

Onderzoek mijnsteenkadens
op het werkeiland
Noordland
S-78.023

maart 1985

ing. S. Daha
ir. E.H. Ebbens
R.J.G. van Etten
J. Venema

Inhoud

1. INLEIDING
 - 1.1. Aanleiding tot het onderzoek
 - 1.2. Probleemstelling
 - 1.3. Samenvatting

2. GEGEVENS BETREFFENDE DE MIJNSTEENKADEN
 - 2.1. Algemene informatie over mijnsteen
 - 2.1.2. Algemene karakterisering van mijnsteen
 - 2.1.2. Soorten mijnsteen
 - 2.1.3. Korrelverdeling en korrelvorm
 - 2.1.4. Verwerking van mijnsteen
 - 2.1.5. Dichtheid en wateropneming
 - 2.2. Herkomst en aard van het onderhavige materiaal
 - 2.2.1. Geleverde hoeveelheden
 - 2.2.2. Eisen gesteld aan de kwaliteit
 - 2.2.3. Laadplaatsen en/of mijnen
 - 2.2.4. Wijze van vervoer en vervoermiddelen
 - 2.2.5. Wijze van opslag (depots)
 - 2.2.6. Het keuren van de aangevoerde mijnsteen
 - 2.2.7. Overzicht aangevoerde mijnsteen
 - 2.3. De aanleg van de kaden
 - 2.3.1. Bestek en tijdvak van aanleg
 - 2.3.2. Doorsnede en opbouw ringdijk westzijde
 - 2.3.3. Doorsnede en opbouw ringdijk oostzijde
 - 2.4. Samenvatting gegevens mijnsteen
 - 2.4.1. Bestek en tijdvak van functioneren
 - 2.4.2. Aard van het materiaal
 - 2.4.3. Wijze van transport en opslag
 - 2.4.4. Keuren van het onderhavige materiaal
 - 2.4.5. Wijze van verwerken of aanbrengen
 - 2.5. Hydraulische en morfologische omstandigheden
 - 2.5.1. Waterstanden
 - 2.5.2. Slibgehalte oppervlaktewater

- 3. UITGEVOERDE METINGEN EN WAARNEMINGEN
- 3.1. De waterstandsmetingen met peilbuizen
- 3.1.1. De gebruikte peilbuizen
- 3.1.2. De diepte van de peilbuisfilters
- 3.1.3. Het plaatsen van de peilbuizen
- 3.1.3.1. De westelijke ringdijk
- 3.1.3.2. De oostelijke ringdijk
- 3.1.3.3. Herstel van de bekleding ter plaatse van de peilbuizen
- 3.1.4. Het functioneren van de geplaatste peilbuizen
- 3.1.5. Conditie van de peilbuisfilters na het trekken
- 3.1.6. Uitgevoerde metingen
- 3.2. Infiltratieproeven
- 3.3. Zand- en mijnsteenmonsters
- 3.3.1. Zandmonsters
- 3.3.1.1. Korrelverdeling
- 3.3.1.2. Doorlatendheden van de zandmonsters
- 3.3.1.3. Dichtheid en verdichtingsgraad van het zandlichaam
- 3.3.2. Mijnsteenmonsters
- 3.3.2.1. Onderzoek Wegbouwkundige Dienst
- 3.3.2.2. Onderzoek Laboratorium voor Grondmechanica
- 3.4. Fotografische waarnemingen
- 3.5. Visuele waarnemingen

- 4. INTERPRETATIE VAN DE WAARNEMINGEN
- 4.1. Verandering mijnsteen vanaf de aanleg
- 4.1.1. Verfijning van de mijnsteen door vergruizing
- 4.1.2. Indringen van zand en slib
- 4.2. De structuur en homogeniteit van de kaden
- 4.3. De doorlatendheid van de kaden
- 4.3.1. Het principe van de bepaling van de doorlatendheid uit peilbuiswaarnemingen
- 4.3.2. Beschouwing gemeten respons en hieruit afgeleide k-waarden

- 5. SAMENVATTENDE CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN
- 5.1. De doorlatendheid van de materialen op Noordland
 - 5.1.1. De doorlatendheid van het zand
 - 5.1.2. De doorlatendheid van de mijnsteen
 - 5.1.3. De doorlatendheid van de bekleding van
Haringmanblokken
- 5.2. De afname van de doorlatendheid van de mijnsteen op
Noordland
- 5.3. De doorlatendheid van mijnsteen elders bij gebruik
als funderingslaag en/of teenconstructie
- 5.4. Aanbevelingen

Literatuurlijst

Bijlagenlijst

Lijst van foto's.

1. INLEIDING

1.1. Aanleiding tot het onderzoek

Mijnsteen is en wordt veelvuldig bij waterkeringen toegepast als onderdeel van een open teenconstructie, waarbij deze bij de aanleg als perskade fungeert, en tevens als onderlaag van glooiingsconstructies.

Bijna altijd wordt mijnsteen toegepast in combinatie met een uit zand bestaande kern. De onder 1.2. uitgewerkte probleemstelling heeft dan ook vooral betrekking op deze toepassing.

Bij werkgroep 4 "Dijkbekledingen" van de Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen (TAW) zijn vragen gerezen over de waterdoorlatendheid van mijnsteen op langere termijn in verband met mogelijke verwerking of indringing van zand (1).

Hierop wordt onder 1.2. nader ingegaan.

In het voorjaar van 1982 werd bekend, dat bij het werkeiland Noordland in de Oosterscheldemond er, na het gereedkomen van de aldaar te bouwen sluis aan de west- en oostzijde de tijdelijke waterkeringen, inclusief de aanwezige mijnsteenkaden zouden worden opgeruimd (bijlagen 1 t/m 3).

Besloten werd hierop in te spelen door vóór en tijdens het weggraven van de mijnsteen de gesteldheid hiervan te onderzoeken.

De realisering van dit onderzoek was echter verre van gemakkelijk. De benodigde mankracht was in feite niet beschikbaar, er was weinig ervaring met een dergelijk onderzoek en het was noodzakelijk om het onderzoeksprogramma flexibel te houden ten opzichte van de uitvoering van de werkzaamheden rondom de bouwput van de sluis. Uiteraard mochten deze werkzaamheden niet gehinderd worden door het onderzoek.

Dank zij de medewerking van respectievelijk de Deltadienst, door het beschikbaar stellen van materieel en het zoveel mogelijk rekening houden met het onderzoek, de Wegbouwkundige Dienst door het uitvoeren van onderzoek aan de mijnsteen en het verschaffen van achtergrondinformatie, en de directie Bruggen, door het beschikbaar stellen van mankracht, kon dit onderzoek toch uitgevoerd worden.

1.2. Probleemstelling

Bij de aanwezigheid van mijnsteen in de teen van de dijk is de bepaling van de grondwaterstand in de dijk ten gevolge van de getijbeweging en neerslag niet eenvoudig en onzeker mede door gebrek aan kennis over de doorlatendheid van de mijnsteen in situ.

Dit is echter wel van groot belang in verband met de dimensionering van de bekleding op overdrukken en de eventuele verweking van de ondergrond bij golfklappen samengaan met een hoge grondwaterstand.

Ten gevolge van de bestaande onzekerheid over de optredende grondwaterstand wordt in de praktijk bij de dimensionering van de bekleding op overdrukken uitgegaan van de meest ongunstige verhouding tussen de doorlatendheden van de mijnsteen en het achterliggende zandpakket.

De dimensionering van de bekleding op golfklappen vindt in de praktijk niet of op summiere wijze plaats. Uit het recent onder begeleiding van werkgroep 4 van de TAW uitgevoerde onderzoek naar het effect van golfklappen (2) blijkt dat een ondergrond van nat zand kan leiden tot verweking en stabiliteitsverlies.

Op grond van het voorgaande kan gesteld worden dat nader inzicht in de doorlatendheid van de mijnsteen gewenst is om overdimensionering ten opzichte van overdrukken te voorkomen en om gevaar van verweking onder invloed van golfklappen te onderkennen.

Indien de mijnsteenkade zeer doorlatend is ten opzichte van de achterliggende zandkern zal het gevaar voor overdrukken onder de bekleding veelal minder zijn maar zal de grondwaterstand in de zandkern hoger kunnen zijn en het gevaar voor verweking kunnen vergroten.

Indien de mijnsteenkade zeer ondoorlatend is zal het gevaar voor overdrukken en verweking kunnen worden veroorzaakt door in de kern geaccumuleerd water afkomstig van golfoploop en neerslag.

Bij veel dijkconstructies is het doorlatend blijven van de mijnsteen een voorwaarde voor het goed functioneren.

Uit ervaringen opgedaan bij de toepassing van mijnsteen en vastgelegd in een rapport van werkgroep I voor keuring van bouwstoffen voor de waterbouw (3) blijkt dat bij aanleg de in Nederland toegepaste mijnsteen voldoende doorlatend is om als perskade dienst te doen.

Gesteld wordt verder in dit rapport dat ook na de overwegend in de zone boven laagwater optredende verwerking de doorlatendheid afneemt maar groter blijft dan die van zand.

Bij berijden vooral bij nat weer kunnen door verkneding ondoorlatende lagen ontstaan.

Verwerking kan mogelijk leiden tot enige zetting.

Tenslotte wordt gesteld dat niet bekend is in hoeverre interne erosie plaatsvindt en hoe dit de doorlatendheid beïnvloed. Wel zou onverknede mijnsteen gunstiger zijn omdat daar weinig zeer fijne deeltjes in voorkomen.

De probleemstelling van het mijnsteenonderzoek van werkgroep 4 in het algemeen kan uitgaande van het voorgaande, als volgt worden samengevat:

1. Leidt de boven laagwater optredende verwerking van mijnsteen tot een doorlatendheid kleiner dan van zand?
2. Kan de verwerking van de mijnsteen tot en met de definitieve profilering in de dijk leiden tot ondoorlatendheid ten gevolge van verkneding hetzij direct, hetzij indirect

doordat de ontstane fijne deeltjes door interne erosie accumuleren en tot verstopping leiden?

3. Kan de doorlatendheid van de mijnsteen verminderen door indringing van slib of zand via water uit zee of uit de kern van de dijk?

Volgens het eerder genoemde rapport van werkgroep I voor keuring van bouwstoffen voor de waterbouw (3) zou de onder 1 gestelde vraag ontkennend kunnen worden beantwoord. Echter verwerking zou natuurlijk wel het onder 2 en 3 genoemde effect kunnen verergeren.

Een bijkomend aspect is nog dat de verwerking het sterkst zal zijn aan de buitenzijde van het talud van de mijnsteen, juist daar waar kans op verstopping door indringing van zand en slib of door interne erosie bestaat.

De in het voorgaande geformuleerde probleemstelling is min of meer van toepassing op het onderzoek uitgevoerd op het werkeiland Noordland.

Tevens kan dit onderzoek als een soort proefonderzoek gezien worden dat kan leiden tot een betere aanpak van toekomstig onderzoek.

1.3. Samenvatting

Ten behoeve van werkgroep 4 "Dijkbekleding" van de Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen is in 1982 een onderzoek uitgevoerd naar de gesteldheid van de mijnsteen-kaden op het werkeiland Noordland. Doordat deze in 1973 en 1974 aangelegde kaden opgeruimd moesten worden werd dit onderzoek mogelijk.

Er zijn peilbuiswaarnemingen verricht, infiltratieproeven uitgevoerd, (stereo-)foto's gemaakt en monsters van zowel mijnsteen als zand onderzocht.

Geconcludeerd is dat de doorlatendheid van de mijnsteen significant hoger was dan van het aanwezige zand in de kern van de dijk en dat de doorlatendheid naar alle waarschijnlijkheid niet sterk meer zou zijn afgenomen in de tijd.

Verder is een relatief geringe doorlatendheid geconstateerd van de bekleding van Haringmanblokken. Wellicht mede hierdoor is er geen aantoonbare hoeveelheid zeeslib in de mijnsteen doorgedrongen. Er wordt nader ingegaan op onder andere de invloed van de verwerking en de gebruiksomstandigheden op de korrelgrootteverdeling van de mijnsteen.

2. GEGEVENS BETREFFENDE DE MIJNSTEENKADEN

2.1. Algemene informatie over mijnsteen

In dit subhoofdstuk wordt enige algemene informatie omtrent de in Nederland gebruikte mijnsteen gegeven. Deze gegevens zijn ontleend aan het rapport "De toepasbaarheid van mijn-

steen in de waterbouw". Derde versie, december 1980. WKE-R-78156 (3).

2.1.1. Algemene karakterisering van mijnsteen

Mijnsteen komt vrij bij de winning van steenkool. Lagen steenkool, ingebed in lagen kleischalie en afgewisseld met lagen zandsteen treft men in Noordwest-Europa in het Boven-Carboon aan.

Onder grote druk zijn veenlagen omgevormd tot steenkool en zand en klei tot zandsteen en kleischalie.

Na scheiding van de steenkool in de kolenmijnen blijft mijnsteen als afval over.

Mijnsteen bestaat voor het grootste deel uit kleischalie. Afhankelijk van de mate van consolidatie kan de kleischalie worden onderscheiden in kleisteen en de vastere leisteen. Het grootste gedeelte van de kleischalie bestaat echter uit kleisteen, terwijl de overgang naar de leisteen niet scherp is. Bovendien is (kolen) leisteen minder stabiel dan de steensoort die buiten de mijnsteen als leisteen bekend is. De kleischalie in de mijnsteen wordt veelal met kleisteen aangeduid.

Kleisteen heeft een licht- tot donkergrijze kleur.

Het is een zwak gesteente dat aan de lucht blootgesteld in het algemeen gemakkelijk desintegreert tot kleine plaatvormige fragmenten.

De mate waarin en de snelheid waarmee dit gebeurt hangt af van de mate van consolidatie. Het materiaal valt niet verder uiteen dan deeltjes waarvan de zeefmaat groter dan 2 mm is. Dit komt doordat door de grote druk waarmee klei tot kleisteen is gevormd de waterhuidjes zijn verdwenen en daarmee ook de klei-eigenschappen, zoals plasticiteit, krimp- en zwelvermogen.

2.1.2. Soorten mijnsteen

Naar winning en herkomst kunnen vijf soorten mijnsteen onderscheiden worden:

1. Mijnsteen die vrij komt bij het maken van schachten, hoofd- en luchtsteengangen. Hierbij komt voornamelijk kwalitatief goede zandsteen vrij en daarnaast meer of minder kleisteen.
De grofheid van het materiaal varieert sterk: van gruis tot blokken van meer dan 1 ton.
2. Mijnsteen die vrij komt door een droge scheiding van steenkool en mijnsteen.
De scheiding vindt plaats door breken en zeven; omdat steenkool gemakkelijker vergruist dan mijnsteen resteert in de grove mijnsteen praktisch geen steenkool meer.

De grove relatief droge mijnsteen wordt doorgaans na eventueel verder breken bij de wassteen gevoegd.

3. Wassteen (Waschberge), die vrij komt door scheiding van de steenkool door een nat proces waarbij gebruik wordt gemaakt van de lagere dichtheid van steenkool ten opzichte van mijnsteen.

Men onderscheidt fijne wassteen (Feinwaschberge) en grove wassteen (Grobwaschberge).

De grove wassteen bestaat uit mijnsteen waaruit vóór het natte scheidingsproces de fijnste fractie verwijderd is met behulp van zeven met openingen van 10 tot 12 mm en waaruit door breken of zeven op 80 tot 150 mm de grofste fractie geëlimineerd is.

Soms wordt de fijne wassteen weer bij de grove wassteen gevoegd.

Meestal wordt de fijne wassteen weer teruggevoerd in de mijn voor het opvullen van mijngangen e.d.

De fijne wassteen wordt ook wel gemengd met steenkool aan electriciteitscentrales geleverd of als grondstof voor porisosteel gebruikt, omdat dit materiaal een hoge verbrandingswarmte oplevert.

De grove wassteen waaraan de droge mijnsteen en eventueel de fijne wassteen is toegevoegd wordt als ongesorteerde mijnsteen aangeboden als materiaal voor ophogingen en voor waterbouwkundige doeleinden.

Na afzeving van de fijne fractie wordt het materiaal als gesorteerde mijnsteen aangeboden.

4. Mijnsteen van bestaande steenbergen (Haldenberge).
Mijnsteen van deze bergen kan sterk variëren qua grofheid en verontreiniging door hout, machinedelen, papier en ander afval.

Het materiaal is aan de buitenzijde van de berg verweerd. Dit is min of meer in de berg ook het geval, omdat de berg geleidelijk is opgebouwd.

Voor ophoging kan dit materiaal zeker toegepast worden.

Na afzeving van een fijne fractie wordt het materiaal als gesorteerde mijnsteen aangeboden.

5. Gebrande mijnsteen (Gebrannte Berge).

Door de steenbergen te laten branden ontstaat rode of gebrande mijnsteen.

Gebrande of rode mijnsteen is bestendiger en sterker dan ongebrande of zwarte mijnsteen.

De kwaliteit hangt af van het gehalte ongebrande mijnsteen en de kwaliteit van het oorspronkelijke materiaal.

Rode mijnsteen wordt toegepast als funderingsmateriaal voor wegen, als afdek- en verhardingsmateriaal (middenbermen van wegen, wandelpaden etc.).

Voor de waterbouw zijn vooral de gesorteerde en ongesorteerde mijnsteen direct geleverd van de mijnen van belang.

Deze materialen zijn tot nu toe in grote hoeveelheden voor waterbouwkundige doeleinden verwerkt. Ongesorteerde en gesorteerde mijnsteen worden momenteel voor het grootste deel geleverd door kolenmijnen in het Duitse Ruhrgebied.

2.1.3. Korrelverdeling en korrelvorm

Zowel bij de kolenmijnen als na aanvoer van scheepsladingen mijnsteen zijn grote aantallen monsters onderzocht op korrelverdeling.

Bij de bedrijven zijn deze monsters zoveel mogelijk van transportbanden genomen, die het juist gezeefde of vrijkomend materiaal naar silo's transporteerden.

Waar dit niet mogelijk was, zijn de monsters uit de silo's of uit verse depots genomen.

Uit een vergelijking van de korrelverdeling, die zowel bij de bedrijven gemeten waren als na aanvoer van de mijnsteen op het werk bleek, dat na aanvoer de mijnsteen aanzienlijk was verfijnd.

Bij gesorteerde mijnsteen was de zeefrest op de zeef, die het dichtst bij de D₅₀ lag, met 10 tot 20% afgenomen.

Bij ongesorteerde mijnsteen was dit ongeveer 5%.

De volgende oorzaken hiervan kunnen worden genoemd:

- a) Verbrijzeling van de mijnsteen door het storten in silo's, nadat de mijnsteen gezeefd of vrijgekomen is;
- b) Verbrijzeling bij het laden en lossen van vrachtauto's of treinwagons, die het materiaal naar laadplaatsen van schepen transporteren;
- c) Verbrijzeling bij het laden van het schip;
- d) Verwering in eventuele depots voor de verlading en tijdens het transport per schip, en in depots op het werk waar dit t.z.t. verwerkt zal worden.

Omdat per mijn de bestandheid tegen verwering en verbrijzeling varieert en omdat ook de factoren die de verbrijzeling bepalen verschillen, kan slechts door keuring na aanvoer een goede indruk van de korrelverdelingen verkregen worden.

De keuringen bij de bedrijven zelf zou erg arbeidsintensief en kostbaar zijn, omdat bij één leverantie veelal verschillende bedrijven betrokken zijn.

2.1.4. Verwering van mijnsteen

Kleisteel valt meer of minder uiteen afhankelijk van condities waaraan het is blootgesteld.

Achtereenvolgens worden de volgende omstandigheden beschouwd:

- a) Atmosferische omstandigheden;
- b) Omstandigheden diep in de ophogingen;
- c) Conditie onder water.

Kleisteel onderworpen aan de atmosferische omstandigheden

valt snel uiteen. De verwerking vindt in eerste instantie plaats door het splijten van het materiaal langs de verkoolde veenbandjes in de mijnsteen.

Hierbij spelen uitdroging en bevochtiging een rol.

In de literatuur wordt verondersteld, dat ook oxydatie van ijzer langs de verkoolde veenbandjes een rol kan spelen.

Vochtige mijnsteen is niet bestand tegen vorst- en dooiwisselingen.

Bij verwerking ontstaan plaatvormige deeltjes waarvan de zeefmat voornamelijk groter is dan 2 mm.

Door het Rijkswegenlaboratorium is een onderzoek verricht naar de snelheid waarmee mijnsteen uiteen valt en de mate van verfijning.

Het betreft hier een lange- en korte duurproef van ongeveer 5 kg kleisteen.

Uit het onderzoek is het volgende vastgesteld:

Bij een geringer fijnheidsgetal dan 7,5 is de mijnsteen zeer sterk gevoelig voor verwerking. Een fijnheidsgetal tussen 7,5 en 8,25 geeft aan, dat deze gevoeligheid sterk is. Bij een fijnheidsgetal tussen 8,25 en 9,0 (de theoretisch maximale waarde) is de mijnsteen relatief matig gevoelig voor verwerking.

De gevoeligheid voor verwerking van mijnsteen uit het Ruhrgebied neemt globaal van west naar oost af.

Op basis van de beoordeling van steenberggen door mijndeskundigen en door bedrijven die mijnsteen uit steenberggen verwerken wordt geconcludeerd dat mijnsteen, die dieper dan 0,5 m tot enkele meters onder het oppervlak van een ophoging ligt, niet verweert.

Dit zou overeenstemmen met het feit dat verwerking van mijnsteen geheel of hoofdzakelijk een fysisch proces is, dat afhankelijk is van variaties van het vochtgehalte en de temperatuur. Deze variaties nemen of naarmate de mijnsteen zich dieper in een ophoging bevindt.

Of mijnsteen onder zeewater wel of niet desintegreert is door het Rijkswegenbouwlaboratorium onderzocht door het gedrag van mijnsteen gedurende een verblijf van 2 jaar onder zeewater te bestuderen.

Hieruit volgde, dat ongedroogde mijnsteen onder water niet uiteen valt. Het is te verwachten dat mijnsteen, die tijdens transport of verblijf in een depot vóór het onder water brengen enige uitdroging heeft ondergaan, onder water snel tot een bepaalde mate uiteen valt.

Verdere desintegratie treedt daarna echter hoogstwaarschijnlijk niet op.

Op basis van mineralogisch-chemische overwegingen wordt verwacht dat chemische verwerking in zoutwater optreedt, indien de mijnsteen grotendeels uit montmorilloniet bestaat. De mijnsteen zou dan snel tot slappe klei degenereren.

