

OI 231190

BIBLIOTHEEK
Bouwdienst Rijkswaterstaat
Postbus 20.000
3502 LA Utrecht



43

RAPPORTEN MEDEDEELINGEN VAN RIJKSWATERSTAAT.

N^o 3.

INHOUD:

NOTA, BETREFFENDE DE BEPALING DER GROOT-
HEDEN, DIE BEKEND MOETEN ZIJN VOOR DE BE-
REKENING VAN DEN GRONDDRUK TEGEN GROND-
KEERENDE CONSTRUCTIES IN DE VISSCHERSHAVEN
TE IJMUIDEN, OPGEMAAKT DOOR DEN INGENIEUR
VAN DEN RIJKSWATERSTAAT J.J. CANTER CREMERS.

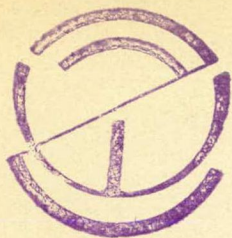
UITGEGEVEN DOOR HET MINISTERIE
VAN WATERSTAAT.

-GRAVENHAGE - ALGEMEENE LANDSDRUKKERIJ - 1915.

Z5388

A


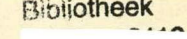


DE «RAPPORTEN EN MEDEDELINGEN VAN DEN RIKSWATER-
STAAT» VERSCHIJNEN OP ONREGELMATIGE TIJDSTIPPEN EN
WORDEN SLECHTS, INDIEN DIT UITDRUKKELIJK IS AANGEGEVEN,
TEGEN BETALING ALGEMEEN VERKRIJGBAAR GESTELD. DE
INHOUD DER RAPPORTEN, MEDEDELINGEN, ENZ., BLIJFT
GEHEEL VOOR REKENING VAN DE SCHRIJVERS.



d. A. I. 4.

B 1880

RAPPORTEN EN MEDEDEELINGEN VAN DEN RIJKSWATERSTAAT.

N^o. 3. 
Bibliotheek 



INHOUD:

NOTA, BETREFFENDE DE BEPALING DER GROOT HEDEN, DIE BEKEND MOETEN ZIJN VOOR DE BE-REKENING VAN DEN GRONDDRUK TEGEN GROND-KEERENDE CONSTRUCTIES IN DE VISSCHERSHAVEN TE IJMUIDEN, OPGEMAAKT DOOR DEN INGENIEUR VAN DEN RIJKSWATERSTAAT J. J. CANTER CREMERS.

UITGEGEVEN DOOR HET MINISTERIE
VAN WATERSTAAT.

Bibliotheek Z. Z. W.
Reg. No. 855/3
Kast _____
Plank _____ port _____

NOTA BETREFFENDE DE BEPALING DER GROOTHEDEN, DIE BEKEND MOETEN ZIJN VOOR DE BEREKENING VAN DEN GROND- DRUK TEGEN GRONDKEERENDE CONSTRUC- TIES IN DE VISSCHERSHAVEN TE YMUIDEN.

§ 1. INLEIDING.

De grootheden, die bij de berekening van den gronddruk eene rol spelen, zijn de volgende:

het soortelijk gewicht en het natuurlijk talud van de grondsoort, alsmede de wrijvingshoek tusschen den grond en de grondkeering. Deze grootheden zijn voor elk geval afzonderlijk vast te stellen. Voorts is bij het bepalen der uitwendige krachten nog rekening te houden met eventueele waterdrukkingen vóór of achter de grondkeering.

Gegevens aangaande de meeste der genoemde factoren zijn in de verschillende handboeken te vinden, doch eenerzijds hebben geringe verschillen in de aangenomen grootheden belangrijken invloed op de aan het grondkeerend werk te stellen eischen, anderzijds zijn die grootheden geheel en al afhankelijk van plaatselijke toestanden, zoodat men in bedoelde handboeken slechts gemiddelden of grenswaarden kan vinden, welker gebruik òf niet zonder gevaar zou zijn òf tot onnoodig zware afmetingen der te maken werken zou voeren. Buitendien loopen de bij verschillende schrijvers opgegeven getallen nog zeer uiteen.

Om dit laatste nader te doen blijken zijn in onderstaande tabel uit verschillende bronnen de waarden voor het natuurlijk talud φ van zand vereenigd.

Voert men dezen invloed in bij de berekening van kaaimuren, dan wordt de ongunstigste belasting van den muur gevonden bij zeer lagen buitenwaterstand. Te Ymuiden is alsdan bij bestaande constructies de grondwaterstand achter den muur ± 1.50 M. hooger dan de laagwaterstand vóór den muur, zoodat dan naast den gronddruk een aanzienlijke waterdruk optreedt.

Bovendien zal het water dan een groote opdrijvende kracht op den muur uitoefenen; dat deze opdrijvende kracht ook op den grond achter den muur, dus op den gronddruk, van invloed is, weegt niet op tegen de geringere stabiliteit, die voor den muur gevonden wordt, indien de aanwezigheid van water aan beide zijden van den muur in rekening wordt gebracht.

In plaats van de aanwezigheid van het water vóór en achter den muur rechtstreeks in rekening te brengen, is in voornoemde berekening voor den te keeren grond een aanmerkelijk flauwer natuurlijk talud aangenomen dan in werkelijkheid gevonden wordt.

Voor kaaimuren geeft deze rekenwijze bij de bepaling der stabiliteit bruikbare waarden; mogen de gevonden krachten al eens wat grooter zijn dan die welke in werkelijkheid optreden, dan geeft zulks nog geen aanleiding tot overmatig zware constructies, indien slechts het aangrijpingspunt en de richting van de resulterende kracht samenvallen met die, welke gevonden worden bij eene rekenwijze, die meer overeenstemt met de werkelijkheid.

Voor steigers, bestaande uit geschoorde damwanden, geeft het aannemen van een denkbeeldig flauw natuurlijk talud, ter vervanging van den gezamenlijken invloed van het werkelijke natuurlijk talud en het grondwater, te ongunstige uitkomsten.

Bij deze constructies n.l. heeft het opdrijvend vermogen van het water geen invloed op het grondkeerend vermogen van den wand, aangezien het eigen gewicht der constructie in de berekening van de stabiliteit geen rol speelt; wordt dan bovendien een steiger-type toegepast, waarbij verschil in hoogte tusschen het water vóór en achter den muur tot een minimum wordt teruggebracht, dan heeft de aanwezigheid van water op de stabiliteit van een dergelijken steiger uitsluitend een gunstigen invloed, aangezien het soortelijk gewicht van zand onder water zooveel geringer is dan dat van zand boven water.

Uit het voorgaande moge volgen, dat in handboeken of tijdschriftartikelen gevonden waarden voor het natuurlijk talud niet zonder kritiek zijn over te nemen, terwijl het voor belangrijke constructies steeds de moeite loont deze waarden door middel van proeven met de te bezigen grondsoort te toetsen.

Ook bij het aannemen der waarde van den wrijvingshoek tusschen den grond en het grondkeerend lichaam, hierna δ genoemd, loopen de meeningen van bekende schrijvers over het onderwerp nogal uiteen.

Deze hoek wordt nogal eens $= \varphi$ genomen, althans hier te lande.

In zijn bekend werk over gronddruk, zegt MÜLLER—BRESLAU vrij vertaald het volgende:

«De overwegende meerderheid der ingenieurs in de praktijk neemt $\delta = \varphi$, welke onderstelling in de literatuur verdedigd wordt «door WINKLER, ENGESSER en HÄSELER». Vermoedelijk worden hier alleen Deutsche ingenieurs bedoeld.

De Inspecteur des Ponts et Chaussées RÉVAL, die o. a. aan de «Ecole des Ponts et Chaussées» te Parijs een cursus over dit onderwerp gegeven heeft, neemt eveneens zonder restrictie $\delta = \varphi$, aangezien volgens hem de achterzijde van het grondkeerend lichaam altijd voldoende ruw kan worden gemaakt om deze onderstelling aannemelijk te doen zijn.

Aangezien echter volgens sommige schrijvers de hoek δ door trillingen kleiner zou worden, beveelt Prof. MÖLLER in zijne «Erd-druck-tabellen» aan om $\delta = 2/3 \varphi$ te nemen.

MÜLLER-BRESLAU meent uit op groote schaal genomen proeven te mogen afleiden, dat voor vrij ruwe wanden, als beton of metselwerk, $\delta = 3/4 \varphi$ is.

Volgens zijne proeven hebben trillingen veeleer een gunstigen invloed op de waarde van den gronddruk en van den hoek δ dan een ongunstigen.

Ook over deze bij de berekening van grondkeerende constructies zeer belangrijke waarde, heerscht dus bij verschillende autoriteiten verschil van opvatting.

Ten slotte vindt men ook voor het gewicht van zand de meest uiteenlopende waarden.

Teneinde over zooveel mogelijk betrouwbare gegevens te kunnen

beschikken, zijn, grootendeels door den tijdelijk Ingenieur van den Rijkswaterstaat W. BROUËRIUS MEYBOOM, een aantal onderzoekingen met het te Ymuiden voorkomende zand verricht, waarvan de resultaten hieronder vermeld zijn.

Waar zulks invloed kon hebben werd van de onderstelling uitgegaan, dat voor de werken te IJmuiden gewapend beton zou worden gebruikt.

Allereerst is, door eenvoudige weging, nagegaan welk soortelijk gewicht voor het zand was aan te nemen, terwijl mede werd onderzocht welke opdrijving de grond onder water ondergaat. In verband hiermede werd het holte-percentages bepaald.

