven elkander, en laat de geheele ruimte voor den trap open, waarbij alzoo de balken afgekort en op ravelingen komen te rusten, welke zoo zwaar dienen te zijn, dat er geene doorbuiging kan plaats hebben.

3°. Bij zoldertrappen moet men in acht nemen de aantrede, fig. 36, zoo ver van de kapstijlen of de spanribben af te leggen, dat men ten minste op eenen afstand van 1 el vrij onder de stijlen kan doorgaan. Bij *Mansarde*-daken en die *A LA PHILIBERT DE L'ORNE*, kan men digter met de aantrede bij den muur komen, daar deze steiler opgaan. Moet hierbij een gebroken trap aangebragt worden, zoo plaatst men denzelfden niet langs den muur, gelijk in fig. 37 *A*, maar zoo als in *B*, waarbij het portaal zoo groot moet zijn, dat men ongehinderd onder de kap kan doorgaan.

4°. Steeds moet men zorg dragen, vóór de optrede van een' trap, zoo mede bij de uit-trede, eene vrije ruimte van 1,25 à 1,50 el voorhanden te laten.

5°. Is het van belang, bij de dispositie der trappen indachtig te wezen, dat men dezelve zoodanig plaatse, dat zij niet hinderlijk zijn aan deuren, welke onder dezelve geplaatst zijn.

Bij het ontwerpen van een gebouw dient men eerst de goede inrigting der trappen te bewerkstelligen, en het overige, zoo als deuren en doorgangen, enz., daarnaar te schikken; dikwijls echter ontstaan daardoor weder andere ongemakken.

Dikwerf bevindt men zich, bij de aanlage der trappen, in het veel slimmer geval, van zich naar de vastbepaalde aanlage der vloeren en de ingangen te moeten rigten, zoo als bij oude reeds bestaande gebouwen, waarin veranderingen moeten daargesteld worden, somwijlen het geval kan zijn.

Oneindig zijn de verschillende gevallen, die hierbij kunnen voorkomen, en die onmogelijk allen kunnen opgegeven worden; er blijft alzoo niets overig, dan de opgegevene hoofdregelen bij het ontwerpen van trappen indachtig te zijn, en zich wijders naar de bijzondere voorkomende omstandigheden te regelen; daarbij is steeds aan te raden om, bij moeilijke aanlagen van trappen, eene teekening van de omringende wanden der plaats, waar de trap moet komen te staan, op te maken, met de zich daarin bevindende deuren en vensters, en alsdan het ontwerp der trappen daarnaar te vervaardigen.

Dikwerf echter doen zich bij de aanlage van trappen gevallen op, waarbij men bezwaarlijk ieder ongemak vermijden kan; hierbij bestaat de kunst in de minste te kiezen en de grootste te ontwijken. Bij voorbeeld: fig. 38 *A* zij de platte grond der eerste, en *B* die der tweede verdieping; in beiden bevindt zich eene deur, zoo als in de fig. is aangetoond, terwijl in de tweede daar over de aantrede van den zoldertrap begint. De hoogte der verdieping bedraagt eens 4 ellen in den dag; nu bekomt het gedeelte van den trap, waar de

aantrede zich bevindt, tot aan het bordes, 12 treden elk van 15 duim; alzoo ligt dit bordes op 1,80 el boven den vloer; hiervan moet nu nog afgetrokken worden de dikte van het hout van het bordes, welke ten minste 15 duim is; alzoo blijft voor de hoogte der deur slechts 1,65 el over, welke niet voldoende is.

Daarentegen heeft men boven het bordes, tot aan den onderkant van den vloer, denzelven op 20 duim dikte veronderstellende, nog 2 ellen over, hetgeen toereikende is om hier gemakkelijk onder door te kunnen gaan. Wilde men nu, om aan de benedendeur eene voldoende hoogte te geven, het bordes verhoogen, alsdan zou men weder boven hetzelfde te weinig hoogte verkrijgen; men is in zoodanig geval verplicht den benedendorpel van de benedenste deur zoo veel lager te leggen, dus ook den vloer van het ondervertrek even veel te verlagen, en alzoo van vele kwaden het minste te kiezen.