Indien mijnsteen voornamelijk uit illiet bestaat, dan wordt verondersteld, dat de chemische verwerking gering is.

Uit een mineralogische analyse van enkele monsters mijnsteen uit Zuid-Limburg blijkt, dat de kleisteen voornamelijk il-

liet en een geringe hoeveelheid kaoliniet bevat, maar praktisch geen montmorilloniet.

Omdat de mijnsteen uit Duitsland (Ruhrgebied) en België (Zolder) uit dezelfde formatie afkomstig is lijkt de veronderstelling gerechtvaardigd dat ook deze mijnsteen praktisch geen montmorilloniet bevat en daarom in zout water niet wordt aangetast.

Dit is bevestigd door het geconstateerde behoud van kwaliteit van de mijnsteen na het eerder genoemde verblijf van 2 jaar onder zeewater.

2.1.5. Dichtheid en wateropneming

Van stukken mijnsteen van diverse herkomsten zijn de dichtheid en wateropneming na verblijf van 2 etmalen onder water bij atmosferische druk gemeten.

De mijnsteen van de mijnen Zollverein, Nordstern, Friedrich der Grosse en Osterfeld heeft een dichtheid van ongeveer 2,6 t/m³ en een wateropneming van 1 tot 2%.

Mijnsteen van Walsum heeft een dichtheid van ongeveer 2,45 t/m³ en een wateropneming van 3%.

Mijnsteen van de steenbergen Oranje Nassau I en III in Limburg heeft een dichtheid van 2,4 tot 2,5 t/m³ en een wateropneming van 2 tot 4%.

De dichtheden zijn bepaald van stukken kleisteen.

De aanwezigheid van kool verlaagt de gemiddelde dichtheid enigszins.

In 1978 werd een onderzoek uitgevoerd naar de dichtheid van onder water gestorte mijnsteen 10/125 mm. Hieruit volgt, wanneer mijnsteen met een kraan wordt gelost en onder water wordt gestort, dat de dichtheid onder water ongeveer 1,55 t/m³ is.

De dichtheid is hierbij gedefinieerd als de massa vochtige mijnsteen, die nodig is om onder water gestort een volume van 1 m³ in te nemen.

Het vochtgehalte van aangevoerde mijnsteen 10/125 mm bedraagt enkele procenten.

De dichtheid van losgestorte of verdichte mijnsteen hangt sterk af van de grofheid en de gradering. Naarmate de grofheid toeneemt, neemt de dichtheid toe bij een gelijk blijvende gradering.

De dichtheid kan op conventionele wijze moeilijk of niet worden gemeten, omdat grove steenstukken in mijnsteen voorkomen.

Voor goed gegradeerd materiaal door zeef C22,4 zijn proctordichtheden gemeten van 1,85 tot 1,96 t/m³ bij optimum vochtgehaltes tussen 8 en 10%.

De Bast-Empfehlung 9 (Duitse richtlijn) geeft aan, dat ongesorteerde mijnsteen zeer goed verdicht is, wanneer het poriëngehalte lager is dan 18-22%, hetgeen overeenkomt met een droge dichtheid van 2,1 tot 2,0 t/m³.

De verdichtbaarheid van mijnsteen is sterk afhankelijk van het vochtgehalte.

Indien het vochtgehalte van ongesorteerde mijnsteen uit steenberggen door neerslag enige procenten toeneemt, bestaat er een grote kans dat het optimum vochtgehalte wordt overschreden wat leidt tot onverdichtbaarheid en onbegaanbaarheid.

2.2. Herkomst en aard van het onderhavige materiaal

De hieronder genoemde hoeveelheden, laadplaatsen etc. zijn ontleend aan archiefstukken van de Deltadienst Zierikzee, dankzij de medewerking van mw. C. den Boer, afd. Archiefzaken en de heren C.J. den Oude en P. de Waal, Afd. Bestekken, Begrotingen en Uitvoeringen.

2.2.1. Geleverde hoeveelheden

Ten behoeve van de uitvoering van de Deltawerken, zou in de periode van 1968 tot 1970 volgens overeenkomst nr. DED-1107 in totaal 1.200.000 ton Duitse mijnsteen geleverd worden. De aanvoer zou aangepast geleverd worden aan de in uitvoering te nemen werken.

De benodigde mijnsteen had als volgt geleverd moeten worden:

Object	1968:	1969:	1970:
Afdamming Haringvliet	70.000 ton	150.000 ton	150.000 ton
Afdamming Brouwershavensche Gat	---	100.000 ton	50.000 ton
Afdamming Oosterschelde	100.000 ton	150.000 ton	200.000 ton
	<u>170.000 ton</u>	<u>400.000 ton</u>	<u>400.000 ton</u>
	=====	=====	=====
	970.000 ton.		
	=====		

In 1968 had volgens de overeenkomst ongeveer 100.000 ton mijnsteen uit Limburg (Staatsmijnen) geleverd moeten worden. Het is echter uit de aanvoergegevens niet te achterhalen of deze daadwerkelijk geleverd zijn.

Wel staat vast, dat naast de genoemde hoeveelheden er op de bovengenoemde overeenkomst nog eens 250.000 ton Duitse mijnsteen extra is geleverd wegens vervroegde sluiting van enkele goed bereikbare Duitse mijnen.

2.2.2. Eisen gesteld aan de kwaliteit van de mijnsteen

1. De mijnsteen moest afkomstig zijn van Duitse mijnen, ter goedkeuring van de directie.
2. In bijzondere gevallen had de directie de bevoegdheid andere plaatsen van herkomst aan te wijzen.

3. De sortering van de mijnsteen behoeft de goedkeuring van de directie.
4. De mijnsteen werd terstond na het inladen in het schip eigendom van het Rijk; de keuring daarentegen kon echter geschieden bij de lossing op de plaats van bestemming.

2.2.3. Laadplaatsen en/of mijnen

Van welke mijnen de mijnsteen werkelijk afkomstig is, is in het algemeen niet met zekerheid te zeggen.

Het vermoeden bestaat, dat er uit diverse mijnen uit de omgeving naar één of meerdere laadplaatsen getransporteerd is. Uit de connossementen blijkt dat het hier om de volgende laadplaatsen gaat:

- Schwelgern
- Ruhrort
- Nordstern
- Wilhelmina-Victoria

Aangenomen kan worden dat het op deze laadplaatsen aangevoerde materiaal afkomstig is uit de mijnen:

- Nordstern
- Walsum
- Osterfeld
- Alstaden
- Bismarck
- Zollverein

Algemeen gesteld is de mijnsteen afkomstig uit het westelijk en centrale gedeelte van het Ruhrgebied. De kwaliteit van mijnsteen afkomstig uit deze gebieden wordt in het algemeen als redelijk, respectievelijk goed beschouwd.

Voor uitgezeefde mijnsteen (gesorteerde mijnsteen) van de kolenmijn Zollverein van de Gelsenkirchen Bergbau A.G., geladen in de haven van Wilhelmina-Victoria of de haven Nordstern aan het Rijn-Hernekanaal, ontving de leverancier f 0,50 per ton extra.

De totale aangevoerde hoeveelheid gesorteerde mijnsteen bedraagt ongeveer 8 à 9% van het geheel. Deze hoeveelheid is geleverd verspreid over de verschillende in uitvoering zijnde werken.

In 1969 werd Duitse mijnsteen vanuit Wilhelmina-Victoria/Nordstern en Schwelgern aangevoerd.

Voor de damvakken Kabbelaarsbank/Middenplaat is ongeveer 109.000 ton mijnsteen per as ingereden.

In de werkhaven Sophiahaven is ongeveer 270.000 ton mijnsteen aangevoerd bestemd voor de werken in de Oosterschelde. De mijnsteen is geladen in de haven van Nordstern, Schwelgern en Ruhrort en mogelijk in andere havens in de omgeving. (Niet op alle aanvoerbonnen zijn de juiste laadplaatsen vermeld).

Aangevoerd per onderlossers ongeveer 40.000 ton, de rest in grote laadschepen en gelost met grijperkranen.

2.2.4. Wijze van vervoer en vervoermiddelen

De mijnsteen is vervoerd in schepen van 1.000 ton en groter met weinig ruimen, die gemakkelijk met een grijper te lossen waren.

Er zijn ook grote hoeveelheden mijnsteen direct op de werken in het Brouwershavensche Gat en de Oosterschelde in depots en/of de bak (c.q. in schip) van derden per onderlossers of in bakken geleverd.

Transport naar wal-depots is geschied per vrachtwagens van schip naar depot.

Voor het lossen van de mijnsteen aan de wal voor opslag in wal-depots is van grijperkranen gebruik gemaakt.

2.2.5. Wijze van opslag (depots)

De aangevoerde hoeveelheden mijnsteen zijn voor een deel waar het mogelijk was, rechtstreeks op de werken in onderwater- of wal-depots geleverd.

In de werkhaven Sophiahaven werd een onderwaterdepot aangelegd.

Voor de damvakken Kabbelaarsbank/Middenplaat werd een waldepot aangelegd. (Met vrachtwagens in depot gereden).

Alvorens met het aanleggen van onderwaterdepots werd aangevangen, werd vooraf een proef genomen met mijnsteen die enige tijd onder water had gelegen in de werkhaven Sophiahaven. De proef werd voornamelijk uitgevoerd om inzicht te krijgen in hoeverre het opnieuw uit depot halen, het verwerken en in het bijzonder de verdichting van natte mijnsteen ongunstig zou uitvallen.

De resultaten van de proef bleken zeer bevredigend te zijn, waardoor besloten werd onderwaterdepots aan te leggen.

Uit het onderwaterdepot werkhaven Sophiahaven werd steeds mijnsteen verwijderd voor het gebruik bij de in uitvoering zijnde werken.

De overgebleven mijnsteen werd steeds door nieuw aangevoerde hoeveelheden aangevuld.

Dit proces heeft zich vele malen herhaald, totdat de onderwaterdepots bij het in gebruik nemen van de werkhaven voor andere doeleinden in het geheel moest worden opgeruimd.

De hieruit vrijkomende mijnsteen is aan de oostzijde van de ringdijken van de bouwput Roompotsluis verwerkt.

Ter plaatse van werkhaven Sophiahaven is eveneens een waldepot aangelegd. De aangevoerde mijnsteen is per as in depot gereden.

2.2.6. Het keuren van de aangevoerde mijnsteen

Het beoordelen van de kwaliteit van de aangevoerde hoeveelheden mijnsteen is in het algemeen tot visuele inspectie beperkt gebleven.

Aan welke normen de aangevoerde mijnsteen had moeten voldoen, staat niet nader omschreven.

Ook zijn er geen monsters genomen en zeefanalyses verricht.

Een aantal schepen met aangevoerde mijnsteen is in eerste instantie afgekeurd, maar zijn later weer in de aangevoerde hoeveelheden opgenomen.

Dit betreft ongeveer 1 à 2% op de totaal aangevoerde hoeveelheid. (Een te verwaarlozen percentage).

2.2.7. Overzicht aangevoerde mijnsteen

Een totaal overzicht van de geleverde Duitse mijnsteen, geladen in de reeds eerder genoemde havens:

	1968:	1969:	1970:
Brouwershavensche Gat	---	235.100 ton	48.800 ton
Oosterschelde (in de mond)	73.369 ton	---	---
Werkhaven Sophiahaven	---	187.053 ton	185.621 ton
Haringvliet	54.000 ton	(1969+1979):	386.000 ton
Volkerak	---	67.000 ton	---
	<u>127.369 ton</u>	<u>489.153 ton</u>	<u>620.421 ton</u>
	=====	=====	=====
	} 1.236.000 ton.		
	=====		

2.3. De aanleg van de mijnsteenkaden

2.3.1. Bestek en tijdvak van aanleg

De aanleg van de mijnsteenkaden heeft plaatsgevonden in de periode van 1974-1974 volgens overeenkomst nr. DED-1496 voor het maken van een bouwput met ringdijken op het werkeiland Noordland in de Oosterschelde.

Voor de aanleg van de perskaden van mijnsteen is zowel voor de Oost- als Westzijde van de aan te leggen bouwput een hoeveelheid mijnsteen ter beschikking gesteld, n.l.:

- a) Uit depot werkhaven Sophiahaven laden, vervoeren en verwerken in de mijnsteenkaden van ca. 80.000 ton.
(Uit de geleverde mijnsteen blijkt dat het hier om depots gaat, die zowel onder water als in den droge zijn aangelegd).
- b) Uit depot werkhaven Middelpmaat (Brouwersdam) laden, vervoeren en verwerken van ca. 52.600 ton.
(Het is niet met zekerheid te zeggen of de mijnsteen uit droge, dan wel uit onderwaterdepots afkomstig is. Aangenomen mag worden dat het hier om beide soorten gaat).
- c) De aannemer moest trachten de in het dijklichaam aanwezige kaden van mijnsteen aan de bestaande havenhoofden aan te sluiten.
Voor het aanbrengen van de taludverdediging op de mijnsteenkaden werd het mijnsteenoppervlak met behulp van een bulldozer goed verdicht.
- d) De aannemer moest er op rekenen dat de mijnsteenbelopen

meerdere malen onder profiel zouden moeten worden gebracht.

2.3.2. Doorsnede en opbouw ringdijk Westzijde

De ringdijk met aangrenzende terreinen bestaat in hoofdzaak uit zand dat gedeeltelijk achter de mijnsteenkaden werd aangebracht.

De vorm, de opbouw en de samenstelling van de ringdijk is aangegeven op de doorsnede Westzijde (zie bijlage 2).

Ter plaatse van het Noordelijk gedeelte van de ringdijk werd eerst het bestaande maaiveld met zand opgehoogd tot ca. NAP, waarna bezinkingen van verzwaarde zoolstukken werden aangebracht en de opbouw van de ringdijk met mijnsteen verder plaats vond.

De bezinkingen werden uitgevoerd met 0,2 t/m² breuksteen en nagestort met 0,8 t/m².

Het buitenbeloop van de mijnsteenkade onder te maken penetratieglooiing werd afgedekt met een laag warm zandafasfalt, dik 0,50 m.

De volgende bekledingen c.q. afdekkingen werden aangebracht:

- a) Op de bestaande en de nieuw te maken kraagstukken een breuksteenkade tot NAP + 1,00 m van steen 60-300 kg die werd gepenetreerd met gietasfalt;
- b) Op het buitenbeloop vanaf NAP + 1,00 m tot NAP + 4,00 m gepenetreerde breuksteen 10-60 kg;
- c) Boven deze gepenetreerde breuksteen tot en met de kruin op NAP + 9,00 m asfaltbeton, dik 0,20 m;
- d) Op het binnenbeloop asfaltbeton, dik 0,15 m;
- e) Klei op de overige oppervlakken.

Aan de binnenzijde werd op NAP + 3,00 m als teenconstructie aangebracht een betonnen damwand, waarlangs een met fosfor-slakken gevulde drainsleuf.

De totale hoeveelheid mijnsteen aan de Westzijde is per as in het werk ingereden. Het betreft hier mijnsteen uit het depot Brouwersdam (Middelplaat)

De aangevoerde mijnsteen is met hydraulische dieplepels geegaliseerd en vervolgens met bulldozers uitgevlakt en verdicht.

Het uitvlakken en verdichten is slechts aan de bovenzijde van de mijnsteenkade uitgevoerd.

Het zand achter de mijnsteenkade is in hoofdzaak opgespoten en gedeeltelijk per as in het werk ingereden.

2.3.3. Doorsnede en opbouw ringdijk Oostzijde

De ringdijk bestaat in hoofdzaak uit zand dat achter de mijnsteenkaden werd opgespoten.

De vorm, de opbouw en de samenstelling van de ringdijk is aangegeven op bijlage 3.

De volgende bekledingen c.q. afdekkingen werden aangebracht:

- a) Een betonblokkenglooiing (Haringmanblokken) 0,50 x 0,50 m, dik 0,20 m, op gebroken grind 5-20 mm op het beloop

- van 1:3 tot NAP + 3,00 m;
- b) Asfaltbeton dik 0,15 m boven de betonblokkenglooiing tot op de kruin op NAP + 7,00 m;
- c) Klei op de overige oppervlakken.

Als teenconstructie werd aangebracht een rij van gecreosoteerde grenehouten perkoenpalen, lang 1,60 m, 45 stuks per 10,00 m met daar langs een gecreosoteerde grenehouten schot 0,025 x 0,50 m en daar tegen een betonnen onderband 0,12 x 0,30 m, lang 1,00 m, met afschuining.

Tegen de reeds genoemde teenconstructie werd een klassiek kraagstuk aangebracht, bestort met 0,2 t/m² breuksteen en 0,3 t/m² fosforslakken.

Mijnsteen bestemd voor de Oostzijde is grotendeels afkomstig uit onderwaterdepots van werkhaven Sophiahaven.

Mijnsteen uit dit depot werd steeds gebruikt voor de in uitvoering zijnde werken en steeds opnieuw aangevuld door verse aanvoer uit de Duitse mijnen.

Vanwege het in gebruik nemen van de werkhaven voor andere doeleinden werd besloten alle aanwezige mijnsteen uit dit depot te verwijderen.

Nagenoeg alle mijnsteen uit dit depot is aan de Oostzijde verwerkt.

Tijdens de uitvoering is gebleken, dat de mijnsteen nogal fijn van structuur was.

Het aanbrengen van de mijnsteenkaden is voor het gedeelte onder water uitgevoerd met onderlossers. Waar het niet meer mogelijk bleek per onderlossers uit te voeren, is de mijnsteen in open bakken aangevoerd en met grote grijpers in het werk aangebracht.

Het gedeelte boven water is verder per as in het werk ingereeden.

Het uitvlakken en verdichten is uitgevoerd zoals omschreven voor de Westzijde.

De aanwezigheid van zandasfalt aan de Oostzijde is het gevolg van het optreden van gevaar van doorbraak bij hoog water tijdens de uitvoering.

De buitenzijde van de mijnsteenkaden werd toen versterkt met zandasfalt om sterke aantasting te voorkomen.

Na elke ophoging van de mijnsteenkaden werd er zand achter gespoten. Ongetwijfeld is daarbij zand in de kaden gedrongen.

2.4. Samenvatting gegevens mijnsteen

2.4.1. Bestek en tijdvak van functioneren

De ringdijken van het werkeiland Noordland zijn aangebracht volgens de overeenkomsten DED.1496 en DED.1452/4 in de periode van 1973 t/m 1974.

De aangelegde ringdijken hebben tot september 1982 dienst gedaan als waterkeringen.

Na voltooiing van de Roompotsluis zijn deze waterkeringen

doorgegraven.

2.4.2. Aard van het materiaal

De aanvoer van het gebruikte mijnsteen bij de aanleg van de ringdijken van het werkeiland Noordland heeft plaatsgevonden gedurende de periode van 1968-1970 volgens overeenkomst DED.1107.

In totaal is toen ca. 1.200.000 ton Duitse mijnsteen geleverd, bestemd voor de in uitvoering zijnde Deltawerken en voor de afdamming van de Oosterschelde.

Op grond van de gegevens betreffende laadplaatsen en mijnen (hfst. 2.3.3.) kan worden aangenomen dat de aangevoerde mijnsteen afkomstig is uit het westelijk en centrale deel van het Ruhrgebied.

In het algemeen is de kwaliteit van deze mijnsteen redelijk respectievelijk goed te noemen.

Het betreft hier grotendeels ongesorteerde mijnsteen.

De totale hoeveelheid gesorteerde mijnsteen 20-80 mm van de kolenmijn Zollverein van de Gelsenkirchen Bergban A.G., geladen in de haven van Wilhelmina-Victoria, bedraagt ca. 8 à 9% van het totaal.

De gesorteerde mijnsteen is verspreid over de verschillende in uitvoering zijnde werken geleverd.

2.4.3. Wijze van transport en opslag

De mijnsteen is aangevoerd per schip van 1.000 ton en groter met weinig ruimen, of per onderlossers of in grote bakken.

Voor het lossen van de mijnsteen is van grijperkranen gebruik gemaakt, zowel voor de wal- als de onderwaterdepots. Bij de onderwaterdepots is dit, zolang de diepgang het toeliet, gebeurd met onderlossers en de rest met grijperkranen. De mijnsteen in de waldepots is per as van het schip naar het depot gereden.

Uit het onderwaterdepot werd steeds mijnsteen verwijderd voor verwerking elders van de in uitvoering zijnde werken en later weer door nieuw aangevoerde mijnsteen aangevuld. Dit proces heeft zich vele malen herhaald.

2.4.4. Keuren van het onderhavige materiaal

Het betreft hier grotendeels ongesorteerde mijnsteen.

Het beoordelen van de kwaliteit van de aangevoerde mijnsteen is in het algemeen visueel gebeurd.

Er zijn geen zeefanalyses uitgevoerd.

Aan welke bestekseisen de mijnsteen had moeten voldoen staat niet nader omschreven.

Een aantal schepen met aangevoerde mijnsteen is in eerste instantie afgekeurd, maar zijn later weer in de aangevoerde hoeveelheid opgenomen. Dit betrof slechts 1 à 2% op de to-

taal aangevoerde hoeveelheid.

2.4.5. Wijze van verwerken of aanbrengen

Mijnsteenkade Westzijde:

De hoeveelheid mijnsteen bestemd voor de perskade aan de westzijde werd ontleend aan het depot werkhaven Middelpmaat (Brouwersdam). Het is niet zeker of het wal- of onderwaterdepots betreft.

De totale hoeveelheid mijnsteen is per as in het werk gereden.

Het is niet uitgesloten dat men ook reeds eerder gebruikte mijnsteen heeft verwerkt.

De ingereden mijnsteen is met hydraulische dieplepels geëgaliseerd en vervolgens met bulldozers uitgevlakt en verdicht. Het uitvlakken en verdichten van de mijnsteenkade is slechts aan de bovenzijde gebeurd.

De mijnsteenkade is na egaliseren, verdichten etc. afgedekt met warm zandasfalt en vervolgens met gepenetreerde stortsteen.

Mijnsteenkade Oostzijde:

De mijnsteen bestemd voor de perskaden aan de oostzijde zijn in hoofdzaak afkomstig uit het onderwaterdepot werkhaven Sophia en voor een deel uit het depot werkhaven Middelpmaat (Brouwersdam).

De mijnsteen uit dit depot werd steeds gebruikt voor de in uitvoering zijnde werken en steeds opnieuw weer aangevuld door vers aangevoerde Duitse mijnsteen.

Vanwege het in gebruik nemen van de werkhaven voor andere doeleinden, werd besloten alle mijnsteen uit dit depot te verwijderen.