Vervolgens werd op verschillende wijzen getracht een inzicht te verkrijgen in de grootte van het natuurlijk talud onder en boven water en van den wrijvingshoek tuschen beton en zand in die beide omstandigheden, terwijl eindelijk langs den bestaanden havenoever een onderzoek werd ingesteld naar het verschil, dat tuschen den havenwaterstand vóór en den grondwaterstand achter de grondkeering kon optreden.

Ten opzichte van sommige dezer factoren, met name natuurlijk talud en wrijvingshoek tuschen beton en zand, was het doel der proeven niet daarvoor absolute waarden vast te stellen. Daarvoor kunnen verschillende toevallige invloeden te veel inwerken, terwijl men buitendien voortdurend bedacht dient te zijn op het groote verschil, dat een proef op kleine schaal kan hebben met hetgeen zich werkelijk afspeelt in een groote grondmassa, een verschil, dat nu eens in gunstigen dan weer in ongunstigen zin zal werken en dikwijls geheel onberekenbaar zal blijken.

Dit in het oog behoudende is het echter mogelijk om uit proefnemingen bruikbare conclusies te trekken omtrent de grenzen waartuschen de verschillende grootheden zich bewegen en de ongunstigste gevallen, welke zich kunnen voordoen.

§ 2. HET SOORTELIJK GEWICHT EN DE HOLTECOËFFICIENT.

De soortelijk-gewichtbepalingen geschieden in hoofdzaak door weging van het zand in een kist met een inhoud van ongeveer $1/8 M^3$.

Op de uitkomst was in de eerste plaats van invloed de wijze

waarop de kist werd gevuld (los of aangestampt zand) en voorts de vochtigheidstoestand van het zand. Echter zijn alleen die getallen van belang te achten, welke verkregen zijn onder zooveel mogelijk met de werkelijkheid in overeenstemming gebrachte omstandigheden en hebben de te noemen getallen dan ook allen betrekking op matig aangestampt zand in natuurlijken vochtigheidstoestand, ontgraven op drie verschillende plaatsen (A, B en C.) uit het duinterrein in de nabijheid van de Visschershaven.

De uitkomsten zijn de volgende:

Ontgraving A.

15 wegingen.

Gewicht van 1 M ³ . zand:	hoogste	waarde	1639 K.G.
	laagste	»	1542 »
	gemiddelde	»	1576 »

Ontgraving B.

8 wegingen.

Gewicht van 1 M ³ . zand:	hoogste	waarde	1572 K.G.
	laagste	»	1545 »
	gemiddelde	»	1564 »

Ontgraving C.

14 wegingen.

Gewicht van 1 M ³ . zand:	hoogste	waarde	1625 K.G.
	laagste	»	1581 »
	gemiddelde	»	1597 »

Gezamenlijke proeven.

37 wegingen.

Gewicht van 1 M ³ . zand:	hoogste	waarde	1639 K.G.
	laagste	»	1542 »
	gemiddelde	»	1581 »

Nog werden ter vergelijking soortelijk-gewicht-bepalingen verricht met zand in profiel gemeten. Uit den in § 3 te beschrijven, uit aangestampte lagen samengestelde, zandpiramide werd met behulp van een kistje zonder bodem op 4. verschillende plaatsen juist 1/8 M³. uitgestoken en dit gewogen.

4 wegingen.

Gewicht van 1 M ³ . zand:	hoogste	waarde	1632 K.G.
	laagste	»	1575 »
	gemiddelde	»	1607 »

Voor den aanleg eener rioleering werden in het voorjaar van 1915 op het afgegraven haventerrein sleuven gegraven ter diepte van ruim 4 M.

Van deze gelegenheid werd gebruik gemaakt om eenige gewichtsbepalingen te verrichten voor zand, zooals het voorkomt in ongeroerden toestand in lagen, die thans nog \pm 4 M. onder maaiveld liggen, doch die vóór de afgraving van 10 M. tot 15 M. onder het oppervlak lagen.

Voor deze proef werd een stuk buis van uiterst dun plaatijzer in het grondlichaam gestoken. Vervolgens werd de buis met inhoud ontgraven en zorgvuldig gewogen, waarna eene soortelijk-gewichtsbepaling op eenvoudige wijze te verrichten was.

Uitkomst:

8 wegingen.

Gewicht van 1 M ³ . zand:	hoogste	waarde	1610 K.G.
	laagste	»	1535 »
	gemiddelde	»	1580 »

Het merkwaardige van deze uitkomst is zeker, dat hieruit zou volgen, dat zorgvuldig aanstampen in dunne lagen aan vochtig duinzand de vastheid kan teruggeven, die het bezit in ongeroerden toestand op vrij groote diepte onder het maaiveld, aangezien het gemiddelde gewicht vrijwel overeenkomt met het gewicht, dat uit proeven met aangestampd zand gevonden werd.

Als gemiddeld gewicht van 1 M³. zand kan dus worden aangehouden 1600 K.G.

Tot het bepalen van de holtecoëfficiënt was de voor de wegingen gebezigde kist voorzien van een zinken binnenbekleding.

Nagegaan werd nu hoeveel L. water de met aangestampd zand gevulde kist nog kon opnemen.

Hierbij werd zorg gedragen voor het verdrijven der in het zand aanwezige lucht, waartoe langdurig roeren noodzakelijk bleek. Beter zou het zijn geweest indien de kist van onderen af met water vol gezet had kunnen worden, doch de bij deze waarnemingen gevonden afwijkingen waren zoo gering, dat de uitkomsten voldoende betrouwbaar zijn te achten.

De uitkomsten liepen weinig uiteen en als gemiddelde uit 9

waarnemingen werd een holtecoëfficiënt van rond 25% gevonden.

Het gewicht van 1 M³. zand onder water kan dus op grond van deze proeven worden aangenomen op $1600 - 750 = 850$ K.G., dat van 1 M³. nat zand, zonder dat opdrijving in rekening wordt gebracht, op $1600 + 250 = 1850$ K.G.

§ 3. HET NATUURLIJK TALUD IN DEN DROGE.

Het natuurlijk talud van het duinzand in natuurlijke vochtigheidstoestand werd op tweeërlei wijze bepaald.

In de eerste plaats werden waarnemingen gedaan op het terrein der in uitvoering zijnde duinafgravingen nabij de Visschershaven.

Tijdens de metingen liep de rand der afgraving over een hooge duinreeks, welke aan den voet door een excavator werd weggegraven en verder over de volle hoogte vrij, dus volgens het natuurlijk talud, bijstortte. De meting geschiedde met behulp van twee, onwrikbaar tot een rechten hoek verbonden, latten.

Één der beenen van den rechten hoek werd vertikaal gesteld op een laag punt van het talud en de afstand van het hoekpunt tot dit talud gemeten langs het horizontale been.

De beenen hadden een lengte van eenige meters. De zand-ophoogingen aan den voet, alsmede de door plantengroei of cohaesie te lood opgehouden bovenlaag, werden vermeden.

Voorts werden, in verband met het doel, alleen van belang geacht afschuivingsvlakken, welke zich eerst korten tijd te voren hadden gevormd en nog niet door verschillende invloeden waren verstoven of verzakt.

Uitkomsten:

Van 8 waarnemingen: hoogste	waarde	44°37'
laagste	»	41°10'
gemiddelde	»	42°46'

In de tweede plaats werd van, in duinterrein ontgraven, zand een afgeknotte piramide gevormd met een grondvlak van 4×4 M². en ter hoogte van 1.80 M. Bij het opwerpen hiervan werd te werk gegaan als bij aanaarding van een muur, d.w.z. dat in lagen van 20 cM. werd gestort en aangestampt.

In tegenstelling met de waarnemingen bij zand in afgraving was bij deze proeven op zand in ophooging geringere invloed van de cohaesie te verwachten.

Dat het natuurlijke glijdvlak inderdaad met deze proef werd bereikt kon worden afgeleid uit het feit, dat stampen op het bovenzvlak nabij den rand niet ten gevolge had verflauwing van het talud, doch het ontstaan van glijdvlakken nagenoeg evenwijdig aan het buitenvlak.

Uitkomsten :

Van 4 metingen :	hoogste	waarde	$46^{\circ}45'$
	laagste	»	$45^{\circ}35'$
	gemiddelde	»	$46^{\circ}19'$

Voor natuurlijk talud van het duinzand in natuurlijke vochtigheidstoestand kan dus 40° worden aangenomen, welke waarde kleiner is dan de laagste die werd waargenomen. Een enkel woord dient hier te worden gewijd aan den invloed van de cohaesie, die bij duinzand zeer groot is.

Bij het graven van fundeeringssleuven kunnen de wanden zonder bezwaar tot groote diepte te lood worden afgestoken.

Aannemers, die zonder toezicht van de directie werken, gaan hierin zeer ver, doch bij de uitvoering van Rijkswerken wordt als regel voorzichtigheidshalve eene zekere helling geëischt voor het beloop van diepe sleuven.

Bij het graven van de in § 2 aangehaalde sleuf voor een riool, werden de belopen tot eene diepte van 4 M. onder het maaiveld aangelegd onder eene helling van 0.56 op 1, overeenkomende met een hellingshoek van ruim 60° .

Het evenwicht van dit beloop was geenszins labiel; het heeft eenige weken aan alle invloeden van zeer nat weer weerstand geboden; onmiddellijk naast de bovenkruinlijn van het beloop werden perkoenpalen in den grond gedreven voor het bevestigen van hoogtelatten en dergelijke zonder of met zeer oppervlakkige beschadiging van het beloop.

In het tweede deel van zijn werk «*La Poussée des Terres*» heeft de Inspecteur-Général RÉSAL bovengenoemd de cohaesie van den grond ingevoerd in de berekening van den gronddruk, waarbij zeer merkwaardige uitkomsten verkregen worden.