Zoodanige gebouwen, waaronder zich eene kelderverdieping bevindt, waarin keukens en vertrekken aangebragt zijn, hebben gewoonlijk den vloer der benedenste verdieping 0,50 à 1 el boven den beganen grond verheven; deze hoogte moet alzoo, door eenen bordes-trap, met den beganen grond vereenigd worden. Gewoonlijk wordt deze van Escausijnsche, of ook wel van Bentheimer hardsteen hier te lande vervaardigd.

Over de constructie der steenen Bordestrappen.

Tot denzelven wordt, in de eerste plaats, een doelmatig fundament vereischt, zie fig. 39 en 40, waarvan de diepte zich naar de gesteldheid van den grond moet regelen; ter besparing van metselwerk, metselt men denzelven over een welfje. De steenen treden worden door middel eener insnijding met elkander vereenigd, zoo als in fig. 41 en 42 nader te zien is; welke voegen steeds loodregt op de zijstukken moeten staan. De treden worden van onderen bewerkt op tweederlei wijze, zoo als in de beide voormelde figuren te zien is; die van de laatste is echter de gewone en beste gedaante der treden, daar zij het gevoeligst met het onderliggende metselwerk in gebakken steen verbonden wordt.

De zijmuren der trappen worden gedeeltelijk in gebakken steen gemetseld, en vervolgens met hardsteenen platen gedekt, waarvan men den overstekenden kant uitholt, ten einde het afloopen van het regenwater langs de muren te beletten; de treden en zijdestukken worden, door middel van doken en krammen, verder met elkander verbonden. Somwijlen ook neemt men de zijstukken geheel van hardsteen, en verbindt daarin de treden door middel van inkepingen; in dit geval worden deze, even als bij de houten trappen, uit twee stukken genomen.

De stoepzarken moeten steeds over den voorkant van het bordes henen steken; en door derzelver profilering moet belet worden, dat het water langs den voormuur loope.

Op diergelijke trappen brengt men gewoonlijk ijzeren leuninggen aan, welke de goede smaak slechts op het eenvoudigste wil ingerigt hebben.

In paleizen of prachtige gebouwen maakt men meestal de hoofdtrappen van marmer of

gehouden steen; elke trede wordt alsdan uit één stuk genomen, en ter wederzijde door de muren gesteund, terwijl men de treden op elkander laat rusten, zoo als in fig. 41 en 42 is aangetoond. Indien deze trappen eene aanmerkelijke breedte hebben, zoo brengt men onder dezelve gewelven van breuk- of metselsteenen aan, gelijk in fig. 43 te zien is.

Over de constructie der houten Trappen.

De constructie der meest gebruikelijke houten trappen, zoo als *regte*, *schele* en *scheeve Bordestrappen*, *Slinger-* of *Wenteltrappen* om ronde en vierkante spillen, alsmede om ronde opgaande boomen of kuipen, is de navolgende (a).

Van een' regten Bordestrap.

Om eenen *regten Bordestrap te construëren*, zoo zij verondersteld, dat *ACDE*, fig. 44, den platten grond van denzelfden voorstelt, met het begeerde aantal treden, waarin de getrokken lijnen de kanten der stootborden, en de gestippelde de voorkanten der treden voorstellen.

Om uit den platten grond de lengte der kwartierboomen te vinden, zoo rigt men op *A C* de loodlijn *AB*, welke men gelijk maakt aan de hoogte van den trap; alsdan zal het punt *B* dat der hoogste aantrede zijn, *C* de onderkant der onderste, en alzo de lengte der kwartierboomen zijn bepaald.

Om nu de insnijdingen voor de treden te bepalen, trekke men uit den platten grond de lijnen 8.8, 7.7, 6.6, enz., waardoor men de stootborden zal verkrijgen, de aantrede onder de lijn *ab* in zoo vele gelijke deelen verdeelende als men aantreden heeft, en één daarenboven, alzo de bovenkant mede eene aantrede formeert; en door deze verdeelpunten lijnen evenwijdig met *A C* trekkende, verkrijgt men de bovenkanten der aantreden; men zette derzelver dikte daar vervolgens op uit, alsmede die van de stootborden, zoo als nader in de figuur te zien is. De stootborden worden, even als in de figuur is aangetoond, in de bovenste aantreden ingekeept, of wel bij gemeene trappen tusschen latten daarop gevestigd; de onderkant wordt slechts tegen de benedenste aantrede gespijkerd.

