

BROEDERS

**NOT A**

**funderingsbed  
ontwerp**

**342FON-N-82013**

**34FUND-N-82184**

**d.d. 820924**

19/11 exempl.  
aan Hoortend de fust  
gysen van  
arkwagnota bb/stortebaldu

deltadienst  
hoofdafdeling waterbouwkundige werken  
afdeling waterbouwkundige werken west

Aan: leden PGS

uw kenmerk:	burgh-haamstede, 821025
uw brief van:	ons kenmerk: 34FUND-B-82212
onderwerp: Toezending FON-nota	verzonden:
	bijlagen: 342FON-N-82013

1. Ter afronding van het funderingsbedontwerp is de voorliggende FON-nota samengesteld.

In deze nota is getracht alle voor het ontwerp relevante aspecten op relatief beknopte wijze te beschrijven en samen te vatten tot een aantal ontwerpeisen incl. de te hanteren toleranties. Hierdoor wordt het mogelijk om in de besteksfase en tijdens de uitvoering van het bestek terug te vallen op de achtergronden van het waarom van de diverse gestelde eisen.

2. Voor een beperkt aantal aspecten, met name voor de toleranties m.b.t. hoogteligging van de onder-en bovenmat wordt in samenwerking met de stafgroep UMTOLE nog nadere studie verricht. Dit heeft vooral betrekking op de te nemen maatregelen indien de in de FON nota genoemde toleranties m.b.t. de hoogteligging van de matten worden overschreden.

Daarnaast zijn ter vaststelling van de toleranties een aantal aannamen m.b.t. de waarden van de diverse procesparameters gedaan ( $\mu$ ,  $\sigma$ ) die lopende de evaluatie van de proefperiode-resultaten en de resultaten in de operationele fase bijgesteld kunnen worden. Hierdoor vindt mogelijk tijdens de uitvoering bijstelling van de diverse toleranties plaats.

3. Voorgesteld wordt de voorliggende ontwerpnota te sanktioneren als zijnde uitgangspunt voor de verdere fasen in de realisatie van het funderingsbed.

Voorzitter Projektbureau III

postbus 5002  
4328 ZV burgh-haamstede  
havenplateau burghsluis (T.J.Boon)  
telefoon (01115) 50 00  
telex 55456

# Funderingsbed ontwerp

<u>Inhoud</u>		<u>Bladzijde</u>
1.	<u>Inleiding</u>	1
2.	<u>Samenvatting en conclusies</u>	2
3.	<u>Functie-analyse</u>	7
4.	<u>Randvoorwaarden</u>	10
4.1.	Inleiding	10
4.2.	Hydraulische randvoorwaarden	10
4.3.	Grondmechanische randvoorwaarden	12
5.	<u>Grondmechanische aspecten</u>	13
5.1.	Inleiding	13
5.2.	Filtereisen	13
5.2.1.	Inleiding	13
5.2.2.	Belastingen	13
5.2.3.	Filterkwaliteit (algemeen)	14
5.2.4.	Toleranties filter in onder- en bovenmat	15
5.2.5.	Toleranties filter in negatieve overlap	17
5.2.6.	Toleranties filter in grindworst	18
5.2.7.	Doorlatendheid van doeken	18
5.3.	Horizontaal afschuiven H/V	19
5.4.	Verdichtingseisen	19
5.4.1.	Inleiding	19
5.4.2.	Verdichtingsomvang	19
5.4.3.	Verdichtingseisen ondermat	21
5.4.3.1.	Triltijd en slagkracht	21
5.4.3.2.	Stapafstand	22
5.4.3.3.	Hellingen + stramien	22
5.4.3.4.	Samenvatting verdichtingseisen ondermat	23
5.4.4.	Verdichtingseisen bovenmat	24

Inhoud (vervolg)

5.4.5.	Verdichtingseisen negatieve overlap	24
5.4.5.1.	Triltijd en slagkracht	24
5.4.5.2.	Stapafstand	25
5.4.5.3.	Hellingen + stramien	25
5.4.5.4.	Verdichtingsbreedte	25
5.4.5.5.	Samenvatting verdichtingseisen negatieve overlap	26
5.5.	Aansluitingsproblematiek	26
5.5.1.	Inleiding	26
5.5.2.	Pijlerzone	27
5.5.3.	Overgangsconstructie	28
5.5.4.	Stortebed	29
5.6.	Taludhellingen	32
6.	<u>Hydraulische aspecten</u>	33
6.1.	Inleiding	33
6.2.	Ontgronding en ribbelvorming na de laatste grof dustpanslag	33
6.3.	Ontgrondingen naast de zuigmond en de mat tijdens het leggen	34
6.3.1.	Ondermat	34
6.3.2.	Bovenmat	35
6.4.	Ontgrondingen naast de mat na het leggen	36
6.4.1.	Ondermat	36
6.4.2.	Bovenmat	36
6.5.	Stabiliteit erosiebescherming c.q. negatieve overlap	37
6.6.	Stabiliteit afdeklaag negatieve overlap	38
7.	<u>Algemene aspecten</u>	40
7.1.	Inleiding	40
7.2.	Functie van de verpakkingsmaterialen	40
7.3.	Functie bovenmat	40
7.4.	X-Y toleranties onder- en bovenmat	41
7.5.	Z-toleranties onder- en bovenmat	42
7.6.	Ingesloten zandlagen	44
7.6.1.	Zandlagen tussen de matten	44
7.6.2.	Aanzanding t.p.v. de negatieve overlap	45

8.	<u>Beschrijving ontwerp</u>	46
8.1.	Algemeen	46
8.2.	Ondermat	46
8.3.	Bovenmat	48
8.4.	Negatieve overlap	49
8.5.	Erosiebescherming	50
8.6.	Tegelmat	50
8.7.	Verwijderen van zand	50
8.8.	Verdichten	51
8.8.1.	Algemeen	51
8.8.2.	Verdichtingsomvang	51
8.9.	Afwijkende situaties	52
8.9.1.	Algemeen	52
8.9.2.	Beschrijving afwijkende oplossingen	53
8.10.	Aansluiting filtermat op damaanzet	55
8.10.1.	Algemeen	55
8.10.2.	Aansluiting filtermat op bestaande damaanzet	55
8.10.3.	Aansluiting filtermat op verkorte damaanzet	56
8.10.4.	Aansluiting filtermat op nog te bouwen damaanzet	57
9.	<u>Samenvatting ontwerpeisen en toleranties</u>	58
9.1.	Inleiding	58
9.2.	Grondmechanische ontwerpeisen en toleranties	58
9.2.1.	Filterkwaliteit granulaire vulling onder- en bovenmat	58
9.2.2.	Filterkwaliteit negatieve overlap	59
9.2.3.	Filtereisen doeken	60
9.2.4.	Eisen i.v.m. H/V	61
9.2.5.	Verdichtingseisen	61
9.2.6.	Verdichten van steile taludhellingen	61
9.2.7.	Eisen i.v.m. de aansluitingsproblematiek	62
9.3.	Hydraulische ontwerpeisen en toleranties	62
9.3.1.	Stroombestendigheid negatieve overlap	62
9.3.2.	Stroombegrenzing voor het verdichten van de ondermat	63
9.4.	Algemene ontwerpeisen en toleranties	63
9.4.1.	Maak- en legtoleranties	63
9.4.2.	Toelaatbare zandlaagdikte negatieve overlap	64
9.4.3.	Toelaatbare zandlaagdikte tussen onder- en bovenmat	65

## 1. Inleiding

Nu het ontwerp van het funderingsbed praktisch als afgerond kan worden beschouwd is het noodzakelijk de in diverse voorgaande nota's beschreven conceptie af te ronden en definitief vast te stellen. Hierdoor wordt een overzicht van functies, eisen en toleranties verkregen, welke essentieel is voor de procesanalyse, de kwaliteitsbewaking en de werkmethode tijdens de uitvoering.

In de diverse hoofdstukken zal verwezen worden naar eerder verschenen notities en/of nota's, ("litt...") welke in een aparte nota(nota 342FON-N-81014) zijn bijeengevoegd. In deze nota wordt derhalve slechts een opsomming van de diverse functies, eisen en toleranties gegeven, gepaard gaande met een meestal summier omschreven motivatie. Deze methode is gekozen in verband met de overzichtelijkheid.

Hoofdstuk 2 geeft de samenvatting en conclusies, terwijl hoofdstuk 3 en hoofdstuk 4 respectievelijk de functie-analyse en de randvoorwaarden behandelen.

In hoofdstuk 5, 6 en 7 worden respectievelijk de grondmechanische-, de hydraulische en de algemene aspecten uitgewerkt.

In hoofdstuk 8 wordt het ontwerp beschreven, terwijl in hoofdstuk 9 een samenvatting van de ontwerpeisen en de toleranties wordt gegeven.

2. Samenvatting en conclusies

1. Het ontwerp van het funderingsbed bestaat uit een ondermat van 200 x 41,5 x 0,32 m (verdicht en na contractie) en een bovenmat van 60 x 31 x 0,32 m (verdicht en na contractie).

De constructie van de negatieve overlap tussen de ondermatten bestaat uit granulair materiaal 1/32 mm (Füller, gemiddelde laagdikte 0,85 m tussen de matten, 0,45 m op de matten), dat direct wordt afgedekt met grind 30/60 mm (gemiddelde laagdikte 0,40 m). De afdeklaag van de negatieve overlap bestaat uit granulair materiaal 40/250 mm (gemiddelde laagdikte 0,80 m).

2. Onvlakheden in het funderingsbed worden uitgevlakt met behulp van een tegelmat, waarvan de tegels een variabele hoogte (0,15 m - 0,60 m) kunnen hebben. Het tegelmatbedrijf behoort bij het MACOSDOS-bedrijf en valt derhalve buiten het kader van deze nota.

3. De grondmechanische functies van het funderingsbed hebben betrekking op het leveren van steun aan de pijlers en de drempel en op het vasthouden van Oosterscheldezand, zowel in de bouw als in de eindfase. De hydraulische functies hebben betrekking op het aspect stroombestendigheid in de bouwfase.

4. Voor de maatgevende grenstoestanden in de eindfase is uitgegaan van de quasi-probabilistische benadering (ontwerpbelasting x veiligheidscoëfficiënt), terwijl voor de bouwfasestabiliteit (stroombestendigheid) de (semi) probabilistische benadering (bepaling faalkansen) is gehanteerd.

5. Als uitgangspunt voor de bepaling van de hydraulische randvoorwaarden in de bouwfase heeft de planning P1 544a (d.d. 12 oktober 1981) gefungeerd. Hoewel P1544a niet meer vigerend is zijn de bij P1544a behorende hydraulische randvoorwaarden toch te hanteren, omdat het tijdwegdiagram tot en met het drempelbedrijf vrijwel niet meer is gewijzigd. Daarbij is uitgegaan van een drempelbedrijf met dp-steenstorters, waarmee binnen 1 maand na het plaatsen van een pijler de negatieve overlap wordt afgestort met een uitvullaag en een stroombestendige afdeklaag.

6. De grondmechanische randvoorwaarden hebben betrekking op de conditie van de ondergrond zoals die is opgeleverd na het voltooiën van de grondverbetering en het verdichtingsproces met de Mytilus.

7. Vanwege de zeer grote cyclische verhangen bestaat het filter onder de pijler uit een (practisch) geometrisch ondoordringbare filterconstructie (zetting t.g.v. zandindringing 0), te weten grof zand 0,3/2,5 mm, kif 2/8 mm en grind 8/40 mm. Dit filter is verpakt in de ondermat (grof zand onder, grind boven).  
Om praktische redenen is de ondermat over de gehele lengte van 200 m gevuld met bovengenoemde materialen. Ook over de breedte bestaat de matvulling uit bovengenoemde materialen, met uitzondering van de twee bovenste lagen over de laatste m. ter plaatse van de langsranden, die gevuld zijn met materiaal 1/32 mm.  
De gemiddelde dikte (na verdichten) van zowel de laag grof zand als de laag kif bedraagt 10 cm (tolerantie + 2,5 cm, - 1,0 cm) en van grind 12 cm (tolerantie + 2,5 cm, - 1,0 cm). De totale laagdikte bedraagt na verdichten 32 cm. (tolerantie + 2,5 cm, - 1,0 cm)
8. De bovenmat heeft een beschermingsfunctie ten aanzien van de ondermat (plaatsen pijlers, opschoonkop Macoma etc.) en bestaat uit drie lagen grind 8/40 mm.  
Na verdichten van de bovenmat bedraagt de totale laagdikte 32 cm (tolerantie + 2,5 cm - 1,0 cm).
9. De constructie van de negatieve overlap bestaat uit materiaal 1/32 mm, grind 30/60 mm en materiaal 40/250 mm.  
Het materiaal 1/32 mm is volgens een Füllergradering samengesteld. De gemiddelde laagdikte bedraagt op Oosterscheldezand 0,85 m (minimaal 0,5 m in het pijlergebied, minimaal 0,3 m in de overgangsconstructie) en op de ondermat 0,45 m (minimaal 0,2 m in het pijlergebied, minimaal 0,1 m in de overgangsconstructie). Het grind 30/60 mm heeft louter een stroombestendighedsfunctie in de bouwfase voordat de afdeklag 40/250 mm wordt aangebracht.  
De dichtheid van materiaal 1/32 mm en grind 30/60 mm bedraagt  $2,65 \text{ t/m}^3$ . De dichtheid van materiaal 40/250 mm is afhankelijk van de locatie. (minimaal  $\rho = 3, \text{ t/m}^3$ , maximaal  $\rho = 5,1 \text{ t/m}^3$ ).
10. In verband met de H/V-problematiek en de voorkoming van onderloopsheid dient de ondermat over een lengte van 100 m (tot 50 m aan weerszijden van de as) en de volledige breedte verdicht te worden. De bovenmat dient volledig verdicht te worden.  
De matrand van de ondermat wordt om uitvoeringstechnische redenen in de drempelrein verdicht.  
Door het verdichten van de negatieve overlap wordt tevens de filterwerking van materiaal 1/32 mm aanzienlijk verbeterd.



11. In verband met het doordrukken van de pennen dient  $D_{max}$  van het grind van de bovenmat  $\leq 40$  mm te zijn.
  
12. In verband met de mogelijkheid van terugschrijdende erosie vanuit de overgangsconstructie tot onder de pijler mag er tot 50 m uit de as geen holle ruimte onder de mat aanwezig zijn. Dit wordt door verdichten van de mat en de negatieve overlap gerealiseerd. In de rest van de overgangsconstructie wordt de toelaatbare hoogte van de holle ruimte na het leggen van de ondermat en aanbrengen van de bestortingen bepaald door de eisen m.b.t. de filterwerking en bedraagt derhalve 10 cm.  
In verband met de aansluitingsproblematiek dient de mat een minimale overlap van 5 m te hebben over de asfaltmestiek. De dikte van de zandlaag tussen de mestiek en de ondermat mag bij het vigerende ontwerp maximaal 1,0 m zijn. Bij een zandlaag van 1-3 m dienen de lagen van de overgangsconstructie 15% dikker te worden. Initiële onvlakheden t.p.v. de mestiek mogen maximaal 1 m zijn bij taludhellingen van 1:6 en steiler. De kopse matrand behoeft niet omgezet te worden. De toplaag van de overgangsconstructie en de negatieve overlap dienen minimaal 4 m over de matrand in x-richting doorgezet te worden.
  
13. Op de HWK volgend na het leggen van de ondermat wordt de eerste filterlaag van de negatieve overlap aangebracht. Om stroombestendighedsredenen dient deze direct afgedekt te worden met grind 30/60 mm (gemiddelde laagdikte 0,4m).  
De faalkans van dit materiaal is op de meeste locaties kleiner dan 10% voor  $\psi = 0,045$  (enig transport) onder 1 x jaar omstandigheden. Dit ontwerpcriterium is gebaseerd op het feit, dat de expositietijd slechts enkele weken bedraagt en enig transport toelaatbaar wordt geacht. Op de volgende LWK wordt de langsrand van de mat afgestort met een laag grind 30/60 mm (erosiebescherming). De gemiddelde laagdikte hiervan bedraagt 0,15 m
  
14. De afdeklaag van de negatieve overlap bestaat vanwege de filterwerking op het materiaal 8/40 mm van de onder- en de bovenmat uit materiaal 40/250 mm (gemiddelde laagdikte 0,8 m). In verband met de zeer ernstige gevolgen bij falen wordt als ontwerpcriterium gehanteerd een faalkans  $< 5\%$  bij een  $\psi = 0,035$ . Derhalve is toepassing van materiaal met zeer hoge dichtheid in de pijlerzone noodzakelijk.

$\rho = 3,0 \text{ t/m}^3$	H 6-7 — H 15-10; S 1-2 — S 16-17
$\rho = 3,7 \text{ t/m}^3$	H 1-2 — H 5- 6; R 1-2 — R 9-10
$\rho = 5,1 \text{ t/m}^3$	R10-11 — R 32-33

In de overgangsconstructie wordt overal  $\rho = 3,0 \text{ t/m}^3$  toegepast. Als alternatief voor  $\rho = 5,1 \text{ t/m}^3$  wordt nog gestudeerd op de toepassing van gabions.

15. Voor het verdichten van de ondermat geldt een stroombegrenzing van 1,4 m/s. Dit in verband met de stroombestendigheid van grind 30/60 mm. Voor het verdichten van de bovenmat geldt geen stroombegrenzing.
16. De verpakkingsmaterialen van de onder- en bovenmat hebben alleen in de bouwfase een functie. In de eindfase mag vertering optreden.
17. De legtolerantie van de ondermat bedraagt in X-richting + of - 2 m en in Y-richting + of - 1m. Voor de bovenmat bedraagt de legtolerantie (in X en Y-richting) + of - 1m.
18. De legtoleranties in Z richting hangen in grote mate samen met de voorgaande processen (verdichtingskwaliteit Mytilus etc.) en met de volgende processen (mors bij opschonen voor leggen bovenmat, verdichten onder- en bovenmat, tegelmat en plaatsen pijlers, vlakregistratie etc.)  
 Uitgaande van de geschatte waarden van de procesparameters ( $\mu, \sigma$ ) van de diverse processen, zoals die worden gehanteerd in de tolerantiebeschouwingen met betrekking tot de scheefstand van de pijlers in de bouw- en eindfase zijn absolute goedkeurgrenzen voor het Z-niveau van de onder- en de bovenmat (na het leggen en onverdicht) vastgesteld (zie ook fig. 7.1.):

	H4, H7-8, H11, S5, S11-12, R3-4, R7-9, R18-26, R29-30 ruimte in z niveau $\pm 0,20 \text{ m}$	Overige pijlers ruimte in z niveau + 0,15 m -0,20 m
ondermat	0,31-0,76 tot 0,38-0,83	0,26-0,71 tot 0,38-0,83
bovenmat	0,01-0,44 tot 0,16-0,61	0,04-0,49 tot 0,16-0,61
afstand t.o.v. onderkant pijler (m)		

Daarbij is uitgegaan van de beschikbare tolerantieruimten in het vigerende ontwerp (normale bovenmat, tegelhoogte tussen 0,15 en 0,6 m, geen aangepaste schuiven etc.)

19. Overschrijding van de in bovenstaande tabel genoemde waarden leidt in eerste instantie niet tot het afkeuren van de onder- of de bovenmat maar tot aanpassingen in één of meerdere vervolghandelingen (extra hoge tegels, etc.). In samenwerking met TOLE wordt momenteel gewerkt aan het opstellen van criteria voor de te nemen beslissingen (bepaling vervolgstategie) in het geval van een buiten de Z-toleranties vallende onder- of bovenmat.
20. De storttolerantie van de negatieve overlap bedraagt in Y-richting + of - 1m. In X-richting dient de negatieve overlap minimaal 4 m voorbij de matrand doorgezet te worden.
21. Tussen de ondermat en de eerste laag van de negatieve overlap (materiaal 1/32 mm) mag zich plaatselijk maximaal 20 cm zand bevinden. Tussen de laag 30/60 mm en de laag 40/250 mm mag zich plaatselijk maximaal 30 cm zand bevinden, dit in verband met de filterwerking en de optredende zettingen. Bovenstaande eisen gelden in de pijlerzone. In de overgangsconstructie kunnen deze waarden met circa 10 cm worden verhoogd.
22. Tussen de onder- en de bovenmat en de boven- en de tegelmat mag de totale gemiddelde dikte van de zandlaag in het geval van doorgaande zandlenzen niet groter zijn dan 2 cm. In het geval van locale zandlenzen mag de gemiddelde dikte 5 cm bedragen. Piping van grind is hierbij maatgevend. Bovenstaande waarden zijn in dezelfde orde van grootte als die geeist worden i.v.m. de scheefstand van de pijlers (na uitspoelen van het zand).

### 3. Functie-analyse

Het funderingsbed dient een aantal functies te vervullen, waarbij onderscheid gemaakt kan worden in grondmechanische- en hydraulische functies. De grondmechanische functies hebben betrekking op het leveren van steun aan de pijlers en de drempel:

- wrijving tussen pijler/drempel en het funderingsbed(H/V);
- steun in verticale richting;
- vasthouden van Oosterschelde zand(filterfunctie).

De hydraulische functies hebben betrekking op het aspect stroombestendigheid (bouwfase).

Voor de dimensionering van het funderingsbed is het noodzakelijk de grenstoestanden te bepalen. Deze zijn gerelateerd aan de functionele aspecten en de diverse hydraulische omstandigheden. In onderstaande tabel is voor de diverse functies aangegeven, welke omstandigheden maatgevend zijn.

Functionele aspecten/omstandigheden	A	B	C	D	E	F
1. Grondmechanische stabiliteit	X		X			
2. Filterstabiliteit			X		X	
3. Hydraulische stabiliteit	X					

Tabel 1 : Grenstoestanden

A : bouwfase

B : open kering, dagelijkse omstandigheden

C : gesloten kering, extreme omstandigheden

D : sluitende kering, extreme omstandigheden

E : gesloten kering, extreme omstandigheden, weigerende schuif

F : openende kering.

De faalkans van de constructie bij een bepaalde grenstoestand (in relatie tot het falen van de gehele kering) kan bepaald worden met één van de volgende methoden :

### 1. (Semi)Probabilistische benadering

Voor die gevallen, waarbij de overdrachtsfuncties van de hydraulische randvoorwaarden naar de belastingen beschikbaar zijn in een analytische vorm en de sterkte van de constructie analytisch beschreven kan worden, kan de (semi)-probabilistische benadering volledig analytisch worden uitgevoerd. Zijn daarentegen de overdrachtsfuncties en de sterktefuncties onbekend, dan dient de (semi)-probabilistische benadering aangepast te worden door gebruik te maken van een fysisch model. In een dergelijk model worden een aantal combinaties van hydraulische randvoorwaarden en sterkteparameters onderzocht. Elke combinatie heeft een bepaalde kans van voorkomen.

Door de kansen van voorkomen van alle combinaties, waarbij volgens een zeker gedefinieerd criterium falen optreedt, op te tellen kan de faalkans worden vastgesteld.

### 2. Quasi-probabilistische benadering

In dit geval wordt het ontwerpcriterium gehanteerd, dat de kering, met een zekere veiligheidscoëfficiënt een potentiële bedreiging met een van te voren vastgestelde overschrijdingskans dient te weerstaan.

Deze potentiële bedreiging is gebaseerd op hydraulische randvoorwaarden (verval plus golf) die zich manifesteren in de vorm van een hydraulische belasting. Als ontwerpbelasting voor de eindfase wordt nu de hydraulische belasting met een overschrijdingskans van  $2,5 \times 10^{-4}$ /jaar gedefinieerd. Deze ontwerp belasting, vermenigvuldigd met een zekere veiligheidscoëfficiënt voor overbelasting leidt tot de extreme belasting. De extreme belasting wordt gerelateerd aan een zekere karakteristieke sterkte in combinatie met een aantal partiële veiligheidscoëfficiënten.

Wordt een fysisch model gebruikt, dan wordt als invoer de combinatie van hydraulische randvoorwaarde met een overschrijdingskans van  $2,5 \times 10^{-4}$ /jaar gebruikt, die vermenigvuldigd wordt met de partiële veiligheidscoëfficiënten.

Als ontwerpbelasting in de bouwphase wordt (enigszins arbitrair) de hydraulische belasting met een overschrijdingskans van 1/jaar gehanteerd.

De quasi-probabilistische benadering kan gebruikt worden, als :

- aangetoond wordt, dat bepaalde combinaties met hydraulische randvoorwaarden de grootste bijdrage hebben in de overschrijdingskans van  $2,5 \times 10^{-4}$ /jaar(eindfase) respectievelijk 1/jaar(bouwphase).
- het belastingspatroon niet essentieel anders wordt bij de, inclusief veiligheidscoëfficiënt, ingestelde belastingen in het model.

Voor het ontwerp van het funderingsbed is voornamelijk uitgegaan van de quasi-probabilistische benadering, aangezien aan genoemde voorwaarden wordt voldaan en een volledig analytische benadering meestal niet mogelijk is.

Hierdoor is het noodzakelijk voor de diverse grenstoestanden veiligheidscoëfficiënten toe te passen, die opgebouwd zijn uit een aantal partiële veiligheidscoëfficiënten:

$\gamma_{s1}$  = coëfficiënt voor overbelasting

$\gamma_{s2}$  = coëfficiënt die de waarschijnlijkheid van voorkomen van bepaalde belastingcombinaties verdisconteert

$\gamma_{s3}$  = coëfficiënt voor belasting schematisatie

$\gamma_{m1}$  = coëfficiënt voor spreiding in materiaaleigenschappen

$\gamma_{m2}$  = coëfficiënt voor spreiding in sterkte-eigenschappen

$\gamma_{c1}$  = coëfficiënt om rekening te houden met de aard van de constructie, waarbij de mogelijkheid van herverdeling van inwendige krachten wordt betrokken

$\gamma_{c2}$  = coëfficiënt, die de ernst van de situatie weergeeft, die door het bereiken van de grenstoestand ontstaat.

$$\gamma_s = \gamma_{s1} * \gamma_{s2} * \gamma_{s3}$$

$$\gamma_m = \gamma_{m1} * \gamma_{m2}$$

$$\gamma_c = \gamma_{c1} * \gamma_{c2}$$

$$\gamma_{tot} = \frac{\gamma_s * \gamma_m * \gamma_c}{\gamma_{s1}} \quad (Q_e = \gamma_s * Q_k)$$

Voor de maatgevende grenstoestanden in de eindfase wordt een veiligheidscoëfficiënt  $\gamma_{tot}$  van 1,5 in acht genomen. Voor de bepaling van de bouw-fase-stabiliteit is uitgegaan van de semi probabilistische benadering (zie par. 6.5. en 6.6.).

#### 4. Randvoorwaarden

##### 4.1. Inleiding

Er kan onderscheid worden gemaakt in hydraulische- en grondmechanische randvoorwaarden.

De hydraulische randvoorwaarden worden uitgewerkt in 4.2. terwijl de grondmechanische randvoorwaarden in 4.3. worden behandeld.

Als uitgangspunt voor de bepaling van de hydraulische randvoorwaarden in de bouwfase heeft de Planning P1 544a (d.d. 22-10-1981) gefungeerd.

##### 4.2. Hydraulische randvoorwaarden

Voor de in hoofdstuk 3 vermelde grenstoestanden zijn de volgende hydraulische randvoorwaarden te onderscheiden (litt. 4.1).

###### a. Eindfase gesloten kering/extreemverval

Verval	: 6,2 m
Buitenwaterstand	: N.A.P. + 5,5 m
Binnenwaterstand	: N.A.P. - 0,7 m
Significante golfhoogte	: 4,0 m

###### b. Omgekeerd verval gesloten kering

Verval	: 3,4 m
Buitenwaterstand	: N.A.P. - 1,0 m
Binnenwaterstand	: N.A.P. + 2,4 m
Significante golfhoogte	: 0,0 m

###### c. Eindfase weigerende schuif

Verval	: 4,2 m
Buitenwaterstand	: N.A.P. + 3,5 m
Binnenwaterstand	: N.A.P. - 0,7 m
Significante golfhoogte	: 3,0 m

###### d. Omgekeerd verval weigerende schuif

Verval	: 1,6 m
Buitenwaterstand	: N.A.P. + 0,2 m
Binnenwaterstand	: N.A.P. + 1,8 m
Significante golfhoogte	: 0,0 m

e. Sluitende kering

open:

-----

Verval : 1,95 m  
Buitenwaterstand : N.A.P. + 2,75 m  
Binnenwaterstand : N.A.P. + 0,8 m  
Significante golfhoogte : 2,8 m

half gesloten:

-----

Verval : 3,1 m  
Buitenwaterstand : N.A.P. + 3,6 m  
Binnenwaterstand : N.A.P. + 0,5 m  
Significante golfhoogte : 3,1 m

gesloten:

-----

Verval : 4,2 m  
Buitenwaterstand : N.A.P. + 4,4 m  
Binnenwaterstand : N.A.P. + 0,2 m  
Significante golfhoogte : 3,6 m

f. Openende kering(schuiven geheel geheven)

Verval na openen : 1,35 m  
Buitenwaterstand : N.A.P. - 0,55 m  
Binnenwaterstand : N.A.P. + 0,8 m  
Significante golfhoogte : 0,5 m

g. Open kering("dagelijkse omstandigheden")

Verval:		Significante golfhoogte:
Gemiddeld getij	: 0,85 m	50% van de tijd: 0,3 m
1 x per jaar	: 1,6 m	1xper jaar : 1,9 m
1 x per 10 jaar	: 1,8 m	1xper 10 jaar : 2,5 m

h. Bouwfase

1 x per jaar stroomsnelheden bij P1544a(zie bijlage 4.1., tabel 4.1 en figuren 4.1. en 4.2., tabel 4.2. litt. 4.2., 4.3. en 4.4.).Voor het Carjan bedrijf wordt per locatie de maatgevende bouwfase gehanteerd volgens de definitie van de stroomclub BESTRO (bijv. F card 1 etc.)

Opm.: Hoewel P1544a niet meer vigerend is, kunnen de gepresenteerde stroomsnelheden toch gehanteerd worden, omdat de bouwvolgorde tot en met de drempeltrain vrijwel niet meer wordt gewijzigd.