Wel is waar gebruikt hij bij zijne afleidingen eenige onderstellingen, die niet berusten op een zuiver wiskundig betoog, hoe waarschijnlijk zij overigens ook zijn mogen, doch men mag hierbij niet vergeten, dat de gebruikelijke gronddrukberekeningen in beginsel

berusten op de onjuiste aanname van het platte afschuivingsvlak, zoodat ook deze van een zuiver theoretisch standpunt geen groote waarde hebben.

In de burgerlijke bouwkunde wordt feitelijk onbewust met den invloed der cohaesie rekening gehouden bij den bouw van tal van grondkeerende muren van beperkte hoogte, waarvan de afmetingen zonder eenige berekening bepaald worden.

Wanneer dan ook bij de berekening van den gronddruk tegen wanden van matige hoogte de invloed van de cohaesie verwaarloosd wordt, dan voert men reeds daardoor eene belangrijke zekerheidscoëfficiënt in.

Tot toelichting moge het volgende dienen.

Te IJmuiden kan ongeroerde grond boven het grondwater zonder bezwaar over eene hoogte van 1.50 M. loodrecht worden afgegraven, terwijl het natuurlijk talud zonder den invloed der cohaesie op 40° is te stellen. Genoemde waarde van 1.50 M. als minimum aannemend, is, met behulp der coëfficiënten en formules van RÉSAL, de volgende tabel opgemaakt.

Hoogte der grondkeering	Gronddruk (hor. ontb.)			Kantelingsmoment		
	met cohaesie I	zonder cohaesie II	I/II	met cohaesie III	zonder cohaesie IV	III/IV
I	2	3	4	5	6	7
5	1 395	3 220	0.43	1 840	5 360	0.34
10	9 300	12 860	0.72	24 800	43 000	0.58
15	23 400	29 000	0.81	105 400	145 000	0.73

Voor beschoeiingen is de gronddruk de maatgevende waarde, doch voor muren, die door het eigen gewicht stabiel moeten zijn, is het kantelingsmoment van grooter belang.

De cijfers der tabel toonen aan, dat de cohaesie op beide waarden van grooten invloed is.

§ 4. HET NATUURLIJK TALUD ONDER WATER.

Over het algemeen zal zand onder water een flauwer beloop aannemen dan in den droge, aangezien tengevolge van het opdrijvend vermogen van het water het evenwicht van de zandkorrels

aan de buitenzijde van het grondlichaam lichter verstoord wordt dan bij zand in den droge.

Ware het dus mogelijk een in den droge gestorte pyramide van zand onder water te zetten, zonder dat het toevloeiende water door zijne beweging storende invloeden in het zandlichaam te weeg bracht, dan zou vermoedelijk toch aan de buitenzijde eene verplaatsing van zandkorrels geschieden tot een nieuwe evenwichts-toestand zou zijn ingetreden.

Het is echter m.i. de vraag of de wrijvingshoek, waarvoor gewoonlijk het natuurlijk talud genomen wordt, van zand onder water onder druk van bovenbelastingen en tusschen wanden opgesloten of in het binnenste van een groot grondmassief, kleiner is dan die van droog zand.

De korrels worden dan n.l. even vast tegen elkander gedrukt, als zulks bij droog zand het geval is. Zelfs bestaat er in zand onder water cohaesie, mits het slechts onder voldoende druk staat of dat er geen stroomingen in het zandlichaam kunnen optreden.

Hoe is het anders te verklaren, dat in fijn duinzand gespoten en met een zwaar blok nageheide betonpalen nog langer dan 24 uur na het inheien zóó los staan, dat zij gemakkelijk met de hand te bewegen zijn, wat bij het heien der palen voor de nieuwe hal geregeld te constateeren was.

In dit verband verdient ook de aandacht de opmerking van prof. MÖLLER in zijn werk «Grundrisz des Wasserbaues», dat bij de berekening van damwanden achter vloeren op palen onder kaaimuren eene spanning van 200 K.G. per cm^2 . in het hout mag worden toegelaten, aangezien de ondervinding leert, dat de gronddruk tegen dergelijke damwanden ver onder de berekende blijft.

Naar aanleiding van die opmerking heeft Dr. Ingenieur EHLERS tien damwanden onder kaaimuren nagerekend, voorkomende in de haven van Hamburg.

Bij aanneming der gebruikelijke getalswaarden vond hij in die damwanden theoretische spanningen van 127 tot 438 K.G./ cm^2 . en eene gemiddelde spanning van 278 K.G./ cm^2 .

De passieve gronddruk tegen den voet der damwanden zou ook grooter dan de theoretische moeten zijn om het evenwicht te kunnen bewaren en wel zou de theoretische gronddruk vermenigvuldigd moeten worden met een coëfficiënt, bij de nagerekende

damwanden schommelende tusschen 1.56 en 3.74 met eene gemiddelde waarde van 2.41.

Hoewel ook verschillende andere omstandigheden in het spel kunnen en zeer waarschijnlijk ook zullen zijn, kan deze uitkomst ook een gevolg wezen van een onderschatting van den wrijvingshoek van zand onder water; voor dezen hoek werd bij de berekening aangenomen 24° .

Hierbij moet worden opgemerkt, dat de gemaakte berekeningen alleen aantoonen, dat de onderzochte damwanden zich onder de berekende belasting goed gehouden hebben, zoodat het misschien wel mogelijk zou kunnen zijn om alle damwanden afmetingen te geven, dat de hoogste theoretische spanning van 438 K.G./cM^2 . er in optreedt. In elk geval zullen de damwanden, waarin de laagste spanningen zijn gevonden, vermoedelijk zwaarder zijn dan voor het evenwicht der constructie noodig is.

Intusschen blijft het uiterst moeilijk, zoo niet onmogelijk, om op bescheiden schaal proeven te nemen, waaruit het natuurlijk talud van zand onder water te vinden is.

Zoodra in fijn zand waterverplaatsingen optreden, worden de belooopen flauwer al naarmate de omstandigheden gunstiger zijn voor het meevoeren der zandkorrels.

Ingravingen in duinzand onder den grondwaterstand zijn alleen uit te voeren wanneer de te maken put wordt afgezet met een damwand of eene dergelijke grondkeering, of wanneer de grondwaterstand kunstmatig verlaagd is.

Worden dergelijke maatregelen niet genomen, dan kan het zand onder geen noemenswaardig beloop blijven staan.

Hetzelfde blijkt bij baggerwerken, wanneer de grondwaterstand in het omringend terrein hooger is dan de gemiddelde waterstand in de kom waarin gebaggerd wordt.

Boven laagwater en tot op eenige diepte onder laagwater moeten dan voorzorgen getroffen worden om het beloop door rijswerken of andere voorzieningen te bevestigen, aangezien anders het zand aan de oppervlakte van het beloop op den duur door het uitstroomende grondwater zou worden meegevoerd totdat een zeer flauw beloop zou zijn gevormd.

Op grootere diepte blijft een practisch bruikbaar beloop in stand, dat echter in elk geval flauwer is dan het natuurlijk talud,

dat bij gronddrukberekeningen als wrijvingshoek wordt aangenomen.

De resultaten van te IJmuiden genomen proeven zijn dan ook over het algemeen in zooverre negatief te noemen, dat gemakkelijk is aan te toonen, dat het gevonden beloop flauwer moet zijn dan de gezochte wrijvingshoek van zand onder water. Een overzicht van de genomen proeven, alsmede van eenige waarnemingen, volgt hieronder.

Uit herhaaldelijke oppeilingen van eene storting van duinzand in de Visschershaven bleek, dat het zand op verschillende plaatsen onder $26^{\circ}30'$ was blijven staan, doch de gemiddelde waarde was $18^{\circ}30'$.

Dit resultaat was alleen bereikt doordat gestort werd in stil water achter een dam van grof rivierzand. Bij storting van duinzand in open water, blootgesteld aan getij en golfslag, neemt het nog een flauwer beloop aan, terwijl bijv. rivierzand zelfs dan nog blijft staan onder een beloop van $1\frac{1}{2}$ tot $1\frac{3}{4}$ op 1.

Voorts werd de volgende proef genomen. (Zie fig. 1). Tegen het talud van de haven werd een 6 M. lange bak gesteld bestaande uit twee driehoekige, bij het havenbeloop aansluitende, zijwanden en een voorwand aan de havenzijde, welke laatste wand beweegbaar was.

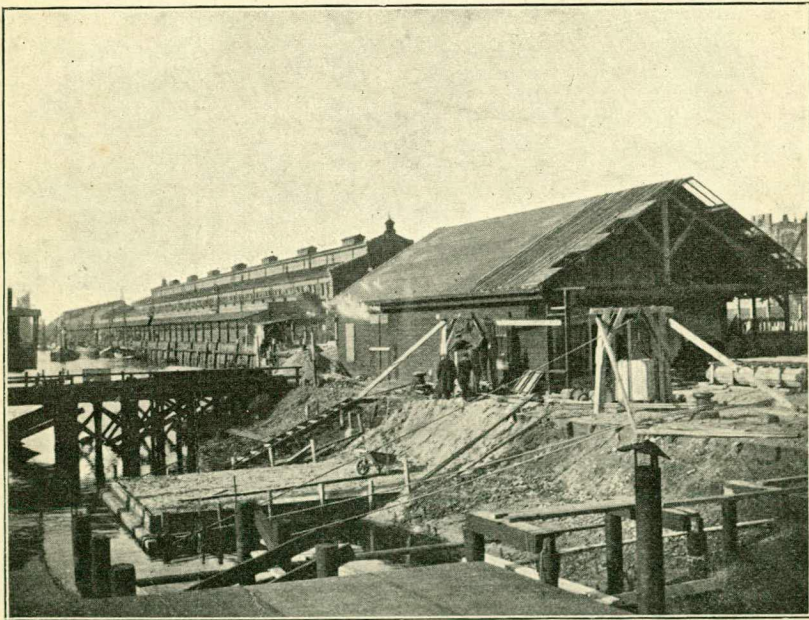


fig. 1.