Nagenoeg alle uitkomende mijnsteen is aan de oostzijde in de perskaden verwerkt.

Tijdens de uitvoering is gebleken, dat de mijnsteen nogal fijn van structuur was.

Het aanbrengen van de mijnsteenkaden is voor een gedeelte per onderlossers onder water uitgevoerd. Waar het niet meer mogelijk bleek per onderlossers uit te voeren, is de mijnsteen in open bakken aangevoerd en met grijperkranen in het werk aangebracht. Het gedeelte boven water is verder per as in het werk gereden.

Het uitvlakken en verdichten is voor de rest met hydraulische dieplepels en bulldozers gebeurd.

De aanwezigheid van zandasfalt aan de oostzijde is het gevolg van het optreden van gevaar van doorbraak bij hoogwater tijdens de uitvoering.

De buitenzijde van de mijnsteenkaden werd toen versterkt met zandasfalt om grote aantastingen te voorkomen.

De mijnsteenkaden zijn vervolgens afgedekt met Haringmanblokken afm. 0,50 x 0,50 x 0,20 m; ingebed in gebroken grind van 2-20 mm.

Invloed wijze van verwerken of aanbrengen op gesteldheid mijnsteen:

Door het herhaaldelijk laden en lossen voorafgaand aan het definitief aanbrengen kan extra verfijning vooraf in de hand zijn gewerkt.

2.5. Hydraulische en morfologische omstandigheden

2.5.1. Waterstanden

Voor het nabij gelegen getijstation Burghsluis gelden de volgende gemiddelde waarden volgens het slotgemiddelde 1971 (4):

Hoogwater NAP + 1,43 m, Laagwater NAP - 1,35 m.

De optredende waterstanden ten gevolge van het gecombineerde effect van het astronomisch getij en het windeffect (incidenteel van belang) zijn bepalend voor de in de kaden optredende grondwaterstroming en waterstanden.

2.5.2. Slibgehalte oppervlakte water

Het slibgehalte van het oppervlakte water is van belang in verband met mogelijk achterblijven van slib, afkomstig uit zeewater dat de mijnsteen instroomt.

Er is niet getracht om een nauwkeurige schatting van het gehalte te bepalen.

Uit de beschikbare gegevens blijkt dat het gehalte van het oppervlakte water in de omgeving van de mijnsteenkaden in de orde van 40 mg/l gemiddeld per jaar ligt met een standaardafwijking van ca. 15 mg/l (5).

Hierbij kan nog opgemerkt worden dat het slibgehalte vrij sterk over het getij kan variëren, dat er een sterke seizoensinvloed is (zomers lagere gehalten) en dat er fluctuaties optreden ten gevolge van de variabele weersomstandigheden (golven, wind).

3. UITGEVOERDE METINGEN EN WAARNEMINGEN

In dit hoofdstuk worden de in het veld uitgevoerde metingen en de daarbij behorende werkzaamheden beschreven. Tevens worden de resultaten van de metingen aangegeven.

Achtereenvolgens komen aan de orde:

- de waterstandsmetingen met peilbuizen
- de infiltratieproeven
- de monsternamen van zand en mijnsteen
- de fotografische waarnemingen
- de visuele waarnemingen.

In de situatietekening (bijlage 1) en de dwarsprofielen (bijlagen 2 en 3) is zoveel mogelijk de plaats van de metingen en waarnemingen aangegeven.

3.1. De waterstandsmetingen met peilbuizen

3.1.1. De gebruikte peilbuizen

Op grond van eerdere ervaringen (Brouwersdam, S-71.066), werd voor het meten van de getijrespons in de desbetreffende dijkvakken in eerste instantie gekozen voor roestwerende peilbuizen (312) met een filterelement van roestvrij staal (316). Het filter dat hierbij werd gekozen was een tressegaasfilter, dat slechts in één kwaliteit (304) wordt geleverd. Voordeel van dit type peilbuis is o.a. dat het filter in afgeschermd toestand kan worden weggedrukt, waardoor de kans op beschadigen van het filter bij het plaatsen zeer klein is. Een nadeel van dit type peilbuis t.o.v. een ijzeren peilbuis is echter de geringere weerstand tegen knikken bij het wegdrukken. Volgens het LGM zou het knikken van de peilbuizen voorkomen kunnen worden door de peilbuizen te plaatsen in een met een puniconus voorgedrukt gat en de buizen bovengronds bij het wegdrukken met mantelbuizen te steunen. Bij de uitvoering bleek deze methode echter niet te werken omdat de diameter van het voorgedrukte gat kleiner was dan de buitendiameter van de peilbuismoffen. De moffen bleven herhaaldelijk op het in de mijnsteen aanwezige stortsteen steken, waardoor de peilbuizen met een grotere druk op diepte gebracht moesten worden. Bovendien was de buitendiameter van de moffen nagenoeg gelijk aan de binnendiameter van de mantelbuizen waardoor een aantal moffen in de mantelbuizen vast liepen. Op deze wijze werden twee peilbuizen geplaatst, welke beide werden kromgedrukt. Hierdoor kon het filter niet met behulp van de binnenstangen worden geopend.

Besloten werd om ondanks de slechtere ervaringen (kans op beschadiging en het dichtslaan van het filter) over te gaan tot het plaatsen van ijzeren peilbuizen met een tressegaasfilter van koper. Verdere overwegingen waren, dat de kosten van het onderzoek niet te hoog mochten oplopen, er zo snel mogelijk met de peilbuismetingen moest worden gestart, de peilbuizen slechts kort hoefden te functioneren en dat de peilbuizen waarschijnlijk niet meer zouden kunnen worden getrokken.

3.1.2. De diepte van de peilbuisfilters

Voor het vaststellen van de filterdiepte van de te plaatsen peilbuizen is het van belang om op de meetlocaties de onderkant van de mijnsteenlaag te weten. Volgens de beschikbare tekeningen zou de onderkant van de mijnsteen in de westelijke ringdijk van de bouwput "Roompotsluis" op ongeveer NAP + 0,50 m liggen.

In de oostelijke ringdijk zou de onderkant van de mijnsteen ter hoogte van de buitenberm op ongeveer NAP + 0,00 m liggen en ter hoogte van de buitenteen op ongeveer NAP - 0,80 m. Het LGM zou met behulp van een aantal elektrische dichtheidsmetingen de onderkant van de mijnsteen ter hoogte van de te plaatsen peilbuizen vaststellen.

Als eerste locatie werd voor het uitvoeren van deze meting gekozen voor de westelijke ringdijk, ter hoogte van peilbuis 3 en 4.

De diepte van de meting, die was vastgesteld op 5 m beneden maaiveld, kon hier niet worden bereikt. Op 4,6 m beneden maaiveld liep de totale indringsweerstand tot ongeveer 8 ton op, hetgeen onder deze omstandigheden (opstelling ballastwagen) als maximaal moet worden beschouwd.

De tweede elektrische dichtheidsmeting werd ter hoogte van peilbuis 5 en 6 eveneens in de westelijke ringdijk uitgevoerd. Hier liep de meting op 2,8 m beneden maaiveld vast, waarbij bovendien de meetsonde werd beschadigd.

Direct na de metingen werden de meetgegevens voor interpretatie naar het LGM (kantoor) doorgebeld.

In verband met de defecte meetsonde, het ontbreken van reserve onderdelen en de in de dijk aanwezige stortsteen zijn verder geen elektrische dichtheidsmetingen uitgevoerd. Voor het vaststellen van de verschillende filterdiepten werd daarom verder de beschikbare tekening aangehouden.

Na interpretatie van de meetgegevens werd de onderkant van het mijnsteen door het LGM op ongeveer NAP + 0,80 m ter plaatse van peilbuis 3 en 4 en op ongeveer NAP + 0,30 m ter plaatse van peilbuis 5 en 6 aangenomen (bijlagen 4 en 5).

Vlak voordat de dijk werd afgegraven, werden dwars op de dijkrichting sleuven door de mijnsteen tot in het onderliggende zandpakket gegraven.

Hierbij bleek dat de onderkant van de mijnsteen in de westelijke ringdijk ter hoogte van de peilbuizen vrijwel horizontaal op ongeveer NAP + 0,10 m lag. Gezien de grote kans op mechanische beschadiging van de meetsonde, lijken dichtheidsmetingen voor de bepaling van de onderkant van de mijnsteen minder geschikt. Bovendien lijken, gezien het verschil in voornoemde uitkomsten, de gegevens moeilijk interpreteerbaar.

3.1.3. Het plaatsen van de peilbuizen

3.1.3.1. De westelijke ringdijk

In de westelijke ringdijk van de bouwput "Roompotsluis" zijn de peilbuizen 1 t/m 6 met behulp van een ballastwagen op 11 en 14 juni 1982 door het Laboratorium voor Grondmechanica geplaatst. Voordat de peilbuizen 3 t/m 6 werden geplaatst moest de bekleding, bestaande uit gepenetreerde stortsteen, worden verwijderd. Ter plaatse van de peilbuizen 1 en 2 werd het asfaltbeton verwijderd. Om kromdrukken van de peilbuizen en het beschadigen van het filter te voorkomen, werd met een puinconus voor de peilbuizen 1, 3, 4, 5 en 6 een gat vorge-drukt. Hierbij werd bij de peilbuizen 1, 3 en 6 op ongeveer

NAP + 0,40 m een harde laag aangetroffen. Tijdens het plaatsen van de peilbuizen 1, 3 en 6 liep, ondanks het voordrukken, de totale indringingsweerstand in de laatste circa 0,5 m sterk op.

Om risico van kromdrukken van de peilbuis of het beschadigen van het filter te voorkomen, leek het raadzaam om de peilbuizen niet tot de geplande filterdiepte van NAP - 2,0 m door te drukken.

In verband met de geringe filterdiepte van peilbuis 2, werd deze zonder een gat voor te drukken geplaatst.

Na het plaatsen staken de peilbuizen ongeveer 1 meter boven het maaiveld uit. Dit gaf, zoals later bleek, bij de uitvoering van verschillende werkzaamheden door de aannemer enige problemen.

De peilbuizen werden daarom op 6 juli 1982 tot ongeveer 0,5 m boven het maaiveld ingekort.

Peilbuis 7 werd op 6 juli 1982 met behulp van een slag-apparaat door het COW geplaatst. Tijdens de peilbuiswaarnemingen op 8 juli 1982 werd in peilbuis 7 echter geen respons gemeten, zodat deze op 20 juli 1982 werd getrokken. In de peilbuis werd een aanzienlijke hoeveelheid zand aangetroffen hetgeen veroorzaakt werd door een beschadigd filter.

Ter vervanging van de defecte peilbuis werd op dezelfde dag en in hetzelfde punt een nieuwe peilbuis geplaatst. Bovendien werd naast peilbuis 7 een pvc-peilbuis met kous geplaatst, zijnde peilbuis 8.

3.1.3.2 De oostelijke ringdijk

In de oostelijke ringdijk van de bouwput "Roompotsluis" zijn de peilbuizen 1 t/m 4 eveneens met behulp van een ballastwagen op 14 juni 1982 door het LGM geplaatst.

Ter plaatse van de peilbuizen 3 en 4 werd eerst een aantal Haringmanblokken verwijderd. De asfaltbetonlaag ter plaatse van de peilbuizen 1 en 2 werd met een puinconus doorgeprikt. Om kromdrukken van de peilbuizen en het beschadigen van het filter te voorkomen, werd met een puinconus voor de peilbuizen 1 en 3 een gat voorgedrukt. Bij peilbuis 1 werd tot een diepte van ongeveer NAP - 1,30 m voorgedrukt en bij peilbuis 3 tot een diepte van ongeveer NAP - 1,70 m. Tijdens het voordrukken werd, doordat een lagere belasting voor het wegdrukken nodig was de indruk verkregen dat het zandpakket in de oostelijke ringdijk minder compact was dan in de westelijke ringdijk.

De peilbuizen 2 en 4 werden zonder een gat voor te drukken geplaatst. In verband met de helling en de soort bekleding (Haringmanblokken) op het buitentalud, was het voor de ballastwagen niet mogelijk om zonder extra voorzieningen de peilbuizen 5, 6a en 6b te plaatsen. Deze zijn dan ook later op 6 juli 1982 met behulp van een slag-apparaat door het COW geplaatst.

Peilbuis 7 werd op 23 juni 1982 eveneens door het COW geplaatst.

Tijdens de peilbuiswaarnemingen op 8 juli 1983 werd gecon-

stateerd dat de waterstand in peilbuis 5 na de eerste top slechts heel langzaam daalde, hetgeen toegeschreven moet worden aan een in de peilbuis aanwezige 40 cm dikke sliblaag. Op 20 juli 1982 werd peilbuis 5, vlak voor de meting van 22/23 juli 1982 vervangen. Maar ook deze peilbuis bleek, alhoewel het filter zoals later bleek onbeschadigd was, door een in de peilbuis aanwezige sliblaag niet goed te functioneren. Op 27 juli 1982 werd peilbuis 5 voor de derde maal vervangen.

Tijdens een controle-meting op 4 augustus 1982 bleek dat de peilbuizen 6a en 6b, dit in tegenstelling tot de vorige metingen, gedurende de gehele hoogwatertop droog bleven staan. Daarom werden de peilbuizen 6a en 6b op 5 augustus 1982 getrokken en vervangen door nieuwe.

De filters van de getrokken peilbuizen 6a en 6b waren zowel beschadigd als sterk geoxydeerd. De beschadiging van de filters is hoogstwaarschijnlijk tijdens het trekken gebeurd, daar geen slib en of zand in de peilbuis werd aangetroffen.

3.1.3.3. Herstel van de bekleding ter plaatse van de peilbuizen

In verband met de korte meetperiode werd de verwijderde bekleding ter plaatse van de peilbuizen provisorisch hersteld. De gaten ontstaan na het verwijderen van de bekleding werden om infiltratie van bovenaf langs de peilbuizen te voorkomen afgedicht met gietasfalt en opgevuld met stortsteen.

3.1.4. Het functioneren van de geplaatste peilbuizen

Aan de hand van controlemetingen kon worden vastgesteld dat de doorlatendheid van de geplaatste peilbuisfilters tijdens de meetperiode aanzienlijk is teruggelopen. Zie hiervoor de filterdebieten ondergebracht in de "Peilbuisgegevens oostelijke- en westelijke ringdijk van de bouwput "Roompotsluis", welke als bijlage 5 is bijgevoegd. Bij grote doorlatendheden werd de waterstandsdaling in een perpex-cilinder gemeten, welke een inhoud heeft van meer dan 4 liter en boven op de peilbuis werd geplaatst. Bij geringere doorlatendheden werd de daling van de waterstand in de peilbuis zelf gemeten nadat deze tot de bovenkant was opgevuld.

De resultaten van deze metingen in cm^3/min , geven een indicatie over het teruglopen van de doorlatendheid van het peilbuisfilter in de tijd. Ook kan aan de hand van de resultaten min of meer worden bepaald of een peilbuisfilter nog voldoende doorlatend is om waterstandsverschillen in een dijk te kunnen volgen. De oorzaak van het snelle teruglopen van de doorlatendheden van de peilbuisfilters in de tijd, zal nader onderzocht moeten worden.

Op basis van de controle-metingen en hetgeen tijdens waarnemingsperioden werd geconstateerd zijn voor wat betreft de peilbuizen in de oostelijke ringdijk nr. 5 tweemaal en de nrs. 6a en 6b éénmaal vervangen.

In de westelijke ringdijk moest alleen peilbuis 7 éénmaal

worden vervangen (zie ook hoofdstuk 3.1.3.). De peilbuizen zijn in tegenstelling tot de peilbuizen in de Brouwersdam niet schoongespoten omdat bij de hier toegepaste filters weinig verbetering van de doorlatendheid verwacht werd.

3.1.5. Conditie van de peilbuisfilters na het trekken

Aan het einde van de meetperiode was het mogelijk om de peilbuizen in de westelijke ringdijk te trekken en de conditie ervan te bekijken. De peilbuizen in de oostelijke ringdijk werden of door de aannemer getrokken of zijn bij graaf- en baggerwerkzaamheden verloren gegaan. Hierdoor was het niet mogelijk om de conditie van deze peilbuisfilters te bekijken.

De geplaatste peilbuizen konden niet met beschermd filter worden getrokken, zodat eventuele beschadigingen van het filtermateriaal ook tijdens het trekken kan zijn ontstaan. Wel is het mogelijk om aan de hand van de vorm van de beschadiging, de oxydatielaag of het dichtslibben van het filter en het in de peilbuis aanwezige slib/zand, enkele conclusies te trekken.

Hierna volgt een overzicht van hetgeen bij de peilbuisfilters direct na het trekken werd opgemerkt.

conditie filters na trekken van de peilbuizen in de westelijke ringdijk				
peilbuis nr	filter beschadigd	zand/slib in de peilbuis	doorlatendheid van het filter na trekken	
1	weinig	zeer weinig	slecht	filterbeschadiging niet van invloed op werken
2	neen	zeer weinig	slecht	dikke oxydatie/sliblaag buiten zijde filter
3	ernstig	zeer weinig	n.v.t.	filter beschadigd bij het trekken
4	neen	zeer weinig	goed	
5	enigszins	weinig	n.v.t.	filter beschadigd bij het trekken
6	ernstig	veel, ca. 20 cm	n.v.t.	filter beschadigd bij het plaatsen
7	neen	zeer weinig	goed	

Indien de resultaten van de doorlatendheidsmetingen van de geplaatste peilbuisfilters worden vergeleken met de conditie waarin deze verkeerden na het trekken, kan het volgende worden opgemerkt.

De slechte doorlatendheid van de geplaatste peilbuizen 1 en 2 (13 en 12 cm³/min) komt overeen met hetgeen na het trekken van het peilbuisfilter werd geconstateerd.

De goede doorlatendheid van de geplaatste peilbuis 4 (2004 cm³/min) komt eveneens overeen met hetgeen na het trekken werd geconstateerd.

Peilbuis 7 echter welke bij plaatsing slecht doorlatend was (28 cm³/min) bleek na trekken zeer goed doorlatend te zijn.

3.1.6. Uitgevoerde metingen

De periode waarin de peilbuismetingen op Noordland zijn verricht loopt van eind juni 1982 tot half augustus 1982. Er zijn door het COW zowel aan west- als aan oostzijde 4 metingen uitgevoerd.

De resultaten van de peilbuiswaarnemingen staan aangegeven op de bijlagen 15 t/m 22 (zie onderstaand overzicht).

Overzicht peilbuismetingen

meetdatum	plaats	bijlage	max tijdvak	gemeten peilbuizen	niet geplaatste niet gemeten en droogstaande peilbuizen
29-6-1982	west	15	10h - 19h	3, 6	1, 2, 4, 5, 7, 8
	oost	19	10h - 19h	1, 3, 7	2, 4, 5, 6a, 6b
8-7-1982	west	16	6h - 20h	1, 3, 6	2, 4, 5, 8
	oost	20	6h - 19h	1, 3, 6a, 6b, 7	2, 4, 5
22, 23-7-1982			2h - 24h,		
	west	17	3h - 2h	1, 3, 6, 7, 8	2, 4, 5
	oost	21	2h - 24h,		
			0h - 2h	1, 3, 6a, 6b, 7	2, 4, 5
4-8-1982	west	18	3h - 12h	1, 3, 6, 7, 8	2, 4, 5
7-8-1982	oost	22	9h - 16h	1, 3, 5, 6a, 6b, 7	2, 4

3.2. Infiltratieproeven

Bij de interpretatie van peilbuismetingen in zeedijken dienen onder meer de doorlatendheden van bekleding, mijnsteenlagen en zandpakket bekend te zijn teneinde grondwaterstromingsberekeningen te kunnen maken.

De tijd ontbrak om een goed uitgewerkte proefopzet voor de hiervoor benodigde infiltratieproeven te ontwikkelen.

Door middel van enkele verkennende in-situ proeven is getracht een globale indruk te krijgen van de doorlatendheden van de diverse in het dijklichaam voorkomende lagen.

Hiertoe is op de betreffende laag een vierkante bak (1,6 x 1,6 m) gezet.

In deze bak werd nog een tweede bak van 0,6 x 0,6 m gezet. Beide bakken werden met behulp van snelcement, bitumen en siliconenrubber zo goed mogelijk waterdicht aangesloten aan de te infiltreren laag.

Na instellen van de bakken worden deze gevuld met water.

Door de niveau's in beide bakken gelijk te houden werd getracht een situatie te verwezenlijken waarbij het water vanuit de binnenbak vrijwel vertikaal in de laag infiltreerde. De daalsnelheid in de binnenbak wordt dan gemeten.

Voor de bepaling van de doorlatendheid zou verder het verhang bekend moeten zijn. Het was gezien de beperkte voorbereiding niet mogelijk om dit vast te leggen.

Derhalve leveren de metingen slechts indicaties omtrent de onderlinge verhoudingen van de doorlatendheden op via de aanname dat de doorlatendheid evenredig is met de gemeten daalsnelheid.

Bedacht dient te worden dat door een minder goede aansluiting van de bakken op de laag wat minder betrouwbare resultaten zijn verkregen dan gewenst.

Aangezien de lagen niet in alle richtingen gelijke doorlatendheid bezitten zal hierdoor eveneens de betrouwbaarheid van de bij de meting gevonden waarde worden beïnvloed.

De metingen leverden de volgende resultaten op:

INFILTRATIEPROEVEN NOORDLAND OOST:

Infiltratieproef zand (t.p.v. pb 1):

Debiet binnenbak:	5	. 10^{-6}	m^3/s
Oppervlak binnenbak:	0,23		m^2
(d = 0,295 m)			

Daalsnelheid:	2,16	. 10^{-5}	m/s
---------------	------	-------------	-----

Infiltratieproef mijnsteen (t.p.v. pb 6):

Debiet binnenbak:	3,3	. 10^{-5}	m^3/s
Oppervlak binnenbak:	0,36		m^2
Daalsnelheid:	9,25	. 10^{-5}	m/s

Infiltratieproef blokken (t.p.v. pb 6):

Debiet binnenbak:	4,2	. 10^{-6}	m^3/s
Oppervlak binnenbak:	0,36		m^2
Daalsnelheid binnenbak:	1,2	. 10^{-5}	m/s

Doorlatendheidsverhouding ten opzichte van het zand:

Mijnsteen (ter plaatse van pb 6):	4,78	x
Blokken (ter plaatse van pb 6):	0,56	x

De doorlatendheid van de blokken in relatie tot de doorlatendheid van de andere materialen moet gezien de geringe dikte van de blokken als een bovengrens worden beschouwd. Verder is de proef op de blokken uitgevoerd op een hoogte van ca. NAP + 1,60 m op het talud dus iets boven de stand van gemiddeld hoogwater. Verwacht kan worden dat de doorlatendheid van de blokken lager op het talud in de getijzone aanzienlijk minder kan zijn door dichtgroei en -slibben.