#### 4.3. Grondmechanische randvoorwaarden

De ondergrond bestaat uit schoon zand met schelpinsluitingen, dat is aangebracht nadat de oorspronkelijke grondslag was verwijderd. Vervolgens is het zand verdicht.

Het aangebrachte schone zand dient qua samenstelling en verdichtingskwaliteit te voldoen aan de volgende eisen:

- In het pijlergebied (tot 41 m uit de as in de O.S.-richting en tot 37 m uit de as in N.Z.-richting) dient het zand uit relatief schoon te zijn, d.w.z. het siltgehalte dient kleiner dan circa 10% te zijn.
- De  $D_{50}$  dient groter dan  $150\mu$  te zijn, terwijl de  $D_{10}$  groter dan  $100\mu$  dient te zijn.
- Er mogen geen kleilaagjes aanwezig zijn in de diverse dustpanlagen.
- Na verdichten dient het gemiddelde poriëngehalte kleiner dan 40% te zijn.
- Na verdichten dient de gemiddelde conusweerstand per pijler minimaal  $130 \text{ kgf/cm}^2$  te zijn (litt. 4.5. en 4.6.)

## 5. Grondmechanische aspecten

### 5.1. Inleiding

In dit hoofdstuk worden de eisen geformuleerd m.b.t. filterkwaliteit van de materialen in de mat en de negatieve overlap, de wrijvingseigenschappen (H/V) van de mat, de verdichtingskwaliteit van mat en negatieve overlap en de grootte van de holle ruimte onder de mat.

### 5.2. Filttereisen

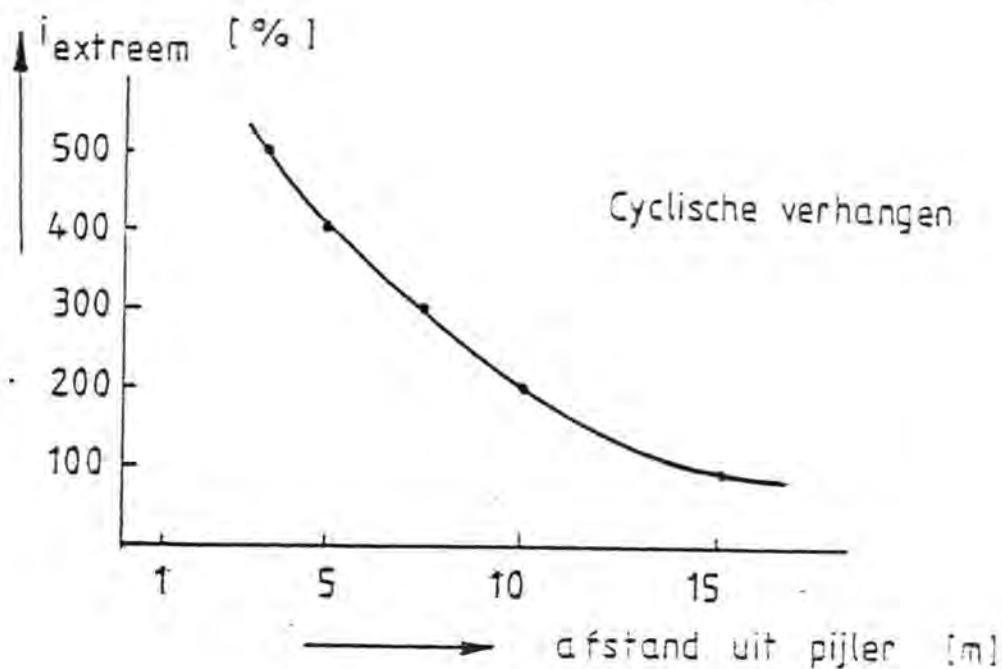
#### 5.2.1 Inleiding

In dit hoofdstuk worden de eisen beschreven waaraan het filter dat op de zandbodem wordt aangebracht moet voldoen. Daarbij wordt eerst een overzicht gegeven van de optredende belastingen, terwijl vervolgens de benodigde filtersamenstelling wordt beschreven. Er wordt uitgegaan van een funderingsbed ontwerp, dat bestaat uit een ondermat van 41,5 \* 200 m, een bovenmat van 31 \* 60 m en een negatieve overlap tussen de ondermatten van 3,5\* 200 m (gemiddeld 3,5 m breed).

#### 5.2.2 Belastingen

De belasting bestaat uit cyclische en stationaire verhangen. De cyclische verhangen op de grenzen van de filterlagen worden veroorzaakt door enerzijds de periodieke bewegingen van de pijler op het funderingsbed als gevolg van golfbelasting tegen schuiven, bovenbalk, dorpel en pijler zelf en anderzijds de directe golfdoordringing. De grootte van de cyclische verhangen is bepaald met het rekenprogramma "Spons", dat geijkt is in de  $\Delta$  goot (litt. 5.1.). Ter plaatse van de dorpelbalken bevindt zich een gebied waar de grootste stationaire verhangen optreden. De grootte hiervan is bepaald met het rekenprogramma "Seep" (zie figuur 5.1.) (litt 5.2.). Voor de cyclische verhangen t.g.v. de pijlerbeweging is rekening gehouden met zowel langs- als dwarsbelasting en met de naastgelegen pijlers. Voor de cyclische verhangen is aangenomen dat de berekende extreme verhangen overal rondom de pijler optreden (litt 5.2.). De cyclische verhangen zijn éénmalig optredende verhangen met een overschrijdingskans van  $2,5 * 10^{-4}$ /jaar. In onderstaande tabel en figuur zijn deze verhangen weergegeven.

extreem (%)	afstand uit pijler(m)
500	3,50
400	5,00
300	7,50
200	10,00
100	15,00



### 5.2.3 Filterkwaliteit (algemeen)

Uitgaande van voornoemde belastingen is in de nota "Keuze matlengte en werkmethode" (litt. 5.3) beschreven waaraan de filterkwaliteit op de zandondergrond moet voldoen. Tot 7 m rondom de pijler moet in verband met cyclische verhangen een praktisch geometrisch ondoordringbaar filter aanwezig zijn (zettingen door indringing van OS zand worden in deze zone niet geaccepteerd). Om deze reden is de ondermat gevuld met grof zand 0,3/2,5 mm, kif 2/8 mm en grind 8/40 mm. De bovenste twee lagen van de langsrand zijn over een breedte van 1 m gevuld met materiaal 1/32 mm. Hierdoor wordt voorkomen, dat bij een lokaal falen van het ontgrinden van de matrاند na vertering van de doeken grof zand 0,3/2,5 mm (en mogelijk kif 2/8 mm) kan verdwijnen via het restant erosiebescherming (grind 30/60 mm) (zie litt. 5.4.).

De bovenmat bestaat uit drie lagen grind 8/40 mm.

Vanaf 7 m tot 20 m uit de pijler is enige indringing van OS-zand in het filter toegestaan. Derhalve mag in dit gebied het filter bestaan uit materiaal 1/32 mm dat gegarandeerd aanwezig moet zijn op het zand met een dikte van minimaal 0,5 m. Op de mat dient de minimale laagdikte 0,2 m te zijn. Om deze reden bestaat de filterlaag op het OS-zand t.p.v. de negatieve overlap uit materiaal 1/32 mm. Vanuit het oogpunt van filterwerking hoeft de negatieve overlap niet noodzakelijkerwijs verdicht te worden. Het is echter aan te bevelen (i.v.m. extra veiligheid) dit verdichten, dat om andere redenen al noodzakelijk is (zie par. 5.5.) toch uit te voeren. Deze laag wordt afgedekt met grind 30/60 mm (i.v.m. stroombestendigheidaspecten) en grof grind 40/250 mm.

Tot 50 m uit de as moet worden verdicht uit oogpunt van onderloopsheid (litt. 5.5). Zie hiervoor par. 5.5. Vanaf 45 m uit de as mag het filter bestaan uit materiaal 5/32 mm dat gegarandeerd op de bodem aanwezig moet zijn met een dikte van minimaal 0,3 m. (0,1 m op de mat). Vanaf 50 m uit de as hoeft niet meer verdicht te worden.

In figuur 5.2. zijn de extreme belastingen en de daarbij behorende filtereisen samengevat.

#### 5.2.4 Toleranties filter in onder- en bovenmat

Het filter in de ondermat bestaat uit drie lagen filtermateriaal (m.u.v. materiaal 1/32 mm in de bovenste twee lagen van de langstrand over 1 m breedte).

	d (mm)	dikte na verdichten(cm)	toleranties (cm)	gemiddeld aantal lagen
grof zand	0,3/2,5	10	+2,5 -1,0	ca. 200
kif	2/8	10	+2,5 -1,0	ca. 30
grind	8/40	12	+2,5 -1,0	ca. 9
	Totaal	32	+2,5 -1,0	

De bovenmat bestaat uit drie lagen grind 8/40 mm. De gemiddelde dikte van deze drie lagen is weer 10, 10 en 12 cm.

De ondermat wordt in de overgangsconstructie afgestort met een uitvullaag bestaande uit materiaal 40/250 mm. Ook in de de pijlerzone sluit 40/250 mm aan op de bovenste laag (8/40 mm) van de onder- of de bovenmat.

Bij het huidige filterontwerp wordt er geen zetting van de pijler t.g.v. filteruitspoeling geaccepteerd. Dit lijkt een reële aanname gezien de geringe dikte van de verschillende filterlagen. Uitgaande van literatuur en filterproeven zijn filterregels vastgesteld voor de filtermatmaterialen (litt. 5.6). De twee bepalende filterregels zijn:

- a. de uniformiteitscoëfficiënt  $u = d_{60}/d_{10}$ . Deze moet in verband met interne stabiliteit van een filterlaag in elk geval  $< 8$  zijn.

b. het filtercriterium  $d_{10f}/d_{10b}$  moet een zekere waarde niet overschrijden. Afhankelijk van de  $d_{10b}$  wordt 6 à 8 gehanteerd (voor grovere basis materialen 6). Dit criterium is gebaseerd op een  $d_{10}$  omdat juist de fijne fractie de filterwerking bepaalt.

Voor de bepaling van de filterlagen is uitgegaan van een ondergrens van het fijne Oosterschelde zand ( $d_{10} = 100 \mu$ ). Aan de bovenkant van het filter moet worden uitgegaan van een stroombestendige uitvullaag (een  $d_{50}$  van minimaal ongeveer 12 cm of wel 40/250 mm).

Uitgaande van bovengenoemde filterregels (litt. 5.6.) en van hetgeen praktisch gezien leverbaar is (litt. 5.7 en 5.8) zijn voor de drie materialen zeefbanden vastgesteld waarbinnen elk materiaal moet liggen. De resultaten zijn verzameld in figuur 5.3. (voor de zeefband van de materialen 1/32 mm, 30/60 mm en 40/250 mm zie par. 5.2.5.)

Eisen zand 0,3/2,5 mm (litt. 5.7)

- op zeef NEN 2560 - 2,8 mm : 0- 10 % (m/m)
- op zeef NEN 2560 - 1 mm : 35- 60 % (m/m)
- op zeef NEN 2560 - 600  $\mu$ m : 60- 90 % (m/m)
- op zeef NEN 2560 - 355  $\mu$ m : 93-100 % (m/m)

Eisen kif 2/8 mm (litt. 5.7)

- op zeef NEN 2560 - C8 : 0- 10 % (m/m)
- op zeef NEN 2560 - C5,6 : 20- 40 % (m/m)
- op zeef NEN 2560 - C4 : 50- 75 % (m/m)
- op zeef NEN 2560 - 2,8 mm : 70- 90 % (m/m)
- op zeef NEN 2560 - 2 mm : 90-100 % (m/m)

Eisen grind 8/40 mm (litt. 5.8)

- op zeef NEN 2560 - C40 : 0 % (m/m)
- op zeef NEN 2560 - C31,5 : 5- 25 % (m/m)
- op zeef NEN 2560 - C22,4 : 20- 50 % (m/m)
- op zeef NEN 2560 - C16 : 50- 75 % (m/m)
- op zeef NEN 2560 - C 8 : 90-100 % (m/m)

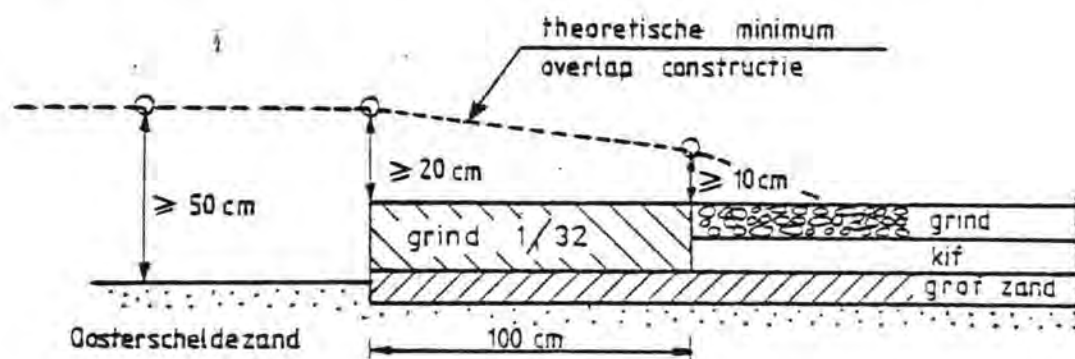
In verband met het doordrukken door de bovenmat dient de  $D_{max}$  van het materiaal 8/40 mm kleiner of gelijk aan 40 mm te zijn (litt 5.13. en 5.19).

### 5.2.5 Toleranties filter in negatieve overlap

In tegenstelling tot de filtertoleranties in de mat moet hier onderscheid gemaakt worden in toleranties van het materiaal in de negatieve overlap zoals dat aanwezig moet zijn op de bodem en zoals dat wordt aangebracht bovenin de rolstrooier. Hier wordt alleen de filtersamenstelling op de bodem beschouwd. Het stortproces door de rolstrooier is uitgebreid getest in Schelphoek en Lith. Uit de resultaten blijkt, dat het goed mogelijk is 1/32 mm in de vereiste samenstelling op de bodem aan te brengen (zie litt. 5.9.).

De uitspoeling van de fijne fracties tijdens het storten blijft beperkt.

Uitgaande van proeven en berekeningen naar indringing van zand in het filter t.g.v. het overschrijden van de kritieke verhangen (litt. 5.2. en 5.10.) is een minimale laagdikte van 50 cm materiaal 1/32 mm (Füller verdeling) boven het zandniveau noodzakelijk. Dit materiaal 1/32 mm moet gegarandeerd op de bodem aanwezig zijn na pantsering t.g.v. overtrekkende stroom. De dikte van het materiaal 1/32 mm boven de bovenkant van de mat moet minimaal 20 cm zijn. De minimale breedte van de laag 1/32 mm boven de ondermat wordt bepaald door het dwarsverhang. De eisen m.b.t. de diktes en breedtes van het grind 1/32 mm zijn in de volgende figuur vastgelegd.



Het materiaal 1/32 mm dient tot 20 m uit de pijler (45 m uit de as) aanwezig te zijn. Buiten dit gebied dient 5/32 mm gegarandeerd na pantsering t.g.v. overtrekkende stroom aanwezig te zijn. De dikte afmetingen mogen t.p.v. het O.S.-zand en de rand van de mat wat minder zijn nl. 30 cm i.p.v. 50 cm op het zand en 10 cm i.p.v. 20 cm op de rand van de mat (litt. 5.11.).

De tolerantieband is vastgesteld uit hetgeen theoretisch noodzakelijk is (variatie 10-20 gewichtsprocenten) en wat praktisch haalbaar bleek (litt. 5.12.).

Voor de materialen 1/32 mm, 30/60 mm en 40/250 mm gelden de volgende toleranties (zie ook figuren 5.4. en 5.5.).

- op zeef NEN 2560 - C31,5 : 0- 5 % (m/m)	1/32 mm
- op zeef NEN 2560 - C16 : 15- 35 % (m/m)	
- op zeef NEN 2560 - C 8 : 40- 60 % (m/m)	
- op zeef NEN 2560 - C 4 : 60- 80 % (m/m)	
- op zeef NEN 2560 - 1,4 mm : 80- 95 % (m/m)	
- op zeef NEN 2560 - 0,6 um : 85-100 % (m/m)	
- op zeef NEN 2560 - C 63 mm : 0% (m/m)	30/60 mm
- op zeef NEN 2560 - C 50 mm : 0-20% (m/m)	
- op zeef NEN 2560 - C 40 mm : 40-60% (m/m)	
- op zeef NEN 2560 - C 31,5 mm: 80-100% (m/m)	
- op zeef NEN 2560 - C 16 mm : 98-100% (m/m)	
- op zeef $\varnothing$ 230 mm : 0- 5% (m/m)	40/250 mm (basalt)
- op zeef $\varnothing$ 180 mm : 15-50% (m/m)	
- op zeef $\varnothing$ 125 mm : 50-70% (m/m)	
- op zeef $\varnothing$ 90 mm : 65-80% (m/m)	
- op zeef NEN 2560 - C 45 mm : 85-95% (m/m)	
- op zeef $\varnothing$ 200 mm : 0- 5% (m/m)	40/250 mm (koper- slakken)
- op zeef $\varnothing$ 180 mm : 5-45% (m/m)	
- op zeef $\varnothing$ 125 mm : 45-70% (m/m)	
- op zeef $\varnothing$ 90 mm : 65-80% (m/m)	
- op zeef NEN 2560 - C 45 mm : 85-95% (m/m)	

#### 5.2.6 Toleranties filter in grindworst

De grindworst ligt op de bovenmat en wordt afgedekt met de zogenaamde uitvullaag 40/250 mm. Het materiaal dien gelijk te zijn aan de grofste laag in de mat, d.w.z. grind 8/40 mm met dien verstande dat de tolerantiegrenzen iets ruimer mogen zijn i.v.m. niet hoeven doordrukken van pennen door het materiaal. De eisen zijn (litt. 5.13):

- op zeef NEN 2560 - C40 : 0- 10 % (m/m)
- op zeef NEN 2560 - C22,4 : 20- 55 % (m/m)
- op zeef NEN 2560 - C16 : 50- 80 % (m/m)
- op zeef NEN 2560 - C 8 : 90-100 % (m/m)

#### 5.2.7 Doorlatendheid van doeken

In de mat bevinden zich verschillende weefsels. Aan deze weefsels worden eisen gesteld aan de waterdoorlatendheid. De waterdoorlatendheid moet zodanig zijn dat er geen extra overdrukken over de doeken kunnen ontstaan. De eisen zijn (litt. 5.14., 5.15., 5.16.):

_____ 8	bovenmat	laag	verhang = $\frac{\Delta h}{d}$ over doek
_____ 7			
_____ 6			
_____ 5			
_____ 4	ondermat	1	< 2 bij $u_f = 10^{-3}$ m/sec
_____ 3		2	< 2 bij $u_f = 10^{-2}$ m/sec
_____ 2		3	< 1 bij $u_f = 10^{-2}$ m/sec
_____ 1		4	< 2 bij $u_f = 10^{-3}$ m/sec
		5	< 1 bij $u_f = 10^{-2}$ m/sec
		6	< 1 bij $u_f = 10^{-2}$ m/sec
		7	< 1 bij $u_f = 10^{-2}$ m/sec
		8	< 5000 bij $u_f = 10^{-2}$ m/sec

( $u_f$  = ingesteld debiet per  $m^3$ )

### 5.3. Horizontaal afschuiven H/V

In de bouwfase brengt de pijler via de billen de krachten over op de ondergrond. In dat geval is het bezwijkmechanisme diep afschuiven middels een glijcirkel.

Om een voldoende veiligheid tegen horizontaal afschuiven te hebben is aan de karakteristieke ondergrens van de H/V de eis gesteld dat deze  $> 0,56$  moet zijn ( $\mu - 1,645\sigma > 0,56$ ).

Bij verdichte ondergrond en matten is de veiligheidscoëfficiënt voldoende groot (litt. 4.6. en 5.17.) (zie ook par. 4.2.3.).

### 5.4. Verdichtingseisen

#### 5.4.1 Inleiding

In dit hoofdstuk worden de eisen geformuleerd voor zowel de beide matten als de negatieve overlap m.b.t. slagkracht, triltijd, maximaal toelaatbare ruimte tussen twee plaatposities en aanbevelingen voor het stramien. Een uitgebreide motivatie is beschreven in (litt.5.20) waarin ook een literatuurlijst is opgenomen.

#### 5.4.2 Verdichtingsomvang

De ondergrond is over de hele as verdicht met de Mytilus tot 16 m uit de rand van de pijler in de OS-richting en tot 12 m uit de rand van de pijler in N.Z.-richting.

Dat betekent dus een totale verdichtingsomvang van ca. 78 m. De mat wordt verdicht met de Cardium over een totale lengte van 100 m, i.p.v. 78 m i.v.m. de onderloopsheidsproblematiek. De mat ligt over deze 100 m op een fijn gedustpand zandbed. Daarbuiten is alleen grof gedustpand.

Bij de 100 m verdichtingsomvang wordt met de Cardium een gedeelte van de mat verdicht dat op een talud en op een onverdichte grondslag rust (het horizontale deel van het fijn gedustpande cunet c.q. ophoging is 80 m (zie figuur 5.6.)

De trilbalk van de Cardium heeft een lengte van ongeveer 17 m en een breedte van 4 m en bestaat uit 4 gelijke platen.

De onder- en bovenmat worden elk in twee stroken verdicht, in respectievelijk een heen- en een teruggaande slag. De totale verdichtingsbreedte moet zo groot mogelijk worden om het in de drempelrein te verdichten oppervlak te beperken. De maximale verdichtingsbreedte wordt bepaald door de afmetingen van de negatieve overlap. Er worden twee eisen gesteld:



- a. het materiaal van de negatieve overlap moet stroombestendig zijn tijdens het verdichten.
- b. de trilbalk mag niet op de negatieve overlap staan i.v.m. de verdichtingskwaliteit van de mat en de beschadiging van de mat en de negatieve overlap.

ad. a. Hierop wordt in par. 6.5 nader ingegaan.

ad. b. Verdichtingsbreedte ondermat door Cardium

De maximale verdichtingsbreedte wordt bepaald door de ligging van de negatieve overlap, welke op zijn beurt weer bepaald wordt door de opschoonbreedte van de afgesteunde kop van de Cardium en de uitloop van het talud.

De gemiddelde opschoonbreedte van het materiaal 1/32 mm en de 30/60 mm, bedraagt  $36/2 = 18$  m voor de halve matbreedte (t.o.v. hart mat). Rekening houdend met een uitloop van het talud van  $+ 0,75$  m na het opschoonen wordt de totale breedte van de negatieve overlap 10,5 m, exclusief een opschoontolerantie van  $+ of - 0,5$  m. De verdichtingsbalk van de Cardium heeft een lengte van ongeveer 17 m en een breedte van 4 m.

Rekening houdend met een plaatsingstolerantie van  $+ of - 1$  m en een opschoontolerantie van  $+ of - 0,5$  m wordt, bij het ongecorrigeerd optellen van deze toleranties, de gemiddeld te verdichten afstand uit het hart van de pijler  $22,5 \text{ m} - (5,25 + \sqrt{1^2 + 0,5^2}) = 16,13 \text{ m} (\approx 16 \text{ m})$

Met een plaatsingstolerantie van  $+ of - 1$  m wordt dus de minimaal te verdichten strook 15.3 ( $\approx 15$  m) en de maximale verdichtingsbreedte 17,13 m ( $\approx 17$  m) (zie figuur 5.7).

Bij een verdichtingsbalk breedte van 17 m is de min. overlap t.p.v. het hart van de pijler 2 m en de max. overlap 6 m.

De kans dat de balk op de negatieve overlap komt te staan is door de "worteltruc" klein, maar wel aanwezig.

Door te sturen op de actuele ligging van de negatieve overlap kan de kans nog verder worden verkleind.

- Verdichtingsbreedte bovenmat door Cardium

De totale verdichtingsbreedte moet zo groot mogelijk zijn om in de drempelrein de verdichtingsomvang te beperken.

De rand van de bovenmat ligt bij een matbreedte van 31 m gemiddeld 15,5 m uit het hart van de pijler.

Geëist wordt dat de bovenmat onder de pijler volledig wordt verdicht.

Dat wil zeggen bij een plaatsingstolerantie van de pijlers van + of - 0,3 m in de breedterichting van de mat moet minimaal  $12,5 + 0,3 \text{ m} = 12,8 \text{ m}$  verdicht worden (zie figuur 5.7).

Bij het leggen van de bovenmat wordt ervan uitgegaan dat deze maximaal of minimaal 1 m uit de gemiddelde ligging van de rand van de bovenmat komt te liggen.

Maar gezien zijn korte lengte (60 m) zal de mat niet tussen deze waarde liggen, maar een absolute fout hebben van max. 1 m.

Dit houdt dan tevens in dat de legtolerantie van de mat en het positioneren van de verdichtingsbalk, twee gecorreleerde processen zijn, zodat hierop niet de "worteltruc" mag worden toegepast.

De bovenmat moet dus minimaal 12,8 m en met een plaatsingstolerantie van de balk van + of - 1 m, maximaal 14,8 m worden verdicht.

Dit wil zeggen dat de verdichtingsbalk maximaal 0,5 m over de rand van de mat komt te staan.

Om beschadiging van de matrand te voorkomen, zijn lagere toleranties voor het plaatsen van de balk en het leggen van de bovenmat gewenst of moet worden gestuurd op de actuele matrandpositie.

Bij bovenstaande beschouwing is er vanuit gegaan, dat er geen 40/250 mm op de bovenmat ligt.

5.4.3. Verdichtingseisen ondermat

5.4.3.1 Triltijd en slagkracht

Om aan de stijfheidseis van de mat en de bovenste laag zand te kunnen voldoen is een minimale effectieve slagkracht van  $50 \text{ kN/m}^2$  voldoende indien de triltijd minimaal 1 min. bedraagt.

Omdat controle in situ als vrijwel onmogelijk wordt beschouwd, wordt veiligheidshalve een minimale triltijd van 2 min. aangehouden.

Uit verdichtingsproeven op ribbels (litt. 5.5) bleek dat na 3 min. verdichten met een slagkracht van  $50 \text{ kN/m}^2$  de aansluiting van de mat aan de ondergrond goed was. De verwachting was dat de aansluiting al bij een kleinere triltijd voldoende was. Veiligheidshalve wordt een minimale triltijd van 3 min. geëist, indien de onvlakheden  $> 20 \text{ cm}$  (top-dal) bedragen. In verband met beschadiging van de mat wordt er een maximale slagkracht van  $75 \text{ kN/m}^2$  gehanteerd.

#### 5.4.3.2 Stapafstand

Allereerst moet er een eis aan de overlappings van de trilplaatposities gesteld worden.

Alle tot nu toe uitgevoerde verdichtingsproeven zijn uitgevoerd met positieve overlappen en koud tegen elkaar, d.w.z. de trilplaat heeft op elke  $\text{mm}^2$  getrild. Omdat negatieve overlappen aanleiding kunnen geven tot opstulpen in deze overlap en daardoor de filterwerking minder goed kan zijn wordt zonder aanvullende proeven als eis gesteld dat er geen ruimte tussen 2 trilplaatposities mag zijn.

#### 5.4.3.3 Hellingen + stramien

In figuur 5.6. is aangegeven dat met de trilplaat ook een stuk talud moet worden verdicht met een lengte van ongeveer 13 m. Bij taludhellingen van flauwer dan 1:6 komt de trilplaat op onverduichte ondergrond (litt.5.21). In Kats is een mat op een talud van 1:5 verdicht bij een verdichtingsrichting tegen het talud op (litt. 5.22). Het verdichtingsresultaat bleek goed te zijn. De zettingen bedroegen circa 40 cm. Verdichten van het talud af is niet beproefd.

Het gevaar hierbij is dat dan in het losgepakte zand afschuivingen kunnen optreden waardoor de mat beschadigd kan worden. Zonder aanvullende proeven wordt daarom gesteld dat de trilbalk van de Cardium tegen het talud op moet verdichten. Dit geldt voor ingravingsgebieden. Hierbij begint de trilbalk in het vlakke gebied. Het verdichtingseffect is tot op enige afstand vanuit de trilbalk merkbaar. Daarmee wordt voorkomen dat bij een positionering van de trilbalk op het talud de ondergrond onder de balk nog volledig losgepakt is. Evenwel staan er ook een aantal pijlers in ophogingen. De taluds hierbij kunnen langer dan 13 m zijn. Er zijn nu 3 mogelijkheden:

1. De balk begint onder aan de helling in het vlakke gebied. Met het gunstige effect van verdichten tot op enige afstand uit de balk gaat de balk het talud op. Deze oplossing is zonder aanvullend onderzoek toelaatbaar. Het nadeel is dat over grotere lengtes dan 100 m moet worden verdicht.
2. De balk begint op het talud op 50 m afstand uit de as van de kering op een zekere hoogte  $h_1$  onder het vlakke deel. Het gunstige effect van vooruit verdichten speelt bij de eerste positionering geen rol. De hoogte  $h_1$  is kleiner dan de totale taludhoogte  $h$  en de kans op afschuivingen is dan ook minder t.o.v. 3.
3. De trilbalk gaat vanuit het vlakke deel het talud af. Gunstig is dan het vooruit verdichten. Evenwel zijn bij voldoende grote taludhoogtes ( $h > 5$  m) afschuivingen mogelijk.

Zonder aanvullend onderzoek wordt gesteld dat de verdichting kan beginnen op het talud 50 m uit de as van de kering en dan tegen het talud op.

#### 5.4.3.4 Samenvatting verdichtingseisen ondermat

- effectieve slagkracht  $50 \text{ kN/m}^2 \leq F_s \leq 75 \text{ kN/m}^2$ , amplitude  $> 1,5 \text{ mm}$ , frequentie  $> 15 \text{ Hz}$  en versnelling  $> 20 \text{ m/s}^2$  (vrij hangend onder water).
- triltijd  $\geq 2$  min. in pijlergebied.
- triltijd  $\geq 3$  min. in overgangskonstructie (bij onvlakheden  $> 20 \text{ cm}$  (top-dal)).
- plaatafmetingen  $> 2,50 \times 3,50 \text{ m}$
- te verdichten gebied  $100 \text{ m} \times 32 \text{ m}$
- stapafstand zodanig dat er geen ruimte tussen 2 trilplaatposities resteert
- stramien bij ingravingen: vanaf pijlergebied het talud op
- stramien bij ophogingen: vanaf 50 m uit de as het talud op en dan het vlakke gedeelte

#### 5.4.4. Verdichtingseisen bovenmat

Voor de bovenmat gelden de eisen van de ondermat voor het vlakke gedeelte.