De oorspronkelijke bedoeling was om den gronddruk te meten, die onder water tegen het voorschot werd uitgeoefend, doch zulks bleek met primitive hulpmiddelen niet uitvoerbaar.

Bij L. W. werd deze bak in den droge aangevuld op de achter keermuren gebruikelijke wijze. Bij H. W. liet het voorschot los, waarna het zand-talud, dat zich had gevormd, is opgepeild. Het losraken van het voorschot had plaats bij stil water. Er bleek een regelmatig plat vlak onder een helling van ruim 22° te zijn ontstaan. Hierbij is echter in aanmerking te nemen, dat de peiling eerst plaats had ongeveer twee uur na het opdrijven van het schot, nadat het water reeds geruimen tijd vallende was.

Dientengevolge had het uitstromende grondwater het beloop reeds gedeeltelijk doen vervloeien.

In verband met de uitkomst van de volgende proef zijn vermoedelijk ook andere onbekende factoren van invloed geweest.

Ten slotte werd tusschen de zijschotten bij L. W. in den droge een zandlichaam opgesteld met een bovenzak onder 30° afgewerkt. Bij het eerstvolgende H. W. opgepeild, bleek deze helling zich volkomen te hebben gehandhaafd. Bij het daaropvolgende lage tij had het bovenzak door afkabeling een trapvormig aanzien verkregen, doch als gemiddelde helling was ook toen nog 30° behouden gebleven.

Naast deze proeven zijn de in het navolgende beschreven waarnemingen van belang te achten.

Het oudste gedeelte van den steiger van gewapend beton in de Visschershaven is grootendeels uitgevoerd op terrein ter hoogte van ± 3 M. + A. P.

In het terrein werden hulpcylinders gespoten, die, na op diepte te zijn gebracht, werden leeggebaggerd. In deze aldus verkregen kuip werden de putten geplaatst, die een onderdeel uitmaken van den betonsteiger. Ten slotte werden de hulpcylinders getrokken.

Hoewel dus de grond om de putten door het plaatsen, leegbaggeren en verwijderen der hulpcylinders niet ongeroerd is gebleven, is er verder tusschen de putten niet overal gebaggerd, tot het theoretisch profiel van den havenbodem onder den steiger bereikt was, dat volgens het ontwerp 3 : 1 moest bedragen.

Later is de haven voor den steiger op diepte gebracht, terwijl periodiek vóór den steiger onderhoudsbaggerwerk is verricht tot eene diepte van 6 M. + A.P.; in verband met de aanwezigheid

van het remmingwerk kan die diepte hoogstens tot 4 M. vóór het remmingwerk bereikt worden, wat wegens den scherpen bouw der visschersvaartuigen ook voldoende is,

Aangezien de damplaten tusschen de achterste puttenrij reiken tot 6.50 M. ÷ A. P. kan in de grondmassa vóór die platen de grondwaterbeweging naar de haven niet in horizontale richting geschieden, welke beweging het meest bevorderlijk is aan de zandverplaatsing.

Daartegenover staat, dat de kans groot is, dat zandverplaatsing naar de haven in de hand wordt gewerkt door het veelvuldig voorkomend draaien met de schroef van voor het vertrek gereedliggende schepen.

Aangezien waardevolle uitkomsten te verwachten waren van eene peiling tusschen de putten, is eene dergelijke peiling verricht, waarvan de uitkomsten inderdaad aan de verwachting beantwoordden.

Onder vijf opgepeilde raaien waren er drie, waarbij de havenbodem tusschen de putten nagenoeg horizontaal ligt, op eene diepte van 1.50 à 2.50 M. ÷ A.P.

Vanaf het midden der voorste puttenrij tot den normalen havenbodem had het havenbeloop in die raai en over een hoogteverschil van ± 3.50 M, eene helling van 26° tot 30° .

De omstandigheden waaronder deze belooopen zich handhaven, maken deze uitkomst zeer belangrijk.

Gelet op de zeer ongunstige omstandigheden, waaronder de beschreven proeven gedaan zijn, alsmede op het resultaat van de laatste; mede lettend op de uitkomsten van de peilingen onder den betonsteiger, zou feitelijk de waarde van 30° aangehouden kunnen worden voor den wrijvingshoek van zand onder water.

Voor zal deze waarde mogen worden aangenomen, wanneer het zand is opgesloten achter een wand, die beweging van het grondwater in horizontale richting uitsluit.

Wanneer dus in de berekening van den ontworpen betonsteiger voor dien hoek 24° wordt aangenomen, is daarmede tevens een groote zekerheidscoëfficiënt ingevoerd.

Aan gezien tot dusverre te IJmuiden geene ervaring is opgedaan met steigers van het type verankerde beschoeiing, is voorzichtigheidshalve de waarde 24° bij de berekening van een dergelijken steiger aangehouden.

§ 5. DE WRIJVINGSHOEK TUSSCHEN EEN BETONWAND EN ZAND IN NATUURLIJKEN VOCHTIGHEIDSTOESTAND.

De proeven, dienende om de grootte na te gaan van den wrijvingshoek tusschen beton en zand, werden verricht met behulp van een betonplaat van $2 \times 0.50 \text{ M}^2$., welke draaibaar was gemaakt om een as langs een der korte zijden en die door middel van een Westontakel onder elke gewenschte helling kon worden gebracht (zie fig. 2).

Op de plaat werd nu een zandlichaam gebracht van nader te beschrijven vorm en afmetingen en dit al of niet aangestampt.

De plaat werd daarna in hellenden stand gebracht en de helling vergroot tot afschuiving plaats vond. Deze helling kon op een aan de plaat bevestigden gradenboog worden afgelezen.

Er werden te zamen 87 proeven genomen, waarbij moeilijkheden werden ondervonden, voornamelijk voortvloeiende uit den invloed, welke de uitkomst ondervindt van de grootte, den vorm en de wijze van samenstelling van het zandlichaam. Toch voerde deze proevenreeks tot een positieve conclusie in zooverre dat onder alle omstandigheden wrijving in vrij aanzienlijke mate optrad. De wrijvingshoek behoeft dus in geen geval te worden verwaarloosd.

De proeven n^o. 1 t/m. 4 mislukten door ondoelmatige inrichting.

Bij de beide volgende proeven (n^o. 5 en 6) werd van ongeveer 75 K.G. niet aangestampt zand een parallelpipidum gevormd tusschen losse planken, welke voor het begin der proef werden verwijderd. De maten waren ongeveer $1 \times 0.30 \text{ M}^2$. grondvlak.

Bij plaathellingen van $40,5^\circ$ — 43° verbreekt de inwendige samenhang in het lichaam tengevolge waarvan een deel afglijdt.

Teneinde de samenhang tot het oogenblik van afschuiving te bewaren, werd proef n^o. 7 genomen met den parallelpipidum van de halve lengte, doch ook dit scheurt alvorens bij 45° plaat-helling geheel af te glijden.

De wijze van uiteenvallen even voor het oogenblik van afglijden van de proeflichamen n^{os}. 5 en 6, alsmede van vele andere — nl. het ontstaan van eenige onderling evenwijdige en met de plaat slechts een zeer flauwen hoek makende scheuren — wijst er op, dat de hoek van inwendige wrijving (natuurlijk talud, onder den invloed van sterk op den voorgrond tredende cohaesie) dicht in de buurt van den afglijdingshoek, d.w.z. den wrijvingshoek

tusschen beton en zand, moet liggen. Ook is hiervoor een aanwijzing het feit, dat in sommige proevenreeksen, waarbij telkens het zandlichaam bij ongeveer gelijke helling instortte, dit bij de eene proef geschiedde tengevolge van glijding van zand op zand, bij de andere van zand op beton.

Door bij de volgende proevenreeks het zandlichaam de gedaante te geven van een wigvormig prisma (lengte 0.65 M.) (zie fig. 2) werd bereikt, dat de inwendige samenhang tot het moment van afglijden geheel bewaard bleef.

De 7 proeven van deze reeks, genomen met los met de hand aangeslagen zand, gaven de volgende uitkomsten:

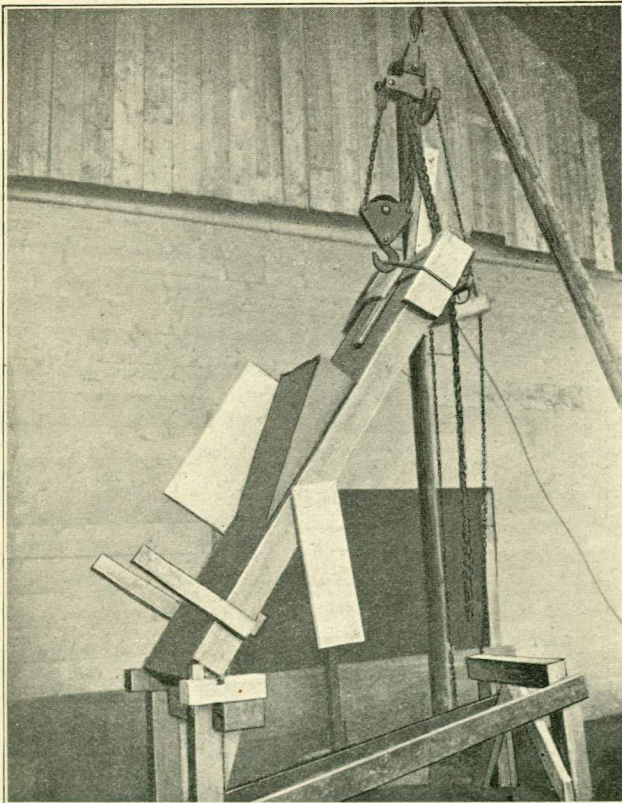


fig. 2.