INFILTRATIEPROEVEN NOORDLAND WEST:

INFILTRATIE ZAND TPV. PEILBUIS 1

Debiet binnenbak	6,9	. 10 ⁻⁶	m ³ /s
Oppervlak binnenbak	0,23		m ²
Daalsnelheid waterniveau	3	. 10 ⁻⁵	m/s

INFILTRATIE ZAND BUITENTEEN

Debiet binnenbak	begin proef:	5,2	. 10 ⁻⁶	m ³ /s
	einde proef:	3,1	. 10 ⁻⁶	m ³ /s
Opp. binnenbak		0,23		m ²
Daalsnelheid water-	begin proef:	2,26	. 10 ⁻³	m/s
niveau	einde proef:	1,35	. 10 ⁻⁵	m/s

INFILTRATIE ZAND ASFALT

Debiet binnenbak	begin proef:	1,66	. 10 ⁻⁶	m ³ /s
	einde proef:	0,83	. 10 ⁻⁶	m ³ /s
Opp. binnenbak		0,23		m ²
Daalsnelheid binnen-	begin proef:	7,2	. 10 ⁻⁶	m/s
bak	einde proef:	3,6	. 10 ⁻⁶	m/s

MIJNSTEEN

Debiet binnenbak	begin proef:	2	. 10 ⁻⁶	m ³ /s
	einde proef:	1,28	. 10 ⁻⁶	m ³ /s
Opp. binnenbak		0,23		m ²
Daalsnelheid	begin proef:	9	. 10 ⁻⁶	m/s
	einde proef:	5,6	. 10 ⁻⁶	m/s

Doorlatendheidsverhoudingen ten opzichte van zand oostzijde

Zand t.p.v. pb1:	1,33 x
Zand t.p.v. pb7:	1,06 à 0,63 x
Zand asfalt t.p.v. pb3:	0,38 à 0,17 x
Mijnsteen t.p.v. pb3:	0,42 à 0,26 x

De doorlatendheid van het zand aan de westzijde is van dezelfde orde van grootte als aan de oostzijde. De doorlatendheid van de mijnsteen is aanzienlijk geringer dan aan de oostzijde. Mogelijk is ter plaatse de mijnsteen dichtgereden bij het aanbrengen van het zandasfalt.

De doorlatendheidsbepaling van het zandasfalt is mogelijk niet erg betrouwbaar omdat door luchtinsluitingen te lage waarden kunnen zijn gemeten.

3.3. Zand- en mijnsteenmonsters

In de doorsneden op bijlage 2 en 3 zijn de plaatsen aangegeven van de zand- en mijnsteenmonsters welke tijdens het on-

derzoek werden genomen en geanalyseerd. De Wegbouwkundige Dienst (WBD) heeft ook enkele zand en mijnsteenmonsters genomen en hiervan korrelverdelingen, waterdoorlatendheden en de mate van verdichting bepaald. (6)

De monsters genomen door het COW zijn onderzocht door het Laboratorium voor Grondmechanica (LGM).

3.3.1. Zandmonster

In de onderstaande tabel wordt een overzicht van het onderzoek aan de zandmonsters gegeven.

	ringdijk	sleuf nr.	plaats monster	diepte in m. t.o.v. NAP	geanalyseerd door	korrelverdelingsdiagram	doorlatendheid bepaald	verdichting bepaald	Opmerkingen
westzijde	1	A	-0,5	LGM	ja	ja	nee	monstername na het verwijderen van de stortsteen	
	1	B	+3,5	LGM	ja	ja	nee	na afgraving van de kruin	
	1	C	-0,2	WDB	ja	ja	ja	diverse monsters	
	1	D	+1,15	WBD	ja	ja	ja	" "	
	1	E	+3,0	WBD	ja	ja	ja	" "	
	2	F	-0,2	WBD	ja	ja	ja	" "	
	2	G	+1,5	WBD	ja	ja	ja	" "	
	2	H	+3,0	WBD	nee	nee	ja	" "	
oost	2	I	-0,9	LGM	ja	ja	nee	monstername na het verwijderen van de mijnsteen	

3.3.1.1. Korrelverdeling

Van de genomen zandmonsters zijn door het LGM en de WBD korrelverdelingen gemaakt. Deze zijn om het vergelijken van de resultaten van de verschillende monsters te vereenvoudigen op een korrelverdelingsdiagram van het COW uitgezet. Deze diagrammen zijn als bijlage 9 t/m 13 bijgevoegd.

3.3.1.2. Doorlatendheden van de zandmonsters

De resultaten van de doorlatendheidsproeven welke door het LGM op de monsters A en I zijn uitgevoerd zijn:

ringdijk	monster nummer	poriëngehalte %	doorlatendheid m/s x 10 ⁻⁴	dichtheid kg/m ³
West	A	42,8	2,56	1516
		39,8	2,10	1595
		38,4	1,72	1632
Oost	I	42,6	2,63	1521
		39,5	1,75	1603
		38,0	1,32	1693

De resultaten van de doorlatendheidsproeven welke door de WBD op ongeroerde monsters met een diameter van 70 mm en een lengte van 300 mm zijn uitgevoerd zijn (6):

ringdijk	monster	doorlatendheid m/24 h	doorlatendheid m/s x 10 ⁻⁷
West	C	0,01	1,16
	D	0,06	6,94
	E	0,10	11,57
	F	0,57	65,97
	G	0,08	9,26

Bij het bepalen van de doorlatendheid is geen correctie toegepast voor de dichtheid van het zand. De geringe gemeten doorlatendheid wordt verklaard uit de aanwezigheid van sliblensjes. Bij aanwezigheid van deze sliblensjes is de horizontale doorlatendheid veelal vele malen groter dan de verticale doorlatendheid. De verticale doorlatendheid van monsters kan sterk variëren door de min of meer toevallige aanwezigheid van voornoemde sliblensjes.

Betreffende de doorlatendheidsbepaling dient nog het volgende opgemerkt te worden.

De doorlatendheden bepaald door het LGM lijken qua orde van grootte hoger dan die in de regel door de WBD worden bepaald voor dergelijk zand (ca. factor 10).

Helaas zijn er voor dit project geen direct vergelijkbare proeven gedaan. Deze verschillen kunnen veroorzaakt zijn door een verschil in proefopzet en/of door een hoger percentage < 16 µm bij het zand waar de WBD ervaring mee heeft. Nader onderzoek hiernaar is gewenst.

3.3.1.3. Dichtheid en verdichtingsgraad van het zandlichaam

Uit het zandlichaam van de westelijke ringdijk is door de WBD nog een aantal monsters genomen ter bepaling van de dichtheid en de verdichtingsgraad ten opzicht van de maximale proctordichtheid (m.p.d.). In onderstaande tabel zijn

de resultaten van dit onderzoek genoteerd (6):

sleuf	plaats monster	niveau in m t.o.v. NAP	dichtheid kg/m ³	vochtgehalte % (m/m)	m.p.d. kg/m ³	verdichtingsgraad %
1	C ₁	- 0,2	1505	24,3	1631	92,3
	C ₂	- 0,2	1481	25,1		90,8
	D ₁	+ 1,5	1396	9,8		85,6
	D ₂	+ 1,5	1561	4,5		95,7
	E ₁	+ 3,0	1674	2,7		102,1
	E ₂	+ 3,0	1653	3,0		100,9
2	F ₁	- 0,2	1532	21,9	1639	93,5
	F ₂	- 0,2	1523	23,3		92,9
	G ₁	+ 1,5	1488	3,7		90,8
	G ₂	+ 1,5	1493	2,7		91,1
	H ₁	+ 3,0	1615	4,3		98,5
	H ₂	+ 3,0	1653	5,0		100,9

Het gespoten zand in de westelijke ringdijk had beneden tot een hoogte van ongeveer NAP + 2 m een geringe verdichtingsgraad, op NAP + 3 m werd zand met een hoge verdichtingsgraad aangetroffen.

Op bijlage 14 zijn de korrelverdelingen van de voornoemde zandmonsters genoteerd.

De dichtheid en de verdichtingsgraad van het zandlichaam van de oostelijke ringdijk zijn evenals de waterdoorlatendheid niet door de WBD bepaald.

3.3.2. MijNSTEENmonsters

3.3.2.1. Onderzoek Wegbouwkundige Dienst.

Door de Wegbouwkundige Dienst (WBD) zijn monsters van ongeveer 50 kg genomen uit de zijwanden van de in de kaden gegraven sleuven (zie de bijlage 2 en 3).

In het door de WBD hierover geschreven rapport (6) worden de volgende conclusies ten aanzien van de mijnsteen getrokken:

- De korrelverdeling van de mijnsteen week niet wezenlijk af van die van de gewoonlijke aangevoerde ongesorteerde mijnsteen (zie bijlage 8).
- De mijnsteen is waarschijnlijk niet essentieel van korrelverdeling veranderd. Dit is in overeenstemming met de eerder in (3) geuite verwachtingen.
Daarin wordt gesteld dat verfijning optreedt bij sterke variatie van vochtgehalte, door vorst en door mechanische belasting door berijden of verwerken. Alleen indien er ge-

sorteerde mijnsteen is aangevoerd op de onderzochte locaties, hetgeen blijkens het gestelde in hfst. 2.4. niet geheel uitgesloten moet worden, zou de korrelverdeling wel significant veranderd kunnen zijn.

- In de mijnsteen komt zand voor in lenzen en ingewaterd. De monsters uit de westelijke ringdijk bevatten ca. 7% (m/m) zand. Hierbij dient te worden vermeld dat bij de bemonstering grote zandconcentraties zijn vermeden.
- Aan de oostzijde is op één plaats de droge dichtheid (1966 kg/m³) en het vochtgehalte (7,7%; m/m) in situ bepaald. Bij een soortelijke massa van het materiaal van 2600 kg/m³ (3) komt dit neer op een holte-percentages van 24%.
- Op basis van de in het rapport van de WBD gegeven cijfers omtrent het zandgehalte en de korrelverdeling van zand kan verder nog geconcludeerd worden dat het in de mijnsteen voorkomend zand qua korrelverdeling niet duidelijke afwijkt van het in de dijkskern gebruikte zand.

Verder kan nog worden opgemerkt dat naderhand uit een ander recent onderzoek bleek dat mijnsteen dat zich gedurende 5 jaar onder water had bevonden niet was verweerd (7).

3.3.2.2. Onderzoek Laboratorium voor Grondmechanica.

Er zijn 2 monsters uit de meest zuidelijk gelegen sleuf aan de oostzijde en 4 monsters verzameld langs de oostelijke kade na verwijdering van de bekleding en aan het Laboratorium voor Grondmechanica (LGM) overhandigd.

Gevraagd is aan het LGM om na te gaan of de fijne fracties van de mijnsteenmonsters slib bevatten dat afkomstig is uit zee of uit het zand van de dijkskern.

Ten behoeve van het onderzoek heeft het LGM in de Oosterschelde nabij Burghsluis twee monsters van zeeslib genomen. Achtereenvolgens zijn de monsters onderzocht op kalkgehalte en zijn röntgenanalyses en differentieel thermische analyses (DTA) uitgevoerd op zowel de fijne fracties als de fijngemalen grove fracties teneinde de minerale samenstelling te kunnen bepalen.

Uit het onderzoek bleek geen verschil in mineralogische samenstelling tussen de fijne fracties en de fijngemalen grove fracties van de mijnsteen.

Tevens bleken de beide monsters van zeeslib significant afwijkend qua samenstelling ten opzichte van de mijnsteenmonsters.

In het rapport van het LGM (8) wordt tenslotte geconcludeerd dat de tussen de mijnsteen aangetroffen fijne fractie afkomstig is van deze mijnsteen.

Aanbevolen wordt verder nog om bij aanleg van dijken een representatief monster van ca. 5 kg, met een korte omschrijving van de voorgeschiedenis, te bewaren.

3.4. Fotografische waarnemingen

Aan de westzijde zijn in 2 gegraven sleuven stereo-foto's gemaakt. Aan de oostzijde zijn eveneens in 2 gegraven sleuven stereo-dia's gemaakt.

De stereo-foto's en -dia's zijn gemaakt door de Meetkundige Dienst en worden bewaard bij het COW.

De dia's kunnen eventueel geprojecteerd worden tot stereo-beeld bij de Meetkundige Dienst.

Verder zijn tijdens het gehele onderzoek nog diverse foto's gemaakt door het COW en zijn van de ontgraven mijnsteen aan de oostzijde foto's gemaakt door de Directie Bruggen.

Deze foto's bevinden zich eveneens in het archief van het COW. In een beperkt aantal exemplaren van dit rapport zijn fotobladen met een aantal geselecteerde foto's opgenomen.

De volgende gegevens werden ontleend aan de stereo-foto's:

Westzijde:

Sleuf 1 (genomen in as Roompotsluis, Noordvlak gefotografeerd).

De stereometrische foto's vertonen een doorsnede die overeenkomt met hetgeen op tekening staat aangegeven.

Echter de mijnsteen die tegen het zandlichaam van de dijk aansluit vertoont aan de oppervlakte aanwezigheid van grote brokken zandasfalt.

Ook in de kern van de mijnsteenkade zijn stukken zandasfalt zichtbaar.

Het vermoeden bestaat dat er reeds eerder gebruikte mijnsteen verwerkt is.

De totale lengte van de sleuf bedroeg 10 à 11 m met een maximale hoogte van ca. 2 m schuin aflopend aan weerskanten.

De foto is van bovenuit schuin in de sleuf gericht tegen het vlak genomen.

De zandasfaltlaag en de gepenetreerde stortsteen waren nog volledig in takt.

Sleuf 2 (Zuidvlak gefotografeerd).

De mijnsteenlaag vertoont een constante dikte van ca. 1,50 m. Kraagstuk ligt ca. 2 m terug t.p.v. de teen, dit in afwijking met sleuf 1.

Aan de onderzijde bevinden zich wat zandlaagjes.

De onderkant van de mijnsteen wisselt nogal van hoogte.

Aan de onderzijde van de mijnsteenkade bevindt zich wat rode mijnsteen over een lengte van ca. 5 m (dit zouden ook roestsporen ter plaatse van het freatisch vlak kunnen zijn).

De afdeklaag van zandasfalt en gepenetreerde stortsteen was reeds verwijderd.

Oostzijde:

Sleuf 2 (42 m uit as Roompotsluis in Noordelijke richting, sleufbreedte ca. 6 m).

De opbouw van de mijnsteen was nogal fijn van structuur vergeleken met de Westzijde. Er komen veel zandlaagjes voor tussen de mijnsteen. In sleuf 2 werd weinig zandasfalt en stortsteen aangetroffen, wel waren er plekken die er roestkleurig uitzagen.

De doorsnede en de opbouw van de mijnsteenkade was nagenoeg overeenkomstig de tekening.

Boven op de mijnsteenkade heeft gebroken grind als opvullaag ten behoeve van de Haringmanblokken gelegen.

Sleuf 1 (89 m uit as Roompotsluis in Noordelijke richting).

De opbouw en structuur zijn als bij sleuf 2 met uitzondering van plaatselijk aanwezige grote stukken zandasfalt.

Roestsporen zijn hier eveneens aanwezig.

De stereometrische foto's zijn nogal donker uitgevallen. (Tijdstip van opname omstreeks 18.00 uur en 19.00 uur).

Aanbevelingen voor toekomstige fotoreportages van soortgelijke uitgegraven sleuven zijn:

- Er dient, indien de uitvoering (beschikbaarheid kraan e.d.) het toelaat, bij een zo laag mogelijke buitenwaterstand gegraven te worden zodat zo diep mogelijk gegraven kan worden.
- Er dient gelet te worden op lichtintensiteit en -inval ten behoeve van de effectiviteit van de stereo-opnames.
- Uiteindelijk voldoen stereometrische kleurenfoto's beter dan kleurendia's.

3.5. Visuele waarnemingen

Tijdens en na het graven van de sleuven en het verwijderen van de bekleding werden de volgende indrukken verkregen:

- De mijnsteen toonde een gesloten structuur met weinig of geen holle ruimte.
- De oostzijde leek uit wat fijner materiaal te bestaan dan aan de westzijde.
- Er was min of meer sprake van een gelaagde structuur doordat de vaak langwerpige, soms platte stukken enigszins horizontaal lagen.
- Aan de oostzijde was de mijnsteen bij ontgraven vrijwel overal vochtig tot nat zonder veel onderlinge samenhang tussen de steenstukken. De mijnsteen aan de onderzijde van de gegraven sleuven (waarop gelopen werd na uitgraven) bevatte veel fijn materiaal en was nogal papperig door het hoge watergehalte. Na drogen trad verkitting op van fijne en grove stukken tot grotere brokken.
- Bij het blootstellen van de mijnsteen aan het getij na

verwijderen van de bekleding trad uitspoeling van fijnere delen op en bleven de grove stenen over aan de oppervlakte.

- De grondmechanische stabiliteit leek gering bij verzadiging met water.
- Plaatselijk bleken er in de overwegend dichte structuur meer doorlatende "aders" aanwezig, waarin de meeste fijne fracties ontbraken.
- In het zand aan de onderkant van de mijnsteen werden roestkleurige lagen aangetroffen. Dit kan wijzen op het variëren van het fretatisch vlak in deze zone. Mogelijk heeft er een uitspoeling van ijzerhoudende deeltjes uit de mijnsteen plaatsgevonden die afgezet is in het zand.
- De Haringmanblokken bleken vooral in de getijzone dichtgegroeid met krukels en dichtgeslibt en -gezand. Plaatselijk werd bij laagwater overdruk aangetoond door het optreden van een "fonteintje".

4. INTERPRETATIE VAN DE WAARNEMINGEN

4.1. Verandering mijnsteen vanaf de aanleg

4.1.1. Verfijning van de mijnsteen door vergruizing

Uit de vergelijking van de korrelverdelingen van de genomen monsters met gegevens omtrent in het verleden geleverde mijnsteen blijkt geen duidelijke algehele verfijning (hfst. 3.3.2.1). Alleen indien gesorteerde mijnsteen zou zijn gebruikt, hetgeen volgens de beschikbare informatie niet geheel kan worden uitgesloten, zou significante verfijning hebben plaatsgevonden.

Uit de gegevens wordt wel de indruk verkregen dat er een wat groter deel van de fracties < 4 mm aanwezig is in de kaden en dat de gradering van de mijnsteen van Noordland wat beter is ten opzichte van de geleverde mijnsteen.

Gezien de grote spreiding tussen monsters onderling, gezien de grote range van korreldiameters die voorkomen in de mijnsteen en gezien de gevoeligheid van de korrelgrootteverdeling voor mechanische belasting is de korrelgrootteverdeling echter geen nauwkeurige maat voor de opgetreden verfijning na aanbrengen.

Daarbij komt nog dat er van de kaden op Noordland geen zeefkrommes van de aangevoerde mijnsteen zijn gemaakt.

Van de onderhavige mijnsteen wordt verwacht dat ze niet of weinig onderhevig is aan de chemische verwerking (3) doordat deze mijnsteen hoofdzakelijk uit illiet bestaat.

Zowel aan oost- als aan westzijde lijkt de mijnsteen voortdurend vochtig te zijn geweest door de tegen uitdroging afscherpende werking van de bekleding.

Bij het aanbrengen van de mijnsteen zal bij het verdichten met een bulldozer en bij een initiële structuur met vrij veel holle ruimte dit samengaan met vrij grote contactkrach-

ten tussen de individuele stenen, met als gevolg meer kans op plaatselijk vergruizen.

Bij een "dichtere" structuur zullen de contactkrachten geringer zijn met minder kans op vergruizen.

Eén en ander is aanleiding voor de volgende hypothese:

- Indien ergens mijnsteen met een bepaalde korrelverdeling wordt aangebracht dan zal deze afhankelijk van de wijze van aanbrengen meer of minder verfijnen en een respectievelijk meer of minder "dichte" structuur verkrijgen.

Na het aanbrengen zal door de op te brengen bovenbelasting en de hydraulische belasting (waterstanden, golven) de verfijning in principe door kunnen gaan door vergruizing en/of slijtage ten gevolge van de contactkrachten tussen de individuele stenen. Echter de vooraf door de wijze van aanbrengen meer verfijnde mijnsteen zal na de aanleg minder of niet verfijnen door de na de aanleg aanwezige geringere contactkrachten.

Omgekeerd zal de na aanbrengen minder verfijnde mijnsteen in principe meer kunnen verfijnen door grotere contactkrachten. Verder zal ook de bij aanvoer fijnere mijnsteen minder verfijnen bij het aanbrengen.

Eén en ander leidt tot de veronderstelling dat de variatie in korrelgrootteverdeling van de mijnsteen bij aanvoer in principe verminderd wordt bij het aanbrengen en wellicht ook bij het enige jaren onderhevig zijn aan gebruiksbelastingen (opgebrachte lagen, waterstanden, golven).

Een belangrijke vraag is of de bij de onderhavige kaden geconstateerde korrelgrootteverdeling de eindsituatie weergeeft of dat de verfijning nog door gaat.

Op grond van de gevonden korrelgrootteverdelingen, voorgaande ervaringen en meningen van anderen (3 , 9) kan worden aangenomen dat de verfijning niet verder gaat dan het beperkt uiteenvallen in deeltjes tot ca. 1 mm en dat de vergruizing stopt zodra de holle ruimten tussen de grotere stenen minder of meer zijn opgevuld door het ontstane fijnere materiaal en door zetting (klink) na vergruizing.

Gezien de gevonden dichte structuur van de mijnsteen en het geringe holle ruimte-percentages (hfst. 3.4.2.1.) kan derhalve worden aangenomen dat de aangetroffen verfijning ongeveer het eindstadium had bereikt.

De gevonden korrelverdeling vertoont bij het uitzetten van de cumulatieve gewichtspercentages tegen de diameter op $\sqrt{\quad}$ -schaal min of meer een rechte lijn (bijlage 8). Dit is in overeenstemming met de ideale korrelverdeling met minimale holle ruimte volgens Fuller. Dit ondersteunt enigszins het vermoeden dat de mijnsteen zoals aangetroffen in een eindstadium verkeerde voor wat betreft de verfijning.