#### 5.4.5. Verdichtingseisen negatieve overlap

##### 5.4.5.1 Triltijd en slagkracht

Het verdichten van de negatieve overlap inclusief de rand van de ondermat gebeurt met een losse trilplaat in de drempelrein. De negatieve overlap is dan zodanig afgestort met de uitvullaag dat er een relatief horizontaal vlak gecreëerd is voor de trilplaat. Dit horizontale vlak is zeker tussen de pijlers gewenst i.v.m. beschadiging van de pijler en de beperkte ruimte m.b.t. het vasthouden van de trilplaat.

M.b.t. de verdichting zijn de volgende aspecten van belang:

1. Een goede aansluiting van de rand van de mat met de ondergrond is vereist.  
I.v.m. de onderloopsheid problematiek moet de matrand over 100 m worden verdicht.
  2. Verdichten van de negatieve overlap zelf d.w.z. het materiaal 1/32 mm is i.v.m. de filterwerking tot op een afstand van 15,0 m uit de pijler aan te bevelen. Daarbij wordt de eis gesteld dat minimaal materiaal 1/32 mm op de bodem aanwezig moet zijn. Het verdichten heeft een gunstige werking op de filterkwaliteit omdat:
    - a. het kritieke verhang behorend bij een zetting nul groter wordt
    - b. de fijne fractie de neiging heeft tijdens het verdichten te zakken waardoor een beter filter ontstaat
    - c. eventuele aanwezige holle ruimte in het restant van de erosiebescherming gedeeltelijk opgevuld kan worden met zand uit de ondergrond en de fijne fractie van bovengelegen materiaal 1/32 mm.
- Uit het reeds uitgevoerde verdichtingsonderzoek is gebleken dat de eerste eis wat betreft de benodigde triltijd en slagkracht het zwaartst weegt (litt. 5.20). Uit deze proeven met een kuildiepte van 75 cm bleek een slagkracht van  $125 \text{ kN/m}^2$  bij een triltijd van 4 min. voldoende te zijn.

#### 5.4.5.2 Stapafstand

Er moet een eis aan de stapafstand van de trilplaatposities gesteld worden. Alle verdichtingsproeven m.b.t. de negatieve overlap zijn uitgevoerd met een positieve overlap van 25 cm en of koud tegen elkaar. De verdichtingseisen (slagkracht, triltijd, pakketdikte) zijn hierop gebaseerd. Zonder aanvullende proeven wordt daarom als eis gesteld dat er gemiddeld geen ruimte tussen twee trilplaatposities mag zijn. De maximale ruimte tussen 2 trilplaatposities mag 1 m bedragen (bij trilplaatafmeting  $4 \times 4 \text{ m}^2$ ) of 0,5 m (bij trilplaatafmeting  $3,4 \times 2,6 \text{ m}^2$ ).

#### 5.4.5.3 Hellingen + stramien

De pijler kan beschadigd worden t.g.v. het van de helling afwandelen van de trilplaat. Er moet daarom tussen de pijlers zodanig worden afgestort dat er een min of meer horizontaal vlak ontstaat (maximale helling 1:5). In de proeven is meestal met een horizontaal afgewerkt vlak gewerkt. (maximale taludhelling was 1:6). Buiten het pijlergebied wordt daarom de eis gesteld dat in dwarsrichting (Noord-Zuid) de negatieve overlap i.v.m. beschadiging min of meer horizontaal wordt afgewerkt (maximale helling 1:5). Tijdens het trillen mag de trilplaat niet teveel weglopen. Controle hierop is van ook noodzakelijk. I.v.m. beschadiging van de negatieve overlap wordt gesteld dat verdichten vanuit het met de Mytilus verdichte pijlergebied moet gebeuren.

Een strook van 100 m lengte moet verdicht worden. In par. 5.4 beschreven dat met de Cardium de ondermat in twee stroken van elk maximaal 17 m (minimaal 15 m) wordt verdicht.

#### 5.4.5.4 Verdichtingsbreedte

Bij ongekorreleerde plaatsing van de drempelplaat en de verdichtingsbalk van de Cardium wordt de gesommeerde tolerantie van  $2 \times 1 \text{ m}$  teruggebracht tot  $\sqrt{1^2 + 1^2} = 1,4 \text{ m}$ .

Zonder spreidende werking van de drempelplaat wordt dan de gemiddelde afstand van de drempel uit het hart van de pijler  $16 \text{ m} - 1,4 \text{ m} = 14,6 \text{ m}$  (Zie figuur 5.8.).

Met een plaatsingstolerantie van + of - 1 m wordt de minimumafstand uit het hart van de pijler 13,6 m en de maximum afstand 15,6 m.

Uit de resultaten van de verdichtingsproeven te Schelphoek blijkt dat rekening gehouden mag worden met de spreidende werking van de drempelplaat (litt. 5.27).

Voor de 4 x 4 m trilplaat is een maximum afstand tussen 2 posities van 1 m toelaatbaar, d.w.z. dat gerekend mag worden met een spreidende werking van 0,5 m op het matniveau. Dit houdt in dat de gemiddelde afstand van de drempelplaat uit het hart van de pijler  $14,6 \text{ m} + 0,5 \text{ m} = 15,1 \text{ m}$  kan zijn; of wel de min. afstand is 14,1 m en de max. afstand 16,1 m.

De negatieve overlap moet dus i.v.m. de plaatsingstolerantie van de drempelplaat van + of - 1 m, max.  $22,5 \text{ m} - 14,1 \text{ m} = 8,4 \text{ m}$  en minimaal  $22,5 - 16,1 = 6,4 \text{ m}$  uit het hart van de negatieve overlap worden verdicht.

De minimum afstand tot de pijlerrand is dan  $14,1 - (12,5 \text{ m} + 0,3 \text{ m}) = 1,3 \text{ m}$ , terwijl er 0,5 m geëist wordt i.v.m. beschadiging van de grindzak (litt. 5.23).

#### 5.4.5.5 Samenvatting verdichtingseisen negatieve overlap

Als eisen kunnen worden geformuleerd:

- effectieve slagkracht  $120 \leq F_s \leq 150 \text{ kN/m}^2$ , amplitude  $> 4,5 \text{ mm}$ , frequentie  $> 22 \text{ Hz}$  (vrijhangend onder water), versnelling  $> 100 \text{ m/s}^2$
- triltijd  $> 3 \text{ min.}$  voor kuildiepten  $\leq 20 \text{ cm}$  en  $t = 4 \text{ min}$  voor kuildiepten  $> 20 \text{ cm}$  en  $\leq 75 \text{ cm}$
- de maximale dikte van de te verdichten laag op de mat :  $h \leq 3,5 \text{ m}$  bij  
plaatafmeting  $3,4 \times 2,6 \text{ m}^2$   
trilplaatafmeting  $4 \times 4 \text{ m}^2$  :  $h \leq 4,0 \text{ m}$  bij
- statisch gewicht  $\approx$  dynamisch gewicht
- gatenpercentage 15% (rendement geschat 80%)
- te verdichten gebied: tot 50 m uit de as dient de hele negatieve overlap verdicht te worden.
- strookbreedte 13-17 m
- minimale afstand van trilplaat tot de teen van de pijler is 0,50 m
- max. ruimte tussen twee trilplaat posities:  
 $0,5 \text{ m}$  bij trilplaatafmeting  $3,4 \times 2,6 \text{ m}^2$   
 $1 \text{ m}$  bij trilplaatafmeting  $4 \times 4 \text{ m}^2$
- materiaal niet fijner dan 10-60 kg en niet grover dan 300-1000 kg.

### 5.5 Aansluitingsproblematiek

#### 5.5.1 Inleiding

De onder- en bovenmat zijn relatief stijf t.o.v. de loskorrelige ondergrond. Daardoor kunnen aanwezige kuilen en ribbels overspannen worden door de mat bij een intact mat. Dit geldt met name voor de ondermat. Tussen onder- en bovenmat, en tegelmat c.q. pijler en tegelmat en pijler kunnen aanzandlaagjes aanwezig zijn, die uit kunnen spoelen waardoor mogelijk holle ruimte kunnen ontstaan.

### 5.5.2 Pijlerzone

Onderscheid wordt gemaakt in holle ruimte onder de ondermat en holle ruimte boven de matten t.g.v. het uitspoelen van zandlaagjes tussen onder- en bovenmat, bovenmat en tegelmat c.q. pijler en tegelmat en pijler.

In par. 5.2 (Filtereisen) is beschreven dat in het gebied van 7 m tot 20 m uit de pijler de onderste filterlaag moet bestaan uit materiaal met een  $d_{min} = 1$  mm.

Daar de onderste filterlaag in de mat 0,3 / 2,5 mm bevat betekent dat dat in het pijlergebied aan weerszijden op 20 m uit de pijler geen grof zand 0,3 / 2,5 mm uit de mat mag verdwijnen, omdat dit direct wordt afgevoerd indien de drager boven een kanaaltje niet zanddicht meer is.

Dat wil zeggen dat er geen holle ruimte onder de mat in het genoemd pijlergebied aanwezig mag zijn en er ook niet mag komen door voortschrijdende kanaaltjes.

In verband met terugschrijdende erosie (litt. 5.5.) wordt geëist dat er tot 25 m uit de pijler (50 m uit de as) geen holle ruimte onder de mat aanwezig mag zijn. Hieruit volgt de eis dat de mat en de negatieve overlap tot 25 m uit de pijler verdicht moeten worden (zie par. 5.4).

Holle ruimte tussen de onder- en de bovenmat c.q. de boven- en de tegelmat kan in de eindfase aanleiding geven tot transport van grind 8/40 mm. Deze holle ruimte kan ontstaan als zand in deze fase uitspoelt.

Oriënterende berekeningen tonen aan, dat een zekere mate aanzanding voor dit aspect (piping van 8/40 mm) acceptabel is (zie litt 5.29). Samengevat kan worden gesteld dat aan de randen van de pijler de lengte van de zandstrook orde 1 m mag bedragen (geen breedte eis) en midden onder de pijler circa 10 m (geen breedte eis). De totale maximale zandlaagdikte tussen onder- en bovenmat en boven- en tegelmat wordt gesteld op 5 cm. Bij overschrijding van bovengenoemde lengtes wordt de toelaatbare zandlaagdikte 2 cm (geometrisch ondoordringbaar).

Opgemerkt dient te worden, dat vanuit tolerantie-oogpunt en i.v.m. de sterkte van de pijler andere eisen gesteld kunnen worden. Dit is momenteel nog in studie (zie ook 7.6)



### 5.5.3. Overgangsconstructie

Doordat ter plaatse van de overgangsconstructie initiële onvlakheden aanwezig zijn en niet wordt verdicht, dient lokaal gerekend te worden op de aanwezigheid van holle ruimte. Het totaal beschikbare volume en de daarbij behorende afmetingen van deze holle ruimte zijn bepaald met behulp van een rekenmodel, dat in Schelphoek getoetst is met behulp van afrolproeven op een geribbelde bodem (litt. 5.5.).

Het totale volume onder een filtermat bedraagt zowel aan de Noordzeezijde als aan de Oosterscheldezijde maximaal circa  $4 \text{ m}^3$ , terwijl de maximale hoogte circa 4 cm en de maximale lengte circa 2 m bedraagt.

Het aandrijvend mechanisme dat zandtransport teweeg kan brengen, wordt gevormd door de directe golfdoordringing.

Bij grotere uitwendige verhangen dan 4 à 7 % treedt afkalving op aan de randen van de holle ruimten, terwijl bovendien in de holle ruimte een wisselende waterstroming ontstaat, die voldoende groot kan zijn om zand in suspensie te brengen of te houden.

Deze waarde van het kritieke verhang is voor cyclische omstandigheden van dezelfde orde als de waarde van het kritieke verhang onder stationaire omstandigheden.

Aan de Noordzeezijde wordt  $i_{kr}$  in de ondiepe delen circa 80-200 uur overschreden, terwijl in de diepe delen dit circa 25 uur het geval is tijdens de levensduur van de kering (gesloten kering maatgevend).

Aan de Oosterscheldezijde wordt  $i_{kr}$  bij de gesloten kering situatie vrijwel niet overschreden. Onder weigerende schuif omstandigheden ontstaat zeer lokaal een verhang van 18%. Het verhang is zodanig gericht, dat de hierdoor veroorzaakte afkalving in de overgangsconstructie naar de pijler toe is gericht, totdat de drempel is bereikt. Boven de drempel is het verhang zodanig gericht dat verdere afkalving niet plaats kan vinden. Het gedrag van de spleet onder de filtermat wijkt bij cyclische omstandigheden sterk af van het gedrag onder stationaire omstandigheden. Onder stationaire omstandigheden manifesteert het proces van terugschrijdende erosie zich in de vorm van kleine kanalen, die zich met een voortgangssnelheid van enkele meters per uur voortplanten.

Onder cyclische omstandigheden daarentegen vindt het erosieproces meer gelijkmatig over de breedte van de filtermat plaats. Hierdoor zakt de filtermat bij en wordt de spleet dichtgeknepen. In de dichtgeknepen spleet neemt de hydraulische weerstand sterk toe, waardoor de verhangen concentratie aan de rand van de spleet afneemt en het erosieproces tot stilstand komt.

De bij deze evenwichtstoestand behorende erosielengte bedraagt enkele meters, waardoor ter plaatse van de pijlzone niet gerekend hoeft te worden op transport van zand.

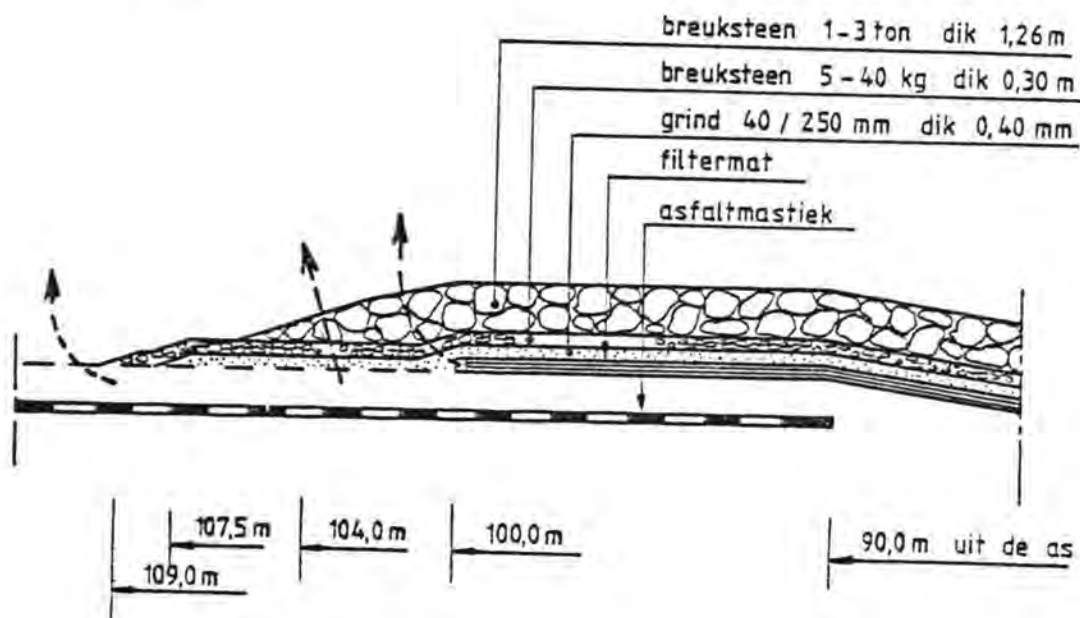
Geconcludeerd kan worden, dat ten aanzien van dit aspect de aanwezigheid van holle ruimte onder de filtermat ter plaatse van de overgangconstructie acceptabel is.

Opgemerkt dient te worden, dat het niet aansluiten van het filter aan de bodem is gebaseerd op de aanname, dat de drager tijdens de levensduur van de kering intact blijft.

In geval van lokaal bezwijken van de drager is het filtercriterium maatgevend. Ter plaatse wordt aan de filtereisen voldaan, indien kif op Oosterschelde-zand aansluit en grind op grof zand. In een spleet kan grof zand worden afgevoerd. Derhalve wordt ter plaatse van de overgangconstructie aan de filtereisen voldaan, indien de hoogte van de holle ruimte onder de mat kleiner is dan 10 cm. Dit wordt gerealiseerd door de voorspanning van de mat  $< 1,6 \text{ t/m}^2$  te houden (litt. 5.5.).

#### 5.5.4. Stortebed

De mat wordt met een overlap van 10 m (+ 2 m) aangebracht over de asfaltmastiek.



De volgende aspecten worden beschouwd (litt. 5.24):

- niet omgezette rand van de mat
- onvlakheden mastiek (macro enkele meters, micro orde decimeters)
- zandlenzen tussen mastiek en mat (orde enkele meters)

Uit het onderzoek m.b.t. deze problematiek kan worden geconcludeerd dat:  
ad a)

T.g.v. de niet omgezette matrand kan grof zand tussen de houten eindbalken door de grove bestortingen verdwijnen. Het kritieke verhang tussen zand 0,3 / 2,5 mm en materiaal 40/ 250 mm bedraagt  $\approx 4\%$ .

Dit verhang treedt alleen op aan de zeezijde en bovendien slechts gedurende enkele uren tijdens de levensduur (litt. 5.5.). Eventuele schade blijft dan beperkt. Als de overgang grof zand naar het materiaal 40 / 250 mm verstoord wordt kan erosie bij lagere verhangen plaatsvinden.

Evenwel moeten voor doorgaande erosie alle verticale tussenschotjes verteerd zijn en de horizontale schotjes niet.

Dit is zeer onwaarschijnlijk omdat de verticale schotjes spanningsloos zijn. Dus de kans op doorgaande erosie neemt sterk af met de afstand uit randbalk. Deze kans wordt nog veel kleiner omdat de kans op bijzakken van het matgedeelte boven de relatief stijve drager groter is waardoor inspleetjes het grove zand dichtgedrukt worden. De conclusie is dat de matrand niet omgezet behoeft te worden.

#### ad b

Micro onvlakheden van de mastiek zullen altijd aanwezig zijn. Dat betekent dat er een lek is voor het Oosterschelde zand. Uit het SOF onderzoek en aanvullende berekeningen is gebleken dat reeds aanwezige kanaaltjes onder de mat naast de mastiek eerder breder dan dieper en langer worden waardoor de mat gaat bijzakken. (litt. 5.5.).

Macro onvlakheden door kuilen naast de mastiek en door onvlakheden van de mastiek zelf zijn vervelender.

Er kunnen nu twee dingen gebeuren.

- 1) De mat zakt niet bij en er resteren holle ruimtes. Dit zal eerder het geval zijn bij steile taludhellingen dan bij flauwe hellingen.
- 2) De mat kan scheuren bij grote onvlakheden waardoor het filter verstoord op de bodem komt. De vraag hierbij is ook of de houten eindbalk in de matbeëindiging die uit een aantal schakels van 1,54 m bestaat het bijzakproces tegen houdt.

Uit berekeningen is gebleken dat indien er 3 cm holle ruimte tussen de verschillende schakels aanwezig is waar geen grind in kan dringen de matstijfheid bepalend is voor het bijzakproces.

Er kan worden gesteld dat i.v.m. sterkte mat en resterende holle ruimte onder de mat de initiële onvlakheden in de zone van de mastiek t.p.v. de eindbalk van de mat niet groter dan 1,0 m mogen zijn bij taludhellingen van 1:6 en steiler. Bij flauwere taluds zal de mat de onvlakheid beter volgen.

Bij taluds van 1:6 tot 1:10 mag de maximale onvlakheid lineair verlopen van 1 tot 2 m. Bij flauwere taluds mag de maximale onvlakheid niet meer dan 2 m bedragen (litt. 5.28.)

ad c

Tussen mastiek en mat kunnen zandlenzen aanwezig zijn. Na plaatsen pijlers zal het zand achter de bestortingen onder de dan optredende dagelijkse stroomsnelheden (circa 1,5 m/s) wegspoelen. Ook zal zand door de bestortingen heen afgevoerd worden. Volgens het RABO onderzoek (litt. 5.25.) kan de maximale aanzehelling 1:2 bedragen.

De hellingen van de bestorting zullen in het algemeen flauwer zijn. In de eindsituatie wordt geëist dat er altijd een bestorting op de aanzehelling tot op de mastiek aanwezig is. De overlaplengte van de toplaag dient daarom maximaal 2 x zandlaagdikte te zijn met een minimum van 4 m. Dit geldt eveneens voor de negatieve overlap. De zandlaagdikte mag evenwel niet dikker dan 1 m zijn. Bij een zandpakket van 1 tot 3 m dik dienen de laagdikten van de overgangsconstructie minimaal 15% vergroot te worden. Wel kan mogelijk piping optreden, maar hiervoor is reeds vermeld dat bijzakken van de mat gaat optreden omdat kanaaltjes eerder breder dan dieper worden. Een mogelijke doch niet verwachte eindsituatie is dan de mat op de mastiek komt te liggen. I.v.m. terugschrijdende erosie wordt daarom een minimaal matoverlap op de mastiek van 5 m geëist.

#### 5.6. Taludhellingen

De taludhellingen in de overgangsconstructie mogen niet te steil zijn i.v.m. het gevaar voor zettingsvloeiingen en afschuivingen.

In litt. 5.26 is gesteld dat hellingen van 1:6 en steiler vooraf met de Mytilus moeten worden verdicht in verband met het mogelijk gevaar van afschuivingen en zettingsvloeiingen tijdens het zuigbedrijf van de Cardium. Hellingen van 1:4 en flauwer kunnen dan veilig met de Cardium gerealiseerd worden. In de Roompot komen verschillende plaatsen voor waar de hellingen 1:6 of steiler zijn. In litt. 5.17 is dit nader gedetailleerd voor gevallen waar niet aan deze eisen wordt voldaan.

Voor een nadere uitwerking wordt verwezen naar par. 8.9.

## 6. Hydraulische aspecten.

### 6.1. Inleiding.

De hydraulische aspecten hebben betrekking op de stroombestendigheid van de granulaire materialen in de diverse bouwfasesstadia.

Achtereenvolgens zullen worden behandeld:

- ontgrondingen en ribbelvorming na de laatste grof dustpanslag (6.2.)
- ontgrondingen naast de zuigmond en de mat tijdens het leggen (6.3.)
- ontgrondingen naast de mat na het leggen en voor het afstorten (erosiebescherming c.q. negatieve overlap)(6.4.)
- stabiliteit erosiebescherming c.q. negatieve overlap (6.5.)
- stabiliteit afdeklaag negatieve overlap (6.6.)

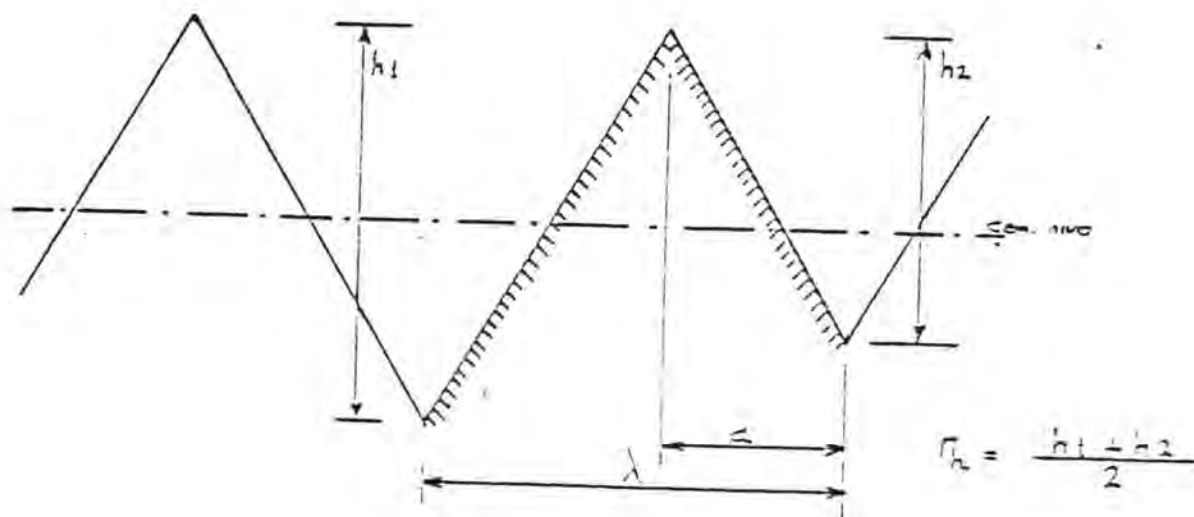
### 6.2. Ontgroning en ribbelvorming na de laatste grof dustpanslag.

De laatste grof dustpanslag vindt plaats rond de HWK voorafgaande aan de LWK, waarop de fijn dustpanslag en de mattenlegoperatie wordt uitgevoerd. De expositieduur van het bed is in deze fase dan ook circa 6 uur.

In deze periode treedt ontgroning en ribbelvorming op. Zowel naar de ontgrondingsnelheid als de ribbelvorming is onderzoek verricht in het prototype (zie litt. 6.1. en 6.2.).

De resultaten kunnen als volgt worden samengevat:

- De erosiesnelheid bedraagt gemiddeld 1 à 2 cm/dag en maximaal 3 à 4 cm/dag (dit zijn "gemiddelde" waarden over een langere termijn).
- De ribbelvorming is vastgelegd in de volgende parameters (zie figuur):
  - ribbelhoogte ( $r_h$ )
  - ribbellengte ( $\lambda$ )
  - ribbelsnelheid ( $a/\lambda$ )
  - aantal ribbels over 100 m ( $n$ )



Parameters	na 6 uur	na 12 uur	na 18 uur	
$r_h$ (m)	0.3	0.35	0.4	0.15
$\lambda$ (m)	5.2	5	5.6	1.7
$r_h/\lambda$ (-)	0.06	0.07	0.07	0.02
$a/\lambda$ (-)	0.4	0.65	0.37	0.15
$n$ (-)	15	15	15	2

Uit de gegevens blijkt, dat in de 6 uur tussen HWK en de LWK de ribbelvorming overheerst. De gemiddelde ribbelhoogte bedraagt 0.3 m (na 6 uur).

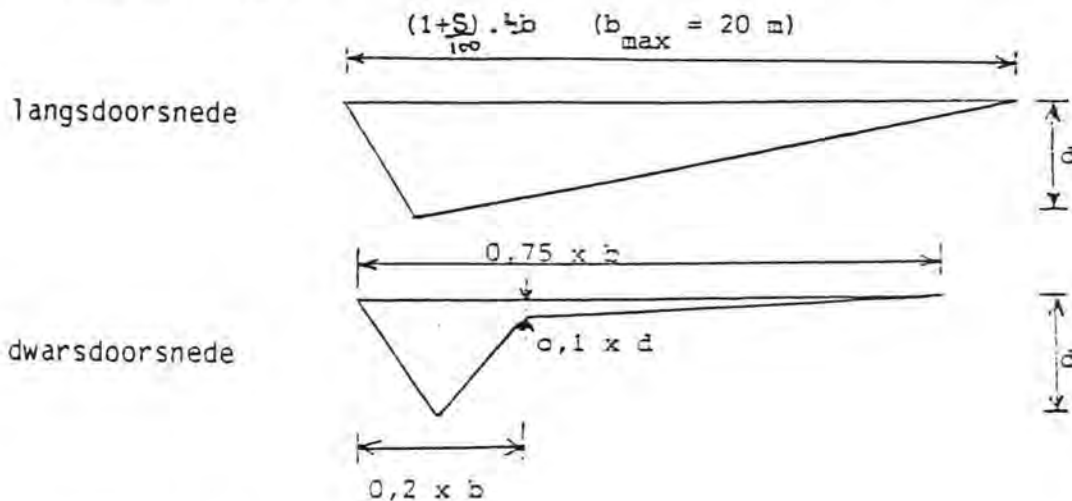
### 6.3. Ontgrondingen naast de zuigmond en de mat tijdens het leggen

#### 6.3.1 Ondermat

In het kader van de AZA-studie is het beschikbare onderzoek in het WL (M1611) en het prototype (proef met DOS I) geanalyseerd (zie litt.6.3).

De voornaamste conclusies van deze studie zijn:

- voor de optredende expositietijden is het verband tussen de kuildiepte en de tijd lineair bij gelijkblijvende stroomsnelheid (lin-lin schaal)
- de erosiesnelheid is (op lin-log schaal) recht evenredig met de verhouding  $u_0/u_k$  ( $u_0$  = gemiddeld optredende stroomsnelheid,  $u_k$  = kritieke stroomsnelheid)
- de vorm van de ontgrondingskuil kan geschematiseerd worden tot onderstaande figuur.



$b$  = breedte mat

$s$  = suspensietransport in % van het bodemtransport

De ontgrondingsdiepte (bij een verhaalsnelheid van 4 m/min en 2m/min) is in onderstaande tabel weergegeven:

trogdiepte (mm)					
Aanstroom- snelheid (m/s)	mat		zuigmond		verhaalsnelheid heid (m/min)
	$\mu$	$\mu + 2\sigma$	$\mu$	$\mu + 2\sigma$	
0.2	2	3	1	2	4
0.4	4	7	2	3	4
0.6	8	14	4	7	4
0.8	12	21	6	10	4
0.2	4	7	2	3	2
0.4	8	14	4	7	2
0.6	16	28	8	14	2
0.8	24	42	12	20	2

Tabel 6.1. geeft de  $\mu$  en  $\sigma$  waarden van de ontgrondingsvolumina bij een voortgangssnelheid van 2 m/min.

### 6.3.2 Bovenmat

Tijdens het opschonen van de ondermat en het leggen van de bovenmat ligt er grind 30/60 mm op de negatieve overlap. Binnen het stroomvenster ( $\pm 0,75$  m/s) is dit materiaal in voldoende mate stroombestendig. (faalkans bij zuigen en leggen  $\approx 0\%$  bij  $\psi = 0.035$  en  $k = 1.8$  (zie tabel 6.2.).