Van een' schelen Bordestrap.

Om een' *schelen Bordestrap te construëren*, waarbij de eene boom langer dan de andere is, zie fig. 45, zoo make men eerst de verdeeling der treden op den platten grond, daarbij in acht nemende, op het midden de breedte der treden uit te zetten, bepalende wijders de grootte der kwartierboomen, en de insnijdingen voor de aantreden en stootborden, op gelijke wijze als bij de *regte Bordestrappen* is aangetoond.

Men dient hierbij tot iedere trede een mal te vervaardigen, of wel het hout, ten ruwe gekort, naar den grond van pas te maken.

Van een' schuinschen Bordestrap.

Fig. 46 stelt *de constructie van een' schuinschen Bordestrap* voor, waarvan de boomen even lang zijn; deze moet volgens den zwaai uitgeslagen worden, naar de schuinsche rigting, die dezelve volgens de localiteit moet bekomen. Tot het vervaardigen der treden heeft men maar één mal noodig. De kwartierboomen met derzelver inkepingen worden even als bij de voorgaande bepaald.

(a) Deze constructiën zijn ontleend uit het *Theatrum Machinarum Universale* van TIELEMAN VAN DER HORST.

Tot het traceren of afschrijven der kwartierboomen bedienen zich de timmerlieden van een malletje of plankje, waarop de hoogte der trede, derzelver breedte, benevens het overstek, zijn aangegeven, en slechts zooveel maal op den boom wordt uitgezet, als men aantreden in denzelven moet hebben; men schuift dit plankje langs een' regten lijnslag of langs eene lat, zoo verre van den kant, als men dezen van de welle verwijderd wil hebben.

Hetzelfde kan men ook met een' winkelhaak doen; doch, daar men hierbij den overslag niet verkrijgt, moet men de lijn, volgens welke men den winkelhaak beweegt, zoo veel verder opschuiven als die bedraagt.

Om eenen Wentel- of Slingertrap in een' vierkanten grond, om eene ronde spil draaijende, te maken, waarin 20 treden zijn aangebragt in eene geheele omwenteling, zoo veronderstelle men, dat fig. 47 de helft van den platten grond derzelve voorstelt, waarbij de treden N^o. 1, 2, 3, 4 en 5, gelijk zijn aan N^o. 6, 7, 8, 9 en 10; alzoo behoeft men slechts 5 mallen te maken, hetgeen echter het geval niet geweest zoude zijn, indien het aantal treden oneven geweest ware.

*Van een'
Wenteltrap om
eene ronde spil.*

Om dit mal te maken neemt men een stuk hout, dat ruim zoo lang is als de langste trede; men maakt éenen kant daarvan regt, welken men voor den voorkant houdt, en men schrijft vervolgens de breedte van het overstek daarop, zoo als hier ook op het mal is aangegeven; vervolgens trekke men op hetzelfde een cirkelstuk *A*, van dezelfde grootte als de cirkel, waarop men de verdeeling der trappen gemaakt heeft, uit een punt gelegen op de schreef van het overstek, dat den voorkant der stootborden aangeeft.

Nu zette men op den voormelden cirkelboog de breedte van eene aantrede uit; dit punt met het middelpunt van den cirkelboog vereenigende, bekomt men den achterkant der trede. Op dit mal schrappe men wijders, voor iedere der vijf verschillende treden, de lijnen 1.1, 2.2, 3.3, 4.4 en 5.5 af, welke men uit den platten grond kan bepalen; alzoo bekomt men de mallen voor al de treden.