Plaathelling bij afglijding:

hoogste waarde $51,5^{\circ}$
laagste „ 48°
gemiddelde „ $49,7^{\circ}$

Voorts werd met denzelfden vorm van proeflichaam een reeks van 8 proeven gedaan met matig aangestampd zand.

Het aanstampen en de mate er van bleken inderdaad van invloed te zijn.

De hoeken waarbij afglijding plaats vond, waren:

Hoogste waarde 63°
Laagste » $54,5^{\circ}$
Gemiddelde » $58,7^{\circ}$

Vaster aanstampen geeft een steileren hellingshoek.

Aangezien er reden bestond om te vermoeden, dat ook de grootte van het zandlichaam invloed uitoefende, werd een reeks van 7 waarnemingen gedaan met een grooter prisma, ter lengte van 1.20 M. en hoogte van 0.20 M. (zie fig. 3).

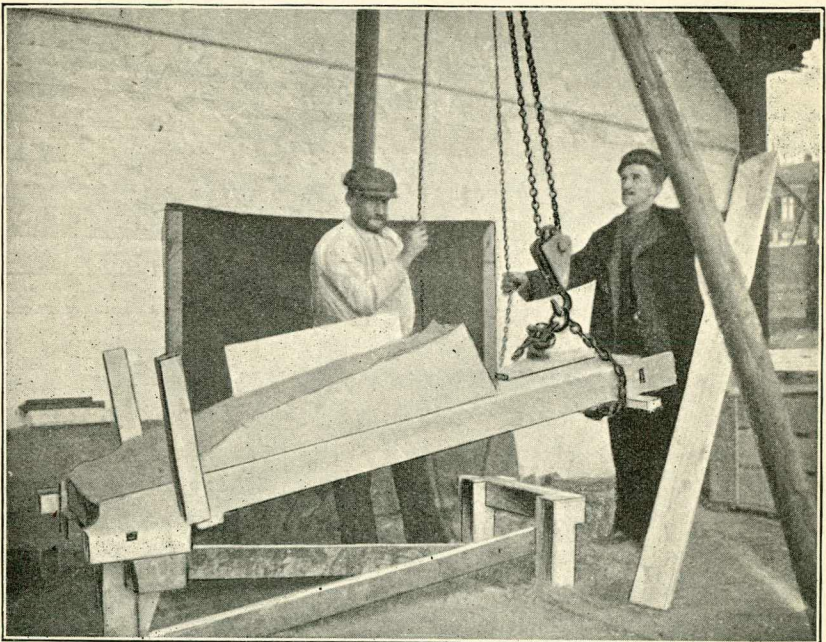


fig. 3.

Aangezien het ineenvallen hierbij weer optrad — of althans inwendige scheuring — werd de reeks herhaald met 6 evenlange doch iets minder hooge prisma's, waarbij weer afschuiving als een geheel werd verkregen en wel bij een hellingshoek van:

grootste	waarde	46°
kleinste	»	44°,5
gemiddelde	»	45°,25.

Ook de proeven met aangestampd zand werden 5 maal herhaald met het grootere prisma, dat nu 22 cM. hoog kon zijn. Dit gaf voor den hellingshoek:

grootste	waarde	49°,5
kleinste	»	48°
gemiddelde	«	49°,2.

Het aanstampen van een klein door 4 schotten omsloten zandlichaam leidt tot krachtiger samendrukken dan bij aanaarding achter een keermuur optreedt, waar de verrichte arbeid zich over een groote massa verspreidt. Om van dezen factor eeniger mate den invloed na te gaan (op de weinig veerkrachtige betonplaat blijft in dit opzicht groot verschil heerschen) werd voor eenige volgende proeven van den prisma-vorm afgeweken en een los opgebrachte laag zonder zijschotten matig aangestampd, tot eene dikte van 10 cM. De hiermee verrichte 5 proeven gaven allen een afglijdingshoek van 57°.

Dergelijke proeven met losse zandlagen — slechts even met de hand aangeslagen — gaven als uitkomst van 8 proeven een hellingshoek van:

hoogste	waarde	53°
laagste	»	46°,5
gemiddelde	»	49°,5

Ten slotte is van een laatste proevenreeks het doel geweest den invloed van trillingen, welke vaak zeer hoog wordt aangeslagen, na te gaan.

Als proeflichaam werd het groote prisma van aangestampd zand gebezigd en de plaat door regelmatig kloppen met een houten hamer duidelijk voelbaar in trilling gehouden. Vergelijkende proeven leerden, dat kloppen op het bovenzvlak der plaat de meeste uitwerking had.

Uit een reeks van 9 waarnemingen werden de volgende resultaten afgeleid:

Afglijdingshoek: grootste waarde	38°,5
kleinste »	37°
gemiddelde »	37°,8

Resumeerend zijn de volgende gemiddelde uitkomsten gevonden:

1. Aangestampt zand.

Klein prisma	58°,7
Groot „	49°,2
„ „ onder trillingen:	37°,8
Lagen	57°

2. Los zand.

Klein prisma	49°,7
Groot „	45°,25
Lagen	49°,5

Naar aanleiding dezer getallen valt het volgende op te merken.

1°. De groote invloed van trillingen wordt door de genomen proeven bevestigd.

2°. Bij de proeven blijkt het al of niet aanstampen van het proeflichaam invloed te hebben.

3°. Zoowel bij niet als bij wel aangestampt zand ontstaat verschil tengevolge van verschillende grootten van het proeflichaam.

De laatste twee opmerkingen schijnen er op te wijzen, dat groote voorzichtigheid geboden is bij het toepassen in de praktijk van de hier gevonden waarden.

Echter kan dienaangaande het volgende worden aangevoerd. Uit talrijke proeven, welke in het voorafgaande slechts terloops zijn vermeld, aangezien zij voor het vaststellen van een getalswaarde minder bruikbare gegevens leverden, is gebleken, dat indien grootere proeflichamen werden gebezigd, deze uiteenvielen door verstoring van het inwendig evenwicht, waarbij dan een deel achter bleef, in vorm en afmetingen veel gelijkend op de beschreven «groote prisma's». (Zie fig. 4).

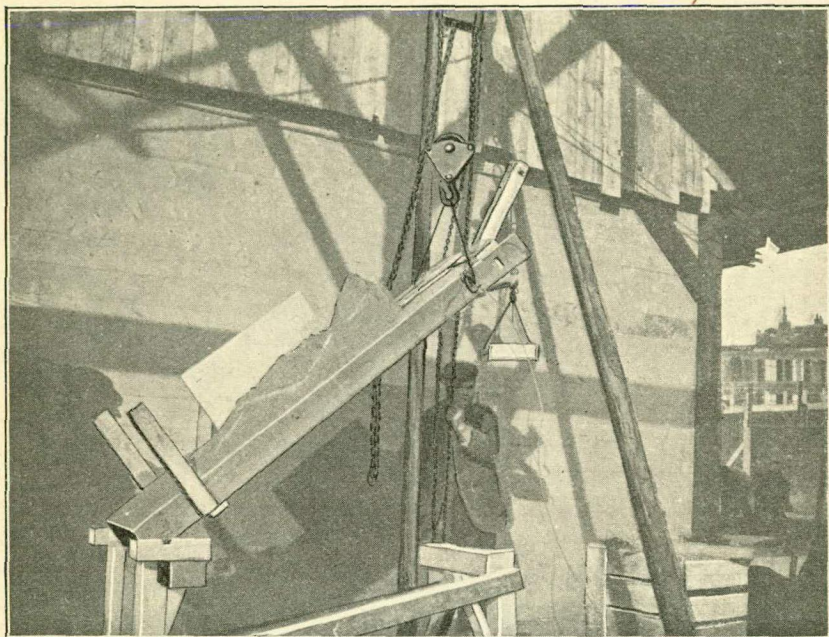


fig. 4.

Eerst bij het afschuiven van dit laatste deel was overwinnen van de wrijving tusschen beton en zand als oorzaak der beweging te beschouwen en deze beweging vond plaats, in volkomen overeenstemming met de andere proeven, bij plaathellingen van 45° — 46° .

De conclusie ligt dus voor de hand, dat wel vergroting (verhoging) van het lichaam verkleining van den wrijvingshoek meebrengt, echter slechts tot een zekere bij deze proeven bereikte hoogtegrens. Hierboven veroorzaakt vergroting der zandmassa slechts het uiteenvallen daarvan en het resterende deel levert weder dezelfde resultaten als de proeflichamen met de grenshoogte, waarbij uiteenvallen van het grondlichaam en afschuiving nagenoeg samenvielen.

Nader in te gaan op mogelijke verklaringen van deze beperkte afhankelijkheid van de grootte van het lichaam en den glijdingshoek zou te ver voeren, doch in verband met bovenstaande feiten mag aan de getallen, met de groote prisma's verkregen, waarde worden toegekend.

Het aanstampen ten slotte veroorzaakt een vergroting der

wrijving. Dit in rekening te brengen schijnt gevaarlijk, maar buitendien kunnen de hier bedoelde uitkomsten buiten beschouwing blijven, omdat invoering van een wrijvingshoek grooter dan het natuurlijk talud geen zin heeft.