4.1.2. Indringing van zand en slib

Behoudens aan de grensvlakten tussen zand en mijnsteen zijn er geen aanwijzingen dat er zand onder invloed van grondwaterstroming na de aanleg in de mijnsteen gedrongen is. De aangetroffen zandresten moeten tijdens de aanleg in de mijnsteen terecht zijn gekomen.

Gezien het slibgehalte van het Oosterscheldewater was het voorstelbaar dat er slib aan de oostzijde via de Haringmanblokken in de mijnsteen zou dringen en zo de doorlatendheid zou doen afnemen.

Geconstateerd is dat geen van de onderzochte mijnsteenmonsters zeeslib bevatte. Een verklaring hiervoor is de geringe mate waarin water via de blokken in de mijnsteen drong (hfst. 4.3.) en wellicht ook de filterwerking van het onder de blokken aangetroffen laagje van zand en grind en van de fijnere mijnsteendeeltjes direct onder de blokken.

4.2. De structuur en homogeniteit van de kade

De variatie in korrelgrootteverdeling blijkt uit de door de WBD gemaakte zeefanalyses (6) (bijlage 7).

Verder werden zandlagen en brokken zandasfalt in de mijnsteen aangetroffen.

Zoals reeds in hfst. 4.1 is gesteld, is er geen slib of zand via het grondwater doorgedrongen in de mijnsteen behalve bij de scheidingslagen.

Indien de individuele stenen overeenkomstig (3) gekarakteriseerd worden door de dikte d (de afstand tussen twee evenwijdige lijnen waar tussen de steen nog juist kan passeren) en de lengte l (de grootste afstand tussen 2 punten aan de oppervlakte van de steen) dan bleek de lijn l min of meer overwegend in het horizontale vlak en de lijn d min of meer overwegend loodrecht op het horizontale vlak te liggen.

Er was derhalve sprake van een gelaagde structuur in de ligging van de grotere stenen.

Ook bleken plaatselijk minder opgevulde holle ruimten tussen de grotere stenen aanwezig. Naar verwachting zal het watertransport vooral langs deze "aders" optreden.

4.3. De doorlatendheid van de kaden

4.3.1. Het principe van de bepaling van de doorlatendheid uit de peilbuiswaarnemingen

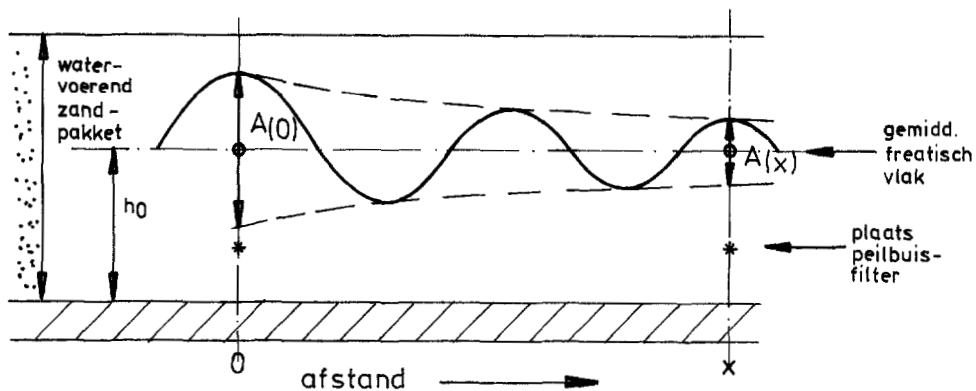
Een werkwijze voor de bepaling van de doorlatendheid zou kunnen zijn het simuleren van de prototype-omstandigheden in een mathematisch model of een elektrisch analogon.

Omdat hiervoor de tijd ontbrak en de geometrie nogal gecompliceerd is voor de huidige stand van de modeltechniek is hiervan afgezien.

Er is volstaan met het onderling vergelijken van de peil-

buiswaarnemingen door middel van een eenvoudige analytische berekening zoals is aangegeven in het collegedictaat b90 van prof. A. Verruijt (10).

Hierbij wordt uitgegaan van horizontale stroming in een zandpakket met overal dezelfde dikte (zie onderstaande figuur).



De voortplanting van een sinusvormige waterstandsvariatie in x-richting wordt weergegeven door de formule:

$$h(x,t) = h_0 + A(0) \cdot e^{-\lambda x} \cdot \sin(\omega t - \lambda x)$$

met $h(x,t)$ = waterstand op afstand x op tijdstip t
 $A(0)$ = amplitude op $x = 0$

$$\lambda = \sqrt{\frac{n \cdot \omega}{2 \cdot k \cdot h_0}}$$

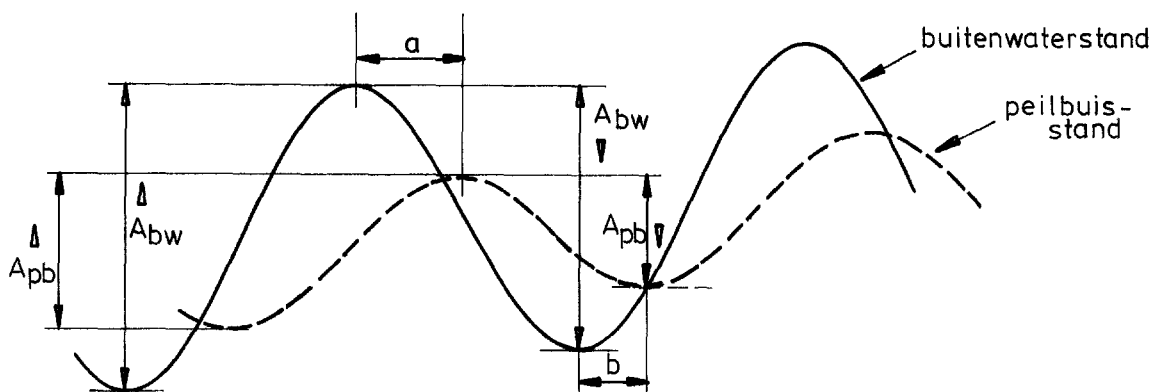
n = effectieve holle ruimte-percentage
 k = doorlatendheid zand
 h_0 = gemiddelde waterstand in zandpakket
 T = periode
 $\omega = \frac{2\pi}{T}$ = hoeksnelheid

λx = faseverschil over de afstand x
 $e^{-\lambda x}$ = relatieve afname van de amplitude.

Met behulp van de uit de metingen af te schatten fasever-

schillen en afnames van de amplitudes tussen de peilbuizen kan met deze formule een doorlatendheid bepaald worden. Hiervoor moet dan wel een afname voor de maatgevende diepte van het watervoerend pakket h en de effectieve holle ruimte n worden gedaan. Een verandering van deze grootheden met een factor 2 gaat samen met een verandering van de berekende doorlatendheid k met respectievelijk een factor 0,5 en een factor 2 indien van dezelfde respons wordt uitgegaan.

Ten behoeve van uit te voeren bewerkingen is een aantal basisgegevens uit de metingen samengevat in bijlage 24. Op basis van deze basisgegevens zijn de metingen allereerst gekarakteriseerd met de hierna gegeven grootheden.



- A_{bw} \uparrow = amplitude buitenwaterstand, van dal naar top.
- A_{bw} \downarrow = amplitude buitenwaterstand, van top naar dal.
- A_{pb} \uparrow = amplitude peilbuisstand, van dal naar top.
- A_{pb} \downarrow = amplitude peilbuisstand van top naar dal.
- a = vertraging peilbuisstand t.o.v. buitenwaterstand van het hoogwater.
- b = vertraging peilbuisstand t.o.v. buitenwaterstand van het laagwater.

De respons van het getij gedefinieerd als A_{pb}/A_{bw} is aangegeven in bijlage 27. Bij sommige peilbuizen was slechts of een hoogwaterstand of een laagwaterstand beschikbaar. In dat geval zijn A_{pb} en A_{bw} bepaald als verschil met de middenstand op zee.

De op basis van deze gegevens bepaalde k -waarden zijn samengevat in de bijlagen 25 en 26.

In bijlage 28 wordt een indruk van de opgetreden vertraging gegeven. Hierbij dient vermeld te worden dat vooral voor de laagwaters de bepaling hiervan niet erg nauwkeurig is.

De resultaten van deze bijlagen moeten beschouwd worden in samenhang met de verandering van de waterstand in de bouw-

put, de toestand van de bekleding tijdens de meetperiode en de mate waarin de peilbuizen goed functioneerden.

4.3.2 Beschouwing gemeten respons en hieruit afgeleide k-waarden

De relatieve respons van de peilbuizen is gegeven als A_{bi}/A_{bu} . Hierbij is A_{bi} het verschil tussen hoog- en laagwater van de betreffende peilbuis en A_{bu} dezelfde grootte maar nu voor de referentie peilbuis (of buitenwaterstand indien deze als referentie dient).

Achtereenvolgens worden de op de bijlagen 25 en 26 gegeven waarden van A_{bi}/A_{bu} beschouwd voor de west- en de oostzijde.

Noordland-west (zie voor dwarsprofiel bijlage 2)

De peilbuizen in de mijnsteen hebben geen respons vertoond, zodat kan worden aangenomen dat de mijnsteen geen rol heeft gespeeld bij de voortplanting van het getij.

De relatieve respons van peilbuis 6 t.o.v. de buitenwaterstand (A_{bw}) neemt iets af in de tijd, terwijl de respons van pb 3 t.o.v. pb 6 toeneemt. Mogelijk is de werking van peilbuis 6 verminderd in de tijd en/of speelt de verandering van de waterstand in de bouwput en de verwijdering van de bekleding een rol hierbij (zie bijlage 23). Het effect van de verandering van respons op de bepaalde doorlatendheidscoëfficiënten k is ca. een factor 2 voor het traject $A_{wb}-6$ en een factor 10 voor het traject 6-3. Bij de beschouwing van de relatieve respons ten opzichte van de later geplaatste peilbuizen 8 en 7 zeewaarts van de teen in het zand blijkt dat er al een relatief belangrijke reductie van 70% van de getijbeweging optreedt tussen het buitenwater en de waterdruk in het zandpakket zeewaarts van de teen.

Dit zou kunnen wijzen op een slechte verticale doorlatendheid in het zand.

Dit laatste geldt mits de peilbuizen 7 en 8 een representatief beeld van de respons in dit zandpakket geven (geen verstopping of plaatsing op een ongelukkige plaats).

Uitgaande van de respons van 6 ten opzichte van 8 en 7 in plaats van ten opzichte van de buitenwaterstand blijkt de doorlatendheid van het pakket tussen 7 en 8 en 6 ca. een factor 3 hoger.

De meting van 4/8 is niet meer representatief voor de situatie met bekleding omdat toen de bekleding behoudens een strook van 15 m aan weerszijden van de peilbuizen verwijderd was.

De bepaling van de k -waarde op de onderhavige in 4.3.1. omschreven wijze kan slechts globale indicaties geven.

Naast de gebruikte sterke schematisering van de grondwaterstroming volgens de gebruikte analytische formule speelt het volgende hierbij een rol:

- De nauwkeurigheid van de aflezing van de peilbuis is soms vrij gering ten opzichte van de totale variatie in waterstand.
- De respons is gekarakteriseerd door een sinus met als amplitude het verschil tussen hoogste en laagste waterstand. De buitenwaterstand kan opgebouwd gedacht worden uit een aantal harmonische componenten (sinuskrommen) met verschillende periode en amplitude. De peilbuizen in de grond reageren verschillend op al deze componenten. De componenten met een kortere periode geven een relatief lagere respons en een relatief grotere vertraging. Per meetdag zullen de verschillende componenten van elkaar afwijken voor wat betreft de onderlinge faseverschuiving en de amplitudeverhouding. Voor een betere analyse zou daarom per component de respons bepaald moeten worden. In dat geval kan echter nog de wederzijdse beïnvloeding van de respons van de verschillende componenten het verband minder eenvoudig maken. In ieder geval kan verwacht worden dat de in het onderhavige geval toegepaste methode zeer grof is en tot spreiding in de resultaten van de verschillende meetdagen moet leiden.

Geconcludeerd wordt voorlopig dat de doorlatenheid k van het zandpakket in de orde van $5 \cdot 10^{-5}$ à $5 \cdot 10^{-4}$ m/s ligt.

Noordland oost (zie voor dwarsprofiel bijlage 3)

De peilbuis 4 in de mijnsteen en de peilbuis 2 in het zand hebben geen respons vertoond doordat de waterstand beneden het filter is gebleven.

De beneden het teenschot liggende mijnsteenkade en het zeewaarts van peilbuis 4 gelegen deel van de onder de bekleding liggende mijnsteenkade zullen hebben bijgedragen tot de voortplanting van de getijbeweging.

De meting van 17/8 is niet representatief meer voor de situatie met bekleding omdat deze toen behoudens een smalle strook rond de peilbuis was verwijderd.

De respons van de pb 6a ten opzichte van de pb 7 is hierbij nauwelijks verschillend van de voorgaande meting van 22/7, terwijl die van pb 6b sterk is toegenomen (bijlage 26).

Ook de respons van pb 1 ten opzichte van pb 3 lijkt te zijn toegenomen, evenals pb 3 ten opzichte van pb 7.

De verklaring hiervoor kan zijn dat de verwijdering van de bekleding heeft geleid tot een sterk toegenomen toevoer van water via de bovenste mijnsteenkade naar de pb-en 3 en 1.

De invloed hiervan op pb 6a kan gering zijn ten gevolge van een relatief geringe verticale doorlatendheid van de mijnsteen.

Dit kan samenhangen met gelaagde opbouw (langwerpige, platte

vorm van de stenen) en het plaatselijk "dichtrijden" van een bepaalde horizontale laag bij het aanbrengen.

De invloed op lager niveau lijkt wel aanwezig gezien de relatief grote respons van pb 5 ten opzichte van pb 7.

De meting van 29/6 geeft een afwijkend beeld van de respons van pb 3 ten opzichte van pb 7 in vergelijking met de metingen van 8/7 en 22/7. Mogelijk speelt de verhoging van de waterstand in de bouwput (bijlage 14) hierbij een rol.

De algemeen grotere doorlatendheid op het traject 7.3 (en 7-5) ten opzichte van het traject 3-1 (en 5-3) is te verklaren uit de aanwezigheid van meer doorlatende mijnsteen in het stroomvoerend pakket in het traject 7-5.

Op de bijlagen 27 en 28 zijn lijnen aangegeven, berekend voor enkele k-waarden volgens de vereenvoudigde analytische berekeningen van hfst. 4.3.1.

Uit vergelijking van gemeten en berekende waarden kan een globale indruk worden verkregen van de orde van grootte van de k-waarden die van toepassing zijn. Deze wijken niet significant af van die van bijlage 26.

Voor de nauwkeurigheid van de bepaling van de doorlatendheidscoëfficiënt k gelden verder de beperkingen als reeds genoemd bij de westzijde.

De volgende voorlopige conclusies kunnen worden getrokken:

- De doorlatendheid van het zandpakket ligt in de orde van grootte van $2 \cdot 10^{-4}$ m/s.
- Deze waarden komen qua orde van grootte overeen met de door het LGM in het laboratorium bepaalde waarden. Uit ervaringen van de WBD blijkt dat voor een dergelijk zand lagere waarden worden gemeten. Mogelijk speelt de proefopzet en het gehalte $< 16 \mu\text{m}$ hierbij een rol.
- De horizontale doorlatendheid van de mijnsteen is ongeveer een factor 5 hoger dan die van het zand.
- De verticale doorlatendheid van de mijnsteen lijkt gering ter plaatse van het filter van pb 6a.

5. SAMENVATTENDE CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

5.1. De doorlatendheid van de materialen op Noordland

5.1.1. De doorlatendheid van het zand

De doorlatendheid van het zand zonder verontreiniging lijkt in de orde van $1 \text{ à } 2 \cdot 10^{-4}$ m/s te zijn blijkens de laboratoriumproeven van het LGM en de gemeten getijrespons.

Bij aanwezigheid van de sliblaagjes in opgespoten zand (zie foto nr. 8) kan de verticale doorlatendheid verwaarloosbaar klein worden ten opzichte van de genoemde orde van grootte. Uit de peilbuiswaarnemingen aan de teen van de kade aan de westzijde werd de indruk verkregen dat de verticale doorlatendheid van het zand gering was ten opzichte van de hori-

zontale doorlatendheid.

5.1.2. De doorlatendheid van de mijnsteen

Blijkens de infiltratieproeven varieert de verticale doorlatendheid van de mijnsteen van 5x tot 0,25 x de waarde van zand. Deze variatie wordt naar verwachting veroorzaakt door lokale variatie in de mate van gelaagdheid en verdichting bij het aanbrengen (bijvoorbeeld berijden bij nat weer kan de mijnsteen volledig ondoorlatend maken (3)).

Vanwege de gelaagdheid en het feit dat de genoemde sterke verdichting slechts plaatselijk voorkomt zal voor de kaden een horizontale doorlatendheid in de orde van 5 à 10 x de doorlatendheid van zand gelden. Geconcludeerd kan dus worden dat de horizontale doorlatendheid overwegend groter dan die van het zand is geweest en dat de verticale doorlatendheid plaatselijk (aanzienlijk) minder kan zijn geweest.

5.1.3. De doorlatendheid van de bekleding van Haringmanblokken

De Haringmanblokken bleken, waarschijnlijk ten gevolge van indringing van zand en/of slib en de aanwezigheid van veel krukels in de voegen, slecht doorlatend.

De orde van grootte van de doorlatendheid bleek kleiner dan ca. 0,6 x de doorlatendheid van het zand.

Het optreden van overdrukken onder de blokken in een dergelijke situatie is dan ook aannemelijk en is ook plaatselijk geconstateerd door het optreden van een "fonteintje" bij laag water.

De slechte doorlatendheid van de blokken heeft wellicht samen met een ter plaatse van de peilbuizen slechte verticale doorlatendheid van de mijnsteen geleid tot een geringe invloed van de waterstroming door de blokken op de getijrespons in het zandpakket onder de mijnsteen en in de onderste lagen van de mijnsteen.

5.2. De afname van de doorlatendheid van de mijnsteen op Noordland

Geconcludeerd wordt dat de horizontale doorlatendheid van de mijnsteen 9 à 10 jaar na aanleg nog significant groter was dan van het zand. De verwerking van de mijnsteen, voor zover deze al plaats heeft gevonden, heeft niet geleid tot een doorlatendheid kleiner dan die van zand. Dit is in overeenstemming met hetgeen in het rapport van werkgroep I voor keuring van bouwstoffen voor de waterbouw (3) is geconstateerd omtrent het gedrag van mijnsteen in het algemeen.

Op basis van het onderhavige onderzoek en van ervaringen en

meningen van anderen wordt geconcludeerd dat de korrelgrootteverdeling niet ingrijpend meer zou zijn veranderd voor het geval de kade niet was afgegraven (hfst. 4.1). Dientengevolge zou ook de doorlatendheid niet sterk meer zijn afgenomen.

5.3. De doorlatendheid van mijnsteen elders bij gebruik als onderlaag en/of teenconstructie

Uitgaande van de gangbare herkomst en korrelgrootteverdelingen van in Nederland aangevoerde mijnsteen (3), de afdekking van de mijnsteen met een vrij gesloten bekleding die de uitdroging belemmert, en een redelijk zorgvuldige wijze van aanvoer, tussentijdse opslag en aanbrengen (geen veelvuldig dichtrijden door verwerking bij natte omstandigheden, geen blootstelling aan golfaanval) zal de doorlatendheid overwegend groter zijn dan die van de in de Nederlandse dijkbouw gebruikelijke zandsorten.

Verfijning en dus achteruitgang van de doorlatendheid ten gevolge van contactkrachten tussen de individuele stenen zal mogelijk beperkt optreden na de aanleg.

Deze zal echter naar verwachting niet verder gaan dan het punt waarop de aanwezige holle ruimte tussen de stenen min of meer opgevuld is met het door vergruizing ontstane fijnere materiaal.

De dan aanwezige doorlatendheid zal nog steeds overwegend groter zijn dan van de gebruikelijke zandsorten.

Het is voorstelbaar dat in situaties met een blijvend open bekleding de doorlatendheid terugloopt door indringing van zand en/of slib in de mijnsteen.

Gezien het ontbreken van exacte gegevens omtrent de gesteldheid van de mijnsteen bij aanleg en het feit dat het een éénmalig onderzoek betreft dienen de voorgaande conclusies met enige voorzichtigheid te worden gehanteerd.

5.4. Aanbevelingen

- Het is zinvol om de gesteldheid en de herkomst van mijnsteen en andere gebruikte materialen vast te leggen bij nieuwbouw. De korrelgrootteverdeling van de mijnsteen zou daartoe ook na aanbrengen en verdichten bepaald moeten worden door middel van steekproeven. Tevens zou van de mijnsteen een monster bewaard moeten worden teneinde later te kunnen nagaan of er in prototype indringing van zeeslib plaatsvindt, danwel in hoeverre er doorgaande verfijning optreedt.
- De enige tijd na de aanleg resterende doorlatendheid van een bekleding van betonblokken inclusief onderlaag moet in samenhang worden beschouwd met de mogelijke invloeden van aanvoer van zand en slib en de mogelijke vestiging van schelpdieren of planten in de spleten tussen de blokken.
- Bij een meer open blokkenbekleding op mijnsteen moet rekening worden gehouden met de mogelijkheid van enige uitspoeling van fijn materiaal, tenzij de spleten tussen de blokken ook dan verstoppert.

- Bij een boven normaal hoogwater doorgaande blokkenbekleding moet rekening worden gehouden met een mogelijk hogere doorlatendheid van de blokken in de hogere zones.
Dit kan mede leiden tot het ontstaan van overdrukken onder een dergelijke bekleding in de lagere zones.
- Nadere verifiëring van de in hfst. 5.3. getrokken conclusies is gewenst, zodra zich hiervoor een geschikte gelegenheid voordoet.
Wellicht kan in de toekomst bij herstel van de thans aanwezige schade aan de bekleding van de Eilanddijk bij Vlissingen de daar aanwezige mijnsteen tegelijkertijd onderzocht worden.