Om nu de pen te bepalen, waarmede de trede in de spil verbonden wordt, zoo trekke men uit hetzelfde middelpunt van den vorigen cirkel een' anderen kwart cirkel met een' *radius*, gelijk aan dien van de spil; dezen kwart cirkel verdeele men in vijf gelijke deelen, nemende alsdan vier dezer deelen voor de grootte der borst, en wel een deel achter de pen, een deel tot de pen, en twee deelen voor de pen, in de veronderstelling dat de spil van 12 à 13 duim zij; indien deze slechts van 10 duim is, zoo neemt men de pen iets zwaarder aan den voorkant. Men heeft de overstekken der treden in de teekening afgesnoten; welke bewerking men echter niet eerder moet doen, voor dat dezelve in de spil ingepast zijn, daar men anders ligt iets te veel of te weinig afneemt. Bij vierkante spillen alleen kan men dit te voren doen.

Fig. B toont den voorkant van eene spil aan op eene grootere schaal, benevens een ge-

II. DEEL.

deelte van eene trede met derzelve borst en pen; de inzinkschreven of lijnen van de overige treden zijn er op afgeteekend. Deze bewerking moet men eerst dusdanig op den onder- en bovenkant der spil maken, alvorens de gaten op dezelve te kunnen bepalen, door middel van lijnen, welke men volgens eene rij of koord op dezelve trekt. Fig. C toont den opstand van eene zoodanige spil aan, met de gaten voor de borsten en pennen, en de inzinkgroeven voor de stootborden.

Van een' Wenteltrap om eene vierkante spil. **Om eenen Wenteltrap, besloten in een' onregelmatigen omtrek, om eene vierkante spil te maken.**

Bij deze worden de treden aan de spil niet omgestoken, maar loopen geheel aan de spil te niet, doch worden een paar duimen in dezelve ingezonken. Deze soort van trappen noemen de Timmerlieden gewoonlijk *een Trap met baarden*.

De spil daartoe neemt men gewoonlijk van 12 à 13 duim zwaarte, en somwijlen ook van 10 duim. De mallen voor de treden worden daarbij even als bij de vorige bepaald; alleen kan men hierbij geen vast mal voor de pennen en borsten maken, daar deze allen verschillende zijn. Om nu deze treden op het mal af te schrijven, zoo behoeft men slechts te letten dat het stuk verdeelcirkel, hetwelk op het mal staat, altijd in het liggen van hetzelfde met den verdeelcirkel in den grond overeenkome; en dan schrijft men van iedere trede het vierkant van de spil op het mal, en nummert deze schreven of lijnen met dezelfde nummers der treden.

Wanneer men nu deze lijnen van het mal op de treden overbrengt, zoo trekke men op ruim een duim afstands van dezelve, of zoo veel als men de borst in de spil wil laten inschieten, nog ééne lijn; de pen beschrijft men wijders zoo als bij den vorigen trap is aangetoond, steeds in acht nemende den voorkant van de trede voor den achterkant van de pen te houden en de dikte in het overstek te nemen, hetwelk een algemeene regel bij de spiltrappen is.

Van Trappen om langwerpig vierkante spilen. **Om eenen Trap met baarden aan eene 10 duims spil te maken, met treden van $7\frac{1}{2}$ duim overstek, die echter niet voorbij de spil komen, moet men eerst van den platten grond den buitensten omtrek uitslaan, en de spil mede afteekenen; daarna neemt men den voorkant van het overstek van de onderste trede, met den voorkant van de spil gelijk, en steekt de breedte van het overstek achteruit van C tot D, zoodat de lijn D den voorkant van de onderste trede, en C het overstek verheelde, zie fig. 48. Nu trekke men uit het middelpunt der spil een cirkeltje, hetwelk de lijn D of den voorkant der onderste trede aanraakt, en verdeele het begeerde getal treden op den grooten verdeelcirkel, en uit deze verdeelingspunten trekke men raaklijnen aan het kleine cirkeltje op de spil, als wanneer men de voorkanten der treden zal verkrijgen; voor het overige geschiedt de bewerking der mallen van de treden even zoo als van de vorige is opgegeven. Nevens de**

figuur is de trede N^o. 5 uitgelegd, waarin men de bewerking der pen en borst kan zien.