Pas bij stagnaties treden ontgrondingen op, die bij oplopende stroomsnelheden leiden tot forse transporten van grind 30/60 mm en (bij doorgaande erosie) materiaal 1/32 mm.



#### 6.4. Ontgrondingen naast de mat na het leggen

##### 6.4.1 Ondermat

Na het gereedkomen van de legoperatie van de ondermat nemen de stroomsnelheden zodanig toe, dat voor het afstorten van de negatieve overlap (met materiaal 1/32 mm en grind 30/60 mm) gewacht moet worden tot de eerstvolgende kentering(HWK) terwijl de erosiebescherming (grind 30/60 mm, zie 6.5.) pas op de daaropvolgende LWK aangebracht kan worden. Zodoende ligt de spleet tussen de matten circa 6 uur en de langsrand van de ondermat circa 12 uur onbeschermd.

Afhankelijk van de locatie en de grootte van het tijverschil treden aanzandingen of ontgrondingen op. Gezien de bestaande ervaringen is het praktisch niet mogelijk een eenduidig onderscheid te maken. Veiligheidshalve wordt alleen gerekend met ontgrondingen. In litt. 6.4. is een methode ontwikkeld om de resulterende ontgrondingen te relateren aan de optredende stroomsnelheden.

De figuren 6.1. en 6.2. geven de resultaten weer voor respectievelijk stroom evenwijdig aan en loodrecht op de matrand. Om de totale ontgroning te bepalen dienen de twee figuren samengesteld te worden.

De ontgrondingen zijn dusdanig groot, dat de langsrand van de mat en de negatieve overlap zo snel mogelijk moet worden afgestort met stroombestendig materiaal(zie 6.5.).

##### 6.4.2 Bovenmat

Na het leggen van de bovenmat ligt de negatieve overlap ca. 6 uur "bloot" voordat de afdeklaag wordt aangebracht. Het grind 30/60 mm dat daarbij aan de stroom wordt blootgesteld is in voldoende mate stroombestendig(zie 6.5.)

### 6.5. Stabiliteit erosiebescherming c.q. negatieve overlap

In par. 6.4. is aangegeven, dat de negatieve overlap en de langsrand van de mat, zo snel mogelijk afgestort moeten worden met stroombestendig materiaal, teneinde de ontgrondingen zoveel mogelijk te beperken. In litt. 6.5. wordt aanbevolen hiervoor granulair materiaal te gebruiken,

Als ontwerpeis geldt, dat onder omstandigheden, die maximaal één keer in de expositieduur worden overschreden, geen bezwijken van de erosiebescherming c.q. negatieve overlap op mag treden.

Onder bezwijken wordt doorgaand transport, waardoor het Oosterscheldezand bloot komt, verstaan.

Transport van enige korrels is wel toegestaan. De benodigde diameter is bepaald met het programma FAALKANS, waarbij uitgaande van normaal verdeelde processen en de Shieldsrelatie, de kans is uitgerekend, waarbij

$$\Delta D_{50} - \frac{(k\bar{u})^2}{c^2} < \psi$$

Hierin is :

$$\Delta = \text{relatieve dichtheid} = \frac{S_{st} - S_w}{w} \quad (-)$$

$$D_{50} = \text{gemiddelde diameter} \quad (m)$$

$$k = \text{factor, die de afwijking t.o.v. de logaritmische verticaal aangeeft} \quad (-)$$

$$u = \text{stroomsnelheid} \quad (m/s)$$

$$c = \text{Chézy factor} \quad (m^{1/2}/s)$$

$$\psi = \text{stabiliteitsfactor} \quad (-)$$

Deze methode staat beschreven in litt. 6.6. Voor de proeven zijn de volgende gemiddelde waarden( $\mu$ ) en standaardafwijkingen( $\sigma$ ) gehanteerd(enig transport wordt toelaatbaar geacht onder extreme condities)

	$\mu$	$\sigma$
K {	1,15 à 1,2	0,172 à 0,22 (nabij damaanzetten)
	1,1	0,11 (overige locaties)
C	60	6
$\psi$	0.045	0.0045 (enig transport)
$\Delta$	1.6	0.02
D50	te kiezen	0.05 * D50

De  $\mu$  en  $\sigma$  waarden voor de stroomsnelheden zijn bepaald voor de planning P1544a (bijlage 4.1.). In verband met de expositieduur van circa 1 jaar is zowel voor de erosiebescherming als voor de negatieve overlap de 1 x per jaar snelheid als ontwerpsnelheid gehanteerd. De resultaten van de berekeningen staan vermeld in tabel 6.3.

Bij een arbitrair gekozen faalkans van 5 à 10% volgt uit tabel 6.3., dat materiaal met een  $D_{50}$  van circa 0,04 m benodigd is. Gekozen is voor grind 30/60 mm (dichtheid 2,65 t/m<sup>3</sup>). Dit materiaal is nog juist verwerkbaar door de Cardium. Voor R3-R13 bedraagt de faalkans voor 1 x per jaar omstandigheden 14%. Noodgedwongen wordt dit geaccepteerd (Cardium zuigproblematiek). Bij damaanzet Schouwen en damaanzet Roggenplaat Zuid is de faalkans zeer hoog (resp. 30 en 60%). Het CARJAN-bedrijf dient op deze locaties dan ook op gunstige tijden plaats te vinden.

Om filtertechnische redenen bestaat de negatieve overlap in deze fase uit materiaal 1/32 mm en grind 30/60 mm.

De erosiebescherming kan bestaan uit grind 30/60 mm. Onder extreme condities kan hieruit door de overtrekkende stroom zand worden gezogen. De getransporteerde hoeveelheden zijn gering. De benodigde dikte bedraagt 15 cm.

Een tweede maatgevende situatie voor de stabiliteit van grind 30/60 mm kan ontstaan tijdens het verdichten. Op grond van het modelonderzoek M1611-

(litt.6.7.) is voorgesteld, dat de k-waarde ( $k = u_k/u_{k,0}$  ;

$u_k$  = kritieke aanstroomsnelheid bij aanwezigheid van een constructie

$u_{k,0}$  = kritieke aanstroomsnelheid in de ongestoorde situatie)

ongeveer 1.4 à 1.6 bedraagt. Uitgaande van een toelaatbare faalkans van 1 à 5% (arbitrair) bedraagt op grond van berekeningen met FAALKANS de toelaatbare stroomsnelheid circa 1.4 m/s (bij grind 30/60 mm).

## 6.6. Stabiliteit afdeklaag negatieve overlap

Analoog aan de in par. 6.5. beschreven methode ("FAALKANS") is de stabiliteit van de afdeklaag van de negatieve overlap onderzocht.

Daarbij is uitgegaan van de vigerende planning P1544a, waarbij tevens met behulp van DP-steenstorters binnen 1 maand na het plaatsen van de pijlers de uitvullaag en de afdeklaag wordt aangebracht. Daardoor is zowel de maximumsnelheid als de expositieduur lager c.q. korter. Met dit laatste aspect (de expositieduur) is veiligheidshalve geen rekening gehouden. Als ontwerpsnelheid geldt dus weer de 1 x per jaar waarde. Om een aantal redenen dient materiaal 40/250 mm toegepast te worden (filtersterkte, verwijderbaarheid materiaal in geval van stortfouten etc.). De resultaten van de berekeningen zijn weergegeven op tabel 6.4. t/m 6.6. en litt. 6.8.

De enige parameter in de berekeningen is dan ook de dichtheid.

Uit de resultaten blijkt, dat in de pijlerzone voor een groot aantal locaties toepassing van dichtheden groter dan  $3,0 \text{ t/m}^3$  (basalt) vereist is.

De maximale benodigde dichtheid bedraagt  $5,1 \text{ t/m}^3$  (Roompot).

Uitgangspunt bij de bepaling van de faalkansen zijn de m.b.v. het rekenprogramma R1495 bepaalde stroomsnelheden.

De relatieve onzekerheid in deze stroomsnelheden is vrij groot. Eventuele tegenvallers in de optredende stroomsnelheden kunnen in de Roompot niet meer worden opgevangen, omdat toepassing van materiaal met een nog hogere dichtheid dan  $5,1 \text{ t/m}^3$  niet meer als reeël wordt geacht. Daarnaast dient opgemerkt te worden, dat eventueel onjuist gestort materiaal met een dergelijke hoge dichtheid niet kan worden verwijderd m.b.v. de stenen kop van de Cardium.

Om deze redenen is besloten voor de Roompot een alternatief spoor uit te werken, dat bestaat uit een afdeklaag van  $\rho = 3,0 \text{ t/m}^3$  (40/250 mm) welke op zijn beurt weer wordt afgedekt met gabions. Oriënterende beschouwingen tonen aan, dat gabions van  $0,5 * 0,5 * 0,5 \text{ m}^3$  gevuld met materiaal 40/250 mm voldoende stroombestendig zijn. Deze oplossing dient nog nader uitgewerkt te worden.

## 7. Algemene aspecten

### 7.1. Inleiding

In dit hoofdstuk komen de algemene aspecten aan de orde. Dit zijn aspecten, die niet direct tot de grondmechanische of hydraulische aspecten te rekenen zijn.

### 7.2. Functie van de verpakkingsmaterialen

De filtermaterialen in de ondermat en de bovenmat worden in verpakte vorm op de bodem van de Oosterschelde aangebracht.

De verpakkingsmaterialen hebben slechts een functie in de bouwfase(handling van de materialen, voorkoming van erosie van de granulaire materialen, voorkoming van inzanding in de granulaire materialen etc.) In de eindfase wordt derhalve geen beroep op de verpakkingsmaterialen gedaan. Ze mogen dus verteren gedurende de levensduur van de kering.

### 7.3. Functie bovenmat

De functie van de bovenmat is het vergroten van de robuustheid van de fundering met filtermatten.

De robuustheid van het funderingsbed wordt opgevoerd door de dikte van de grindlaag 8/40 mm te vergroten van 12 cm (ondermat) tot 44 cm (ondermat + bovenmat) Daarbij zijn de volgende aspecten van belang:

#### - Filterkwaliteit

Beschouwingen over de kans op indringing van kif in grind (als functie van de grootte van het verhang) tonen aan, dat theoretisch een grindlaagdikte van 12 cm voldoende is. Het grind is nagenoeg fysisch ondoordringbaar voor het kif, terwijl de optredende cyclische verhangen een orde lager zijn dan op het grensvlak O.S.zand-grofzand. Ook het stationaire verhang is niet in staat indringing van kif in grind te bewerkstelligen. Op grond van alleen de filterkwaliteit is de bovenmat dus niet nodig.

#### - Verstoring van filterlagen door ponsen

Indrukken van zowel de billen of de tegels (bouwphase) als de rand van de pijler (eindfase) zou kunnen leiden tot verstoring van de filterlagen. Het bezwijkgedrag van het funderingsbed is voor deze situaties onderzocht, zowel in Kats als in Schelphoek. Hieruit bleek enerzijds dat er bij een grote belasting geen pons d.w.z. geen afschuivingen van filterlagen in het bed optraden, anderzijds dat de deformaties zich manifesteerden tot de bovenste laag van het granulaire materiaal.

Opgemerkt dient te worden dat bij de proeven is uitgegaan van sterk geschematiseerde opstellingen en belastingschema's. Bovendien is de belastingsituatie in het geval van een ongecontroleerde pijlerbeweging tijdens het plaatsen niet in beschouwing genomen.

Derhalve wordt een grindlaagdikte van 12 cm in dit verband als uiterst minimaal zo niet ontoereikend beoordeeld.

- Beschadigingen

Om dit aspect te kunnen beoordelen dient in feite inzicht te bestaan in de aard en de kans van voorkomen van de belastingen, (vallende ankers, stenen, plaatsen pijlers etc) en de sterkte van de ondermat respectievelijk de ondermat plus bovenmat. Een nadere kwantificering, van zowel de kans op voorkomen van, als de aard van de schade, is echter nauwelijks uit te voeren.

Zowel preventieve maatregelen, inspectiemethoden als reparatiemogelijkheden zijn derhalve ontwikkeld. Wel kan gesteld worden dat een grindlaagdikte van 12 cm geen enkele reserve ten opzichte van welke beschadiging dan ook met zich meebrengt en derhalve als ontoereikend beschouwd dient te worden.

#### 7.4. X-Y-toleranties onder- en bovenmat

De lengte van de ondermat bedraagt in de fabriek  $200 \text{ m} \pm 1,0 \text{ m}$ , terwijl de breedte (na contractie) minimaal 41,5 m dient te zijn. Voor de bovenmat bedraagt de lengte in de fabriek  $60 \text{ m} \pm 0,5 \text{ m}$ , terwijl de breedte (na contractie) minimaal 31 m dient te zijn.

De maximale toelaatbare afwijking van de ondermat t.o.v. zijn theoretische positie bedraagt in dwarsrichting (y) + of - 1 m. Onder de theoretische positie wordt hierbij verstaan, dat de hartlijn van de ondermat samenvalt met de (theoretische) hartlijn van de pijler. In langsrichting (x-richting) geldt een maximale toelaatbare afwijking van + of - 2 m.

De minimale toelaatbare afwijking van de bovenmat rand t.o.v. zijn theoretische positie bedraagt in verband met de aansluiting van de grindzak op de bovenmat in dwarsrichting (y) + of - 1 m. Onder de theoretische positie wordt hierbij verstaan dat de hartlijn van de mat samenvalt met de theoretische hartlijn van de pijler.

De theoretische positie van de bovenmat in langsrichting (x-richting) is in verband met de positie van de kopbalk van de tegelmat 1 m verschoven richting Noordzeezijde. De maximaal toelaatbare afwijking van de kopse kanten van de bovenmat t.o.v. de theoretische positie bedraagt + of - 1 m.

## 7.5. Z-toleranties onder- en bovenmat.

### 7.5.1 Algemeen

De tolerantie van de laagdikten van de onder- en de bovenmat voor en na het verdichtingsproces is uitgewerkt in par. 5.2.4.

De toleranties in Z-richting ( $z$  als  $f(x, y)$ ) hangen in hoge mate af van de resultaten van voorgaande processen (verdichtingskwaliteit ondergrond) en nog komende processen (opschoonkwaliteit voor leggen bovenmat, tegelmat, pijler, plaatsingsfout pijler etc.).

Een complicerende maar wel een verheugende factor wordt gevormd door het feit, dat indien de hoogteligging van de onder- of de bovenmat buiten de goedkeurgrenzen valt, niet direct overgegaan wordt tot het afkeuren van de mat, maar dat eerst gezocht wordt naar aanpassingen in één of meerdere van de vervolghandelingen. Een voorbeeld hiervan is het aanpassen van de schuif als de opgeheven vlakheid van de ondermat onverhoopt tegen mocht vallen. In dit kader is door de werkgroep TOLE het beheersmodel opgezet, waarmee op basis van een kostenoptimalisatie de meest economische combinatie van vervolghandelingen wordt vastgesteld.

### 7.5.2 Uitwerking

In samenwerking met TOLE zijn op basis van de litt. 7.1. aangegeven keurings- en tolerantiefilosofie de criteria vastgelegd, waaraan de hoogteligging van de onder- en de bovenmat moet voldoen teneinde de mat goed te keuren. Daarnaast worden m.b.v. het TOLE-beheersmodel de meest economische combinaties van vervolghandelingen bepaald in het geval van het buiten de goedkeurcriteria vallen van de hoogteligging van de onder- en bovenmat. Teneinde dit te kunnen kwantificeren is het noodzakelijk de procesparameters te kennen. Zonder prototype ervaring kunnen deze parameters slechts worden benaderd aan de hand van berekeningen en/of modelproeven. In litt. 7.2. zijn de volgende waarden van de diverse procesparameters vastgesteld (zie onderstaande tabel):

Aspect	(m)	(m)
- verdichten ondergrond	+ 0.075	0.04
- fijn dustpannen: mors	- 0.25	0.05
meetfout	0.00	0.045
- ondermat	- 0.36	0.01
- verdichten ondermat	+ 0.03	0.01
- zand tussen onder- en bovenmat		*
- bovenmat	- 0.36	0.015
- verdichten bovenmat	+ 0.03	0.01
- zand tussen boven- en tegelmat		*
- tegelmat (min. dikte 0,15 m)	- 0,15	-
- zand tussen tegelmat en pijler		*
- zakking t.g.v. plaatsen pijler	+ 0.075	0.01
- totaal aan zand	- 0.015	0.015

De absolute goedkeurgrenzen van de onder- en de bovenmat worden gevormd door de  $\mu + 2\sigma$  waarden van het totaal aan vervolghandelingen samengesteld af te trekken van het theoretische pijlerniveau. Valt de hoogteligging binnen deze grenzen, dan wordt de desbetreffende mat goedgekeurd en wordt het "normale" vervolgproces uitgevoerd (dus normale bovenmat, tegelhoogte tussen 0,15 en 0,60 m etc.).

Op grond van het bovenstaande zijn in figuur 7.1. de absolute goedkeurgrenzen voor de ligging van de onder- en de bovenmat vastgesteld. Daarbij is rekening gehouden met het opsnoepen van een deel van de Z-tolerantie van het pijlerniveau hetgeen praktisch straffeloos kan geschieden. Voor de volgende pijlers bedraagt deze marge  $\pm 0,20$  m: H4, H7-8, H11, S5, S11-12, R3-4, R7-9, R18-26, R29-30. Voor de overige pijlers geldt een marge van  $+ 0,15$  m tot  $-0,20$  m.

Voor de bovenmat geldt één en ander alleen, als de ligging van de ondermat eveneens binnen de absolute goedkeurgrenzen valt.



Bij het niet voldoen aan deze eisen wordt het pakket noodmaatregelen aangesproken. Deze zijn:

- a. extra tegelhoogte van 10 cm
- b. lokaal geen tegels
- c. extra tegelhoogte van 20 cm
- d. lokaal of geheel verdunde bovenmat met 10 cm
- e. extra bovemat (of korte ondermat)
- f. met duikerklok onvlakheid corrigeren
- g. aanpassen schuiven
- h. aanpassen schuifgeleidingsbreedte
- i. toelaten gevolgen voor overige elementen en hypotheeklegging voor naastliggende locaties.
- j. weghalen ondermat

Opgemerkt kan worden dat hier sprake is van verschillende categoriën maatregelen:

- Categorie I : aanpassingen teneinde alsnog vlakheid te bereiken (a t/m f)
- II : aanpassingen in een later stadium of hypotheeklegging (g t/m i)
- III : rigoreus opnieuw beginnen (j)

Een eerste aanzet voor de tolerantiegrenzen per maatregel wordt gegeven in litt. 7.3. In samenwerking met TOLE wordt dit verder uitgewerkt.

## 7.6. Ingesloten zandlagen

### 7.6.1 Zandlagen tussen de matten

Bij het maken van de funderingsbed moet gerekend worden op een in de eindfase, uitspoelingsgevoelige, zandinsluiting tussen de ondermat en de bovenmat. In de nota aanzandingsverwachting (litt. 6.3) is, op grond van modelproeven en de werkmethode van de bovenmat leggen, een prognose gemaakt van de te verwachten zandlaag tussen de onder- en bovenmat. Deze wordt als volgt vastgelegd:

	$\mu$	$\mu + 2\sigma$
gemiddelde laagdikte	7,5 mm	18,6 mm
maximale laagdikte	17,9 mm	45,4 mm
$\phi$ dwars	0,37 mm/m	0,96 mm/m
$\phi$ langs	0,20 mm/m	0,51 mm/m



## 8. Beschrijving ontwerp

### 8.1. Algemeen

Het funderingsbed bestaat uit een in matten verpakt praktisch geometrisch ondoordringbaar filter, dat is opgebouwd uit granulaire materialen. De ondermat ligt direct op het zand van de grondverbetering en sluit aan de korte zijde aan op de asfaltmastiek van de stortebedden (zie figuur 8.1.).

Als bescherming wordt t.p.v. de pijler op de ondermat een bovenmat gelegd. De onbedekte ruimte tussen de twee ondermatten, de zogenaamde negatieve overlap, wordt afgedekt met een losgestort filter van grindzand, grind en breuksteen. Voor de vereffening van onvlakheden van het gedustpande zandbed en de filtermatten t.p.v. de pijler wordt op de bovenmat een tegelmat gelegd.

### 8.2. Ondermat

De afmetingen van de ondermat zijn:

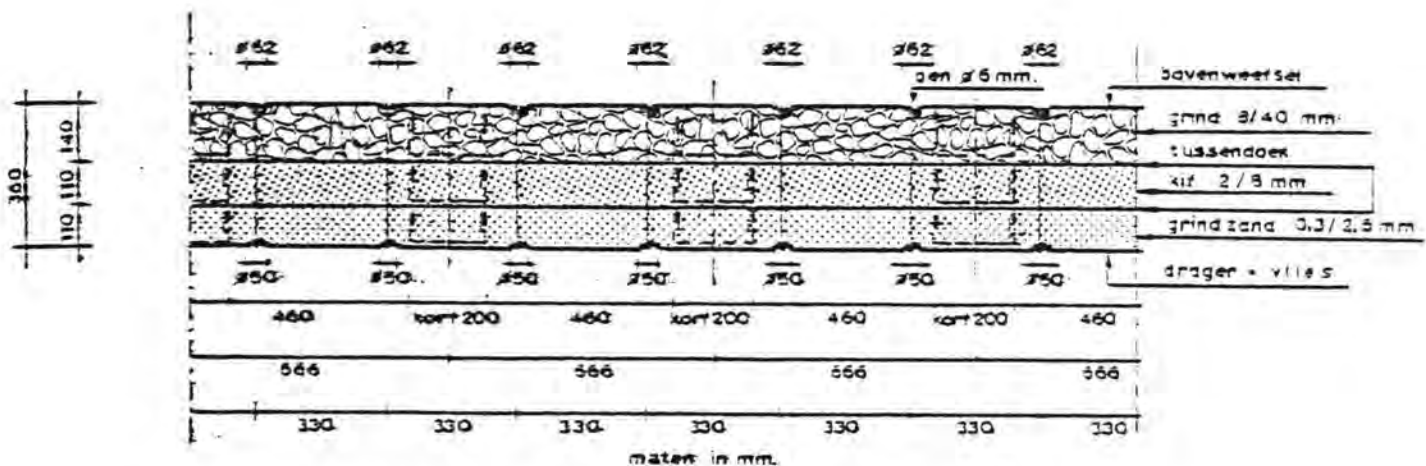
- lengte : 200 m
- breedte : 41,5 m (na contractie)
- dikte : 0,36 m (onverdicht)

De ondermat is gevuld met een uit 3 lagen opgebouwd filter, dat van onderen afgezien als volgt uitziet:

- 1e laag grof zand 0,3 / 2,5 mm, dik 0,11 m (na verdichten 0,10 m)
- 2e laag kif 2 / 8 mm, dik 0,11 m (na verdichten 0,10 m)
- 3e laag grind 8 / 40 mm, dik 0,14 m (na verdichten 0,12 m)

Na fabricage mag de totale dikte van de ondermat een tolerantie hebben van + 2,5 cm en - 1,0 cm.

Het verpakkingsmateriaal van de ondermat heeft alleen een functie in de bouwfase (handling, bescherming tegen erosie/inzanding).



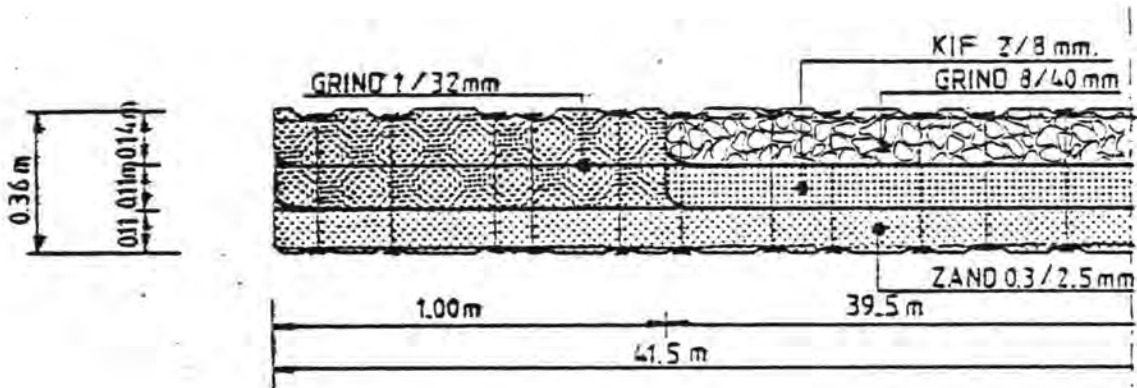
DETAIL LENGTEDOORSNEDE ONDERMAT

Na verdichten bedraagt de dikte van de ondermat op de bodem van de Oosterschelde gemiddeld 32 cm met een tolerantie van + 2,5 cm en - 1,0 cm.-  
Tolerantie per laag is : + 2,5 cm en - 1,0 cm.(litt. 8.1.)

Aan de onderzijde van de filtermat bevindt zich een zogenaamde dragerdoek, dit is een kunststofweefsel, waarin in de lengte richting van de mat staalkabels zijn ingeweven. Dit dragerdoek neemt een groot deel van de trekkrachten op.

Om oprollen, transport en afrollen van de mat mogelijk te maken, zonder dat hierbij de lagen vermengd worden, zijn horizontale- en verticale langscheidingen(korven en doeken) en verticale verbindingen aangebracht(pennen en snaplocks).

Aan de bovenzijde wordt de filtermat afgedekt door een zanddicht kunststofweefsel. Aan de langsranden van de mat worden de bovenste twee lagen over een breedte van 1 m gevuld met materiaal 1/32 mm, om een goede aansluiting te verkrijgen met de negatieve overlap.



DETAIL ZYKANT ONDERMAT

Aan de korte zijden van de mat lopen de lagen tegen houten kopelementen aan, waaraan de verschillende doeken worden vastgeniet.

De legtolerantie van de ondermat is in :

- dwarsrichting mat (y-richting) + of - 1 m
- lengterichting mat (x-richting) + of - 2 m

De belangrijkste functie van de bovenmat is de bescherming van de ondermat tussen het tijdstip van leggen ondermat en het plaatsen van de pijler. Bovendien zal er bij toepassing van de bovenmat geen doorsnijding (pons) van filterlagen in de ondermat plaatsvinden wanneer bij het plaatsen van de pijler niet al te grote bulten worden weggedrukt.

De afmetingen van de bovenmat zijn:

- lengte : 60 m
- breedte : 31 m (na contractie)
- dikte : 0,36 m (onverdicht)

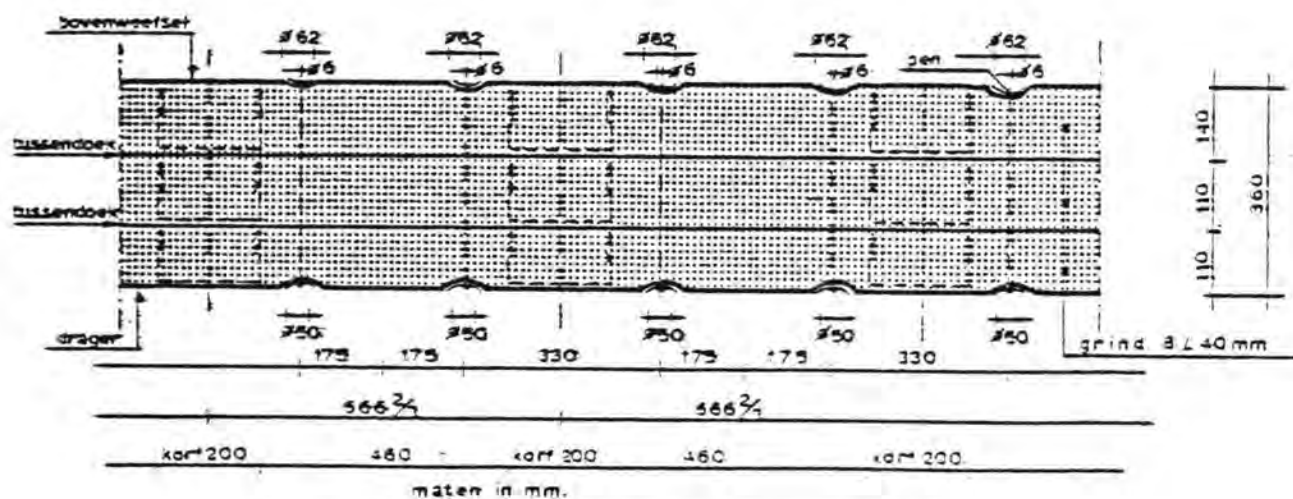
De bovenmat is gevuld met 3 lagen grind 8/40 mm, d.w.z. 2 lagen van 0,11 m en 1 laag van 0,14 m (onverdicht).

Na verdichten neemt de totale dikte van de mat af van 0,36 m tot 0,32 m.

De tolerantie van de matdikte is na fabricage gelijk aan die van de ondermat, dus + 2,5 cm en - 1,0 cm.

Deze 3 lagen worden gescheiden door waterdoorlatende kunststofdoeken, die ook weer worden gecompartmenteerd door verticale scheidingen van met kunststofdoek beklede korven.

Aan de onderzijde wordt hetzelfde dragersdoek als voor de ondermat toegepast, terwijl aan de bovenzijde deze mat afgedekt wordt door een groutdichtdoek. Voor de lengtedoorsnede van de bovenmat zie onderstaande figuur. Ook voor de bovenmat geldt, dat het verpakkingsmateriaal slechts een functie in de bouwfase heeft.



#### 8.4. Negatieve overlap

De breedte van de onbedekte ruimte tussen twee naast elkaar gelegen matten, de zogenaamde negatieve overlap, bedraagt nominaal 3,5 m met een minimum van 1,5 m en een maximum van 5,5 m.