Als wrijvingshoek tusschen een betonwand en zand in natuurlijke vochtigheidstoestand, kan dus. evenals voor het natuurlijk talud, 40° worden aangenomen. Is de constructie blootgesteld aan trillingen dan zal deze waarde niet hooger dan b.v. 30° zijn te stellen of $\frac{1}{3}$ van het natuurlijk talud, zooals ook door MÜLLER-BRESLAU wordt aangenomen.

§ 6. DE WRIJVINGSHOEK TUSSCHEN EEN BETONWAND EN ZAND ONDER WATER.

Tot het doen van proeven onder water werd de draaibaar opgestelde betonplaat geplaatst in de houten bak in § 4 beschreven, nadat het zand daaruit was verwijderd en deze bak bij H.W. was volgelopen.

De plaat werd in horizontalen toestand boven water geheschen, het met de hand aangeslagen zandlichaam (groot prisma) erop gebracht, waarna de plaat in denzelfden stand op twee onder water opgestelde jukken werd gestreken, om vervolgens langzaam onder helling te worden gebracht.

Hoewel een zeer nauwkeurige waarneming bij deze proeven door het water eenigszins werd belemmerd, kon toch worden geconstateerd, dat het zandlichaam als een geheel afgleed. Aangezien de uitkomsten weinig uiteenliepen werd met een reeks van 10 proeven volstaan.

Uitkomsten: hellingshoek grootste	waarde	$42^\circ,15'$
	kleinste	» $34^\circ,40'$
	gemiddelde	» $38^\circ,55'$

Onder water kan dus de wrijvingshoek van zand op een betonwand eveneens worden genomen gelijk aan den hoek van het natuurlijk talud.

Tot het nagaan van den invloed van trillingen werden geen proeven verricht.

§ 7. HET VERSCHIL IN WATERSTAND VÓÓR EN ACHTER GRONDKEERENDE CONSTRUCTIES.

Terwijl de grondkeeringen langs de Visschershaven aan de voorzijde den druk hebben te weerstaan van het, aan de tijwerking

onderworpen, havenwater, wordt de grondwaterstand aan de achterzijde beheerscht door het uit duinterrein toevloeiende grondwater. Bij geen der voorkomende constructies zijn maatregelen genomen om den waterstand vóór en achter de grondkeering zooveel mogelijk gelijk te houden.

Voor het bepalen van de uitwendige krachten op te berekenen constructies is het dus van belang den grondwaterstand te kennen, in de eerste plaats teneinde een gemiddelde lijn te kunnen aangeven, waarboven voor het natuurlijk talud de waarde voor vochtig zand en waaronder die voor nat zand is in te voeren.

Voor deze gemiddelde lijn werd tot dusverre de lijn van N.A.P. aangenomen.

Voorts is het noodig te weten welk verschil in waterstand vóór en achter de grondkeering kan optreden, een verschil, dat behalve van de doorlaatbaarheid van den grond, afhankelijk is van den aard der constructie.

Langs de havenoevers werden peilbuizen geplaatst en wel:

- 1^o. achter de betonsteigers langs de Z.W.zijde, welke gefundeerd zijn op 8 M. ÷ A.P.
- 2^o. achter een oeververdediging aan de Z.O.zijde der haven, samengesteld uit kleilaag, puin en steenzetting, reikende tot 0.80 M. ÷ A.P.
- 3^o. achter een dergelijke verdediging, doch zonder steenzetting langs de N.O.zijde der haven.
- 4^o. achter den kaaimuur van beton langs den N.O.oever, welke muur is gefundeerd op een betonplaat tusschen damwanden reikende tot 8.50 M. ÷ A.P.

Uit een reeks van waarnemingen bleek, dat achter den kaaimuur de waterstand nagenoeg constant was en onafhankelijk van den waterstand in den havenkom, terwijl bij laagaflopende getijden op een groot verschil in haven- en grondwaterstand moet worden gerekend. Van de waarnemingen verricht bij een drietal getijden is bij deze nota een grafische voorstelling overgelegd. (Zie fig. 5, 6 en 7) Voor den kaaimuur wordt bij een L.W. van 1.30 M. ÷ A.P. een verschil van 1.50 M. gevonden. Voor de laagste getijden (1.50 M. ÷ A.P.) zal dus een verschil van bijv. 1.75 M. zijn aan te nemen.

Bij alle andere boordvoorzieningen was vast te stellen, dat de grondwaterspiegel de waterbeweging in de haven wel eenigermate volgt, doch dat ook hier de uiterste standen een aanmerkelijk verschil aanwijzen.

Uit de *grafische voorstellingen* blijkt, dat dit voor de eenvoudige bekledingen evenzeer geldt als voor de betonsteigers. Zoo is op de grafiek vóór en achter de Z.O.steenzetting een drukverschil van 1.10 M. af te lezen, ondanks de doorlaatbaarheid van het zand en de geringe dikte der bekleding.

Uit de geheele reeks der waarnemingen is af te leiden, dat gerekend moet worden op een mogelijk verschil tusschen haven- en grondwaterstand van 1.75 M., tenzij maatregelen worden genomen om dit verschil te beperken.

§ 8. GETALSWAARDEN AANGENOMEN VOOR ONTWERPEN GRONDKEERINGEN.

Bij de berekening van ontwerpen voor den te maken betonsteiger zijn, in verband met het voorafgaande, de volgende getalswaarden gebruikt.

Gewicht van 1 M³. zand boven den grondwaterstand 1600 K.G.

Gewicht van 1 M³. zand onder den grondwaterstand aan de achterzijde van den muur 900 K.G.

Natuurlijk talud boven den grondwaterstand 40°.

Natuurlijk talud beneden den grondwaterstand 24°.

Wrijvingshoek tusschen beton en zand boven den grondwaterstand 30°.

Wrijvingshoek tusschen beton en zand beneden den grondwaterstand 18°.

De wrijvingshoek tusschen beton en zand voor den passieven gronddruk is genomen gelijk aan het natuurlijk talud. (of 24°).

Indien geen maatregelen zijn getroffen om het grondwater achter de grondkeering met het getij mee te laten afvloeien, is te rekenen met een laagsten stand van het buitenwater van 1.50 M. ÷ A.P. en met een hoogte van het grondwater bij dien stand van 0.25 + A.P.

Zijn wel maatregelen genomen, als hiervoor bedoeld, dan is aangenomen, dat het zand tot den gemiddelden grondwaterstand, waarvoor A.P. is gekozen, dermate waterhoudend blijft, dat natuur-

Grafiek I.

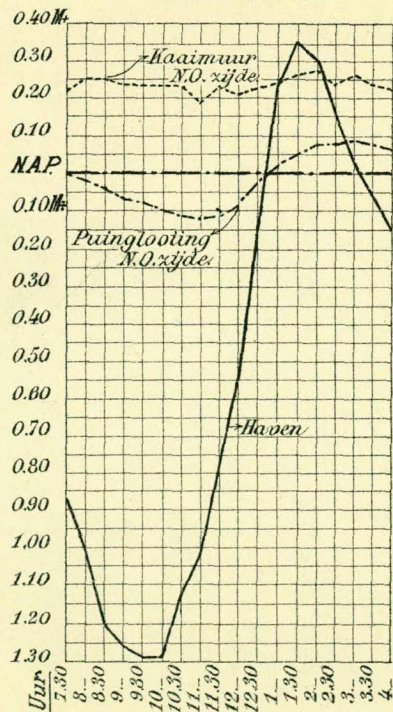


Fig. 5.

Grafiek II.

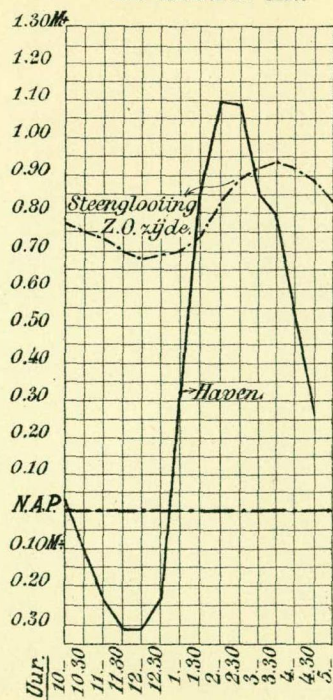


Fig. 6.

Grafiek III.