Tot het trekken van raaklijnen aan het kleine cirkeltje van de spil, bedienen zich sommige Timmerlieden van eenen wijzer, bestaande in eene lat van de breedte van den *radius* van het kleine cirkeltje, welker eene zijde met eene pen in het middelpunt is gevestigd, en de andere steeds den omtrek van den cirkel raakt.

Fig. 49 stelt een' halven slinger voor, met eene spil van 10 op 15 duim en treden met baarden, behalve de twee eersten, welke omgestoken dienen te worden, daar deze voorbij de spil komen; voor het overige is de constructie gelijk die der beide anderen.

Bij deze figuur is de elfde trede uitgelegd, om te kunnen zien op welke wijze de treden in de spil gewerkt worden, en ook hoedanig deze treden volgens de daglijn of schreef, zoo ver die in de spil moeten komen, met de borst in den haak afgesnoten moeten worden; het beste is echter, dat men dezelve eerst op de spil afteekene, en vervolgens snuite.

Tot het afteekenen op den boom bedienen de Timmerlieden zich gemeenlijk van een houtje, hetwelk even zoo dik is al men de treden in den boom wil inzinken; dit houtje wordt van voren in eene punt bijgewerkt, en men slaat daar eenen spijker schuins door henen, zoodat men er mede kan schrijven als met een passer; het bovenhoekje van het houtje schuift men bij de wel van de trede langs. Om de gaten voor de pennen op eene zoodanige spil af te schrijven, bedient men zich van een' wijzer *M*, welke in het middelpunt, waaruit de treden getrokken zijn, beweegbaar is gevestigd. Dezen wijzer legt men volgens de rigting van iedere trede, en bedient zich wijders van een latje *N*, hetwelk dezelfde dikte als de pen heeft, om de gaten voor de pennen op den kant der spil af te schrijven, zoo als uit de figuur nader te zien is.

Figuur 50 stelt den platten grond van een halven slinger voor, om eene platte spil van 10 en 31 duim.

Om hierbij de verdeeling der treden te maken, zoo moet men twee halve cirkels op de spil trekken, met een' *radius* gelijk aan de halve dikte der spil, waarvan de middelpunten op den kant van deze moeten komen te liggen; heeft men een' geheelen slinger, dan moet men vier halve cirkelbogen op de spil trekken, die elkander aanraken, zoo als in *A* te zien is. Uit deze middelpunten trekke men wijders de verdeelcirkels op den platten grond, die in het midden *C* in elkander moeten loopen. Op deze worden vervolgens de treden uitgezet, en daarna tangential of rakende aan de kleine cirkels getrokken, zoo als in de figuur nader te zien is. De mallen voor de treden worden wijders even als bij de vorige constructie gemaakt, met dien verstande nogtans, dat men hier voor ieder kwart een mal dient te maken. De wijzer moet hierbij ook voor ieder kwart verslagen worden.

Kan men aan eene spil niet zoo veel treden krijgen als men noodig heeft, zoo dient men er twee te nemen, gelijk in fig. 51 nader te zien is, en welke in de kwartierboomen verbonden worden.

In fig. 52 worden de platte grond en opstand van eenen wenteltrap om eene ronde spil voorgesteld, besloten in eene vierkante ruimte, waarin 20 treden, in eene geheele omwenteling. Deze teekening (*épure*) duidelijk genoeg zijnde, zal geene nadere ontvouwing behoeven.

Van een' Wenteltrap om een' rond opgaanden boom of kuip.

Ten einde eenen Wenteltrap om een' rond opgaanden boom of kuip te construeren, make men eerst de verdeeling der treden op den platten grond, fig. 53, volgens een verdeelcirkel, en trekke de rigting derzelve op het middelpunt der kuip. Het mal voor de treden wordt vervaardigd even zoo als bij de vorige trappen is opgegeven, en op eene plank afgeschreven.

De bepaling van de inkepingen der treden op de kwartierboomen zal mede geene zwarigheden opleveren.