De hier aan te brengen losgestorte granulaire materialen moeten een in voldoende mate zanddicht filter vormen t.o.v. het Oosterschelde zand en de granulaire materialen in de mat. Daarnaast dienen deze materialen stroombestendig te zijn totdat zij in een volgende bouwfase worden afgedekt. Vanaf het Oosterschelde zand gezien ziet de filteropbouw er als volgt uit:

- 1e laag 1/32 mm dik 0,85 m dichtheid  $2,65 \text{ t/m}^3$  op O.S.-zand  
dik 0,45 m dichtheid  $2,65 \text{ t/m}^3$  op de ondermat
- 2e laag 30/60 mm dik 0,40 m dichtheid  $2,65 \text{ t/m}^3$
- 3e laag 40/250 mm dik 0,80 m dichtheid locatie afhankelijk.

Vanuit filteroogpunt behoeft er geen laag grind 30/60 mm tussen materiaal 1/32 mm en materiaal 40/250 mm te worden aangebracht, maar deze laag is in het ontwerp opgenomen omdat voor een groot aantal locaties materiaal 1/32 mm niet stroombestendig is.

De laag 1/32 mm dient dus direct afgedekt te worden met grind 30/60 mm. Aan de hand van de legtolerantie van de mat, de storttolerantie van de grindstortter, de opschoontolerantie van de Cardium, de randomzetting van de mat en de minimale laagdikte is de stortbreedte vastgesteld op 9 m.

De toleranties zijn in y-richting (zie fig. 8.2.):

1. Legtolerantie ondermat en bovenmat + of - 1 m
2. Storttolerantie negatieve overlap + of - 1 m
3. Opschoontolerantie afgesteunde kop + of - 0,5 m
4. Minimum laagdikte materiaal 1/32 mm op O.S.-zand. 0,50 m in het pijlgebied  
0,30 m in de overgangsconstructie
5. Minimum laagdikte materiaal 1/32 mm op ondermat 0,20 m in het pijlgebied  
0,10 m in de overgangsconstructie

De benodigde dichtheid van de 3e laag (40/250 mm) is weergegeven in de tabellen 6.1. t/m 6.3.

Bij de bepaling van de stortbreedte is geen onderscheid gemaakt in het pijler- of overgangsgebied (overal 9 m).

Bij het storten wordt uitgegaan van:

- hartlijn storten = hartlijn spleet tussen de matten.

Voordat de bovenmat wordt gelegd, wordt de ondermat over ca. 70 m opgeschoond, waarbij afhankelijk van de ligging van de reeds aangebrachte bestorting van de negatieve overlap plaatselijk een gedeelte van deze bestorting wordt verwijderd.

Nadat aan beide zijden van de negatieve overlap de bovenmat is gelegd, dient eerst de eventuele aanzanding op de 30/60 mm te worden verwijderd, voordat materiaal 40/250 mm mag worden aangebracht. De minimum laagdikte van 40/250 mm op de 30/60 mm is 0,40 mm. Voor de opbouw van de negatieve overlap zie figuur 8.3. en 8.4.

Opgemerkt dient te worden, dat de afdeklaag 40/250 mm de laag 1/32 mm en 30/60 mm volledig dient te omsluiten, zowel in de pijlerzone als t.p.v. de overgangsconstructie. Mogelijk kan deze eis leiden tot het aanbrengen van een extra strook materiaal 40/250 mm.

#### 8.5. Erosiebescherming

Na het leggen van de ondermat wordt zoals in 8.4. is beschreven de negatieve overlap tussen twee ondermatten afgestort met granulaire materialen. Vervolgens wordt voorkoming van erosie van Oosterschelde-zand ter plaatse van de langstrand van de zojuist gelegde ondermat deze langstrand afgestort met grind 30/60 mm (dikte 0,15 m). Dit grind wordt weer grotendeels verwijderd voordat ter plaatse van de langstrand na het leggen van de naastgelegen ondermat de dan ontstane negatieve overlap afgestort kan worden met granulaire materialen.

#### 8.6. Tegelmat

Teneinde onvlakheden van de ondergrond, de onder- en de bovenmat uit te vullen worden op de bovenmat twee stroken met tegels met variabele hoogte gelegd, de zogenaamde tegelmat.

Het ontwerp van de tegelmat is beschreven in litt. 7.2.

Het ontwerp en de uitvoering van het tegelmatbedrijf valt onder een ander PB, zodat in deze nota hierop niet nader wordt ingegaan.

#### 8.7. Verwijderen van zand

Voor het leggen van de ondermat wordt met behulp van de dustpanmonden van de Cardium in de grondverbetering een cunet gezogen met de volgende kenmerken:

- een horizontaal te zuigen gebied lang 80 m, op het aanlegniveau van de ondermatten t.p.v. de pijlers.
- vanaf dit horizontale gebied te zuigen taluds met een maximale helling van 1:6 tot het bestaande bodemniveau. (gestreefd wordt naar zo flauw mogelijke hellingen).
- een maximaal niveauverschil ter plaatse van de negatieve overlap van 1,5 m in het pijlergebied tot 2,0 m in het gebied van de overgangsconstructie.

Onder de pijler kunnen zandlaagjes aanwezig zijn tussen onder- en bovenmat, tussen bovenmat en tegelmat en tussen tegelmat en pijler. Deze zandlaagjes kunnen verdwijnen in de eindfase en kunnen gevolgen hebben voor de filterkwaliteit en scheefstand van de pijler (litt. 5.5.). Daarom moet voordat de bovenmat wordt gelegd, de op de mat aanwezige zandlaag worden verwijderd over een oppervlak van  $36 \times 70 \text{ m}^2$ . Hoewel buiten het kader van deze nota vallend kan worden opgemerkt, dat zowel voor het leggen van de tegelmat als voor het plaatsen van de pijler eventueel aanwezig zand wordt verwijderd.

Voor het verkrijgen van een goede aansluiting van de lagen van de filtermat op de lagen van de negatieve overlap moet eerst het op de rand van de mat aanwezige grind van de erosiebescherming worden verwijderd.

De grindbestorting van de negatieve overlap dient voordat de toplaag van 40/250 mm wordt aangebracht eerst te worden opgeschoond om zandinsluiting te bepalen.

## 8.8. Verdichten

### 8.8.1 Algemeen

Tijdens het zuig- legproces van de ondermat ontstaan er een aantal onvlakheden, die kunnen leiden tot een slechte aansluiting tussen de mat en de ondergrond. Door verdichting van de mat wordt dit voor een groot deel geëlimineerd. Het verdichten van de negatieve overlap inclusief de rand van de ondermat gebeurt met een losse trilplaat in de drempelrein. De negatieve overlap is dan zodanig afgestort met uitvul materiaal, dat er een redelijk vlakke ondergrond gecreëerd wordt voor de trilplaat.

Dit vlakke gebied is zeker tussen de pijlers gewenst i.v.m. beschadiging van de pijler en de beperkte ruimte m.b.t. het vasthouden van de trilplaat.

### 8.8.2 Verdichtingsomvang

De ondergrond wordt met trilnaalden over de hele as verdicht tot 16 m uit de rand van de pijler in de O.S.-richting en tot 12 m uit de rand in N.Z.-richting.

Dat betekent dus een totale verdichtingsomvang van ca. 78 m. De mat wordt verdicht met de Cardium over een totale lengte van 100 m, i.p.v. 78 m i.v.m. de onderloopsheidproblematiek. De mat ligt over deze 100 m op een fijn gedustpand zandbed. Daarbuiten is alleen grof gedustpand. Bij de 100 m verdichtingsomvang wordt met de Cardium ook een gedeelte van de ondermat, dat op een talud en op een onverdichte grondslag rust, verdicht.



De trilbalk van de Cardium bestaat uit 4 platen van 4,0 x 4,15 m met een tussenruimte van ongeveer 10 cm. De totale verdichtingsbreedte van de balk is dus ongeveer 17,0 m.

De onder- en bovenmat worden elk in twee stroken verdicht, in respectievelijk een heen- en teruggaande slag. De totale verdichtingsbreedte bedraagt ongeveer 32 m.

Hierdoor ontstaat een overlap van circa 2 m. De positioneringsnauwkeurigheid bedraagt 1 m. De ondermat is circa 41,5 m breed en de bovenmat is circa 31 m breed. De rand van de ondermat wordt later meeverdicht in drempeltrein met een losse trilplaat. Hierbij wordt dan eveneens de negatieve overlap verdicht, waarbij tevens een goede aansluiting mat-grind-ondergrond verkregen wordt.

## 8.9. Afwijkende situaties

### 8.9.1 Algemeen

Behalve de in par. 8.7. beschreven uitgangspunten van het te zuigen cunet, zijn er voor wat de minimum vaardiepten van de Cardium en Ostrea betreft nog een aantal randvoorwaarden.

1. benodigde vrije vaardiepte Ostrea + randpijlers N.A.P. -14,00 m
2. " " " matrol Cardium + 200 m lange mat N.A.P.-13,70

Dit is inclusief keelclearance van 1,00 m en 0,20 m windbelasting en exclusief 0,20 m peilonnauwkeurigheid.

Op een aantal locaties dient van het vigerend ontwerp van 200 m lange filtermatten die aansluiten met een overlap van 10 m op de asfaltmastiek om de onderstaande redenen te worden afgeweken:

1. Te hoge ligging van de bezinking nabij de randen van de manoeuvreerplateaus. Dit komt omdat nadat de bezinking t.p.v. de manoeuvreerplateaus was weggebaggerd, diverse veranderingen in het ontwerp een grotere aanlegdiepte noodzakelijk maakte. Daarbij is er vanaf gezien de bodembescherming in de richting van de geul verder op te ruimen. Hierdoor kan op enkele plaatsen de negatieve overlap niet worden aangebracht.
2. Niet voldoende bijzakken van de randen van de bezinking, nadat deze ondermijnd waren. Hierdoor ontstaan plaatselijk zuighellingen van 1:4 tot 1:7.
3. Onvlakheden van het maaiveld t.p.v. de kop- c.q. staartbalk van de mat van méér dan 1 m.

Deze problemen hebben tot de navolgende afwijkende oplossingen geleid. (zie 8.9.2.)

## 8.9.2 Beschrijving afwijkende oplossingen

### 1. Korte ondermatten

Deze hebben een lengte van ca. 150 m (afhankelijk van het aantal slagen om de rol) en worden toegepast op de locaties H3 t/m H5 (zie figuur 8.5.). Aan de Oosterscheldezijde is de asfaltmastiek uitgebreid van 90 m tot 65 à 70 m uit de as, waardoor het eind van de ondermat tot 75 m uit de as kan komen te liggen (zie figuur 8.6).

Aan de zeezijde is besloten een losgestort filter aan te brengen.

Een ander aspect was dat het maaiveld t.p.v. H3 t/m H5 in de dwarsrichting (y-richting) van de mat onder een helling van 1:4 à 1:5 ligt, waardoor per mat grote hoogteverschillen moeten worden overwonnen, terwijl dit op 70 à 80 m uit de as veel geringer is.

Dit losgestort filter, waarvoor de opbouw afhankelijk is van de toplaag van de overgangsconstructie, is op figuur 8.7. weergegeven.

Met de Jan Heymans kan dit filter worden aangebracht in banen van netto 8 m breedte.

### 2. Verschoven ondermatten

Ter plaatse van de locaties R27 en R28 (zie figuur 8.8.) ligt het maaiveld aan de Oosterscheldezijde van 80 tot 110 m uit de as van de kering zo steil, dat er zonder uitvullen geen asfaltmastiek kan worden aangebracht. Door de onzekerheid dat er bij het uitvullen geen fosforslakken in het cunet terecht zouden komen, welke niet met de Cardium verwijderd kunnen worden, is hiervan afgezien. De matten voor R27 en R28 worden daarom 20 m zeewaarts verschoven, waardoor zuighellingen van 1:6,1 kunnen worden gerealiseerd (zie figuur 8.9.)

Bij alle verschoven matten dienen de toplagen van de overgangsconstructie doorgezet te worden over de totale lengte van de mat en de totale lengte van het losgestort filter.

Voor de laagopbouw zie figuur 8.10.

Ter plaatse van de locaties S15 en S16 (zie figuur 8.11.) is de asfaltmastiek aan de Oosterscheldezijde, i.v.m. staartbalkproblemen en plaatselijk te hoge ligging van het maaiveld om de "negatieve overlap" aan te brengen, aangebracht tot 77,5 m uit de as van de SVKO

Aan de Oosterscheldezijde wordt het vigerende stortstramien van de top-laag van de overgangsconstructie tot ca. 100 m uit de as doorgezet, terwijl deze aan de zeezijde over de gehele lengte van de mat wordt afgestort.

De laagbouw is in figuur 8.12. opgenomen.

### 3. Losgestort filter

In verband met de geaccidenteerde ligging van het zand op de blokkenmatten is er aan de zeezijde t.p.v. de locaties S1 t/m S4 (zie figuur 8.13.) en H1 en H2 en H15 en H16 zie figuur 8.5. en 8.14. geen asfaltmastiekstortebed aangebracht.

De afstand tot waar deze bestorting aangebracht moet worden is, i.v.m. de erosiebestendigheid van de afstorting van de blokkenmatten gelijk gehouden aan die van de asfaltmastiek. De laagopbouw voor de hier beschreven locaties staat in figuur 8.15. aangegeven.

### 4. Steile taludhellingen

Voor de locaties R1 en R3 aan de zeezijde en R2 aan de Oosterscheldezijde (figuur 8.16.), H4 en H5 (figuur 8.17.), aan de Oosterscheldezijde en H10 t/m H13 (figuur 8.18.), zowel aan de zee- als aan de Oosterscheldezijde, zijn naast de standaard door de Mytilus te verdichten strook van totaal 78 m, extra stroken verdicht.

Hierdoor het mogelijk taludhellingen van 1:4 te zuigen, zonder dat er gevaar bestaat voor zettingsvloeiingen (litt. 5.21 en 5.26).

Op de locaties R3 aan de zeezijde, een gedeelte van R3 t/m R5 aan de Oosterscheldezijde en R22 en R23 aan de zee- en Oosterscheldezijde zijn de taludhellingen ook steiler dan 1:6, maar hier wordt niet verdicht omdat zowel de taludhoogte als de te verdichten strook te gering is.

Daarbij is mede in beschouwing genomen dat de teen van de taluds nog in de invloedssfeer van de verdichting van het pijlgebied ligt.

Voor de locaties R27 en R28 is verdichting aan de Oosterscheldezijde niet noodzakelijk in verband met de aanwezigheid van kleilagen.

## 8.10 Aansluiting filtermat op damaanzet.

### 8.10.1. Algemeen

De hierna beschreven aansluiting van de filtermat op het voortalud van de damaanzet moeten gezien worden als een principe oplossing.

Per locatie zal aan de hand van deze principe oplossing en de feitelijke situatie een definitief ontwerp worden uitgewerkt.

Vijf van de zes damaanzetten worden uitgevoerd voorafgaand aan het leggen van de funderingsmatten.

### 8.10.2. Aansluiting filtermat op bestaande damaanzet

Tegen het voortalud van damaanzet Schouwen en damaanzet Roggenplaat Zuid heeft zich in de as van de kering zand afgezet tot ca. N.A.P. -10 m. Bij de aanleg van de damaanzetten is door de spreiding tijdens het storten van breuksteen 40/160 mm en mogelijk ook breuksteen 60/300 kg materiaal terecht gekomen in het door de Cardium te zuigen cunet. Omdat de hiervoor genoemde breuksteen niet door de Cardium opgeruimd kan worden, wordt de hierna te beschrijven werkwijze voorgesteld (zie figuur 8.19).

Tijdens de 1e fase moet eerst met een baggermolen met grote capaciteit een sleuf met een lengte van  $\pm 200$  m worden gegraven. Deze sleuf heeft t.p.v. de cunetbodern een diepte tot N.A.P.- 22,00 m

In verband met mogelijke aanzanding moet zo spoedig mogelijk nadat deze sleuf of een gedeelte hiervan gereed is, hierin met slijtbakken een laag 1/32 mm worden aangebracht. Deze laag vormt filtertechnisch de aansluiting van het funderingsbed met de damaanzet. Aangezien aan de rand van de kop dit materiaal erodeert dient het afgedekt te worden met een laag grind 30/60 mm dik 0,25 m à 0,40 m.

In verband met de beperkte werkruimte in de Hammen en Schaar dient deze sleuf gebaggerd te worden voordat het mattenleggen in beide stroomgeulen begint.

In de 2e fase wordt met de Cardium in een aantal grof dustpanslagen het zand en de erosiebescherming van grind 30/60 mm weggehaald tot 27,50 m uit het hart van de randpijler. Tijdens de 3e fase wordt tijdens de fijn dustpanslag de laatste 1,50 m zand en materiaal 1/32 mm weggehaald en de ondermat gelegd.

Voordat met de Jan Heijmans de normale afstorting van de negatieve overlap wordt aangebracht dient de rand van de mat en het nog aanwezige materiaal 1/32 mm naast de mat te worden ontzand (Standaard procedure).

In de 4e fase wordt eerst de ondermat opgeschoond, waarna de bovenmat gelegd wordt.

Nadat de erosiebescherming van de negatieve overlap is ontzand wordt met de rolstrooier van de Jan Heijmans een laag breuksteen 40/250 mm dik 0,80 m aangebracht.

Vervolgens wordt aansluitend op deze laag 40/250 mm nog een laag 40/250 mm aangebracht ter verkrijging van een goede aansluiting op de damaanzet. Ter voorkoming van een zandlek dient t.p.v. de aan te brengen strook breuksteen eerst te worden ontzand.

Conform de standaardwerkwijze wordt de negatieve overlap verdicht na het aanbrengen van de uitvullaag van de drempel, terwijl de 2 stroken breuksteen worden verdicht tijdens de 2e fase van de damaanzet.

### 8.10.3. Aansluiting filtermat op verkorte damaanzet

De uitgangssituatie bij de aanleg van damaanzet Roggenplaat Noord is dat de insteek van het voortalud op N.A.P.- 3,20 10,25 m verder verschoven is uit het hart van de randpijler dan bij damaanzet Schouwen en Roggenplaat Zuid. Deze insteek ligt nu op  $\pm 71,45$  uit het hart van de landhoofdpijler.

Het ligt in de bedoeling dit ook aan te houden voor damaanzet Neeltje-Jans en Noord-Beveland.

Met de Mytilus dient het zand tot 50 m uit het hart van de randpijler verdicht te worden om steile zuighellingen van 1:3 à 1:4 te kunnen realiseren.

Voor de werkvolgorde zie figuur 8.20.

In fase 1 wordt in een aantal zuigslagen z.g.n. grof gedustpand waarbij de grindafdeklaag om de erosiebescherming volledig wordt weggehaald. De zijsectie van de dustpanmond dient aan de landhoofdzijde onder een helling van 1:3 à 1:4 te worden ingesteld zodat de zijbres minimaal is. In de 2e fase wordt in de kentering voor de fijne dustpanslag eerst de laatste grof dustpanslag uitgevoerd (standaardprocedure).

Nadat de ondermat is gelegd wordt met de Jan Heijmans de negatieve overlap aangebracht.

Deze wijkt echter af van de standaard aan te brengen "negatieve overlap in verband met het maken van een goede aansluiting met vervolg bestortingen.

De laag 30/60 mm wordt maar over 4,5 m breuksteen aangebracht door de verdeelpijp van de stortpijp voor de helft af te sluiten. Waarnu geen afdekking van 30/60 mm aanwezig is wordt de laag 1/32 mm over gedimensioneerd tot een dikte van  $\pm 1,35$ . Hierop aansluitend wordt met splijtbakken van 1000 ton materiaal 1/32 mm dik 1,30 m aangebracht, waarbij de Jan Heijmans dienst doet als afmeerponten.

In de 3e fase wordt eerst met de rolstrooier een 9 m brede laag 30/60 mm aangebracht. Rekening houdende met de toegestane toleranties en een minimum overlap op de reeds aanwezige 30/60 mm van 1 m dient het jart van de rolstrooier op 24 m uit het hart van de randpijler te worden gehouden. Vervolgens wordt de aansluiting van grind 30/60 mm op de damaanzet weer aangebracht met splijtbakken. In verband met eventuele aanzanding dient het grind 30/60 mm zo snel mogelijk na het storten van de 1/32 mm te worden aangebracht. In de 4e fase wordt nadat de bovenmat is gelegd met de Jan Heijmans over 9 m breedte een laag materiaal 40/250 mm dik 0,80 m aangebracht.

Hierop aansluitend wordt met splijtbakken het grind 30/60 mm afgedekt met materiaal 40/250 mm.

#### 8.10.4. Aansluitend filtermat op nog te maken damaanzet

De damaanzet bij Noordland wordt gemaakt nadat de matten gelegd zijn.

In principe kan hierbij de oplossing worden toegepast als beschreven bij 8.10.3.

Alleen dient de laag materiaal 40/250 mm die met splijtbakken wordt aangebracht 5 m korter te zijn omdat deze anders op het zand komt te liggen, waardoor een zandlek ontstaat. Op de laag materiaal 1/32 mm en grind 30/60 mm worden bij de bouw van de damaanzet de afdeklagen hierop aangesloten.

9. Samenvatting ontwerpeisen en toleranties

9.1. Inleiding

In dit hoofdstuk wordt een overzicht gegeven van de ontwerpeisen en de toleranties van de diverse funderingsonderdelen, zoals deze geformuleerd zijn in de voorgaande paragrafen. Er zal weer onderscheid worden gemaakt in grondmechanische-, hydraulische- en algemene ontwerpeisen en toleranties.

9.2. Grondmechanische ontwerpeisen en toleranties

9.2.1 Filterkwaliteit granulaire vulling ondermat en bovenmat

De ondermat is gevuld met grof zand 0,3/2,5 mm, kif 2/8 mm en grind 8/40 mm. Deze materialen vormen een (practisch) geometrisch ondoordringbaar filter, hetgeen (in de zone tot 7 m uit de pijler) nodig is in verband met de grootte van de cyclische verhangen. In verband met het doordrukken van de pennen dient de  $D_{max}$  van het grind 8/40 mm  $\leq$  40 mm te zijn. De twee bovenste lagen van de ondermat (kif en grindlaag) zijn t.p.v. van de langsrand over een breedte van 1 m gevuld met materiaal 1/32 mm. Dit in verband met het mogelijk falen van het wegjetten van de erosiebescherming en het opvangen van ontgrondingskuilen langs de mat (dikte laag 1/32 mm op de mat). De toleranties van het materiaal 1/32 mm zijn gelijk aan die van de negatieve overlap.

De toleranties van het grof zand, kif en grind zijn in onderstaande tabel weergegeven:

- op zeef NEN 2560 - 2,8 mm	: 0 - 10% (m/m)	0,3/2,5 mm
- op zeef NEN 2560 - 1 mm	: 35 - 60% (m/m)	
- op zeef NEN 2560 - 600 $\mu$ m	: 60 - 90% (m/m)	
- op zeef NEN 2560 - 355 $\mu$ m	: 93 -100% (m/m)	
- op zeef NEN 2560 - C 8	: 0 - 10% (m/m)	2/8 mm
- op zeef NEN 2560 - C 5,6	: 20 - 40% (m/m)	
- op zeef NEN 2560 - C 4	: 50 - 75% (m/m)	
- op zeef NEN 2560 - 2,8 mm	: 70 - 90% (m/m)	
- op zeef NEN 2560 - 2 mm	: 90 -100% (m/m)	
- op zeef NEN 2560 - C 40	: 0% (m/m)	8/40 mm
- op zeef NEN 2560 - C 31,5	: 5 - 25% (m/m)	
- op zeef NEN 2560 - C 22,4	: 20 - 50% (m/m)	
- op zeef NEN 2560 - C 16	: 50 - 75% (m/m)	
- op zeef NEN 2560 - C 8	: 90 -100% (m/m)	

De dikte van de lagen van de ondermat bedragen na verdichten gemiddeld resp. 10,10 en 12 cm. Per laag is de tolerantie + 2,5 cm en - 1,0 cm. Voor de totale laagdikte (32 cm gemiddeld) is de tolerantie eveneens + 2,5 cm en - 1,0 cm. De bovenmat is gevuld met drie lagen grind 8/40 mm. Het grind in deze mat sluit aan op 8/40 mm uit de ondermat en 40/250 mm (afdeklaag negatieve overlap). Er gelden dezelfde toleranties als voor het grind van de ondermat.

### 9.2.2 Filterkwaliteit negatieve overlap

In verband met de optredende cyclische en stationaire verhangen dient de eerste laag van de negatieve overlap te bestaan uit 1/32 mm (Füllergrade-ring). Het is aan te bevelen dit materiaal over een afstand van 80 m (tot 40 m aan weerszijden van de as) te verdichten (sterke verbetering van de filterwerking). De laag 1/32 mm wordt om stroombestendighedsredenen direct afgedekt met grind 30/60 mm. Deze laag heeft geen filterfunctie. De filterconstructie (en de stroombestendigheid in de fase na het plaatsen van de pijlers) wordt verzorgd door materiaal 40/250 mm.

De toleranties van de materialen 1/32 mm, 30/60 mm en 40/250 mm zijn in onderstaande tabel weergegeven.

- op zeef NEN 2560 - C 31,5 mm	: 0 - 10%	(m/m)	1/32 mm
- op zeef NEN 2560 - C 16 mm	: 30 - 50%	(m/m)	
- op zeef NEN 2560 - C 4 mm	: 65 - 80%	(m/m)	
- op zeef NEN 2560 - 2 mm	: 80 - 95%	(m/m)	
- op zeef NEN 2560 - 355 µm	: 85 - 100%	(m/m)	
- op zeef NEN 2560 - C 63 mm	: 0%	(m/m)	30/60 mm
- op zeef NEN 2560 - C 50 mm	: 0 - 20%	(m/m)	
- op zeef NEN 2560 - C 40 mm	: 40 - 60%	(m/m)	
- op zeef NEN 2560 - C 31,5 mm	: 80 - 100%	(m/m)	
- op zeef NEN 2560 - C 16 mm	: 98 - 100%	(m/m)	
- op zeef $\varnothing$ 230 mm	: 0 - 5%	(m/m)	40/250 mm (basalt)
- op zeef $\varnothing$ 180 mm	: 15 - 50%	(m/m)	
- op zeef $\varnothing$ 125 mm	: 50 - 70%	(m/m)	
- op zeef $\varnothing$ 90 mm	: 65 - 80%	(m/m)	
- op zeef NEN 2560 - C 45 mm	: 85 - 95%	(m/m)	
- op zeef $\varnothing$ 200 mm	: 0 - 5%	(m/m)	4/250 mm (koper- slakken)
- op zeef $\varnothing$ 180 mm	: 5 - 45%	(m/m)	
- op zeef $\varnothing$ 125 mm	: 45 - 70%	(m/m)	
- op zeef $\varnothing$ 90 mm	: 65 - 80%	(m/m)	
- op zeef NEN 2560 - C 45 mm	: 85 - 95%	(m/m)	

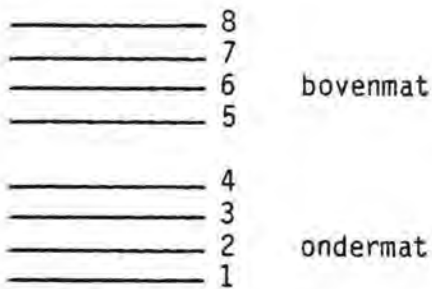


De laagdikte van het materiaal 1/32 mm bedraagt gemiddeld 0,85 m tussen de ondermatten en 0,45 m op de rand van de ondermatten (minimale waarden resp. 0,5 m en 0,2 m in het pijlgebied en 0,3 en 0,1 m in de overgangsconstructie.

De gemiddelde laagdikte van grind 30/60 mm bedraagt 0,4 m (minimaal 0,10) en van het materiaal 40/250 mm 0,8 m (minimaal 0,20 m). Tussen de ondermat en materiaal 1/32 mm mag maximaal 0,2 m zand aanwezig zijn en tussen 30/60 mm en 40/250 mm mag maximaal 0,3 m zand aanwezig zijn. Bovenstaande waarden gelden in de pijlerzone. In de overgangskonstructie mogen de waarden met 10 cm verhoogd worden.

### 9.2.3 Filtereisen doeken

In de mat bevinden zich verschillende weefsels. Aan deze weefsels worden eisen gesteld aan de waterdoorlatendheid. De waterdoorlatendheid moet zodanig zijn dat er geen overdrukken over de doeken zou kunnen ontstaan. De eisen zijn:



laag	verhang $i = \frac{\Delta h}{d}$	over doek
1	< 2 bij	$u_f = 10^{-3}$ m/sec
2	< 2 bij	$u_f = 10^{-3}$ m/sec
3	< 1 bij	$u_f = 10^{-2}$ m/sec
4	< 2 bij	$u_f = 10^{-3}$ m/sec
5	< 1 bij	$u_f = 10^{-2}$ m/sec
6	< 1 bij	$u_f = 10^{-2}$ m/sec
7	< 1 bij	$u_f = 10^{-2}$ m/sec
8	< 5000 bij	$u_f = 10^{-2}$ m/sec

( $u_f$  = ingesteld debiet per  $m^2$ )

### 9.2.4 Eisen i.v.m. H/V

Om voldoende weerstand tegen horizontaal afschuiven te hebben is aan de karakteristieke ondergrens van de H/V de eis gesteld, dat deze  $> 0,56$  moet zijn ( $\mu - 1,645 \sigma > 0,56$ ).

### 9.2.5 Verdichtingseisen

In verband met de onderloopsheidproblematiek dient de ondermat over een afstand van 100 m (tot 50 m aan weerszijden van de as) verdicht te worden. De bovenmat wordt verdicht over de volledige lengte van 60 m.

De negatieve overlap wordt in de drempelrein verdicht, waarbij de totale verdichtingslengte in dit bedrijf 100 m bedraagt (tot 50 m aan weerszijden van de as).