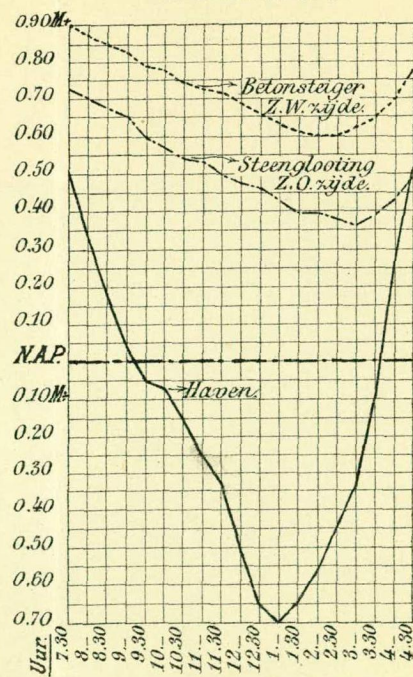
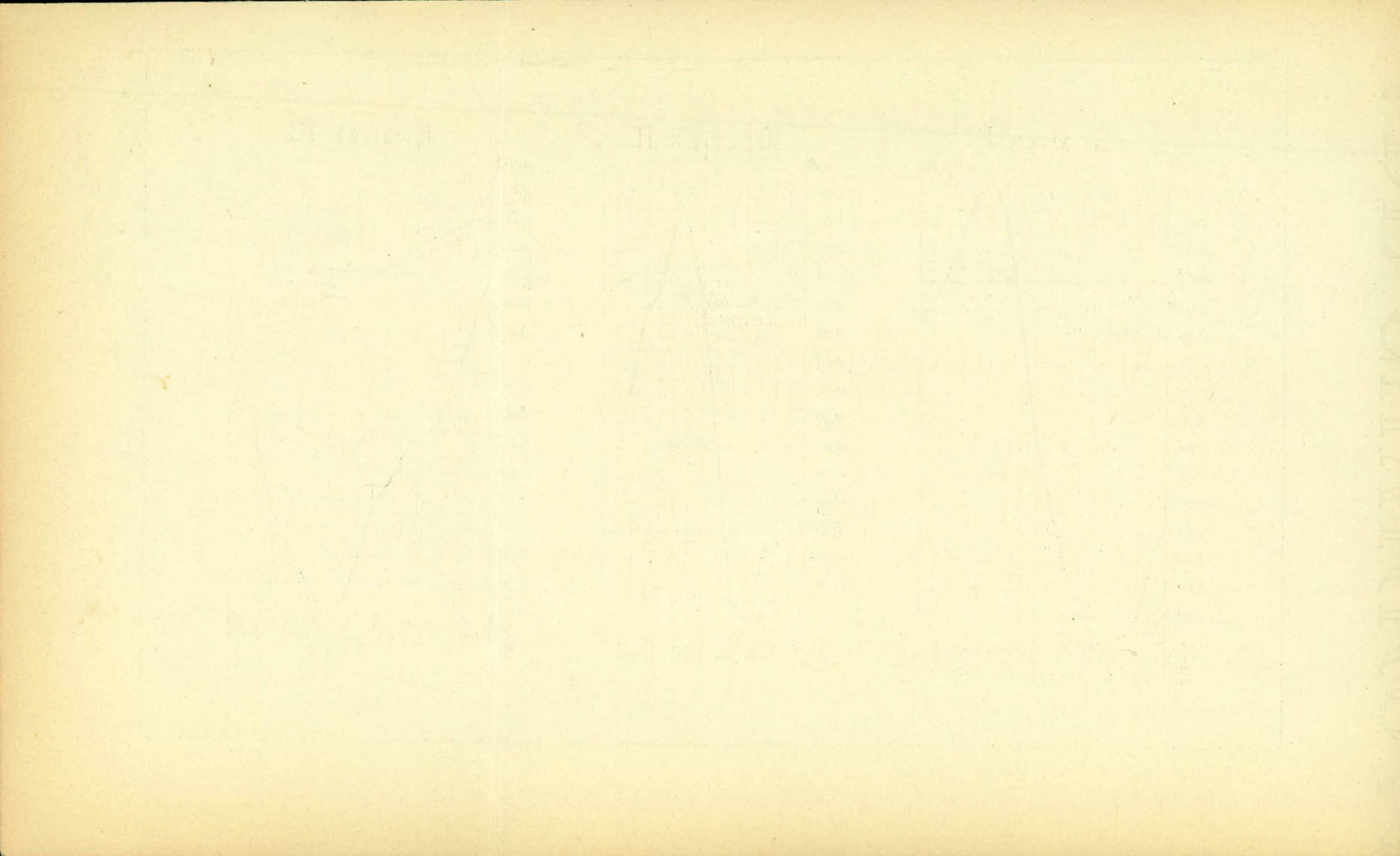


Fig. 7.



lijk talud en wrijvingshoek zijn als die voor nat zand, alsmede dat het gewicht van 1 M³. nat zand tusschen gemiddelden grondwaterstand en laagsten buitenwaterstand bedraagt 1900 K.G.

§ 9. TOEPASSING VAN VERSCHILLENDE GETALSWAARDEN OP UITGEVOERDE CONSTRUCTIES.

Van de nieuwe vischhal wordt de grondaanvulling achter den vloer op palen gekeerd door een damwand van ongeveer 6 M. lengte.

Bij de berekening van dezen damwand is aangehouden voor natuurlijk talud boven het grondwater 43° en voor natuurlijk talud beneden het grondwater 30°, echter is geen wrijving aangenomen tusschen grond en damwand: overigens zijn de getalswaarden gebruikt, die in de vorige § zijn gegeven.

Aangezien de schoorpalen onder den draagvloer slechts schorend kunnen werken wanneer zij bovenbelasting hebben, moest bij de aanaarding van den damwand tijdens het optrekken van het halgebouw met groote omzichtigheid te werk gegaan worden. Naarmate meer ondervinding werd opgedaan, werd de aanaarding als regel voortgezet, zoover zulks volgens de uitkomst der berekeningen mocht worden toegelaten.

Teneinde voor onaangename verrassingen gevrijwaard te zijn, werden de verbindingen der damplanken onderling, alsmede die met den draagvloer, waar zettingen zich het eerst konden openbaren, voortdurend gecontroleerd zonder dat ooit eenig spoor van werking werd ontdekt.

Hierbij is in aanmerking te nemen, dat de hoogte van den damwand beperkt is, terwijl zich ongeveer de helft der lengte boven den gemiddelden waterstand bevindt, zoodat de invloed van eventuele cohaesie in de aanvullingsgrond zeer groot is.

Toch pleit de betrouwbaarheid van dezen damwand voor de in § 8 vermelde getalswaarden, waarvan vooral die voor zand onder water aanmerkelijk minder gunstig zijn.

Voorts is de stabiliteit van den kaaimuur voor de bestaande vischhallen nagerekend met behulp der in § 8 aangenomen getalswaarden, aangezien aan de stabiliteit van dezen muur wel eens getwijfeld is.

De berekening werd uitgevoerd zonder bovenbelasting aan te nemen en met eene bovenbelasting van 1000 K.G./M².

In het eerste geval bleef de resultante van den gronddruk slechts 20 cM. uit den teen van den muur, in het tweede geval viel de resultante zelfs iets buiten den teen. In beide gevallen maakt de resultante een hoek van minder dan 60° met den horizon.

Hoewel het evenwicht van den muur zelfs onder deze omstandigheden wel verzekerd zou zijn, dank zij den invloed van de tusschen damwanden opgesloten betonlaag, die onder den muur is aangebracht, zoo zou toch bij het ontwerpen aan den muur een zwaarder profiel gegeven zijn, indien de thans gebruikte getalswaarden bij de berekening waren aangenomen.

Bij de aanneming van een nog flauweren wrijvingshoek van zand onder water, zou men voor de resultante eene waarde en eene richting krijgen waarbij de muur volgens de berekening niet zou kunnen blijven staan.

Bij de berekening van het ontwerp voor dien muur is deze beschouwd als staande in den droge, waarbij een natuurlijk talud van het zand is aangenomen van 30° .

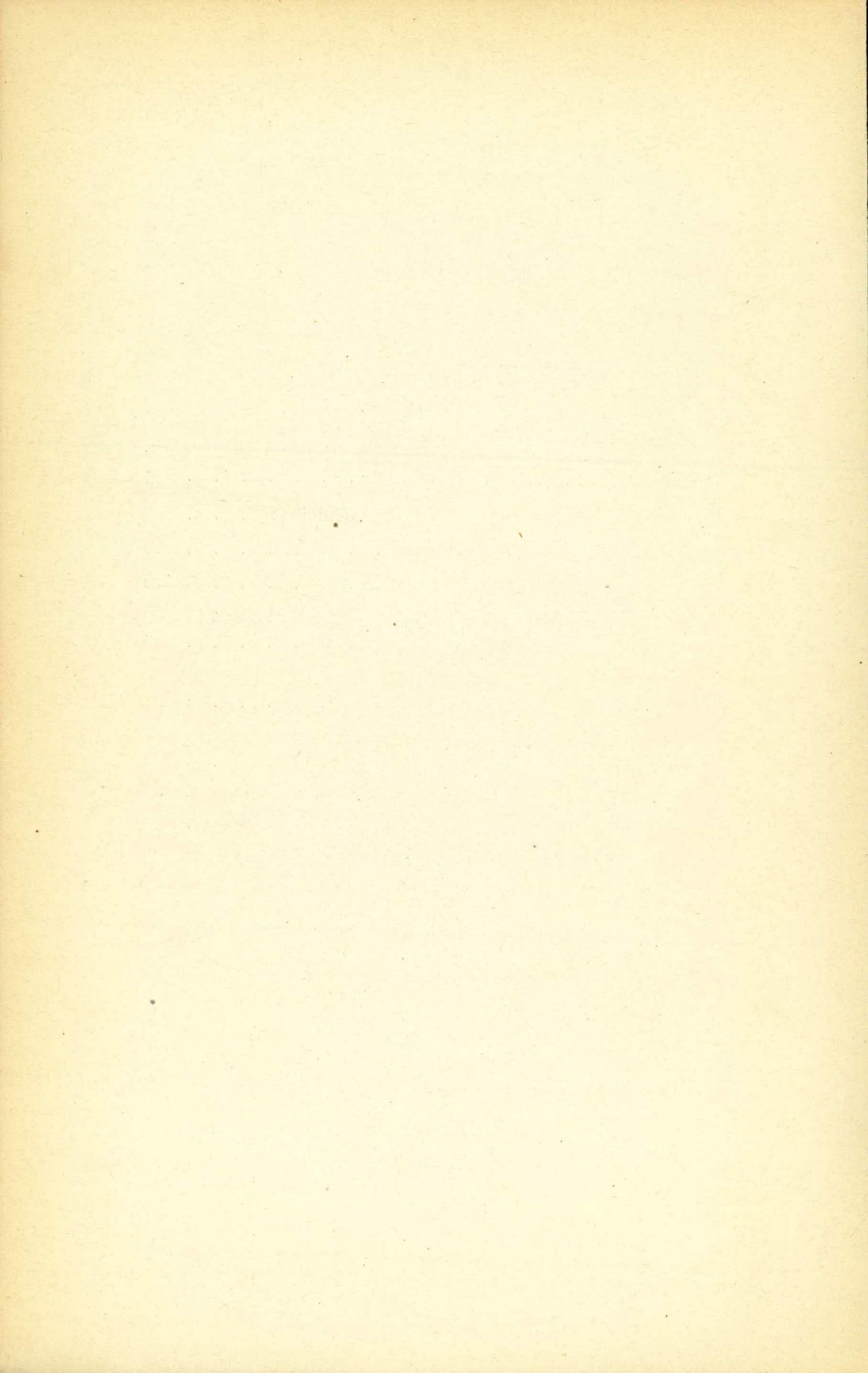
Uit het voorafgaande mag de gevolgtrekking worden gemaakt, dat de voor zand onder water gekozen getalswaarden aan den veiligen kant zijn, hoewel de uit proeven verkregen gegevens weinig licht verschaffen.