De constructie der kuip geschiedt op de navolgende wijze: men verdeele den platten grond of de horizontale projectie derzelve in eenige deelen, trekkende de rechte lijnen *DE* en *F*, en bepale vervolgens derzelve opstand of verticale projectie, bij voorbeeld van het gedeelte op de lijn *F*, door op dezelve loodlijnen op te trekken, uit de punten van de stootborden, en door op de hoogte derzelve de aantreden uit te zetten, zoo als in *A* te zien is. Nu trekke men vervolgens de lijn *GJ*, evenwijdig aan de uitstekende punten der welken van de aantreden, welke den bovenkant van den boom aan de bolle zijde voorstelt. Om die van de holle zijde te bepalen, trekke men de loodlijnen *GH* en *KJ*, en de kromme lijn *HK*, welke den kant aan de holle zijde zal voorstellen.

Om nu den bovenkant van den boom of kuip in deszelfs wezenlijke lengte en kromte voor te stellen, zoo als deze uit een vierkant stuk hout gesneden moet worden, trekke men de lijn *LM* even schoon uit de punten *H* en *I*, en, evenwijdig aan dezelve, op den afstand *FN*, die de grootste dikte van het hout moet zijn, de lijn *PQ*. Nu bewerkte men uit dit stuk hout het begeerde gedeelte der kuip, door de kromme lijn daarop te trekken, zoo als in de figuur wordt aangetoond; en, na hetzelfde behoorlijk aan de eene zijde hol, en aan de andere zijde bol bewerkt te hebben, volgens de bepaalde kromte, zoo trekke men op deszelfs bolle oppervlakte de stootborden en aantreden, hetwelk uit de beschouwing der figuur gemakkelijk is op te maken.

Van een' Engelschen Trap.

De 54^e figuur stelt eenen *Engelschen Trap* voor, waarvan de treden op elkander rusten, en zich zelve ondersteunen; alleen worden deze met ijzeren schroefbouten, die aan de ééne zijde van eene schroef en eene moer, en aan de andere van gat en pen voorzien zijn, twee aan twee op elkander vastgeschroefd, zoo als in fig. *A* en *B* nader te zien is.

De leuning van trappen zijn van hout of ijzer, dikwerf bestaande in balusters, welke met pen en gat in de kwartierboomen en derzelver dekstuk gewerkt worden. Het dekstuk der leuning is gewoonlijk 70 à 80 duim boven de treden verheven, evenwijdig a an den kwartierboom en van boven rond gewerkt.

*Over de Leuning-
ningen bij
Trappen.*

Bij de balustraden, welke als leuning worden aangebragt, verdeelt men gewoonlijk de bepaalde hoogte in 7 gelijke deelen, waarvan men 1 deel aan het voetstuk, en 1 deel aan het dekstuk geeft, terwijl de 5 overige voor de lengte der balusters overblijven. Deze verdeelt men in 5 deelen, waarvan er een aan het kapiteel gegeven wordt. De overschietende 4 deelen worden al wederom in 5 deelen verdeeld, waarvan er 2 voor den buik en 3 voor den hals bestemd zijn. De dikte van den buik is gewoonlijk $\frac{1}{4}$ der hoogte. Doch in smaakvolle gebouwen worden deze niet meer aangebragt.

Men geeft thans de voorkeur aan de zoogenaamde *balustrades d'entrelas*, waarbij tuschen het voet- en dekstuk ronde, ovale, ruitvormige en andere figuren worden aangebragt. Deze kunnen des te eerder bij trappen worden gebezigt, wijl men aan deze gevoegelijker dezelfde schuinte als aan de leuning kan geven, hetgeen met balusters meer zwa-
righeid heeft en gewoonlijk misstand veroorzaakt.

EINDE VAN HET TWEDE DEEL.

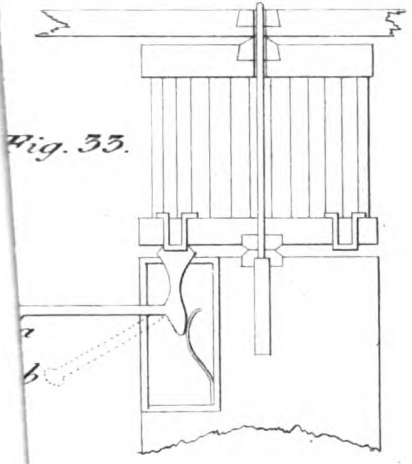


Fig. 35.