Met betrekking tot het verdichtingsproces worden de volgende eisen gesteld (zie onderstaande tabel):

Aspect	ondermat	bovenmat	negatieve overlap
effectieve slagkracht	$50 \leq F_s \leq 75 \text{ kN/m}^2$	$50 \leq F_s \leq 75 \text{ kN/m}^2$	$120 \leq F_s \leq 150 \text{ kN/m}^2$
amplitude	$> 1,5 \text{ mm}$	$> 1,5 \text{ mm}$	$> 4,5 \text{ mm}$
frequentie	$> 15 \text{ Hz}$	$> 15 \text{ Hz}$	$> 22 \text{ Hz}$
versnelling	$> 20 \text{ m/s}^2$	$> 20 \text{ m/s}^2$	$> 100 \text{ m/s}^2$
triltijd	$\geq 2 \text{ min}$ (bij onvlakheden 20 cm top-dal anders $\geq 3 \text{ min.}$ )	$\geq 2 \text{ min}$	$\geq 3 \text{ min}$ (kuilen $\leq 20 \text{ cm}$ ) 4 min (kuilen $20 \text{ cm} < d \leq 75 \text{ cm}$ )
te verdichten gebied	$100 * 32 \text{ m}^2$	$60 * 31 \text{ m}^2$	$100 * 15 \text{ m}^2$
negatieve overlap tussen trilplaatposities	0 m	0 m	$\leq 1 \text{ m}$ (bij plaat $4 \times 4 \text{ m}^2$ ) $\leq 0,5 \text{ m}$ (bij pl. $2,6 \times 3,4 \text{ m}^2$ )
stramien bij ophoging	vanaf 50 m uit de as talud op	-	vanuit pijlgebied het talud af
stramien bij ingraving	vanaf pijlgebied het talud op	-	vanaf pijlgebied het talud af

### 9.2.6 Verdichten van steile taludhellingen

In die gebieden, waar met de Cardium hellingen steiler dan 1:6 gezogen moeten worden, dient de ondergrond vooraf met de Mytilus verdicht te worden. Dit is op de locaties R1 en R3 (zeezijde), R2 (Oosterscheldezijde), H4 en H5 (Oosterscheldezijde) en H10 t/m H13 (aan beide zijden).

### **9.2.7 Eisen i.v.m. de aansluitingsproblematiek**

De onder- en bovenmat zijn relatief stijve elementen t.o.v. de loskorrelige ondergrond, drempel etc. Daardoor kunnen aanwezige kuilen en ribbels door de mat overspannen worden. In verband met terugschrijdende erosie van kanaaltjes onder de mat is de eis dat tot 25 m uit de pijler (50 m uit de as) geen holle ruimte onder de mat aanwezig mag zijn. Met verdichten van mat en negatieve overlap wordt hieraan voldaan tot kuildiepten van 75 cm. Bij initiele kuilen groter dan 75 cm dient er uitgevuld te worden.

In de rest van de overgangsconstructie mag de holle ruimte onder de mat na leggen en aanbrengen bestortingen niet meer dan 10 cm bedragen. Hieraan wordt altijd voldaan indien het matleggen plaats vindt 6 uur na opschonen. In de zone van de mastiek t.p.v. de houten eindbalk van de mat mag de initiele onvlakheid maximaal 1 m bij taludhellingen van 1:6 en steiler bedragen. Bij taluds van 1:6 tot 1:10 mag de maximale onvlakheid lineair verlopen van 1 tot 2 m. Bij flauwere taluds mag de maximale onvlakheid niet meer dan 2 m bedragen. Indien deze onvlakheid groter is dient er uitgevuld te worden.

De filtermat dient minimaal 5 m over de mastiek te liggen. De bestortingen en de negatieve overlap dienen minimaal 4 m voorbij de matrاند doorgezet te worden. De zandlagen op de mastiek mogen niet meer dan 1 m dik zijn. Bij een plaatselijk zandpakket van 1-3 m dik dienen de diktes van de lagen van de overgangsconstructie minimaal met 15% vergroot te worden. De overlaplengte van de bestortingen moet groter zijn dan 2x de zandlaagdikte. De matranden behoeven niet omgezet te worden en er is geen zanddicht filter op de rand van de mat nodig.

### **9.3. Hydraulische ontwerpeisen en toleranties**

#### **9.3.1 Stroombestendigheid negatieve overlap**

Na het leggen van de ondermat worden de eerste lagen van de negatieve overlap tussen twee ondermatten aangebracht, terwijl na het leggen van de bovenmat de afdeklaag van de negatieve overlap wordt aangebracht.

De eerste twee lagen bestaan uit een filterlaag (1/32 mm) en een (in die fase) stroombestendige laag grind 30/60 mm. Ook de afstorting van de langsrand van de mat (erosiebescherming) bestaat uit grind 30/60 mm.

De toleranties van de materialen 30/60 en 40/250 zijn in par. 9.2.2. weergegeven.

De dichtheid van grind 30/60 mm bedraagt gemiddeld  $2,65 \text{ t/m}^2$  ( $\mu - 2 \sigma$  waarde:  $2,45 \text{ t/m}^3$ ).

De dichtheid van materiaal 40/250 mm is in de pijlerzone (tot 50 m aan weerszijden van de as) afhankelijk van de locatie. (Zie voor de gemiddelde waarde onderstaande tabel.

$\rho = 3,0 \text{ t/m}^3$	H6-7 - H15-16; S1-2 - S16-17
$\rho = 3,7 \text{ t/m}^3$	H1-2 - H5-6 ; R1-2 - R9-10
$\rho = 5,1 \text{ t/m}^3$	R10-11-R32-33

In de overgangskonstructie (van 50 m tot 100 m uit de as) wordt zowel aan de NZ-zijde als de OS-zijde basalt ( $\rho = 3.0 \text{ ton/m}^3$ ) toegepast

De  $\mu - 2\sigma$  waarden zijn:

voor  $\rho = 3,0 \text{ t/m}^3$  :  $\mu - 2\sigma = 2,88 \text{ t/m}^3$

$\rho = 3,7 \text{ t/m}^3$  :  $\mu - 2\sigma = 3,55 \text{ t/m}^3$

$\rho = 5,1 \text{ t/m}^3$  :  $\mu - 2\sigma = 4,85 \text{ t/m}^3$

### 9.3.2 Stroombegrenzing voor het verdichten van de ondermat

In deze fase ligt er grind 30/60 mm t.p.v. de negatieve overlap. In verband met de stroombestendigheid van dit materiaal geldt voor het verdichten van de ondermat een stroombegrenzing van 1,4 m/s. Voor het verdichten van de bovenmat geldt geen stroombegrenzing.

## 9.4. Algemene ontwerpeisen en toleranties

### 9.4.1 Maak- en legtoleranties

De lengte van de ondermat bedraagt in de fabriek  $200 \text{ m} \pm 1 \text{ m}$  en van de bovenmat  $60 \text{ m} \pm 0,5 \text{ m}$ .

De breedte van de ondermat bedraagt min 41,5 m (na contractie) en van bovenmat 31 m (na contractie).

De dikte van de lagen van de onder- en de bovenmat bedraagt resp. 11, 11 en 14 cm (onverdicht).

De legtoleranties van de ondermat en de bovenmat bedragen in x en y richting + of - 1 m. De legtoleranties in x-richting bedragen voor de ondermat + of - 2 m en voor de bovenmat + of - 1 m.

De legtoleranties in z richting hangen in grote mate samen met de voorgaande processen (verdichtingskwaliteit Mytilus, etc) en met de volgende processen (mors bij opschonen voor leggen bovenmat, verdichten onder- en bovenmat, tegelmat en plaatsen pijlers, vlakstrategie etc).

Op basis van de geschatte waarden van de procesparameters ( $\mu, \sigma$ ) van de diverse processen kunnen de volgende absolute goedkeurgrenzen voor de hoogteligging (z) van de ondermat en de bovenmat worden geformuleerd:

	H4,H7-8,H11,S5,S11-12,R3-4, R7-9,R18-26,R29-30	Overige pijlers
	ruimte in z niveau $\pm 0,20$ m	ruimte in z niveau $+0,15$ m $-0,20$ m
ondermat bovenmat	0,31-0,76 tot 0,38-0,83 -0,01-0,44 tot 0,16-0,61	0,26-0,71 tot 0,38-0,83 0,04-0,49 tot 0,16-0,61
	afstand t.o.v. onderkant pijler (m)	

Voor de bovenmat geldt bovenstaande alleen, wanneer tevens de ondermatligging binnen de absolute goedkeurgrenzen valt.

Bij niet voldoen van de realisatie van de onder - of de bovenmat aan deze waarden wordt in eerste instantie niet overgegaan tot het afkeuren van de onder- of de bovenmat, maar zullen aanpassingen in de vervolghandelingen worden ingebracht. De besliscriteria hiertoe worden in samenwerking met TOLE ontwikkeld.

De storttolerantie van de negatieve overlap materialen bedraagt in y-richting  $\pm 1$  m.

#### 9.4.2 Toelaatbare zandlaagdikte negatieve overlap

Tussen de ondermat en de eerste laag van de negatieve overlap (materiaal 1/32 mm) mag zich plaatselijk maximaal 20 cm zand bevinden. Tussen de laag 30/60 mm en de laag 40/250 mm mag zich plaatselijk maximaal 30 cm zand bevinden. Dit in verband met de filterwerking en de optredende zettingen. Deze waarden gelden in de pijlerzone. In de overgangsconstructie mogen de zandlagen 10 cm dikker zijn.

### 9.4.3 Toelaatbare zandlaagdikte tussen onder- en bovenmat.

De totale zandlaagdikte tussen onder- en bovenmat, en tussen boven- en tegelmat mag in het geval van een doorgaande zandlens 2 cm bedragen. Locale zandlensen mogen 5 cm dik zijn, terwijl de lengte van de zandlens  $\leq 10$  m (midden onder de pijler) resp.  $\leq 1$  m (aan de langsranden) mag zijn. Bovenstaande dikke waarden zijn gemiddelde waarden. Een standaard afwijking van 1 cm wordt getolereerd (locale bulten). Vanuit scheefstandsoogpunt worden onderstaande waarden gehanteerd.

	$\mu$	$\mu + 2 \sigma$
gemiddelde laagdikte	7,5 m	18,6 mm
maximale laagdikte	17,9 m	45,4 mm

Bij een doorgaande zandlens (lengte  $> 1$  à  $10$  m) is de eerste eis (totale dikte  $\leq 2$  cm) maatgevend.

Litteratuurlijst

Litt.

- 4.1. Nota grenstoestanden (S00C00-N-79174)
- 4.2. Stroomsnelheid bij maximum eb en vloed tijdens Cardium (STROOM-81054)
- 4.3. Aanpassing conclusies uit notitie over stroomsnelheid bij maximum eb en vloed tijdens Cardium voor PL 544 (STROOM-81059)
- 4.4. Stroomsnelheden t.b.v. stabiliteitsberekening drempelmateriaal (BESTRO-M-82040)
- 4.5. 3e TOLE-nota (UMTOLE-N-81060)
- 4.6. FOP IV nota, augustus 1979
- 5.1. Interpretatie proeven DV, en DV2, november 1981, M1612-XXI WL (n.n.v.)
- 5.2. Uitwerking ontwerpaspecten eindfase t.b.v. positieve en negatieve overlap (34FUND-M-79233)
- 5.3. Nota keuze matlengte en werkmethode (34FUND-N-79251)
- 5.4. Vaststelling ontwerp en uitvoeringsmethode negatieve overlap (34FUND-M-82006)
- 5.5. Nota onderloopsheid van matten deel 1 en 2 (34FUND-N-80281 en 34FUND-N-81194)
- 5.6. Theoretisch onderzoek m.b.t. de toleranties van de filterlagen in de mat (342FON-M-80091) d.d. 800923
- 5.7. Eisen voor funderingsbed materialen (345BES-M-81010)
- 5.8. Notulen verg. BES (345BES-V-81009)
- 5.9. Interpretatie rolstrooiproeven te Lith (def.versie) (342FON-M-81060)
- 5.10. Theoretische beschouwing negatieve overlap (342FON-M-80033)
- 5.11. Eisen te stellen aan negatieve overlap (342FON-M-81016)
- 5.12. Overzicht filtereisen 1/32 mm, 30/60 mm, 40/250 mm (345BES-M-82001)
- 5.13. "Eisen te stellen aan 8-40 mm in de grindworst", 345BES-M-81030, 810527
- 5.14. "Essentiële randvoorwaarden voor het maken van de mat", 34FUND-M-80012, 800115
- 5.15. "K-waarde bovendoek", 34FUND-M-81417, 811123 (gew. 811209)
- 5.16. "Tussenweefsels fundatiemat", 34FUND-M-80283, 800602
- 5.17. "Stabiliteit zuidelijke Roompot pijlers in bouwfase", DDWT-80426; 800918
- 5.18. "Pennendoordrukproeven", 341PRO-M-81052, 810716
- 5.19. "Verslag schuifproef/pennendoordrukproef", 341PRO-R-81071, 810828

- 5.20. "Verdichtingseisen mat + negatieve overlap", 810603, 342FON-M-81034
  - 5.21. Verdichten taluds funderingsbed, 34FUND-M-81431
  - 5.22. Verslag proef verdichten van filtermat op talud, 34FUND-M-81059
  - 5.23. Verslag verdichten op grindzak, 34FUND-M-81056
  - 5.24. W.L.-nota R1773: Aansluiting fundatiemat-asfaltmastiek
  - 5.25. RABO (22 RABO-N-82009)
  - 5.26. Verdichten taluds Roompot t.b.v. zuigproces Cardium, FUND-M-81385
  - 5.27. Plaatverdichten breuksteen negatieve overlap, verslag proef 8201, ONW-R-820888
  - 5.28. Zakking randbalk fundatiemat, DDWT-82.421, FUND-M-82155
  - 5.29. Toelaatbare zandlaagdikte tussen onder- en boven- en tegelmat (34FUND-M-82138)
- 
- 6.1. Erosiesnelheid drempel, ingenieursbureau Svasek, februari 1980, project 305
  - 6.2. Rapport ribbelmetingen (342FON-R-80072)
  - 6.3. Nota aanzandingsverwachting (34OAZA-N-81055)
  - 6.4. Erosie langs de rand van een ondermat. Ontwerpgrafieken (342FON-M-81041)
  - 6.5. Overlapproblematiek deel 1 en 2 (34FUND-N-79180 en 34FUND-N-79197)
  - 6.6. Ontwerpmethodiek granulaire materialen (DDWT-81492)
  - 6.7. WL nota M1611: Uitschuring van het fundatiebed door de aanwezigheid van materieel
  - 6.8. Benodigde steensortering d.d. 811231, A. Geldof
- 
- 7.1. Interim nota Tolerantie- en keuringsfilosofie (UMTOLE-M-81073)
  - 7.2. Nota stand van zaken vlakken (34FUND-N-81395)
  - 7.3. Toleranties funderingsbed t/m bovenmat (34FUND-M-82170)
- 
- 8.1. Essentieële randvoorwaarden voor het maken van de mat etc. (34FUND-M-80012)







Werkvolgorde SCHAAR

S<sub>17</sub> - S<sub>10</sub> van F cardium → interpolatie F cardium 1

H cardium 2

S<sub>1</sub> - S<sub>9</sub> van interpolatie F cardium 1 → H cardium 2

H cardium 2


— verwachtingswaarde F cardium 1

..... " H " 1

- - - " K " 1

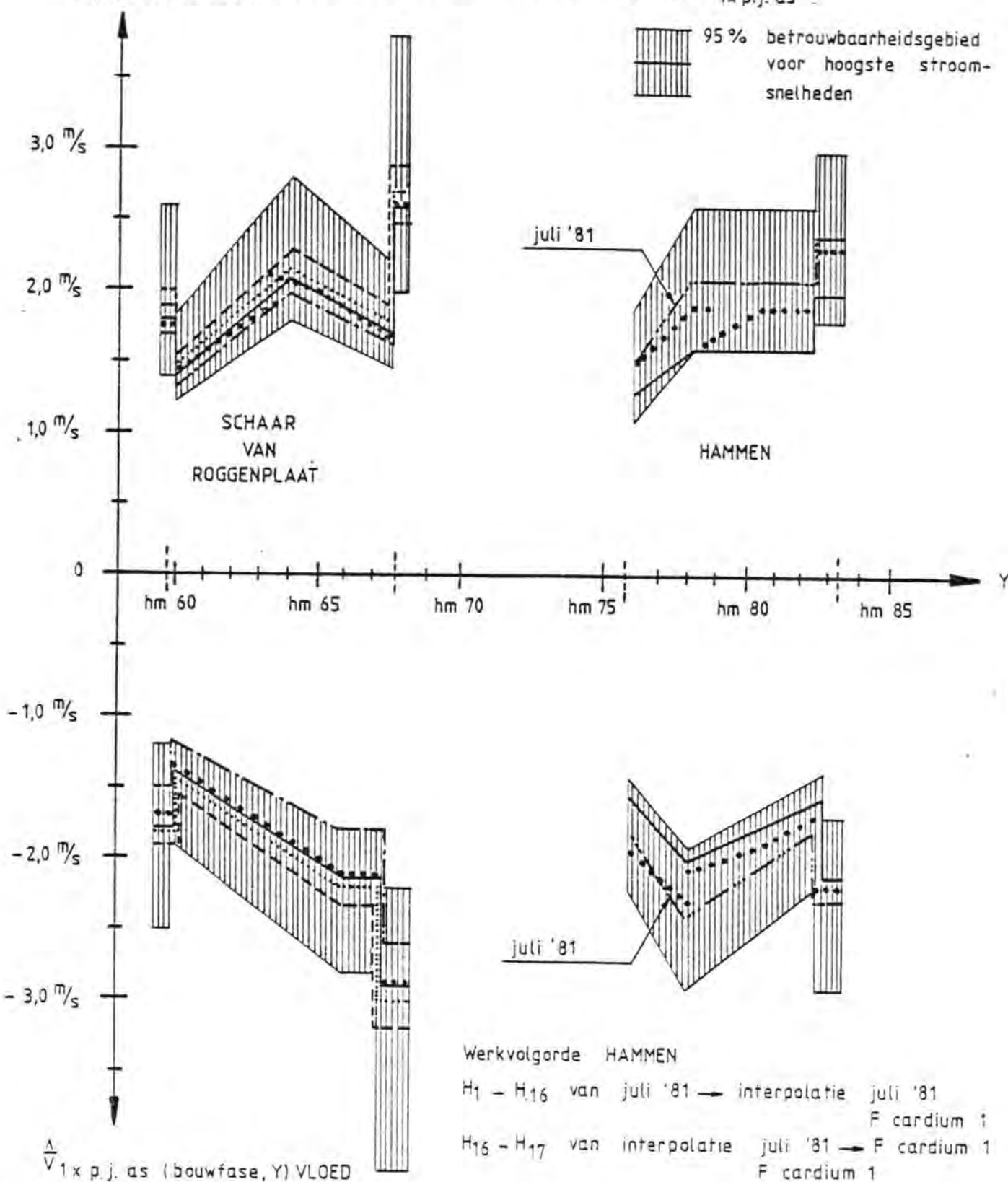
- · - " L " 1

.....  $\frac{\Delta}{V}$  1x p.j. as

 95% betrouwbaarheidsgebied voor hoogste stroomsnelheden

$\frac{\Delta}{V}$  1x p.j. as (bouwfase, Y) EB

H card. 2 ≈ 0,9 H card. 1



Werkvolgorde HAMMEN

H<sub>1</sub> - H<sub>16</sub> van juli '81 → interpolatie juli '81  
F cardium 1

H<sub>16</sub> - H<sub>17</sub> van interpolatie juli '81 → F cardium 1  
F cardium 1

Figuur 4.2

VOORSPELLING  $\frac{\Delta}{V}$  1 p.j. as  
IN DE SCHAAR VAN ROGGENPLAAT  
EN DE HAMMEN

Locatie	hm	eb		vloed	
		$\mu$	$\sigma$	$\mu$	$\sigma$
R1-R2	6.5	1.7	0.15	2.0	0,25
R1-R2**	6.5	1.9	0.2	2.8	0.35
R3-R6	8.0	2.4	0.25	1.8	0.23
R7-R9	9.5	2.4	0.25	2.3	0.25
R10-R13	11.0	2.4	0.25	2.3	0.25
R14-R17	13.0	2.3	0.25	2.2	0.25
R18-R22	15.0	2.0	0,25	2.2	0.25
R23-R26	17.0	1.8	0.2	2.2	0.25
R27-R29	18.5	1.6	0.18	2.1	0.25
R30-R32	20.0	1.4	0.15	1.9	0.22
R33	21.5	1.3	0.15	1.8	0.22
S1**	59.5	1.8	0.28	1.7	0.28
S1*-S3	60.5	1.5	0.16	1.4	0.16
S4-S6	62.0	1.7	0.18	1.6	0.18
S7-S10	63.5	1.9	0.19	1.8	0.19
		2.1	0.25		
S11-S13	65.0	2.0	0.22	2.0	0.19
S14-S16	66.5	1.8	0.18	2.2	0.22
S16-S17**	68.0	2.6	0.4	2.9	0.5
H1-H2**	76.0	1.5	0.2	1.9	0.2
H3-H5	77.5	1.8	0.22	2.2	0.25
		1.9	0.25	2.3	0.25
H6-H9	79.0	1.7	0.28	2.0	0.25
H10-H12	80.5	1.9	0.28	1.9	0.25
H13-H14	82.5	1.9	0.28	1.7	0.2
H15-H16**	83.5	2.3	0.3	2.2	0.3

$$g.c. = \frac{\bar{u} \cdot 1 \cdot \text{jaar}}{\bar{u} \text{ gemiddeld getij}}$$

$$g.c. \text{ vloed} = 1.52$$

$$g.c. \text{ eb} = 1.28$$

\* zonder damaanzet  
 \*\* met damaanzet

Tabel 4.1. 1 x per jaar snelheden Cardium ("best guess) (m/s).

locatie	eb		vloed	
	$\mu$	$\sigma$	$\mu$	$\sigma$
R1-R2	1.79	0.36	2.13	0.43
2	2.05	0.41	2.28	0.46
3	2.05	0.41	2.28	0.46
4	2.18	0.44	2.43	0.49
5-6	2.30	0.46	2.43	0.49
6	2.30	0.46	2.43	0.49
7	2.30	0.46	2.58	0.52
8	2.43	0.49	2.58	0.52
9	2.43	0.49	2.58	0.52
10-11	2.43	0.49	2.74	0.55
11	2.56	0.51	2.74	0.55
12	2.69	0.54	2.74	0.55
13	2.69	0.54	2.89	0.58
14	2.69	0.54	2.89	0.58
15-16	2.82	0.56	2.89	0.58
16	2.82	0.56	3.04	0.61
17	2.82	0.56	3.04	0.61
18	2.82	0.56	3.04	0.61
19	2.94	0.59	3.19	0.64
20-21	3.07	0.61	3.19	0.64
21	3.07	0.61	3.19	0.64
22	3.07	0.61	3.34	0.67
23	3.07	0.61	3.34	0.67
24	3.07	0.61	3.34	0.67
25-26	3.20	0.64	3.34	0.67
26	3.20	0.64	3.50	0.70
27	3.20	0.64	3.50	0.70
28	3.07	0.61	3.50	0.70
29	3.07	0.61	3.34	0.67
30-31	2.94	0.59	3.34	0.67
31	2.69	0.54	3.19	0.64
32-33	2.56	0.51	2.89	0.58

locatie	eb		vloed	
	$\mu$	$\sigma$	$\mu$	$\sigma$
S1-2	1.15	0.23	1.22	0.24
2	1.54	0.31	1.37	0.27
3	1.66	0.33	1.67	0.33
4	1.79	0.36	1.82	0.36
5-6	1.92	0.38	1.82	0.36
6	1.92	0.38	1.82	0.36
7	2.05	0.41	1.98	0.40
8	2.05	0.41	1.98	0.40
9	2.05	0.41	1.98	0.40
10-11	2.18	0.44	2.13	0.43
11	2.18	0.44	2.13	0.43
12	2.30	0.46	2.13	0.43
13	2.30	0.46	2.13	0.43
14	2.18	0.44	2.13	0.43
15-16	2.05	0.41	2.13	0.43
16-17	1.92	0.38	2.13	0.43

	eb		vloed	
	$\mu$	$\sigma$	$\mu$	$\sigma$
H1-2	1.92	0.38	2.28	0.46
2	2.05	0.41	2.43	0.49
3	2.18	0.44	2.58	0.52
4	2.18	0.44	2.58	0.52
5-6	2.05	0.41	2.43	0.49
6	2.05	0.41	2.28	0.46
7	1.92	0.38	2.13	0.43
8	1.79	0.36	2.13	0.43
9	1.79	0.36	2.13	0.43
10-11	1.79	0.36	2.13	0.43
11	1.79	0.36	2.13	0.43
12	1.79	0.36	2.13	0.43
13	1.79	0.36	1.98	0.40
14	1.54	0.31	1.82	0.36
15-16	1.28	0.26	1.52	0.30

Tabel 4.2.

R1495 snelheden tussen de pijlers, exclusief contractie (Q/A) bij 1 \* jaar omstandigheden. Afdeklaag negatieve overlap 1 maand na plaatsen pijlers (met OS aanstortings"pukkel" in Schaar en Hammen".

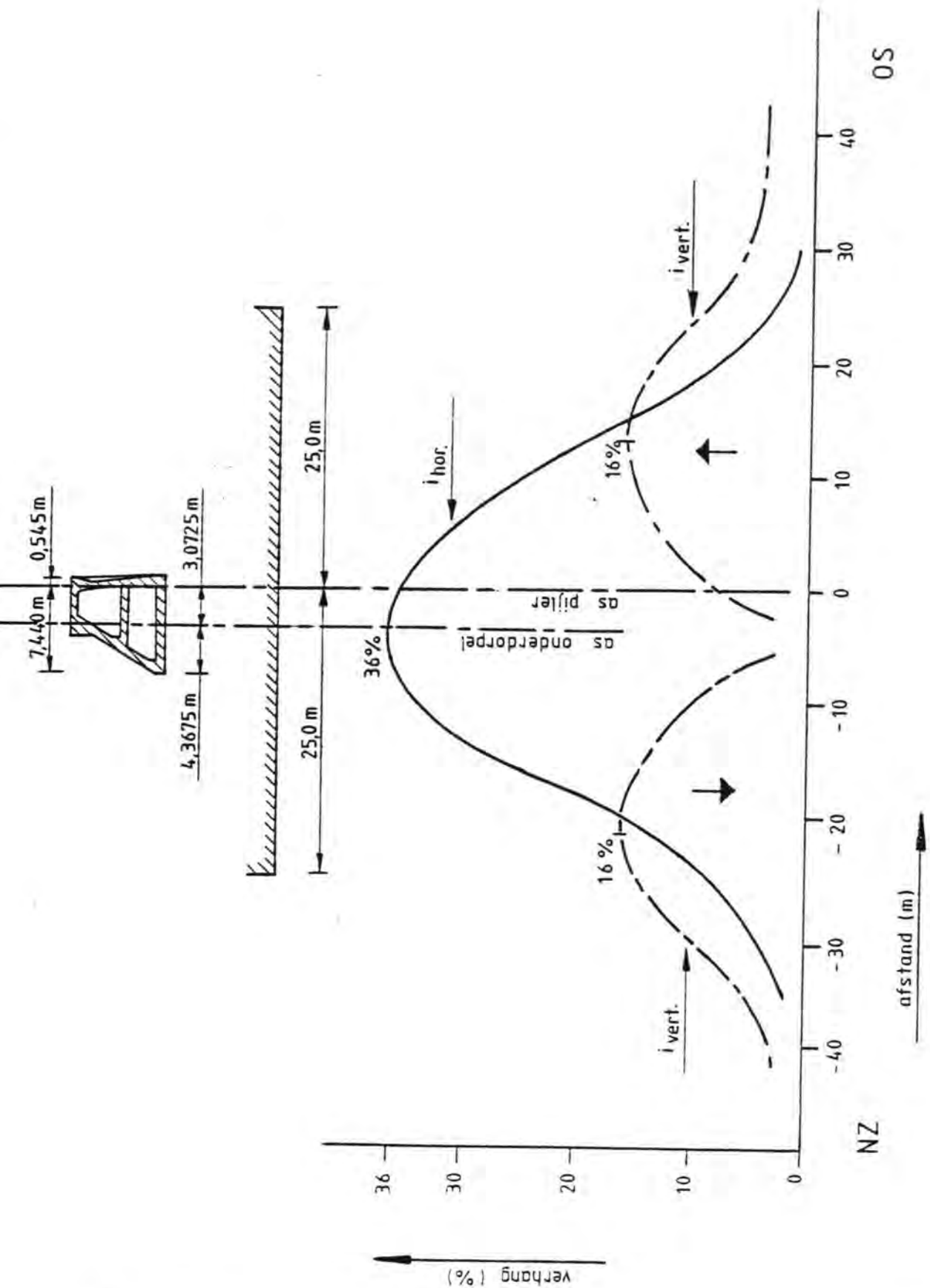
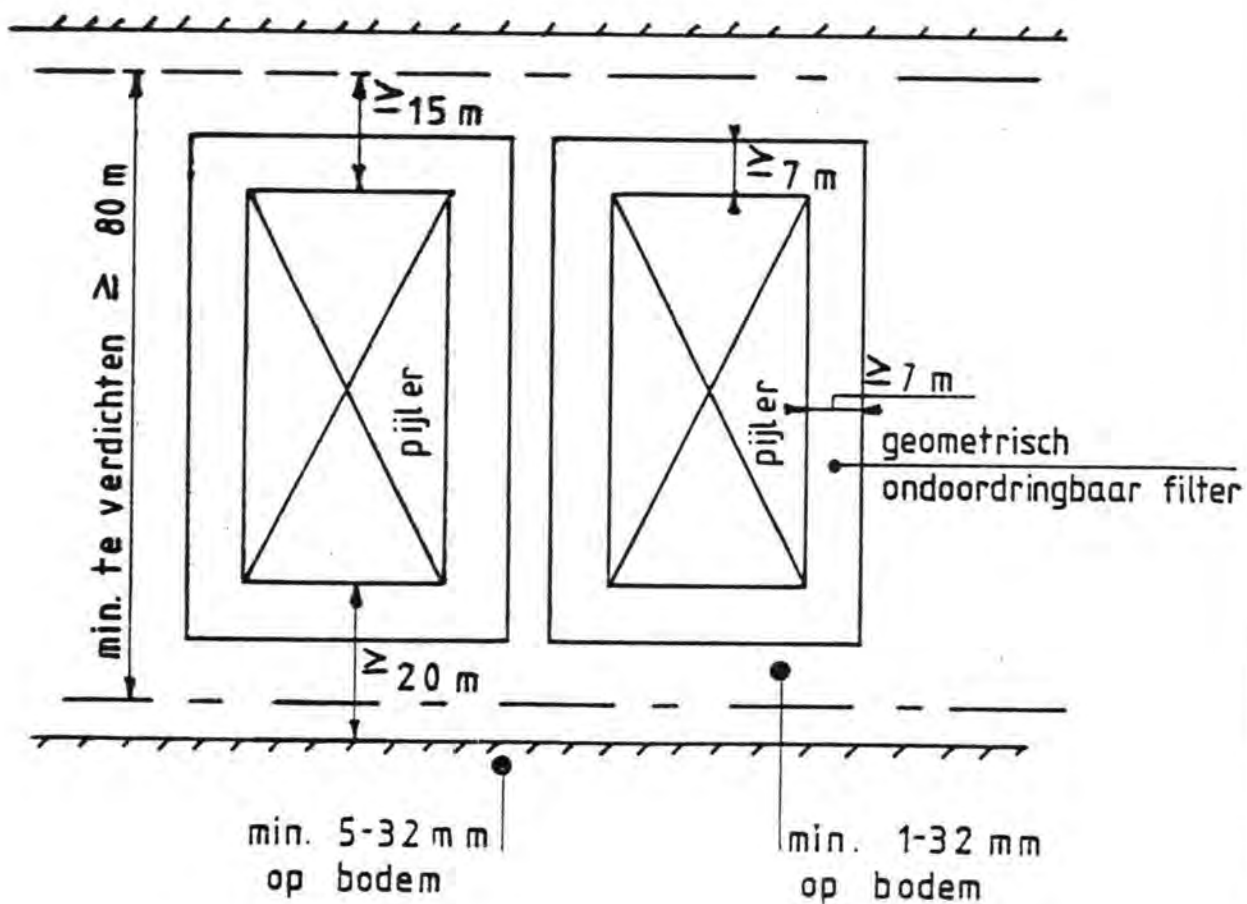
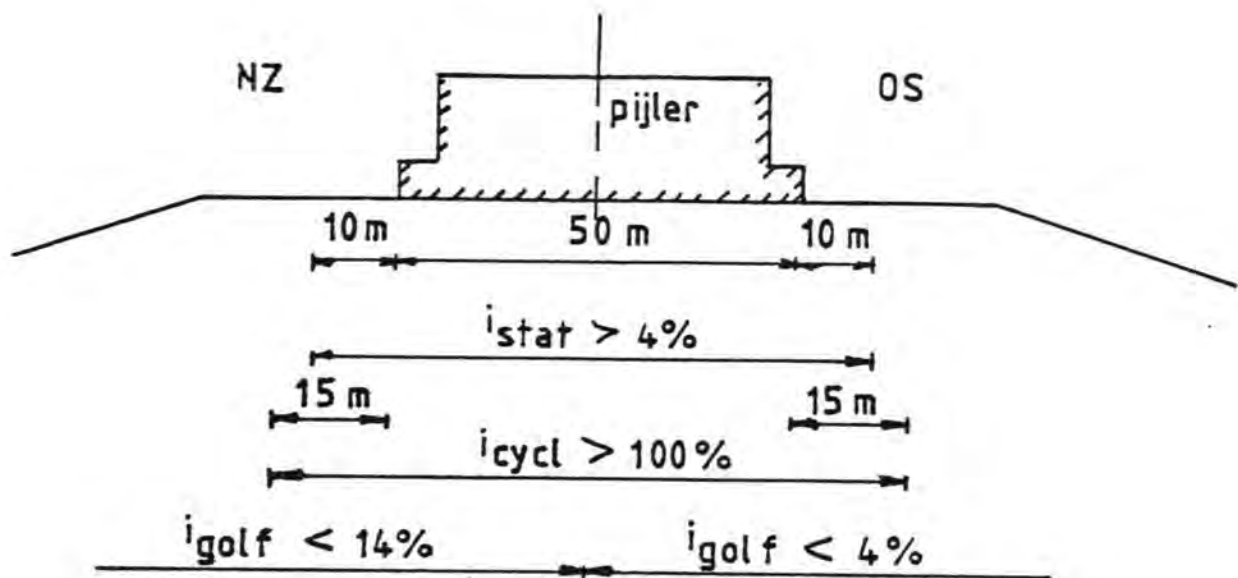