Literatuur

- (1) Notitie onderzoek doorlatendheid mijnsteen, vergaderstuk DB 80-11 van werkgroep 4 van de TAW.
- (2) Drukstootbelasting voor golfklappen op de asfaltbekleding van dijktaluds.
Deel II, Modelonderzoek met drukstootbelasting.
Laboratorium voor Grondmechanica, CO-210065/II, juni 1981.
- (3) De toepasbaarheid van mijnsteen in de waterbouw, Rapport WRE-R.78156, 3^e versie.
Werkgroep I voor keuring van bouwstoffen voor de waterbouw
(Rapporteur ing. G.J. Laan, Wegbouwkundige Dienst).
- (4) Getijtafels voor Nederland 1982
Staatsuitgeverij, 's-Gravenhage 1981.
- (5) Slib in de Delta-werken.
Rijkswaterstaat 1976.
+ onderhands verstrekte gegevens van ir. J. van Marle, Afd. WTK, . Deltadienst.
- (6) Ing. G.J. Laan.
Onderzoek gesteldheid mijnsteen in dijken.
Wegbouwkundige Dienst, MAW-R-83006
- (7) Ing. G.J. Laan.
De bestandheid van zwarte mijnsteen tegen verweering.
Wegbouwkundige Dienst, MAW-R-83010.
- (8) Ing. P.V.F.S. Krajicek.
Mijnsteenonderzoek.
Laboratorium voor Grondmechanica CO-263320/18, 1983.
- (9) Mondeling overleg met dr. R.A. Kühnel en ing. P.V.F.S. Krajicek op 27/10/83.
- (10) A. Verruijt.
Handleiding bij het college b90, Grondwatermechanica.
Technische Hogeschool Delft, Afdeling der Civiele Techniek.

Bijlagenlijst behorende bij nota S-78.023.

<u>Bijl.nr.</u>	<u>Omschrijving</u>	<u>form./tek.nr.</u>
1	Situatie bouwput Noordland	2x3Z/82.092
2	Dwarsdoorsnede sleuf westzijde	5Z/82.090
3	Dwarsdoorsnede sleuf oostzijde	5Z/82.091
4	Zware sondering en dichtheidsmeting	A3/83.121
5	Tabel peilbuisgegevens oostelijke en westelijke ringdijk	A4/84.183
6	Tabel korrelverdelingen van de zandmonsters waarvan de dichtheid en de verdichtingsgraad zijn bepaald (westelijke ringdijk)	A4/84.184
7	Tabel korrelverdeling en gloeiverlies van mijnsteenmonsters	A4/84.185
8	Korrelverdeling mijnsteen	A4/84.035
9	Korrelverdelingsdiagram monster A en B	A4/83.122
10	Korrelverdelingsdiagram monster C en D	A4/83.123
11	Korrelverdelingsdiagram monster E en F	A4/83.124
12	Korrelverdelingsdiagram monster G	A4/83.125
13	Korrelverdelingsdiagram monster I	A4/83.126
14	Tabel waterstanden in de bouwput Noordland	A4/84.186
15	Peilbuiswaarnemingen westzijde, 29-6-1982	A3/82.109
16	Peilbuiswaarnemingen westzijde, 8-7-1982	3Z/82.110
17	Peilbuiswaarnemingen westzijde, 22/23-7-1982	5Z/82.111
18	Peilbuiswaarnemingen westzijde, 4-8-1982	A3/82.112
19	Peilbuiswaarnemingen oostzijde, 29-6-1982	A3/82.113
20	Peilbuiswaarnemingen oostzijde, 8-7-1982	3Z/82.114
21	Peilbuiswaarnemingen oostzijde, 22/23-7-1982	5Z/82.115
22	Peilbuiswaarnemingen oostzijde, 17-8-1982	A3/82.116
23	Tabel situatie aanwezigheid bekleding en waterstand in bouwput	A4/84.187
24	Tabel basisgegevens peilbuismetingen	A4/84.188
25	Tabel resultaten berekening k-waarden volgens analytische berekening, westzijde	A4/84.189
26	Tabel resultaten berekening k-waarden volgens analytische berekening, oostzijde	A4/84.190
27	Verhouding amplitude peilbuizen (A_{pb}) met amplitude buitenwaterstand (A_{bw})	A4/84.036
28	Vertraging peilbuizen ten opzichte van de buitenwaterstand	A4/84.037

Lijst van foto's behorende bij nota S-78.023

Oostzijde:

1. Buitentalud met Haringmanblokken en de peilbuizen (241/5)
2. Wachten op het verharderen van het "snel"-cement in de infiltratiebakken (242/14A)
3. Gebruik ronde infiltratiebakken op mijnsteen (242/28A)
4. Het graven van sleuf 1 (243/33)
5. Deel van de noordwand van sleuf 2 (244/2)
6. Deel van de noordwand van sleuf 2 (244/9)
7. Detail opname mijnsteen enkele getijden na ingraving (244/37)
8. Gelaagdheid in het (opgespoten) zandpakket (245/8)
9. Uittredend water uit zand aan onderkant mijnsteen (roest kleur) (245/22)
10. Sleufwand na uitspoeling fijn materiaal door getij (ca. 3 dagen na graven sleuf) (Hfddir.nr.23, d.d.2/9/82)
11. Als 10. (Hfddir.nr.16, d.d. 2/9/82)
12. Deel van de noordwand sleuf 2 (foto 35680, stereo, film 1)

Westzijde:

13. Wegdrukken peilbuis; kraagstuk en gedeelte van teenconstructie al opgeruimd. (239/2)
14. Overzicht sleuf 2 (242/7A)
15. Overzicht sleuf 2 (242/8A)

peilbuisgegevens oostelijke ringdijk									
pb. nr.	datum van plaatsing	wijze van plaatsing	bk. pb. t.o.v. NAP (m)	filterdiepte t.o.v. NAP (m)	filter geplaatst in	filterdebieten van geplaatste peilbuizen			opmerkingen
						datum van opname	cm ³ /min	wijze van meten	
1	14-06-1982	drukken	+4,06	-1,94	zand	14-06-1982	7700	cilinder	
						20-07-1982	490	peilbuis	
						05-08-1982	31	peilbuis	
2	14-06-1982	drukken	+4,05	+1,05	zand	14-06-1982	9240	cilinder	
						20-07-1982	2490	peilbuis	
						05-08-1982	23	peilbuis	
3	14-06-1982	drukken	+3,86	-2,14	zand	14-06-1982	151	peilbuis	
						20-07-1982	61	peilbuis	
						05-08-1982	3	peilbuis	
4	14-06-1982	drukken	+3,75	+0,75	mijnsteen	14-06-1982	6160	cilinder	
						20-07-1982	765	peilbuis	
						05-08-1982	4	peilbuis	
5	06-07-1982	slag app.	+1,88	-2,12	zand				op 08-07-1982 geconstateerd dat de waterstand in peilbuis na de eerste top niet verder daalde; er werd in de peilbuis een 40 cm dikke sliblaag aangetroffen; peilbuis op 20-07 getrokken
5	20-07-1982	handhei	+1,83	-2,17	zand	20-07-1982	5	peilbuis	direct na plaatsing steeg het water in peilbuis tot 1,69 - bk. (bovenkant) peilbuis; peilbuis werd op 27-07 getrokken; filter was niet beschadigd, wel veel zand in pb.
5	27-07-1982	handhei	+2,17	-1,85	zand	05-08-1982	12	peilbuis	
6A	06-07-1982	slag app.	+2,08	+0,08	mijnsteen	20-07-1982	540	peilbuis	op 04-08 vastgesteld dat peilbuis was verstopt, filter geoxideerd en beschadigd *)
6A	05-08-1982	slag app.	+1,99	-0,01	mijnsteen	05-08-1982	20	peilbuis	
6B	06-07-1982	slag app.	+2,50	+0,50	mijnsteen	20-07-1982	612	peilbuis	zie opm. *)
6B	05-08-1982	slag app.	+2,44	+0,44	mijnsteen	05-08-1982	15	peilbuis	
7	23-06-1982	slag app.	+1,77	-2,33	mijnsteen	23-06-1982	77	cilinder	
peilbuisgegevens westelijke ringdijk									
1	14-06-1982	drukken	+5,44	-0,57	zand	14-06-1982	72	peilbuis	x hoogte bovenkant peilbuis na inkorten op 06-07
			+4,93 x			20-07-1982	13	peilbuis	
2	14-06-1982	drukken	+5,42	+1,92	zand	14-06-1982	770	cilinder	zie opm. x
			+4,92 x			20-07-1982	12	peilbuis	
3	11-06-1982	drukken	+5,02	-0,98	zand	14-06-1982	30	peilbuis	zie opm. x
			+4,52 x			20-07-1982	17	peilbuis	
4	11-06-1982	drukken	+4,83	+1,34	mijnsteen	14-06-1982	13860	cilinder	zie opm. x
			+4,34 x			20-07-1982	2004	peilbuis	
5	11-06-1982	drukken	+3,81	+0,81	mijnsteen	14-06-1982	1540	cilinder	
						20-07-1982	83	peilbuis	
6	11-06-1982	drukken	+3,92	+1,88	zand	14-06-1982	0	cilinder	
						20-07-1982	37	peilbuis	
7	06-07-1982	slag app.	+0,19		zand				peilbuis werkt niet, getrokken, filter was beschadigd
7	20-07-1982	slag app.	+1,48	-1,52	zand	20-07-1982	28	peilbuis	
8	20-07-1982	boorgat	+0,70	+1,30	zand	20-07-1982	(xx)	cilinder	p.v.c. peilbuis; filterdebiet te snel, niet waar te nemen (xx)

tabel 5-78.023

Bijlage 5

A4/84 183

Korrelverdelingen van de zandmonsters waarvan de dichtheid en de verdichtingsgraad zijn bepaald.

sleuf 1, westelijke ringdijk

Monster	C ₁	C ₂	D ₁	D ₂	E ₁	E ₂
gesommeerd in % (m/m) op zeef						
NEN 2560 - 2 mm	0,0	0,1	0,2	0,0	0,1	0,0
- 1 mm	0,4	0,4	1,1	0,3	0,3	0,1
- 500 µm	1,0	0,8	2,0	0,5	0,9	0,8
- 250 µm	4,9	5,3	3,7	8,1	24,7	21,8
- 125 µm	71,5	71,3	59,5	77,5	92,6	93,5
- 63 µm	96,6	97,1	95,0	97,6	99,7	99,4

sleuf 2, westelijke ringdijk

Monster	F ₁	F ₂	G ₁	G ₂	H ₁	H ₂
gesommeerd in % (m/m) op zeef						
NEN 2560 - 2 mm	0,3	0,7	0,2	0,0	0,0	0,0
- 1 mm	0,5	0,9	0,3	0,1	0,1	0,1
- 500 µm	1,1	1,3	1,1	0,5	0,5	0,2
- 250 µm	21,1	14,8	23,4	20,3	14,1	8,5
- 125 µm	90,7	83,4	91,8	92,2	93,2	88,3
- 63 µm	99,9	97,6	99,0	99,1	99,4	98,2

tabel s-78.023

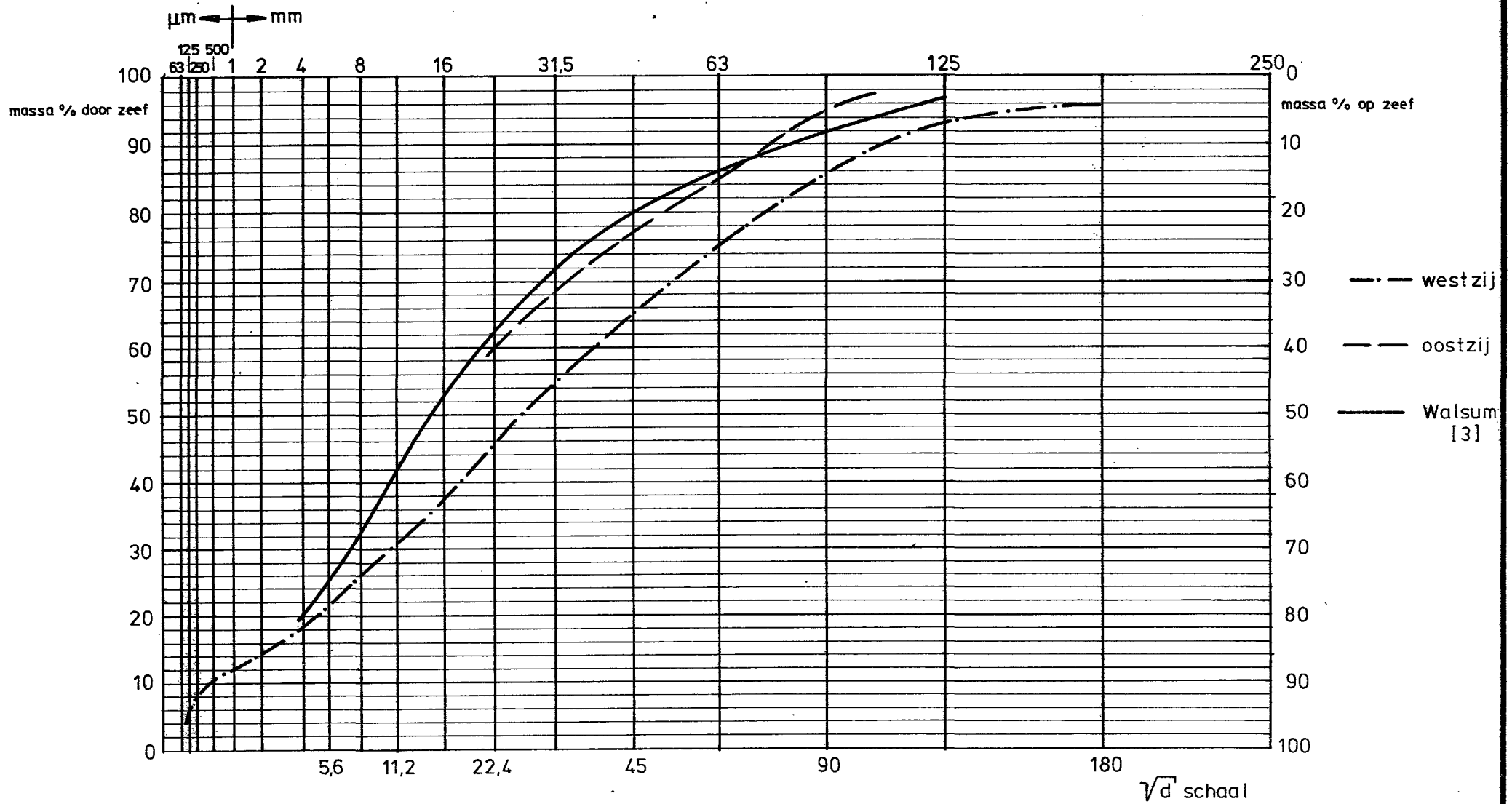
Bijlage 6

A4/84.184

korrelverdeling mijnsteen westzijde									
monster nr.	1A	1B	1C	1D	2A	2B	2C	2D	gemidd.
massa, (kg)	51,6	61,1	55,3	53,0	54,8	51,5	52,5	48,0	
gesommeerd in %(m/m) op zeef									
250 mm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
180 mm	20,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,0	4,0
125 mm	20,9	18,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,3
90 mm	24,1	23,0	16,3	9,2	4,2	17,3	9,8	11,0	14,4
63 mm	32,7	27,5	24,6	15,9	18,7	33,5	23,5	20,9	24,7
NEN 2560-C31,5	46,6	44,8	44,3	38,4	43,1	53,3	49,5	38,5	44,8
C16	60,1	60,3	59,4	57,7	64,3	73,1	68,6	56,5	62,5
C8	70,4	73,0	69,9	70,5	77,9	82,5	79,5	67,6	73,9
C4	78,6	81,4	77,0	78,3	86,8	88,6	85,3	76,8	81,6
2 mm	82,3	85,4	80,7	82,7	90,5	91,4	88,6	81,6	85,4
1 mm	85,2	88,7	83,1	85,5	92,3	93,3	90,6	84,8	87,9

gloeiverlies van de monsters 2A en 2C (west)			
fractie	massa (g)	gloeiverlies %(m/m)	gloeiverlies mijnsteen- fractie %(m/m)
1 mm - 500 µm	29	21,8	21,8
500 - 355 µm	14	27,1	31,4
355 - 250 µm	16	21,1	49,6
250 - 180 µm	24	13,9	55,6
180 - 125 µm	13	16,3	56,7
125 - 90 µm	9	27,4	59,2
90 - 63 µm	4	39,5	58,5
< 63 µm	37	20,6	

Korrelverdeling mijnsteen oostzijde									
monster nr.	1A	1B	1C	1D	2A	2B	2C	2D	gemidd.
massa, (kg)	54,2	47,1	49,3	49,6	55,3	47,8	55,9	46,2	
gesommeerd in %(m/m) op zeef									
250 mm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
180 mm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
125 mm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
90 mm	3,0	2,1	7,2	4,5	10,3	6,5	3,8	1,9	4,9
63 mm	15,8	9,8	23,5	10,5	18,2	23,2	8,0	12,5	15,2
NEN 2560-C31,5	28,9	21,4	44,4	24,2	36,0	40,7	25,7	30,9	31,5
C16	41,5	37,4	60,4	39,1	52,3	59,3	41,3	47,3	47,3

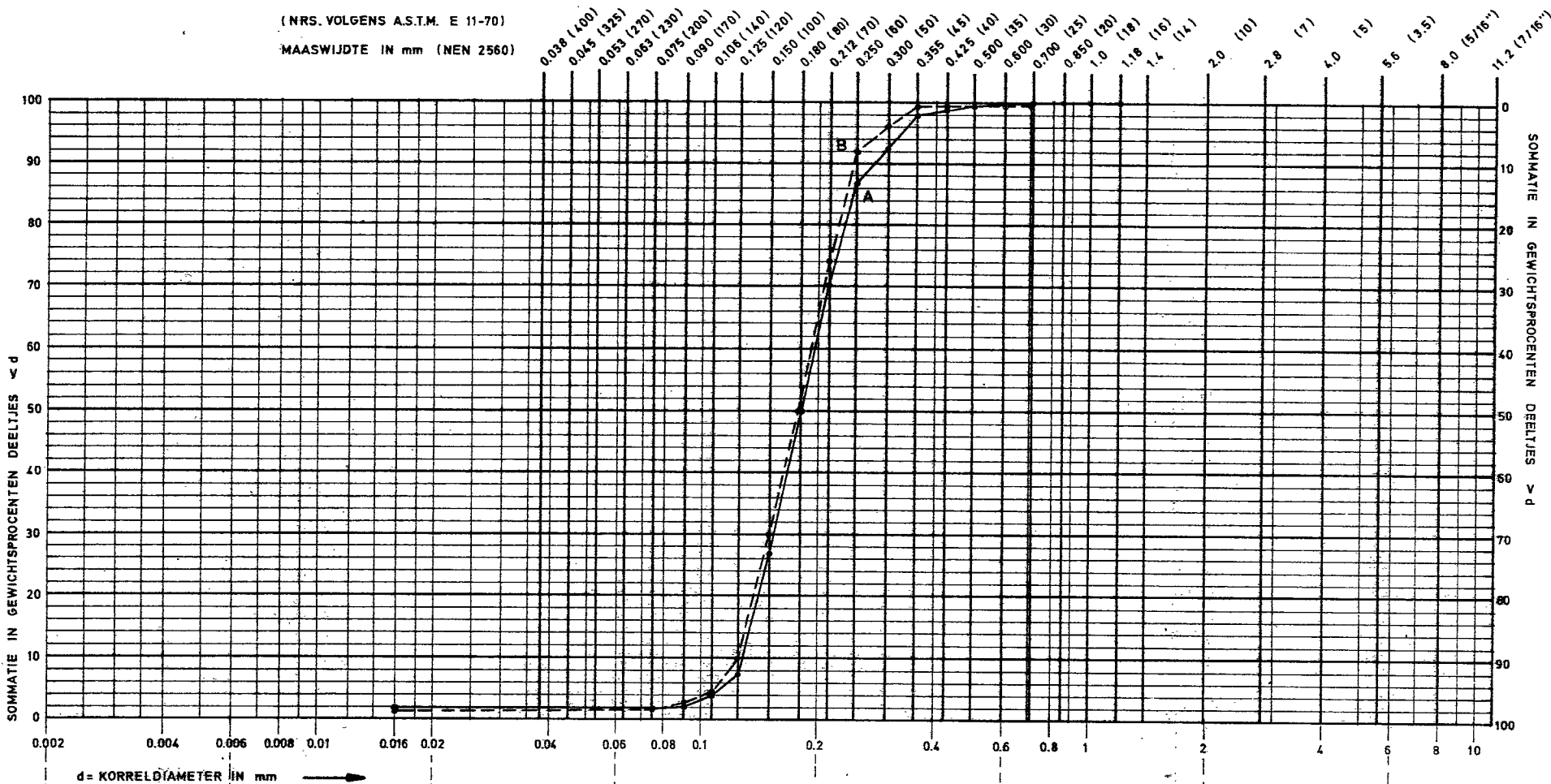


korrelverdeling mijnsteen

werkeiland Noordland

get	gew	gez	schaal -	bijlage 8
<i>get</i>	<i>gew</i>	<i>gez</i>		
20/01/7	20/01/7		werknr S-78.023	tek nr A4-84.035

(NRS. VOLGENS A.S.T.M. E 11-70)
 MAASWIJDTE IN mm (NEN 2560)