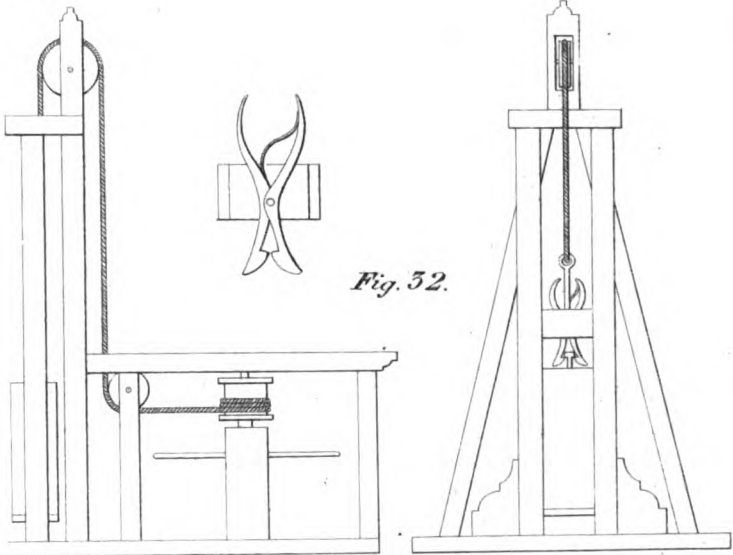


Fig. 32.

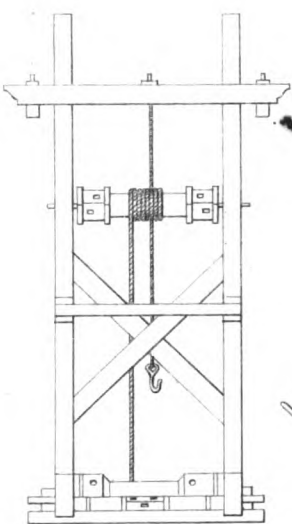


Fig. 37.

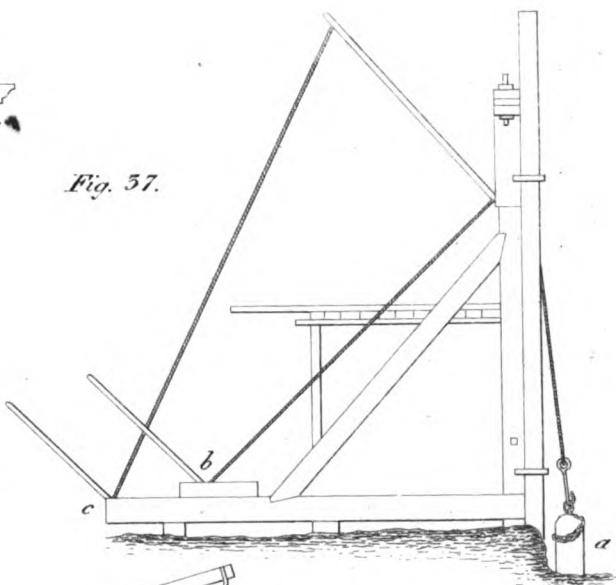


Fig. 36.

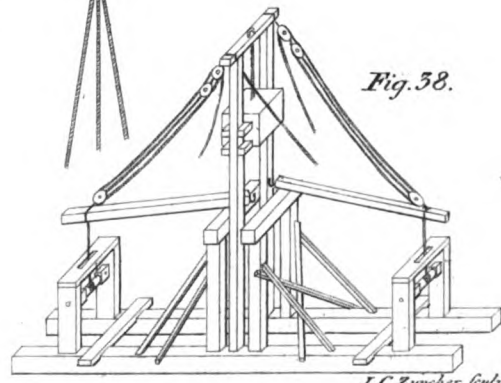


Fig. 38.

J. C. Zürcher, sculp.