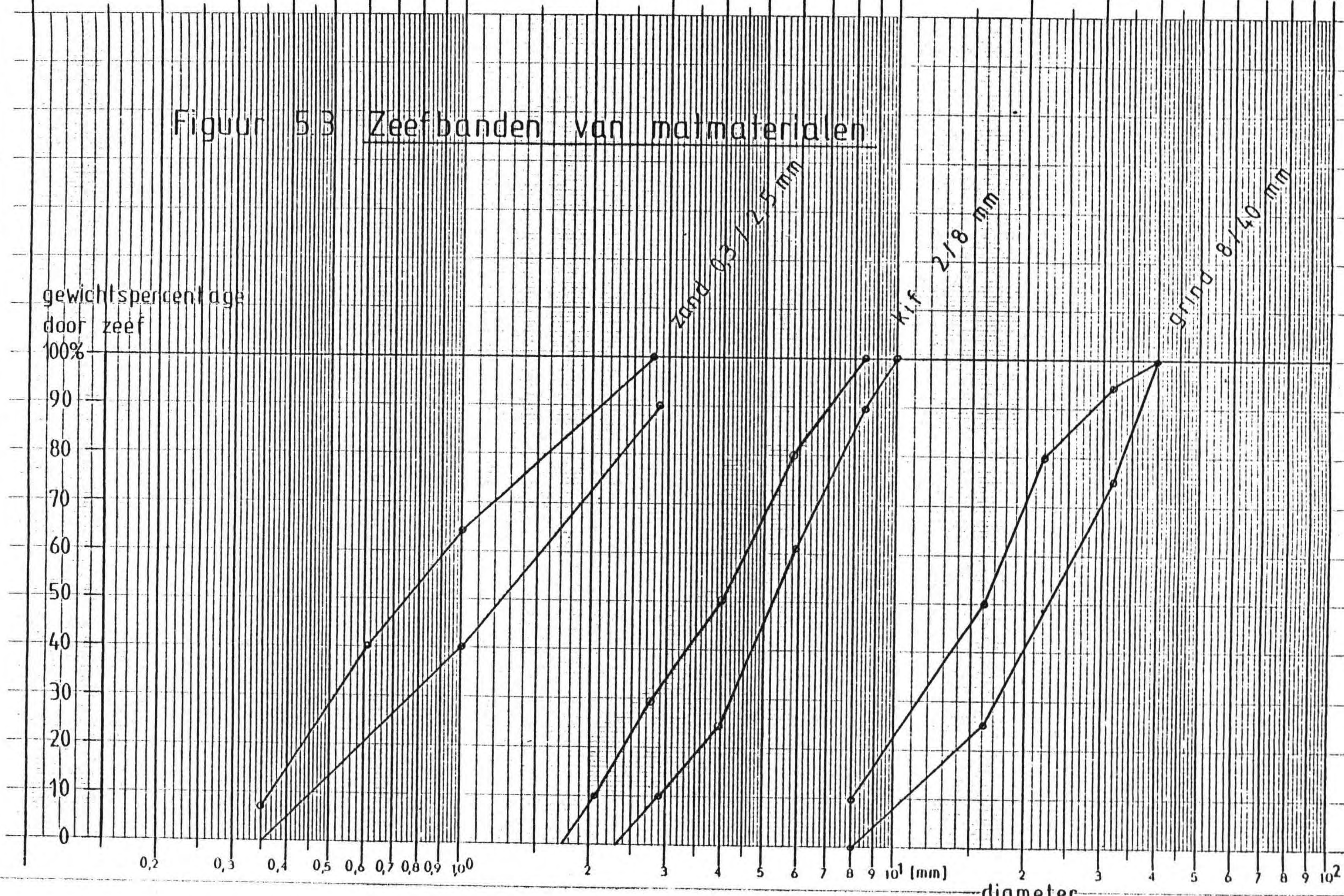
Fig. 5.1 Stationaire verhangen op fundatieniveau tussen de pijlers (inclusief veiligheidscoëfficiënt = 1,5)



Figuur 5.2 EXTREME BELASTINGEN EN DE DAARBIJ  
BEHORENDE FILTEREISEN

Figuur 5.3 Zeefbanden van matmaterialen

gewichtsperscentage  
door zeef  
100%





Figuur 9.4 Zeefband grind-zand 1/32 m

gewichtsperscentage  
door zeef

100%

90

80

70

60

50

40

30

20

10

0

0,2

0,3

0,4

0,5

0,6

0,7

0,8

0,9

1,0

2

3

4

5

6

7

8

9

10<sup>1</sup>

2

3

4

5

6

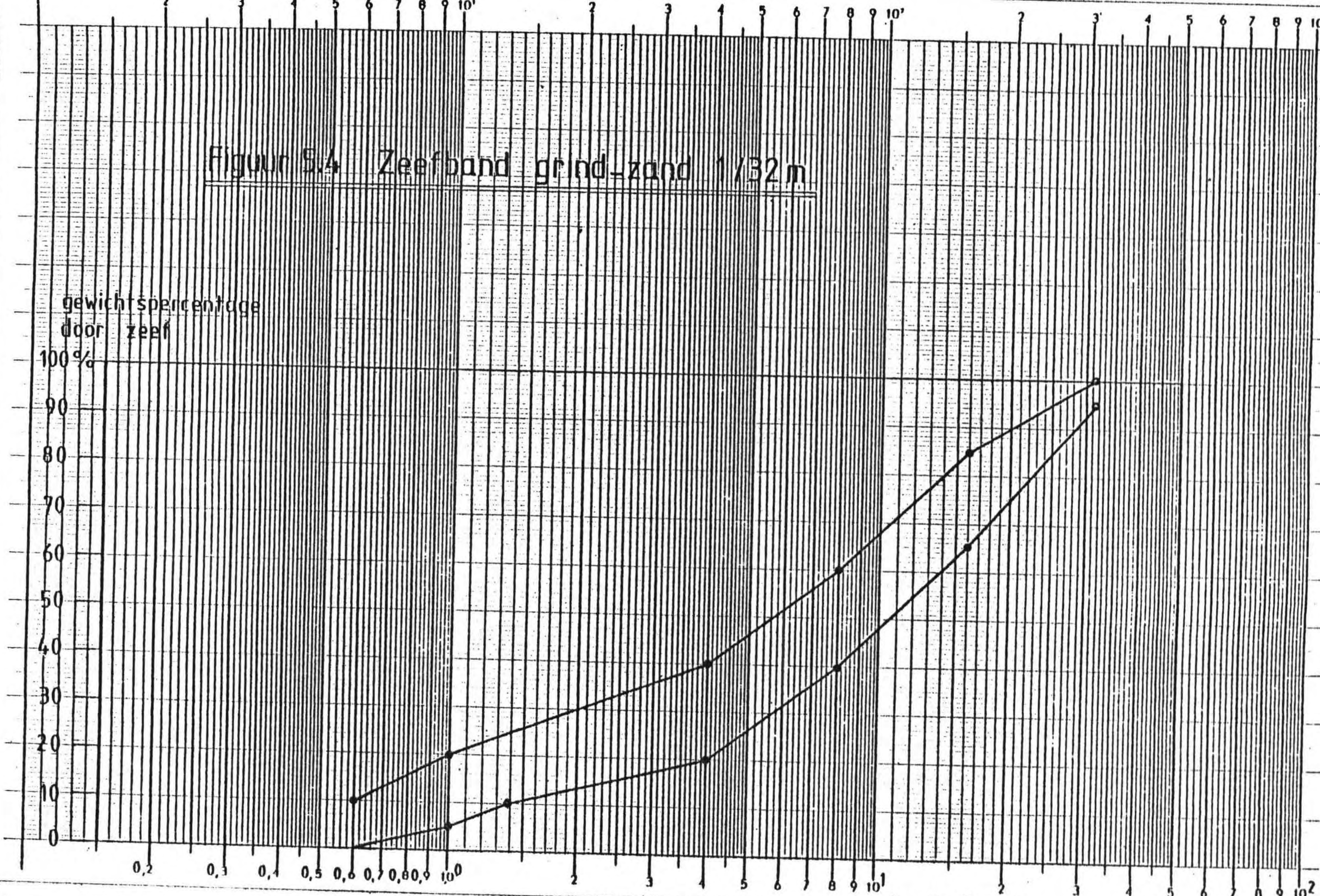
7

8

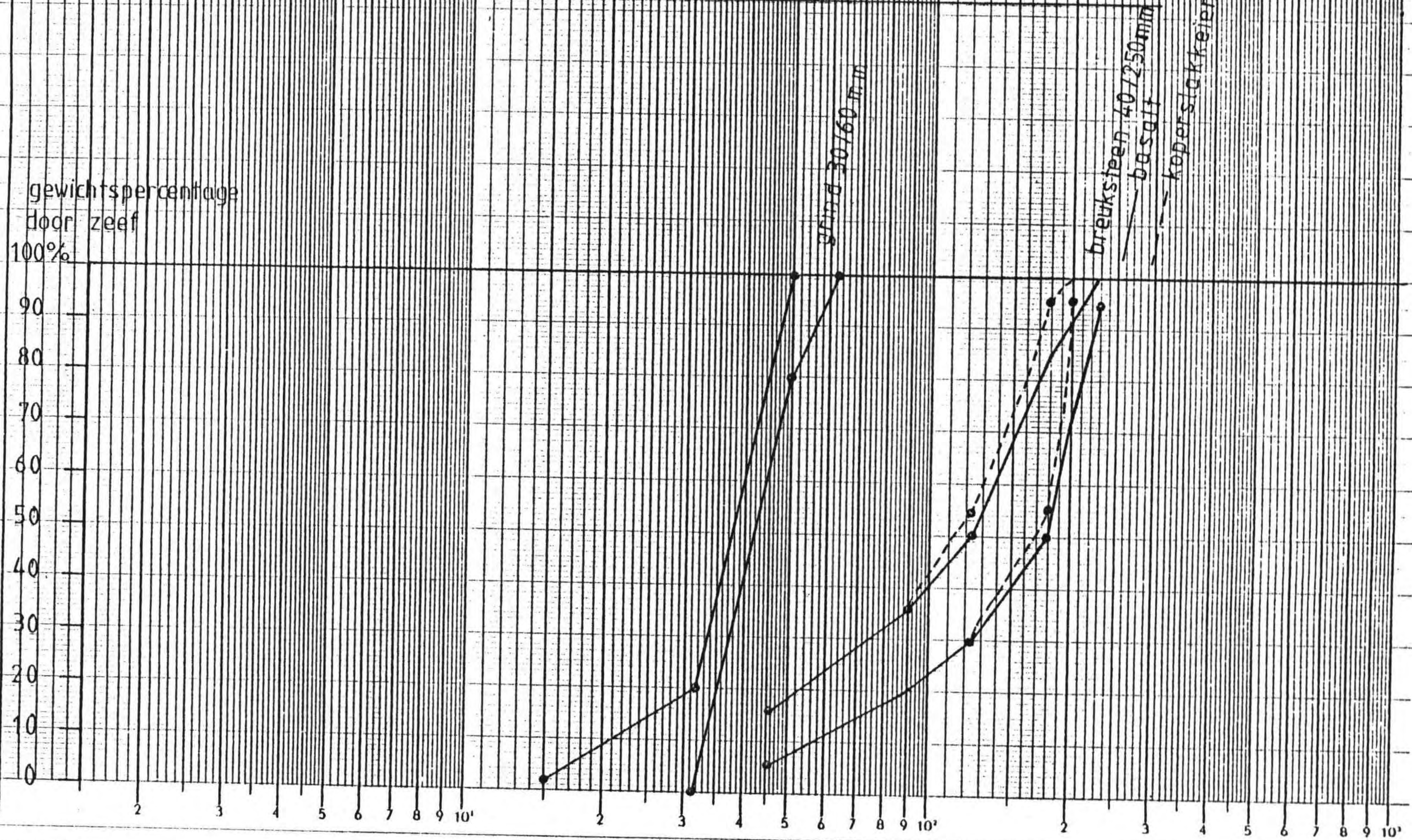
9

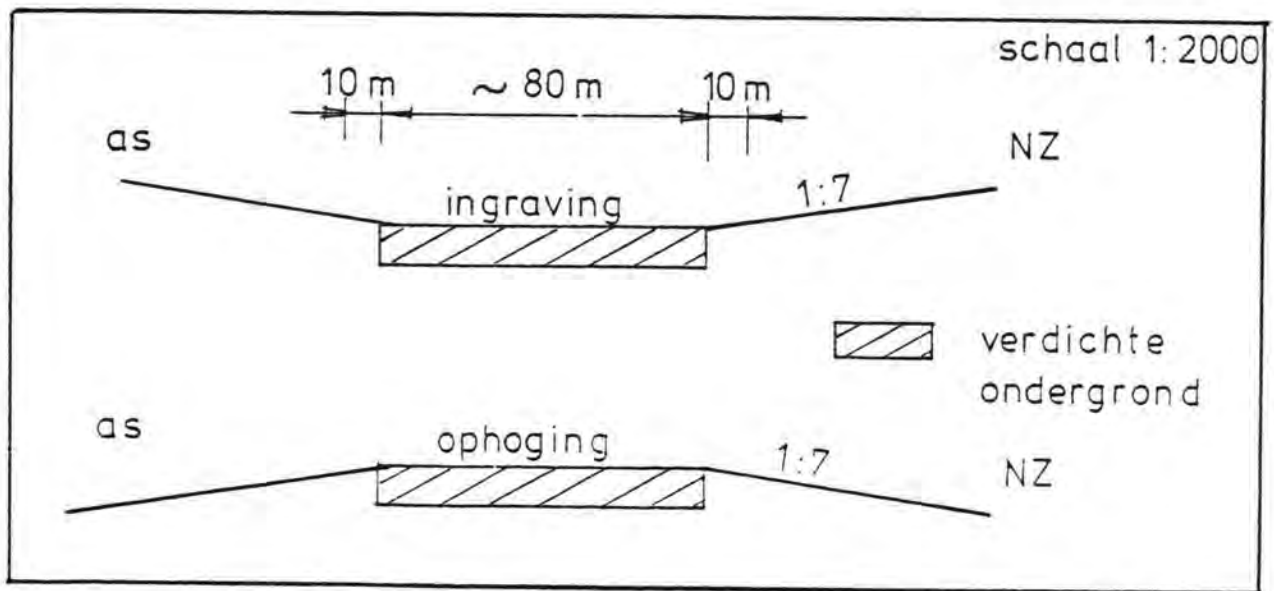
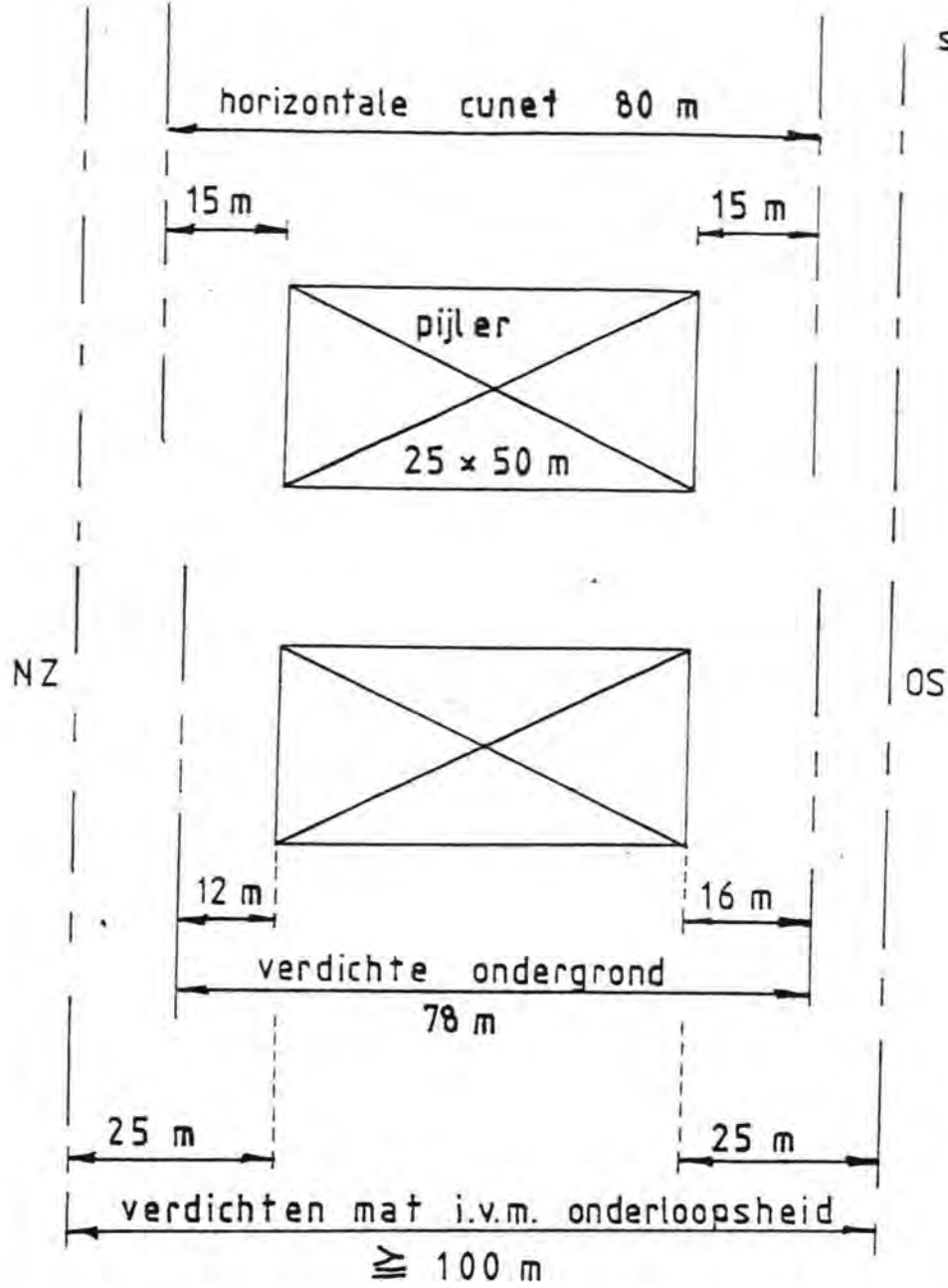
10<sup>2</sup>

[mm] diameter



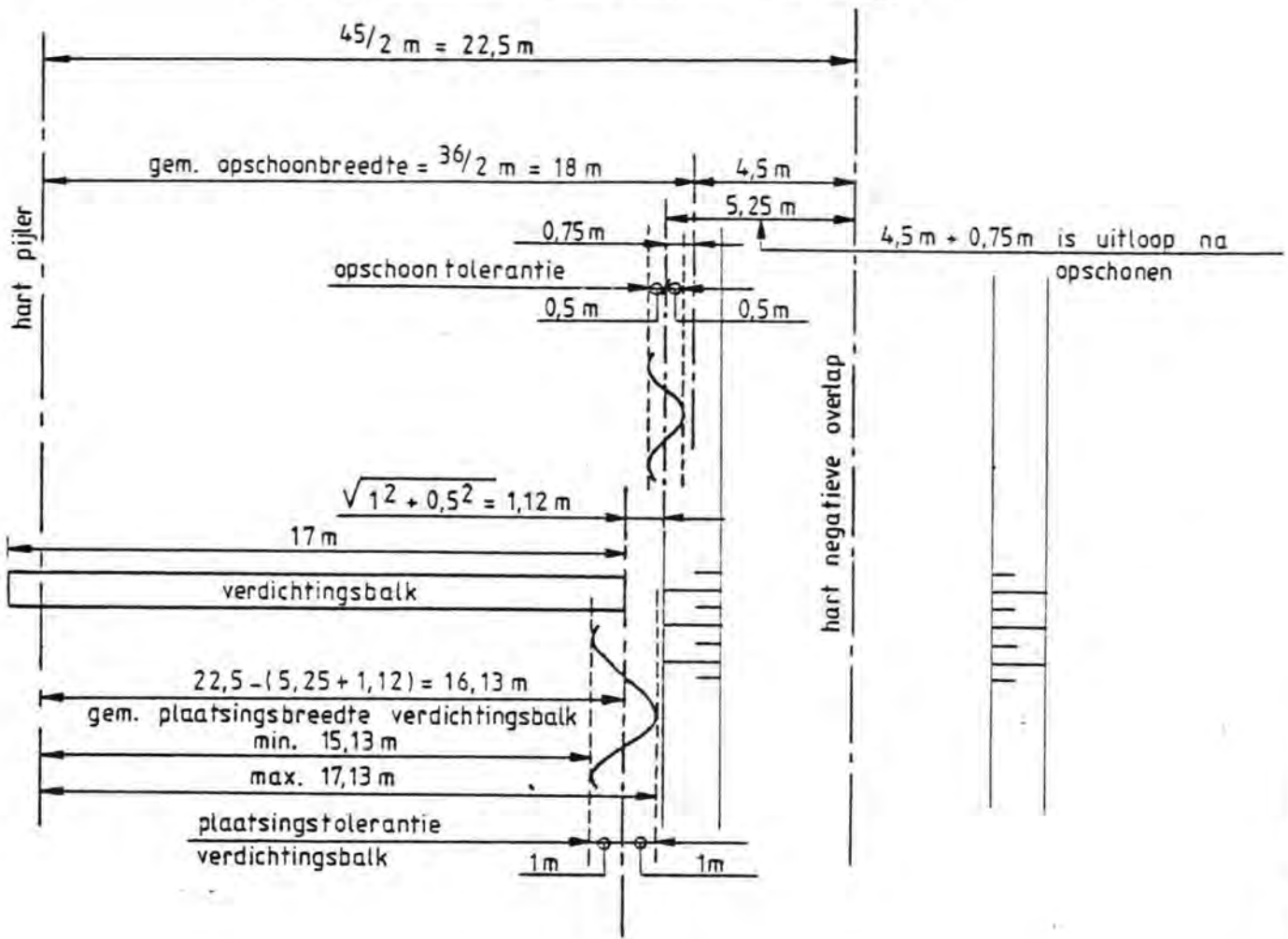
Figuur 5.5 Zeefband grind 30/60 mm en breuksteen 40/250 mm