ILUTUM	FIJN	MIDDEL	GRUF	FIJN	MIDDEL	GRUF	FIJN	MIDDEL
	SILT			ZAND			GRIND	

korrelverdelingsdiagram monster A en B
 werkeiland Noordland westelijke ringdijk

bijlage 9

CENTRUM VOOR ONDERZOEK
 WATERKERINGEN

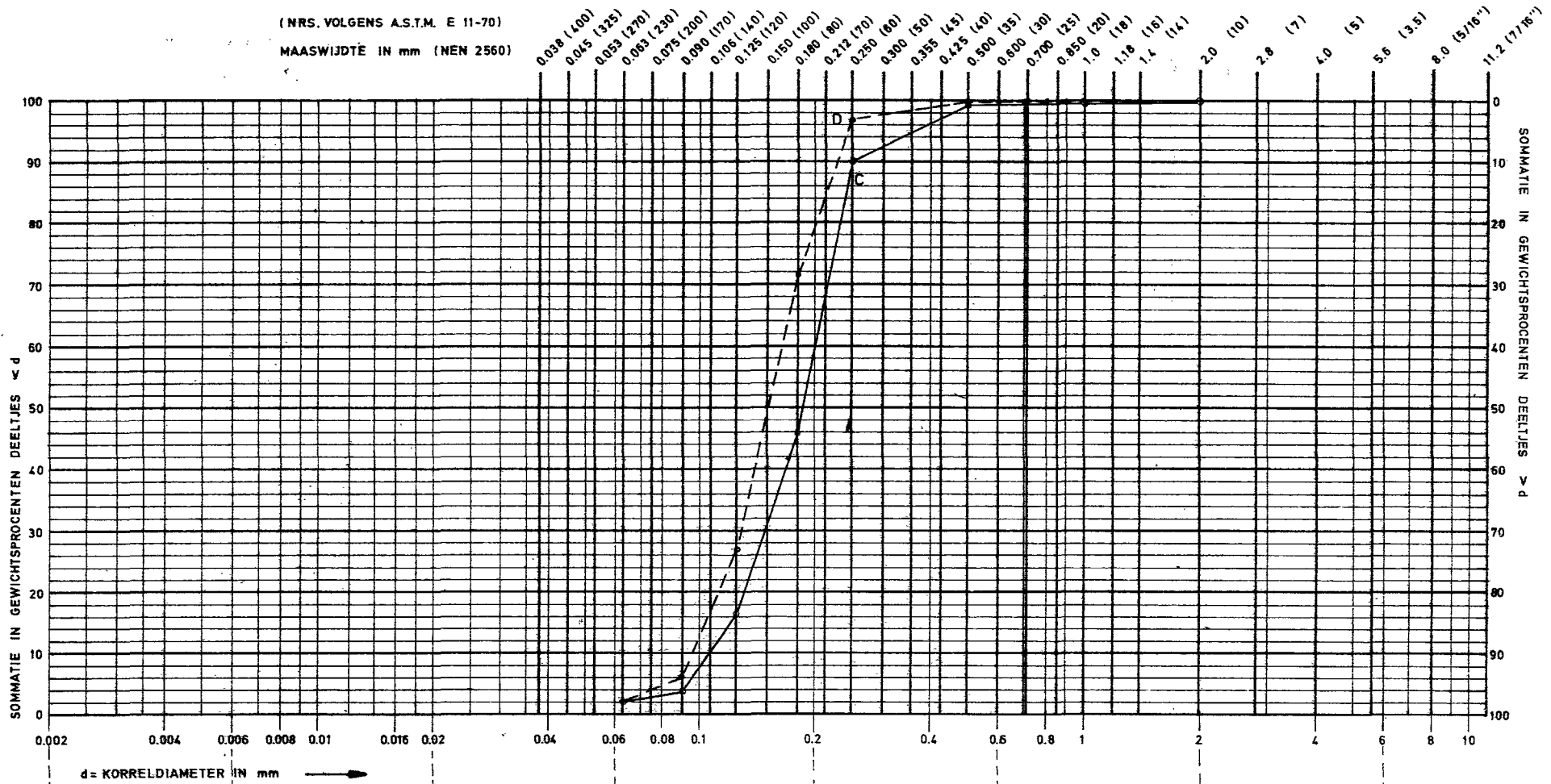
gew	get	gez
<i>[handwritten]</i>	<i>[handwritten]</i>	<i>[handwritten]</i>

SCHAAL -

A4

WERKNR. S-78.023
 TEK. NR. 83.122

(NRS. VOLGENS A.S.T.M. E 11-70)
 MAASWIJDTE IN mm (NEN 2560)



ILUTUM	FIJN	MIDDEL	GROF	FIJN	MIDDEL	GROF	FIJN	MIDDEL
		SILT			ZAND			GRIND

korrelverdelingsdiagram monster Cen D
 werkeiland Noordland westelijke ringdijk

bijlage 10

CENTRUM VOOR ONDERZOEK
 WATERKERINGEN

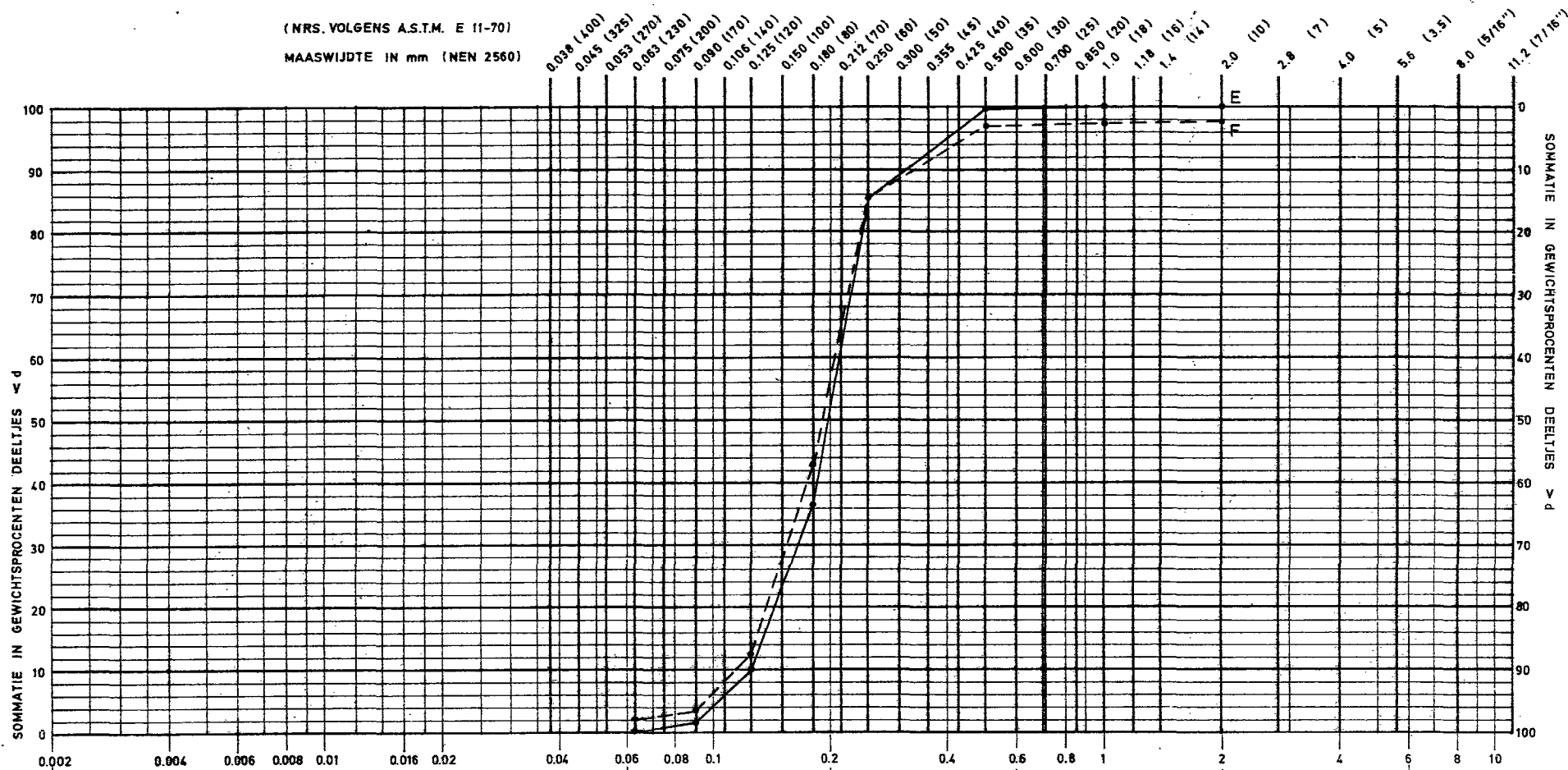
gew	get	gez
04/10/85	13/10/85	15/10/85

SCHAAL -

A4

WERKNR. S-78.023
 TEK. NR. 83.123

(NRS. VOLGENS A.S.T.M. E 11-70)
 MAASWIJDTE IN mm (NEN 2560)



d = KORRELDIAMETER IN mm →

ILUTUM	FIJN	MIDDEL	GROF	FIJN	MIDDEL	GROF	FIJN	MIDDEL
	SILT			ZAND			GRIND	

korrelverdelingsdiagram monster E en F
 westelijke ringdijk werkeiland Noordland

bijlage 11

SCHAAL -

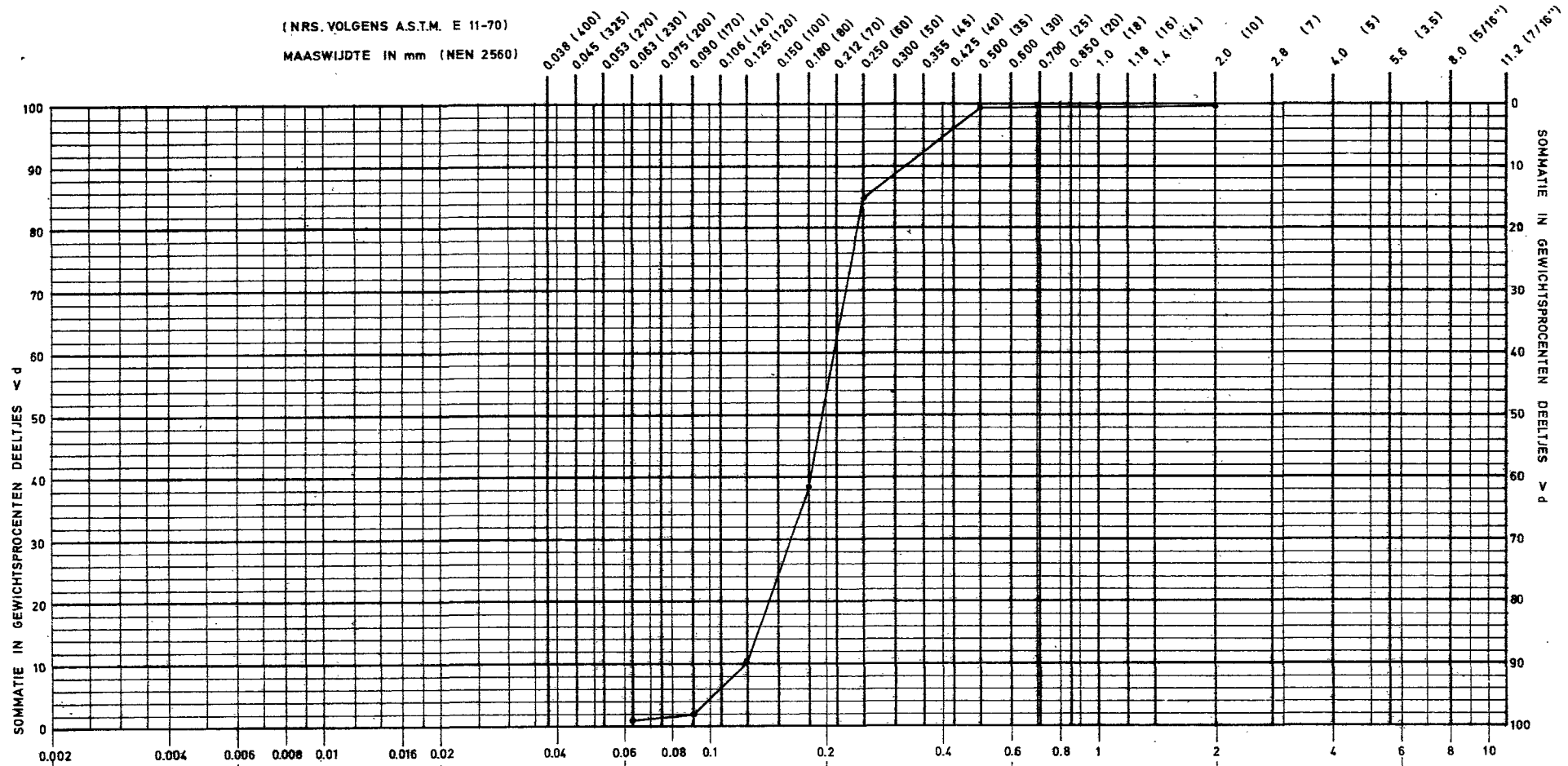
CENTRUM VOOR ONDERZOEK
 WATERKERINGEN

gew	get	gez
<i>[Handwritten signature]</i>	<i>[Handwritten signature]</i>	<i>[Handwritten signature]</i>

A4

WERKNR. S-78.023
 TEK. NR. 83.124

(NRS. VOLGENS A.S.T.M. E 11-70)
 MAASWIJDTE IN mm (NEN 2560)



0.002	0.004	0.006	0.008	0.01	0.016	0.02	0.04	0.06	0.08	0.1	0.2	0.4	0.6	0.8	1	2	4	6	8	10																			
FIJN			MIDDEL			GROF			FIJN			MIDDEL			GROF			FIJN			MIDDEL																		
LUTUM										SILT										ZAND										GRIND									

korrelverdelingsdiagram monster G
 westelijke ringdijk werkeiland Noordland

bijlage 12

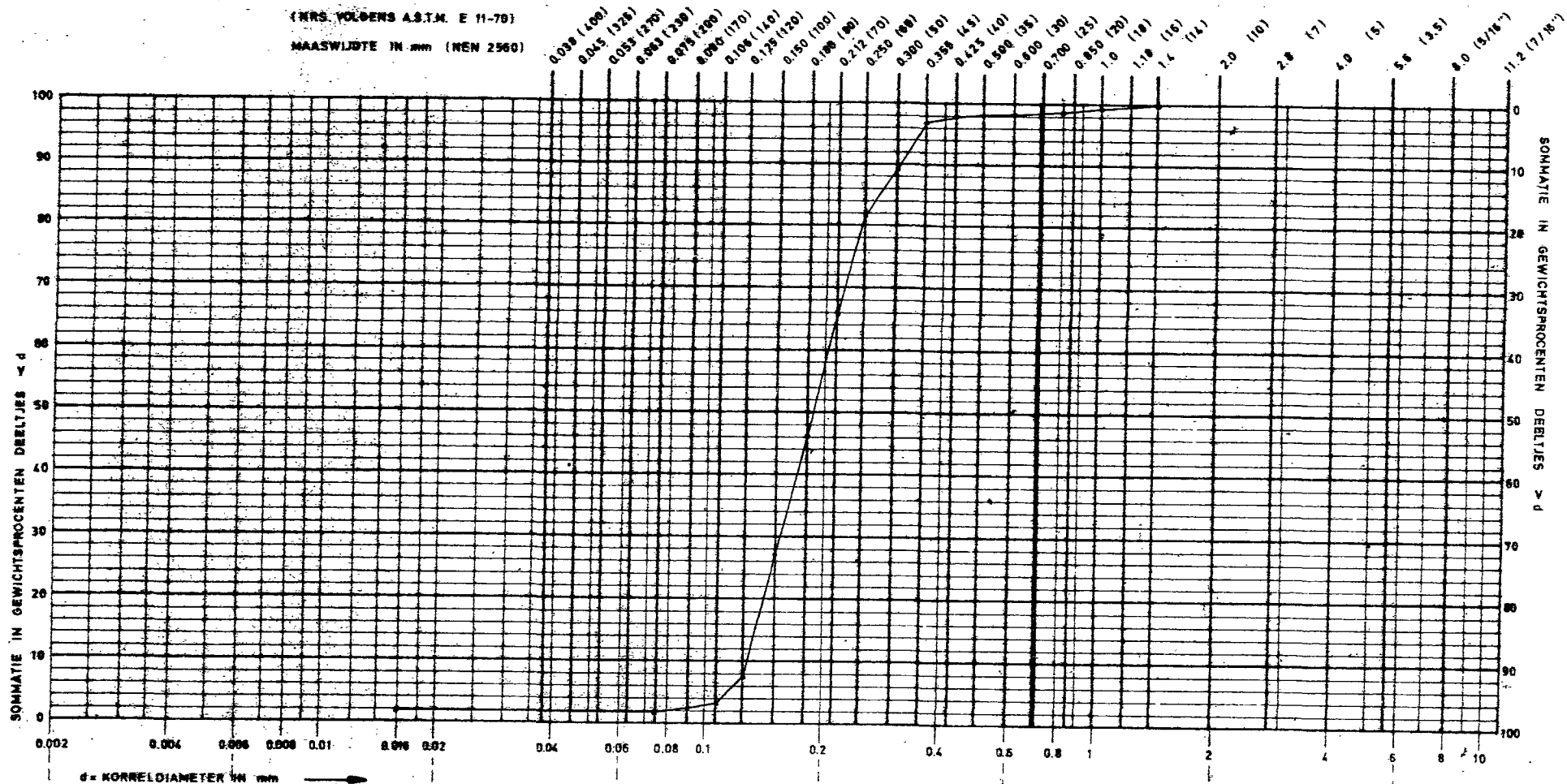
CENTRUM VOOR ONDERZOEK
 WATERKERINGEN

gew	get	gez
	B3 10/17	

SCHAAL -

A4	WERKNR. S-78.023
	TEK. NR. 83.125

(NRS. VOLGENS A.S.T.M. E 11-79)
 MAASWIJDE IN mm (NEN 2560)



ILUTUM	FIJN	MIDDEL	GROF	FIJN	MIDDEL	GROF	FIJN	MIDDEL
	SILT			ZAND			GRIND	

korrelverdelingsdiagram monster I
 oostelijke ringdijk werkeiland Noordland

bijlage 13

SCHAAL -

CENTRUM VOOR ONDERZOEK
 WATERKERINGEN

gew	get	gez
<i>Uck</i>	<i>Uck</i>	<i>9</i>
25/10/19	25/10/19	25/10/19

A4 WERKNR. S-78.023
 TEK. NR. 83.126

Waterstanden op het werkeiland Noordland

18-06-1982 door vermindering van bronbemaling was grondwaterstand al opgelopen tot onderkant sluisvloer.

18-06-1982 opendraaien hevel.

waterstand in bouwput tot onderkant sluisvloer.

stopgezet bronneringspunten: nrs. 23,22,21,20,19,17,5,7 en 9 om 11.00h; 12.00h hevel in bedrijf gesteld.

21-06-1982	water in sluis tot NAP	-4,95m
22-06-1982	" " " " "	-4,05m
23-06-1982	" " " " "	-3,50m stagnatie hevel 11.00 - 15.00h
24-06-1982	" " " " "	-3,20m
25-06-1982	" " " " "	-2,90m
28-06-1982	" " " " "	-1,75m bronbemaling stop om 08.30h
29-06-1982	" " " " "	-1,60m
30-06-1982	" " " " "	-1,30m
01-07-1982	" " " " "	-1,10m
02-07-1982	" " " " "	-0,90m
05-07-1982	" " " " "	-0,75m
06-07-1982	" " " " "	-0,72m
07-07-1982	" " " " "	-0,70m
08-07-1982	" " " " "	-0,55m
09-07-1982		t/m 02-08-1982 bouwvakvakantie
11-08-1982	" " " " "	+0,25m
12-08-1982	" " " " "	+0,40m
16-08-1982	" " " " "	+0,70m
17-08-1982		doorbraak ringdijk westzijde 04.00h
17-08-1982	hevel stopgezet 07.30h	diameter hevel ca. 0,4 - 0,5m

bronnering:

21-06-1982 pompen in bedrijf zijnd: 2 stuks capaciteit 50m³/h

6 " " 40 "

4 " " 25 "

22-06-1982 en 23-06-1982 waren alle pompen van dag 21-06-1982 nog volop in bedrijf.

De bronbemaling is pas op 28-06-1983 in het geheel stilgelegd

tabel s-78.023

Bijlage 14

A4/84.186

situatie aanwezigheid bekleding en waterstand op het werkeiland Noordland

datum	oost	west	waterstand in bouwput
29-06-1982	oorspronkelijke toestand	teenconstructie met steen 60/300 groten-deels opgeruimd	NAP -1,60m 1)
08-07-1982	oorspronkelijke toestand	teenconstructie met steen 60/300 groten-deels opgeruimd	NAP -0,55m
22/ 23-07-1982	kraagstuk + bestorting tot voorbij de peilbuizen verwijderd	teenconstructie met steen 60/300 groten-deels opgeruimd	bouwvak 2)
04-08-1982	kraagstuk + bestorting volledig verwijderd	stortsteen en zandasfalt geheel verwijderd, met uitzondering van 15meter aan weerszijden van de peilbuizen (uitgevoerd 29-07-1982 / 03-08-1982)	bouwvak 2)
17-08-1982	bekleding verwijderd (ca. 11-08-1982); t.p.v. peilbuizen blijven liggen	stortsteen en zandasfalt geheel verwijderd, muv. 15m aan weerszijden van de peilbuizen (uitgevoerd 29-07-1982 / 03-08-1982)	doorbraak ringdijk 3)

1) vanaf 21-06-1982 gestegen vanaf NAP -4,95m ten gevolge van opendraaien hevel; op 28-06-1982 is de bronbemaling stopgezet.