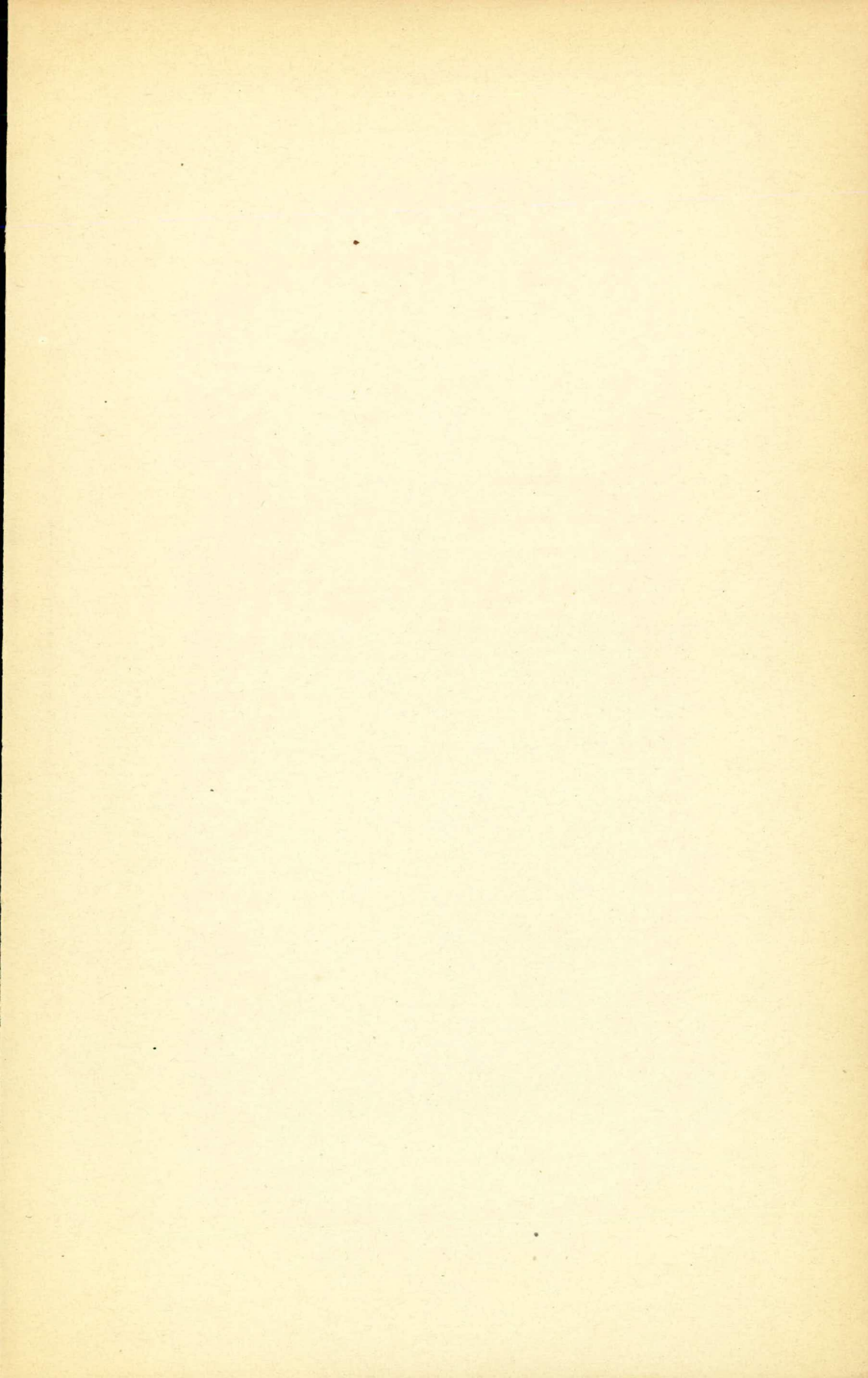
Ijmuiden, Maart 1915.

J. J. CANTER CREMERS.

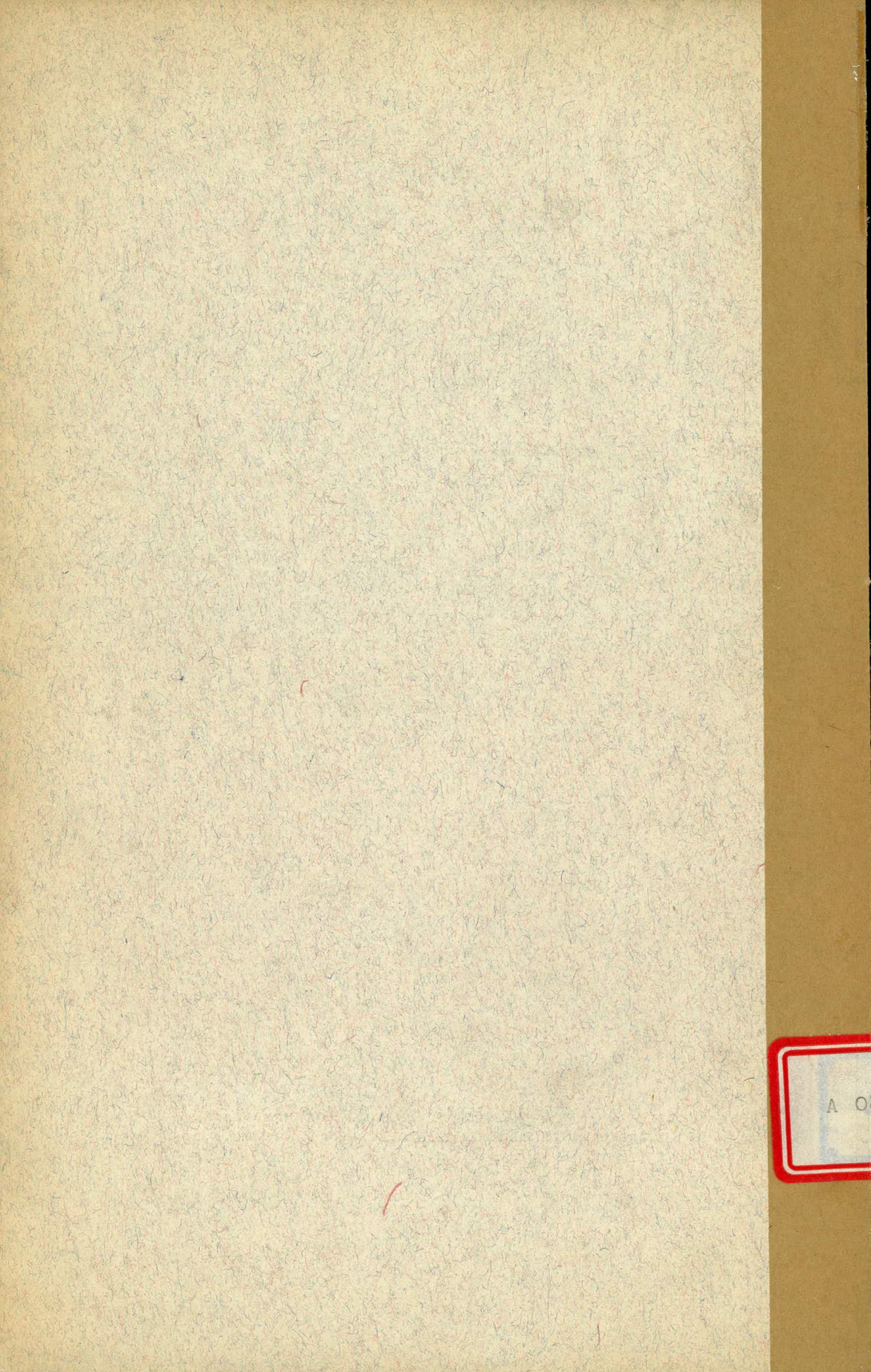
INHOUD.

	Bladz.
§ 1. Inleiding	3
§ 2. Het soortgelijk gewicht en de holte-coëfficiënt	7
§ 3. Het natuurlijk talud in den droge	10
§ 4. Het natuurlijk talud onder water	12
§ 5. De wrijvingshoek tusschen een betonwand en zand in natuurlijken vochtigheidstoestand	18
§ 6. De wrijvingshoek tusschen een betonwand en zand onder water	24
§ 7. Het verschil in waterstand vóór en achter grondkeerende constructies	24
§ 8. Getalswaarden, aangenomen voor ontworpen grond- keeringen	26
§ 9. Toepassing van verschillende getalswaarden op uitgevoerde constructies	27





VERKRIJGBAAR BIJ DE FIRMA GEBRS. VAN CLEEF, BOEKHANDELAAR,
SPUI 28 TE 'S-GRAVENHAGE, TEGEN BETALING VAN f 0.50.



A O