2) op 11-08-1982 was de waterstand NAP +0,25m

3) ringdijk om 04.00h doorgebroken; om 07.30h is de hevel stopgezet.

tabel S-78.023

Bijlage 23

A4/84.187

basisgegevens peilbuismetingen OOST															
DATUM	bouwput waterstand	buitenwaterst.		peilbuizen											
		H	L	7		6B		6A		5		3		1	
				H	L	H	L	H	L	H	L	H	L	H	L
∇ 29-06-1982	-1,50	+1,64	-0,90	nt	-0,88	x	x	x	x	x	x	+0,32	-0,55	-0,13	-0,62
Δ 08-07-1982	-0,60	+1,53	-1,21	nt	-1,13	+1,09	dr	+0,94	dr	x	x	+0,58	-0,55	-0,27	-0,42
∇ 22/23-7-82	-0,56	+1,83	-1,41	nt	-1,28	+1,32	dr	+1,22	dr	x	x	+0,71	-0,54	+0,38	-0,37
Δ "		+1,74	-1,41	nt	-1,28	+1,24	dr	+1,15	dr	x	x	+0,66	-0,54	+0,37	-0,37
∇ "		+1,74	-1,67	nt	-1,29	+1,24	dr	+1,15	dr	x	x	+0,66	-0,67	+0,37	-0,46
∇ 17-08-1982	(1)	+1,66	-1,15	nt	ng	+1,44	dr	+1,20	dr	+1,28	ng	+0,86	-0,36	+0,66	-0,14

alle niet nader aangegeven maten zijn in meters ten opzichte van NAP

basisgegevens peilbuismetingen WEST													
DATUM	bouwput waterstand	buitenwaterst.		peilbuizen									
		H	L	8		7		6		3		1	
				H	L	H	L	H	L	H	L	H	L
∇ 29-06-1982	-1,50	+1,61	-0,89	x	x	x	x	+0,44	-0,72	-0,20	ng	dr	dr
Δ 08-07-1982	-0,60	+1,52	-1,20	x	x	x	x	+0,64	-0,64	+0,17	-0,46	-0,27	-0,27
∇ 22/23-7-82	-0,56	+1,84	-1,39	nt	-1,02	nt	-1,08	+0,71	-0,57	+0,39	-0,48	-0,15	-0,15
Δ "		+1,73	-1,39	nt	-1,02	nt	-1,08	+0,59	-0,57	+0,40	-0,48	-0,15	-0,15
∇ "		+1,73	-1,66	nt	-1,18	nt	-1,23	+0,59	-0,60	+0,40	-0,56	-0,15	-0,15
∇ 04-08-1982		+1,54	-1,17	nt	-0,94	nt	-0,97	+0,52	-0,40	+0,42	-0,33	0	0

alle niet nader aangegeven maten zijn in meters ten opzichte van NAP

VERKLARING:

- H = hoogst gemeten peilbuisstand of buitenwaterstand
- L = laagst gemeten peilbuisstand of buitenwaterstand
- dr = peilbuis staat droog
- nt = peilbuis staat geheel onder water en dus niet te meten
- ng = niet gemeten
- x = desbetreffende peilbuis is later geplaatst
- Δ = opgaande tak
- ∇ = neergaande tak
- (1) = loopt mee met de buitenwaterstand

tabel S-78.023

Bijlage 24

Resultaten berekening k-waarden volgens analytische berekening							
<u>WESTZIJDE</u>							
datum	tussen pb's	A_{bi}/A_{bu}	H_0 (m)	n	x (m)	T (h)	$k \cdot 10^{-4}$ (m/s)
29-06	$A_{bw} - 6$	0,464	10	0,2	11,8	12,5	3,297
	6 - 3	0,431	10	0,2	4,7	12,5	0,436
08-07	$A_{bw} - 6$	0,478	10	0,2	11,8	12,5	3,567
	6 - 3	0,492	10	0,2	4,7	12,5	0,614
22-07	$A_{bw} - 6$	0,372	10	0,2	11,8	12,5	1,986
	6 - 3	0,759	10	0,2	4,7	12,5	4,042
	7 - 6	0,537	10	0,2	11,8	12,5	5,030
	8 - 6	0,569	10	0,2	11,8	12,5	6,100
04-08	$A_{bw} - 6$	0,339	10	0,2	11,8	12,5	1,666
	6 - 3	0,815	10	0,2	4,7	12,5	7,390
	7 - 6	0,469	10	0,2	11,8	12,5	3,399
	8 - 6	0,489	10	0,2	11,8	12,5	3,807

VERKLARING:

A_{bi} = RESPONS LANDWAARTS GELEGEN PEILBUIS

A_{bu} = RESPONS ZEEWAARTS GELEGEN PEILBUIS

tabel S-78.023

Bijlage 25

A4/84.189

Resultaten berekening k-waarden volgens analytische berekening							
<u>OOSTZIJDE</u>							
datum	tussen pb's	A_{bi}/A_{bu}	H_0 (m)	n	x (m)	T (h)	$k \cdot 10^{-4}$ (m/s)
29-06	7 - 3	0,358	10	0,2	10,1	12,5	1,342
	3 - 1	0,568	10	0,2	4,4	12,5	0,852
08-07	7 - 6A	0,651	10	0,2	5,5	12,5	2,295
	7 - 6B	0,767	10	0,2	5,5	12,5	6,029
	7 - 3	0,434	10	0,2	10,1	12,5	2,045
	3 - 1	0,605	10	0,2	4,4	12,5	1,152
22-07	7 - 6A	0,718	10	0,2	5,5	12,5	3,852
	7 - 6B	0,792	10	0,2	5,5	12,5	7,763
	7 - 3	0,416	10	0,2	10,1	12,5	1,853
	3 - 1	0,605	10	0,2	4,4	12,5	1,069
17-08	7 - 6A	0,728	10	0,2	5,5	12,5	4,190
	7 - 6B	0,916	10	0,2	5,5	12,5	54,471
	7 - 5	0,789	10	0,2	5,5	12,5	7,542
	7 - 3	0,471	10	0,2	10,1	12,5	2,516
	5 - 3	0,597	10	0,2	4,6	12,5	1,111
	3 - 1	0,650	10	0,2	4,4	12,5	1,461

VERKLARING:

A_{bi} = respons landwaarts gelegen peilbuis

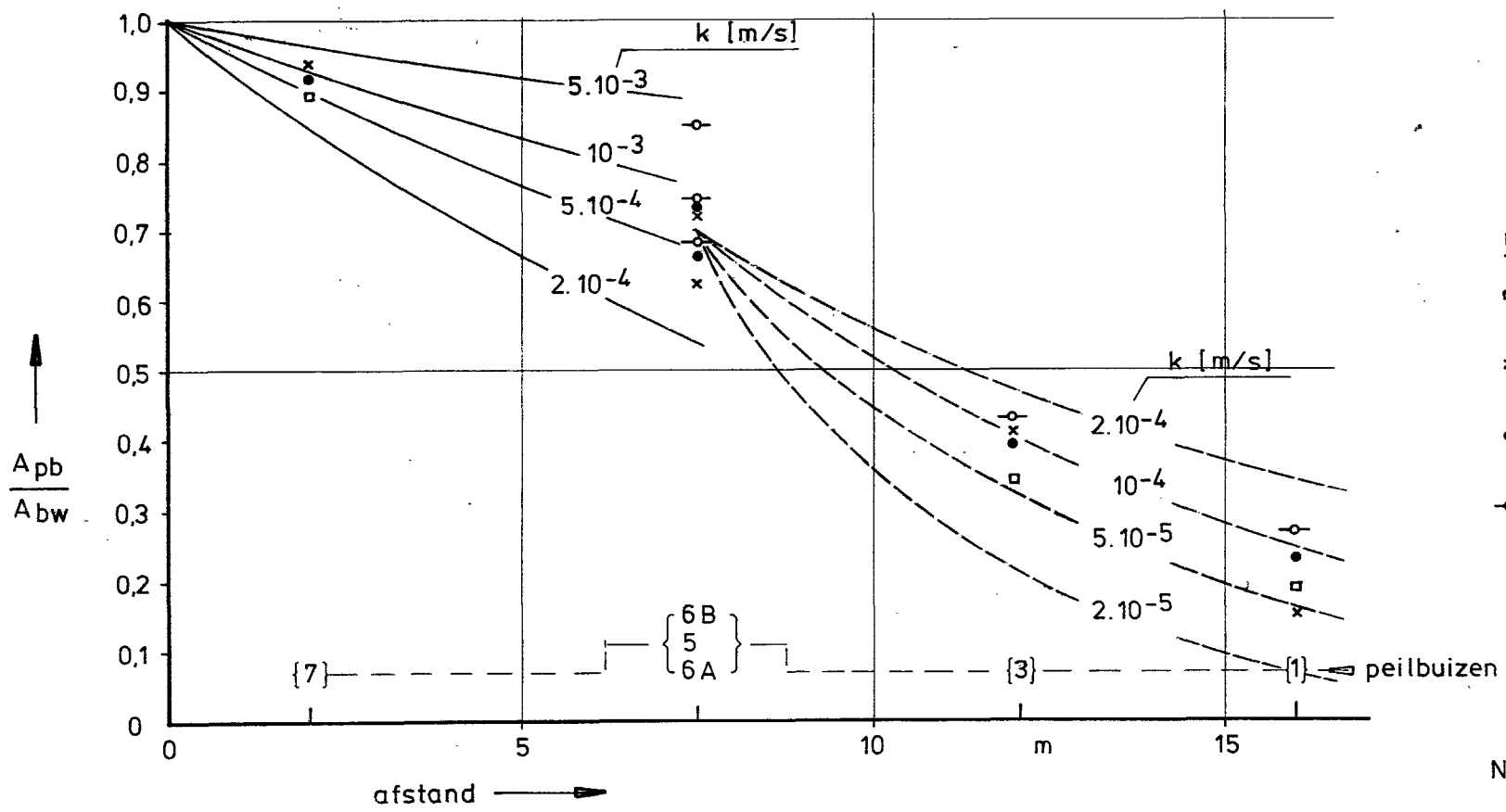
A_{bu} = respons zeewaarts gelegen peilbuis

tabel s-78.023

Bijlage 26

A4/84.190

mijnsteen | mijnsteen en zand | zand ← materiaal watervoerend pakket



metingen:

- 29-06-1982
- × 08-07-1982
- 22/23-7-82
- 17-08-1982

N.B. Bij de metingen van 17-08-1982 was de blokkenbekleding grotendeels verwijderd

berekeningen:

- vanaf $x = 0$
- - - vanaf $x = 7,5$ met beginwaarde $A_{pb}/A_{bw} = 0,7$

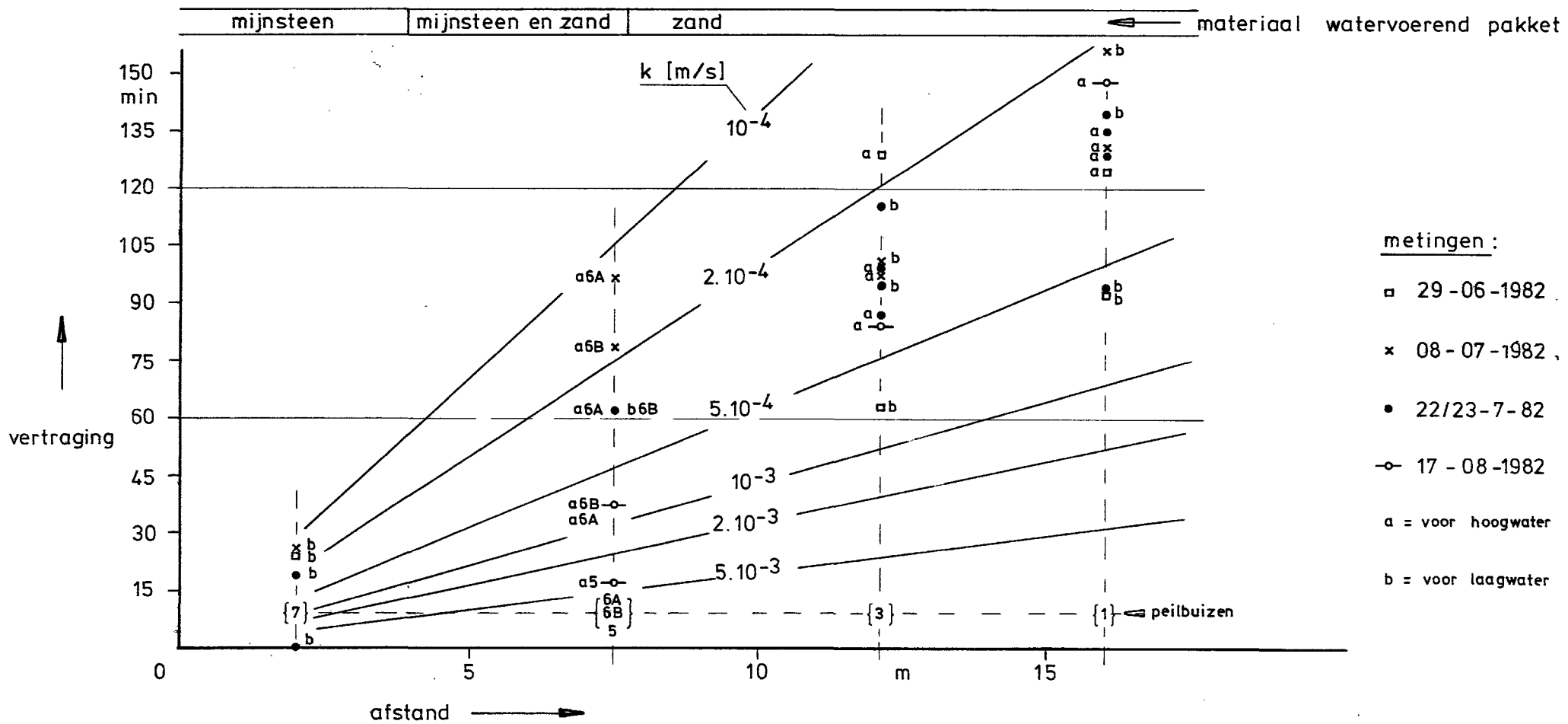


Centrum voor Onderzoek Waterkeringen

de verhouding van de amplitude van de peilbuizen (A_{pb}) met de amplitude van de buitenwaterstand (A_{bw})
 werkeiland Noordland

get	gew	gez
<i>[Handwritten]</i>	<i>[Handwritten]</i>	<i>[Handwritten]</i>

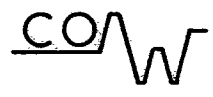
schaal	-	bijlage 27
werknr	S-78.023	tek nr A4- 84.036



- metingen :
- 29-06-1982
 - × 08-07-1982
 - 22/23-7-82
 - 17-08-1982
 - a = voor hoogwater
 - b = voor laagwater

— = berekeningen

N.B. - de helling van de lijnen geeft de berekende vertraging per eenheid van afstand
 - bij de meting van 17-08-1982 was de blokkenbekleding grotendeels verwijderd



vertraging peilbuizen ten opzichte van
 buitenwaterstand
 werkeiland Noordland

get	gew	gez
<i>[Handwritten signature]</i>	<i>[Handwritten signature]</i>	<i>[Handwritten signature]</i>

schaal	-	bijlage	28
werknr	S-78.023	tek nr	A4- 84.037

Foto's bij het rapport
Onderzoek mijnsteenkaden
op het werkeiland Noordland
S-78.023



foto 3

Gebruik ronde infiltratiebakken op mijnsteen



foto 4

Het graven van sleuf 1



foto 1

Buitentalud met Haringmanblokken en de peilbuizen



foto 2

Wachten op het verharden van het "snell"-cement in de infiltratiebakken



foto 9
Uittredend water
uit zand aan
onderkant mijnsteen
(roestkleur)

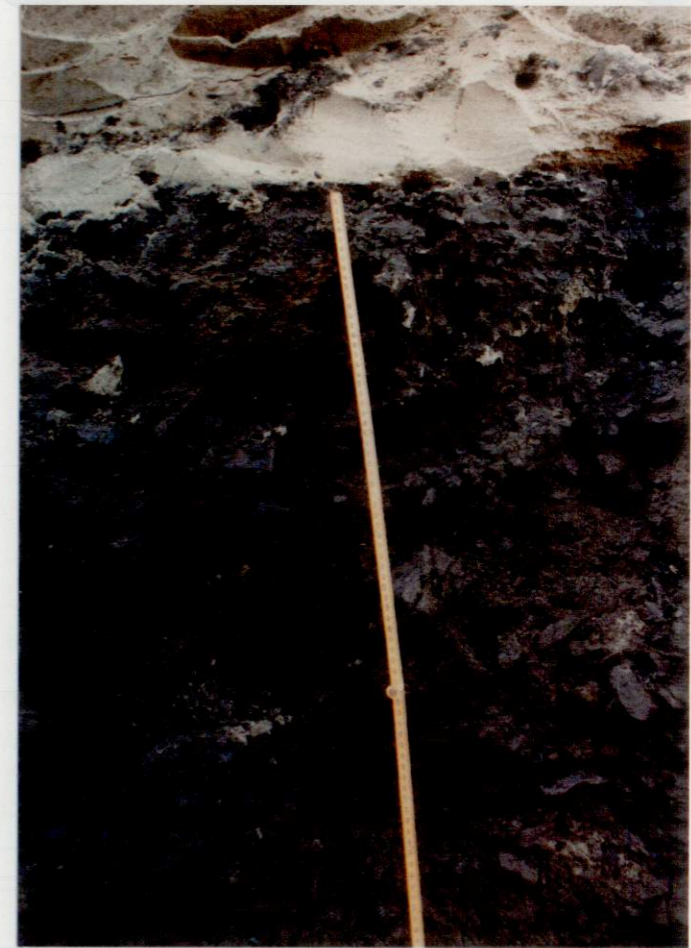


foto 5
Deel van de noordwand van sleuf 2



foto 10
Sleufwand na uit-
spoeling fijn ma-
teriaal door getij
(ca. 3 dagen na
graven sleuf)

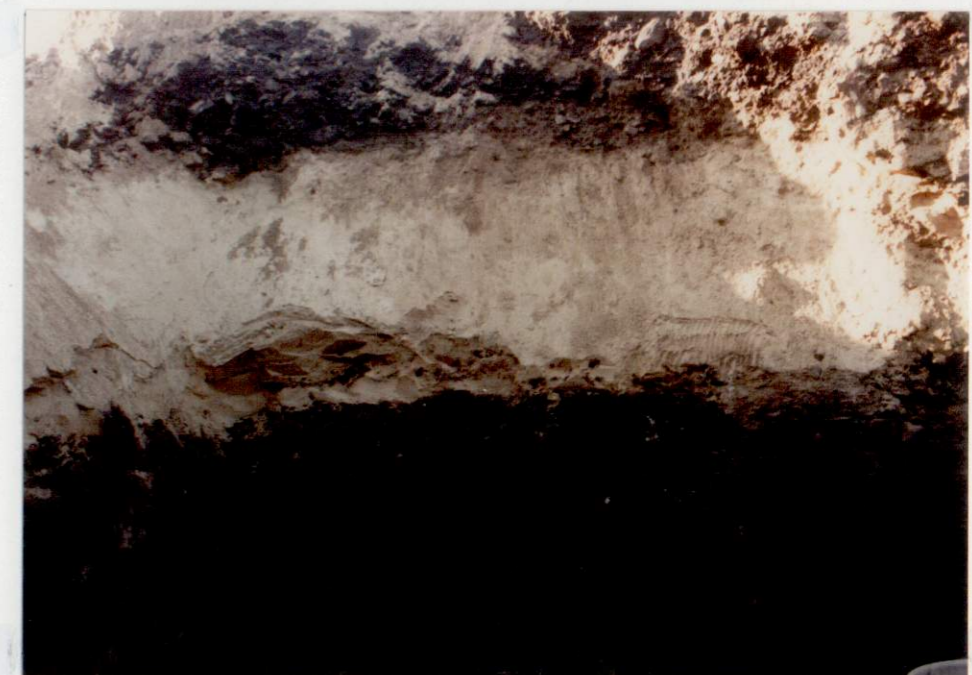


foto 6 Deel van de noordwand van
sleuf 2

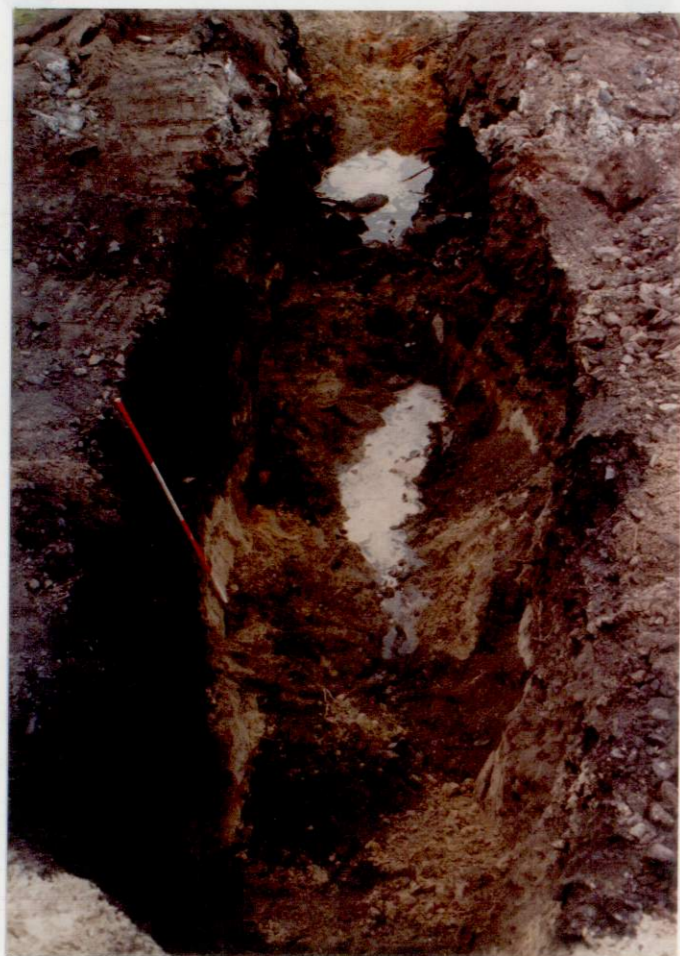


foto 15
Overzicht sleuf 2



foto 13
Weggedruken peilbuis; kraagstuk en gedeelte van teencon-
structie al opgeruimd



foto 14
Overzicht sleuf 2



foto 11

Sleufwand na uit-
spoeling fijn ma-
teriaal door getij
(ca. 3 dagen na
graven sleuf)



foto 12

Deel van de noord-
wand van sleuf 2



foto 7

Detail-opname mijnsteen enkele getijden na ingraving

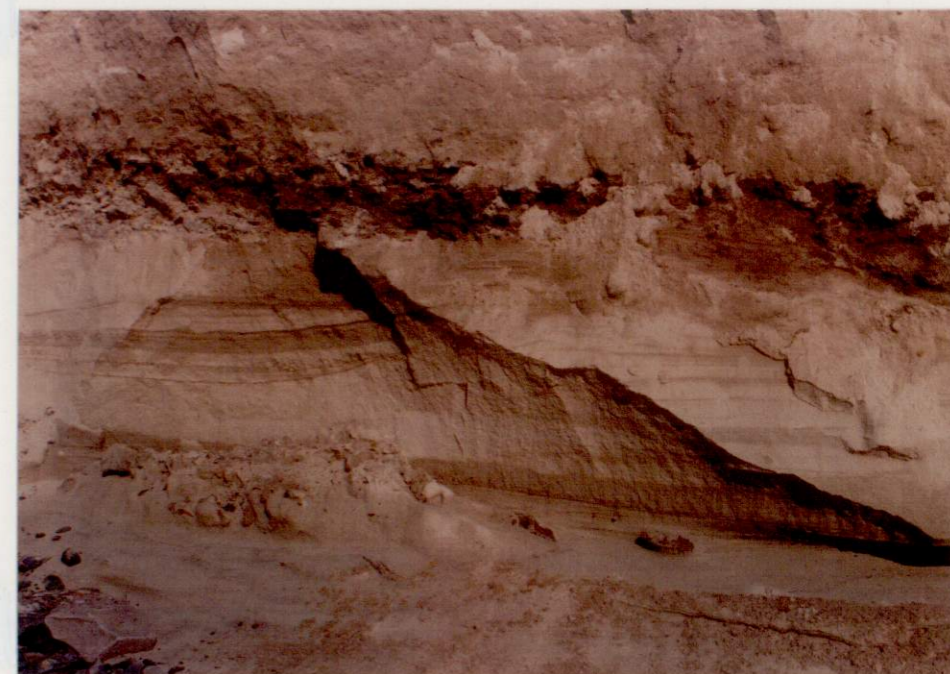


foto 8

Gelaagdheid in het (opgespoten) zandpakket