Figuur 5.6 VERDICHTINGSOMVANG

## VERDICHTEN ONDERMAT DOOR CARDIUM



## VERDICHTEN BOVENMAT DOOR CARDIUM

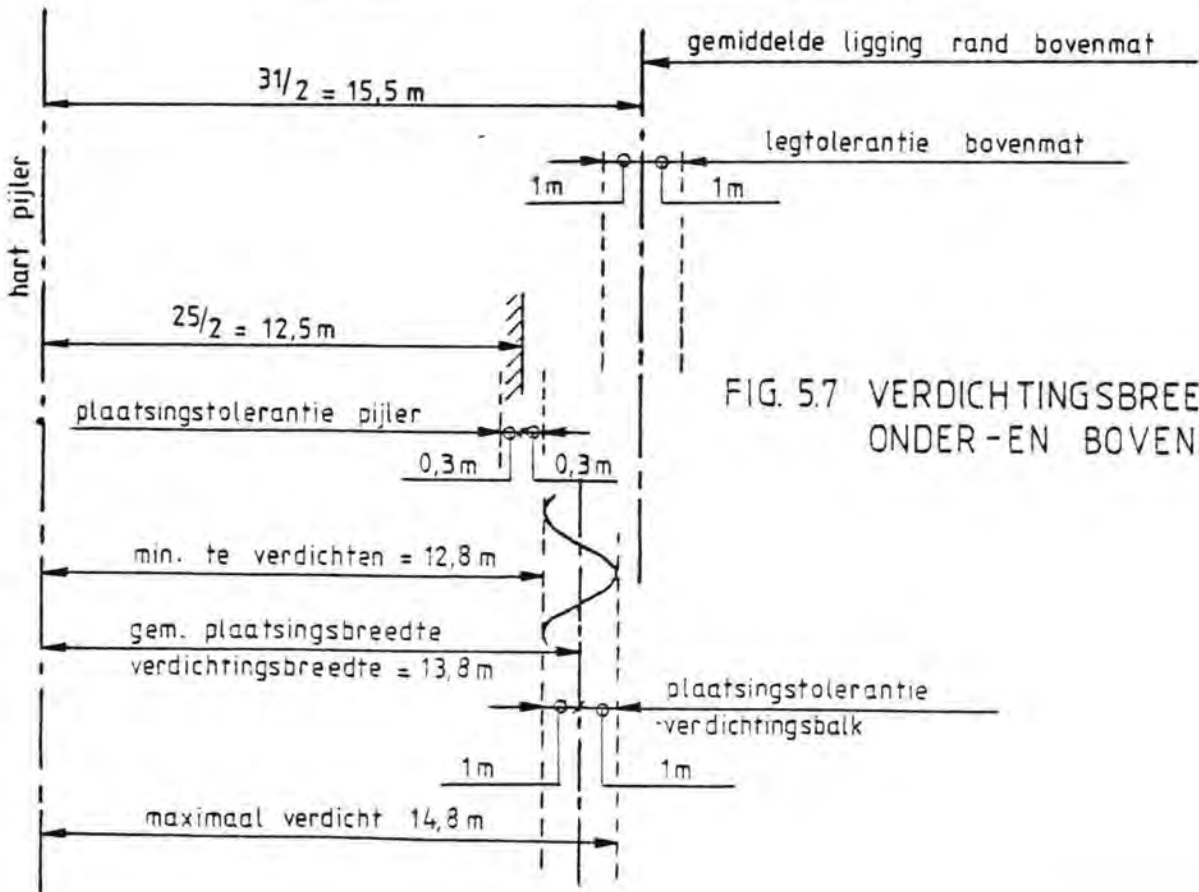


FIG. 57 VERDICHTINGSBREEDTE ONDER-EN BOVENMAT

# VERDICTEN NEGATIEVE OVERLAP

## ondermat verdicht

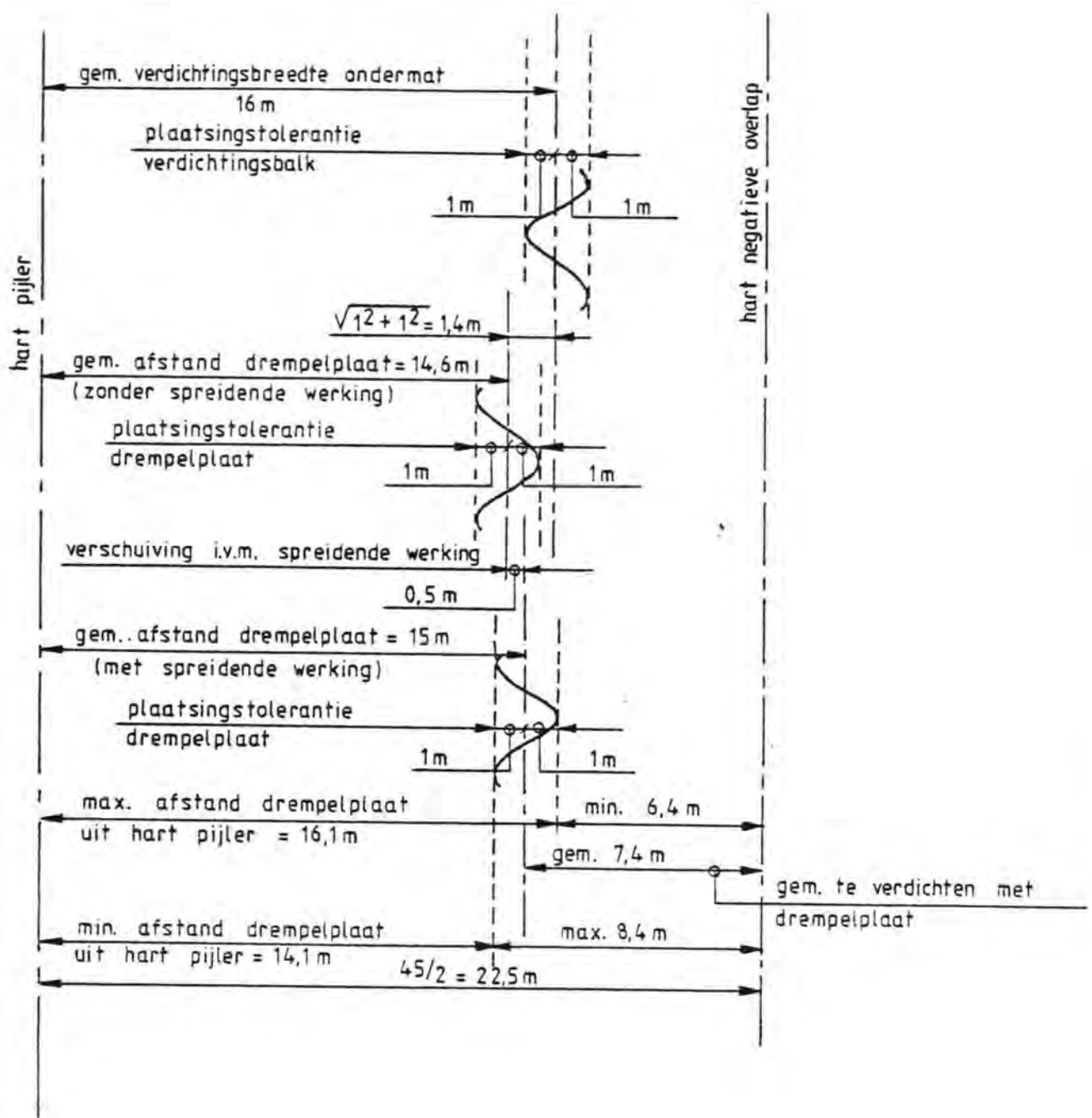


FIG. 5.8 VERDICTINGSBREEDETE NEGATIEVE OVERLAP

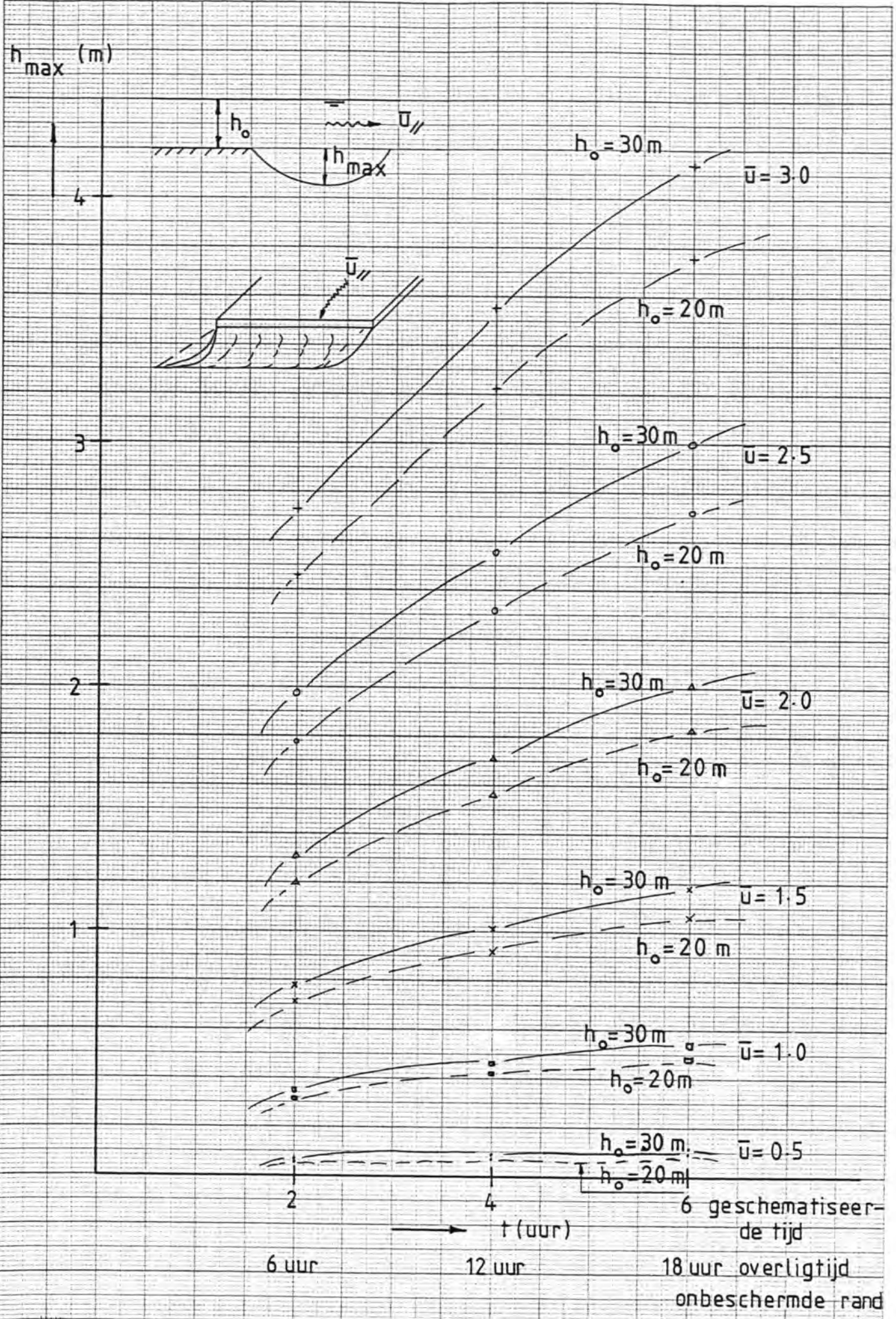


Fig. 6.1 ONTGRONDINGSVERLOOP NAAST DE MAT BIJ STROMING // AS SVK

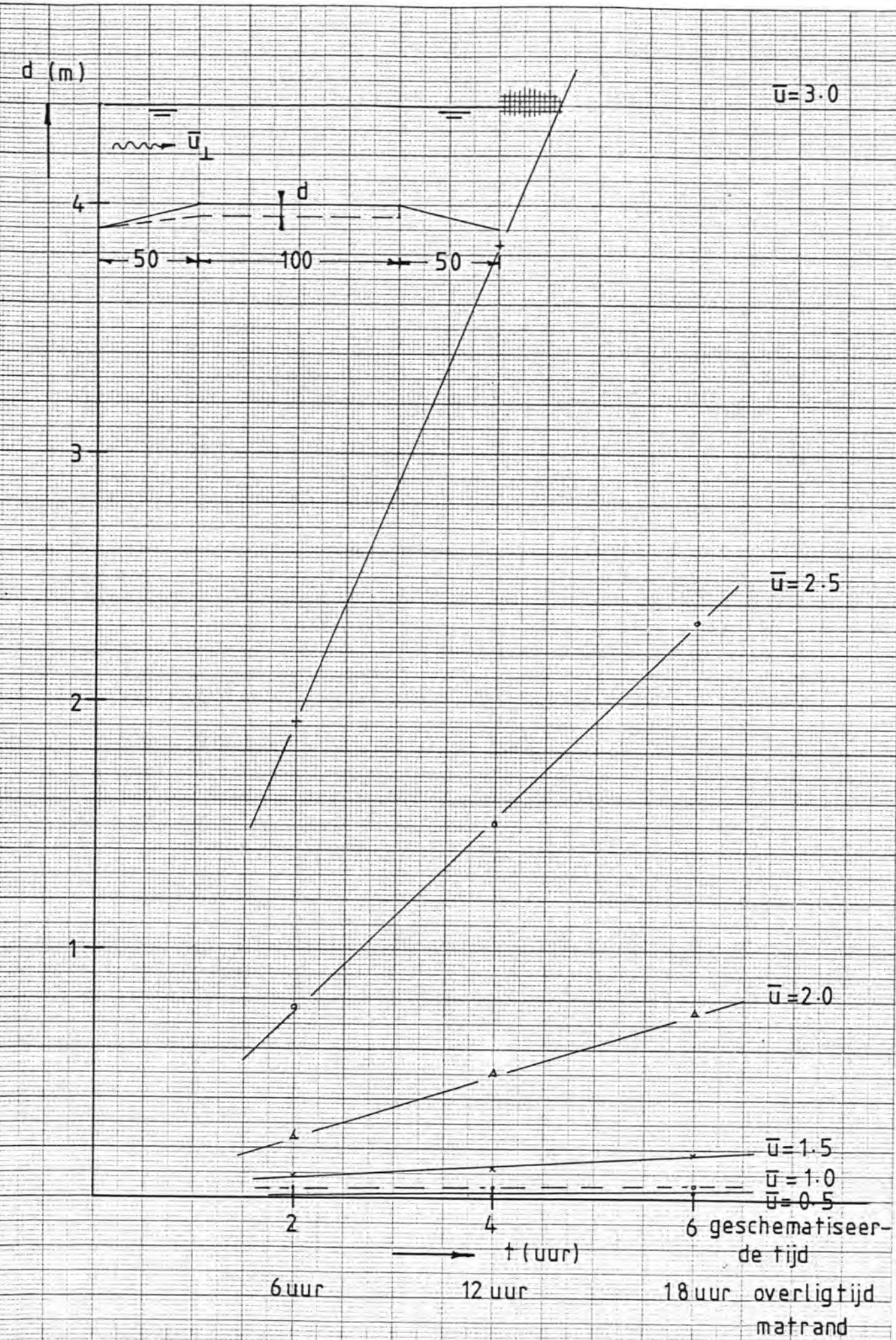


Fig. 6.2 ONTGRONDINGSVERLOOP NAAST DE MAT BIJ STROMING  $\perp$  AS SVK

$u_0$	aanwezige laagdikte (m)								
	(m/s)	0,01	0,02	0,04	0,06	0,08	0,10	0,15	∞
0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,15	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021
0,2	0,055	0,055	0,055	0,055	0,055	0,055	0,055	0,055	0,055
0,25	0,074	0,082	0,082	0,082	0,082	0,082	0,082	0,082	0,082
0,3	0,09	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12
0,35	0,09	0,13	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16
0,4	0,10	0,15	0,18	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19
0,45	0,11	0,16	0,23	0,25	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26
0,5	0,12	0,17	0,25	0,28	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
0,6	0,14	0,27	0,33	0,40	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43
0,7	0,15	0,20	0,30	0,37	0,44	0,50	0,56	0,56	0,56
0,8	0,16	0,22	0,32	0,40	0,50	0,57	0,73	0,73	0,73
0,9	0,18	0,23	0,33	0,41	0,52	0,63	0,88	0,88	0,88

verwachtingswaarde

$u_0$	aanwezige laagdikte (m)								
	(m/s)	0,01	0,02	0,04	0,06	0,08	0,10	0,15	∞
0,1	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
0,15	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
0,2	0,07	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
0,25	0,08	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11
0,3	0,08	0,12	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14
0,35	0,08	0,15	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17
0,4	0,08	0,15	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21
0,45	0,08	0,15	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
0,5	0,08	0,15	0,28	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
0,6	0,09	0,16	0,28	0,38	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41
0,7	0,09	0,16	0,29	0,41	0,49	0,55	0,57	0,57	0,57
0,8	0,09	0,17	0,30	0,41	0,51	0,58	0,68	0,76	0,76
0,9	0,09	0,17	0,31	0,42	0,53	0,61	0,75	0,98	0,98

standaardafwijking

Tabel 6.1. Verwachtingswaarde en standaardafwijking ontgrondingshoeveelheden in  $m^3/m^1$  bij éézijdige erosie.



$\psi = 0.035$				
k =	1.2	1.4	1.6	1.8
$\bar{u}$				
0.25	0	0	0	0
0.50	0	0	0	0
0.75	0	0	.000065	.000524
1.00	.000065	.000942	.006384	.025463
1.25	.002636	.018768	.069385	.167200
1.50	.025463	.102932	.244423	.419688
1.75	.102932	.272735	.477302	.656582
2.00	.244429	.477302	.678214	.814654
$\psi = .045$				
k =	1.2	1.4	1.6	1.8
$\bar{u}$				
0.25	0	0	0	0
0.50	0	0	0	0
0.75	0	0	0	0
1.00	0	.000111	.001066	.005760
1.25	.000373	.003943	.020471	.064832
1.50	.005760	.003919	.109250	.233965
1.75	.033919	.127030	.283885	.464392
2.00	.109249	.283883	.490037	.667484
C = 60 m 2/s $\Delta = 1.6$ $D_{50} = 0.04$ m ( $\sigma = 6$ )              ( $\sigma = 0.02$ )              ( $\sigma = 0.002$ ) $\sigma / \mu / (\bar{u}) = 0.2$ $\sigma / \mu (k) = 0.1$				

Tabel 6.2. Faalkans grind 30/60 mm tijdens opschonen ondermat/leggen bovenmat (k= 1.6 à 1.8).

Locatie	hm	eb		vloed		maatgevende		k		FAALKANS bij:	
										D50= 0,04	D50 =0,05 d50 =0,025
R1-R2	6.5	1.7	0.15	2.0	0,25	2.0	0.25	1.1.	0.11	.0243	.0054
R1-R2**	6.5	1.9	0.2	2.8	0.35	2.8	0.35	1.15.	0.172	.5000	.3088
R3-R6	8.0	2.4	0.25	1.8	0.23	2.4	0.25	1.1	0.11	.5671	.3901
R7-R9	9.5	2.4	0.25	2.3	0.25	2.4	0.25	1.1	0.11	.1396	.0453
R10-R13	11.0	2.4	0.25	2.3	0.25	2.4	0.25	1.1	0.11	.1396	.0453
R14-R17	13.0	2.3	0.25	2.2	0.25	2.3	0.25	1.1	0.11	.1396	.0453
R18-R22	15.0	2.0	0,25	2.2	0.25	2.3	0.25	1.1	0.11	.0970	.0285
R23-R26	17.0	1.8	0.2	2.2	0.25	2.2	0.25	1.1	0.11	.0644	.0172
R27-R29	18.5	1.6	0.18	2.1	0.25	2.1	0.25	1.1	0.11	.0644	.0172
R30-R32	20.0	1.4	0.15	1.9	0.22	1.9	0.22	1.1	0.11	.0406	.0099
R33	21.5	1.3	0.5	1.8	0.22	1.8	0.22	1.1	0.11	.0110	.0020
								1.1	0.11	.0056	.0009
S1**	59.5	1.8	0.28	1.7	0.28	1.8	0.28	1.15	0.172	.0286	.0081
S1*-S3	60.5	1.5	0.16	1.4	0.16	1.5	0.16	1.2	0.22	.0563	.0199
S4-S6	62.0	1.7	0.18	1.6	0.18	1.7	0.18	1.1	0.11	.0002	.0000
S7-S10	63.5	1.9	0.19	1.8	0.19	1.9	0.19	1.1	0.11	.0016	.0002
		2.1	0.25	2.1	0.25	2.1	0.25	1.1	0.11	.0087	.0014
S11-S13	65.0	2.0	0.22	2.0	0.19	2.0	0.22	1.1	0.11	.0406	.0099
S14-S16**	66.5	1.8	0.18	2.2	0.22	2.2	0.22	1.1	0.11	.0202	.0041
S16-S17	68.0	2.6	0.4	2.9	0.5	2.9	0.5	1.15	0.172	.0576	.0143
								1.2	0.22	.5542	.3812
								1.2	0.22	.6094	.4510
H1-H2**	76.0	1.5	0.2	1.9	0.2	1.9	0.2	1.1	0.11	.0094	.0016
H3-H5	77.5	1.8	0.22	2.2	0.25	2.2	0.25	1.1	0.11	.0644	.0172
		1.9	0.25	2.3	0.25	2.3	0.25	1.1	0.11	.0970	.0285
H6-H9	79.0	1.7	0.28	2.0	0.25	2.0	0.25	1.1	0.11	.0243	.0054
H10-H12	80.5	1.9	0.28	1.9	0.25	1.9	0.28	1.1	0.11	.0173	.0038
H13-H14	82.5	1.9	0.28	1.7	0.2	1.9	0.28	1.1	0.11	.0173	.0038
H15-H16**	83.5	2.3	0.3	2.2	0.3	2.3	0.3	1.15	0.172	.1904	.0825
								1.2	0.11	.2568	.1373

\* zonder damaanzet

\*\* met damaanzet

Tabel 6.3. Faalkans grind 30 /60 mm bij 1 x per jaar snelheden Cardium ("best guess") (m/s).

## Benodigde steensorteringen

Locatie : Negatieve overlap van - 50 m tot + 50 m (t.o.v. as SVK)

FAALKANS (F) gebaseerd op : getijcoëfficiënt : 1 x per jaar

: 1,5

: 0,035

Vak/ Sluitgat	Roompot			Schaar			Hammen		
	Sortering		F	Sortering		F	Sortering		F
1- 2	40/250	3700	0	40/250	3000	0	40/250	3700	0
2- 3			0			0			1
3- 4			0			0			2
4- 5			2			0			2
5- 6			2			0		3700	1
6- 7			2			0		3000	3
7- 8			3			0			1
8- 9			3			1			1
9-10		3700	3			1			1
10-11		5100	0			1			1
11-12			0			1			1
12-13			0			5			1
13-14			0			5			0
14-15			0			1			0
15-16			0			1	40/250	3000	0
16-17			3	40/250	3000	0			
17-18			3						
18-19			3						
19-20			5						
20-21			5						
21-22			5						
22-23			x8						
23-24			x8						
24-25			x8						
25-26			x8						
26-27			x9						
27-28			x9						
28-29			x9						
29-30			x7						
30-31			7						
31-32			3						
32-33	40-250	5100	1						

Tabel 6.4. Faalkans F in %. Afdeklaag negatieve overlap.  
Pijlgebied.  
(Met "pukkel" in Schaar en Hammen)



Benodigde steensorteringen

Locatie : Negatieve overlap (O.S.Z.) van + 50 m tot + 100 m (t.o.v. as SVK)

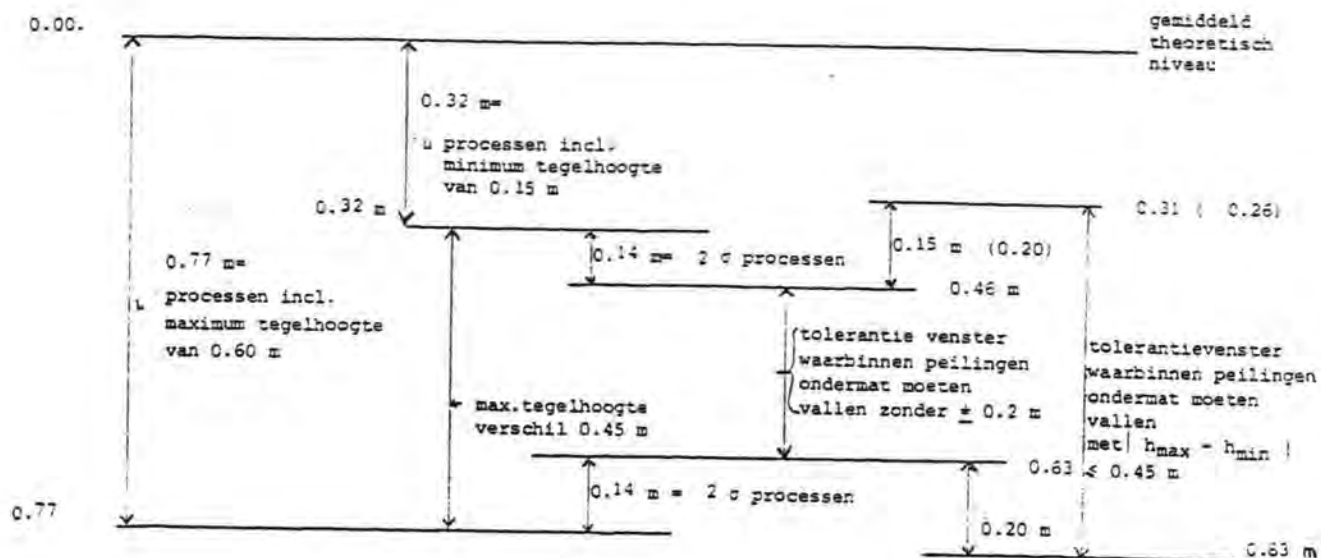
FAALKANS (F) gebaseerd op : getijcoëfficiënt : 1 x per jaar

: 1,3

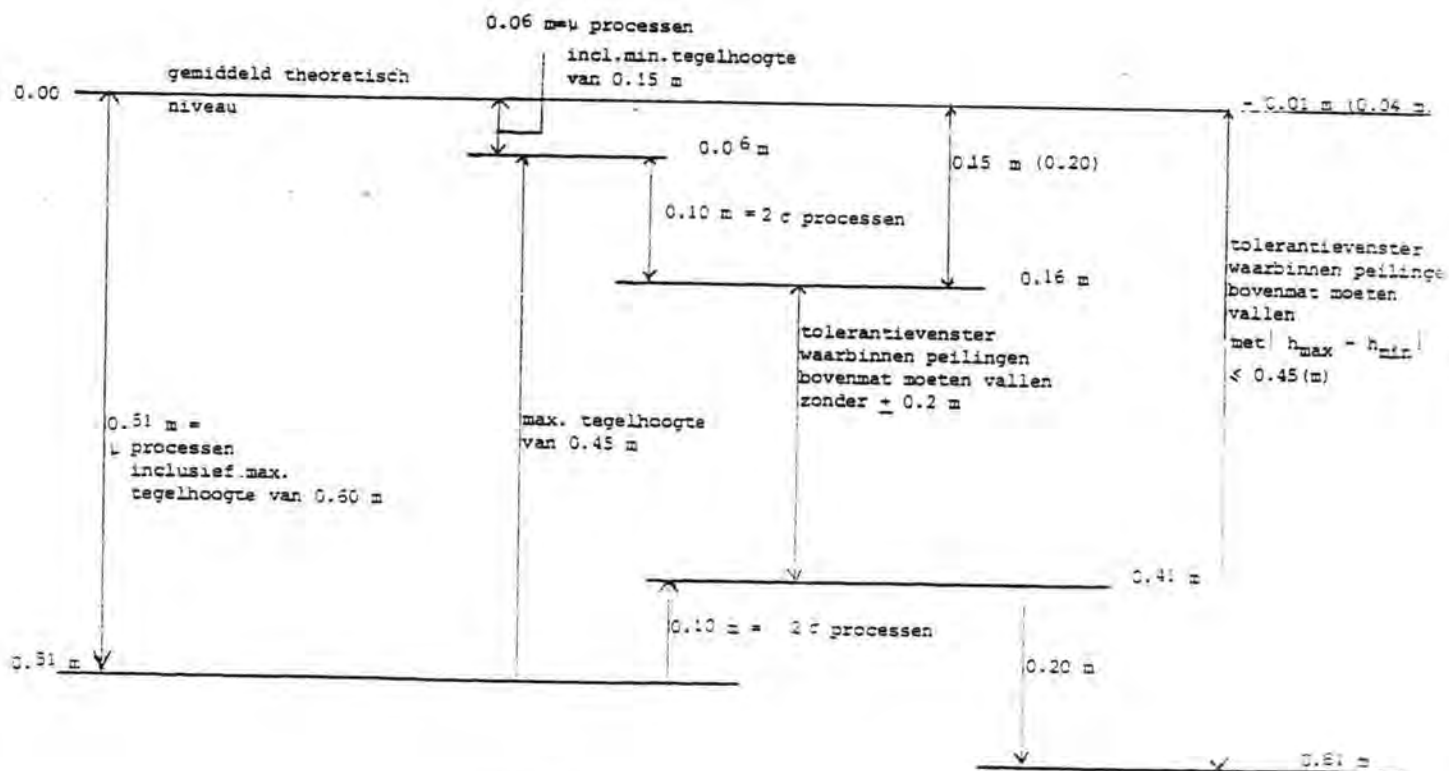
: 0,045

Vak/ Sluitgat	Roompot			Schaar			Hammen		
	Sortering		F	Sortering		F	Sortering		F
1- 2	40/250	3000	1	40/250	2650	2	40/250	2650	3
2- 3		3000	3			0		2650	2
3- 4		2650	2			0		3000	6
4- 5			0			0		3000	6
5- 6			0			0		2650	2
6- 7			1			0			2
7- 8			3			1			1
8- 9			3			1			1
9-10			1			1			1
10-11			2			1			1
11-12			2			1			1
12-13			2			1			1
13-14			2			1			1
14-15			3			1			1
15-16			3			1	40/250	2650	2
16-17			3	40/250	2650	3			
17-18			3						
18-19			2						
19-20			3						
20-21			3						
21-22			4						
22-23			4						
23-24		2650	5						
24-25		3000	3						
25-26			3						
26-27			4						
27-28			x7						
28-29			x9						
29-30			4						
30-31			3						
31-32			0						
32-33	40-250	3000	0						

Tabel 6.6. Faalkans F in %. Afdeklaag negatieve overlap.  
 Overgangsconstructie O.S.-zijde  
 (Met "pukkel" in Schaar en Hammen)

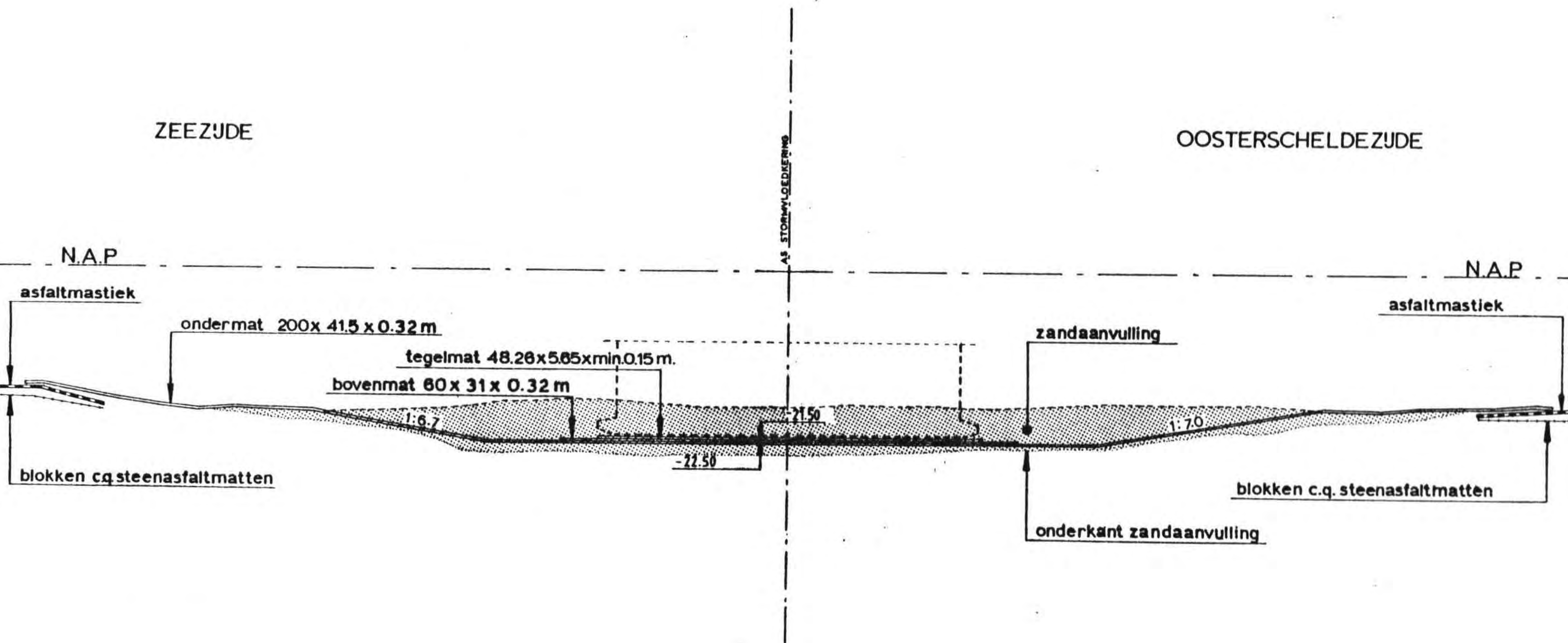


ONDERMAT



BOVENMAT

Figuur 7.1 Absolute goedkeurgrenzen onder- en bovenmat.



Figuur 8.1 OPBOUW FUNDERINGSBED  
 DWARSPROFIEL T.P.V. HAMMEN 14



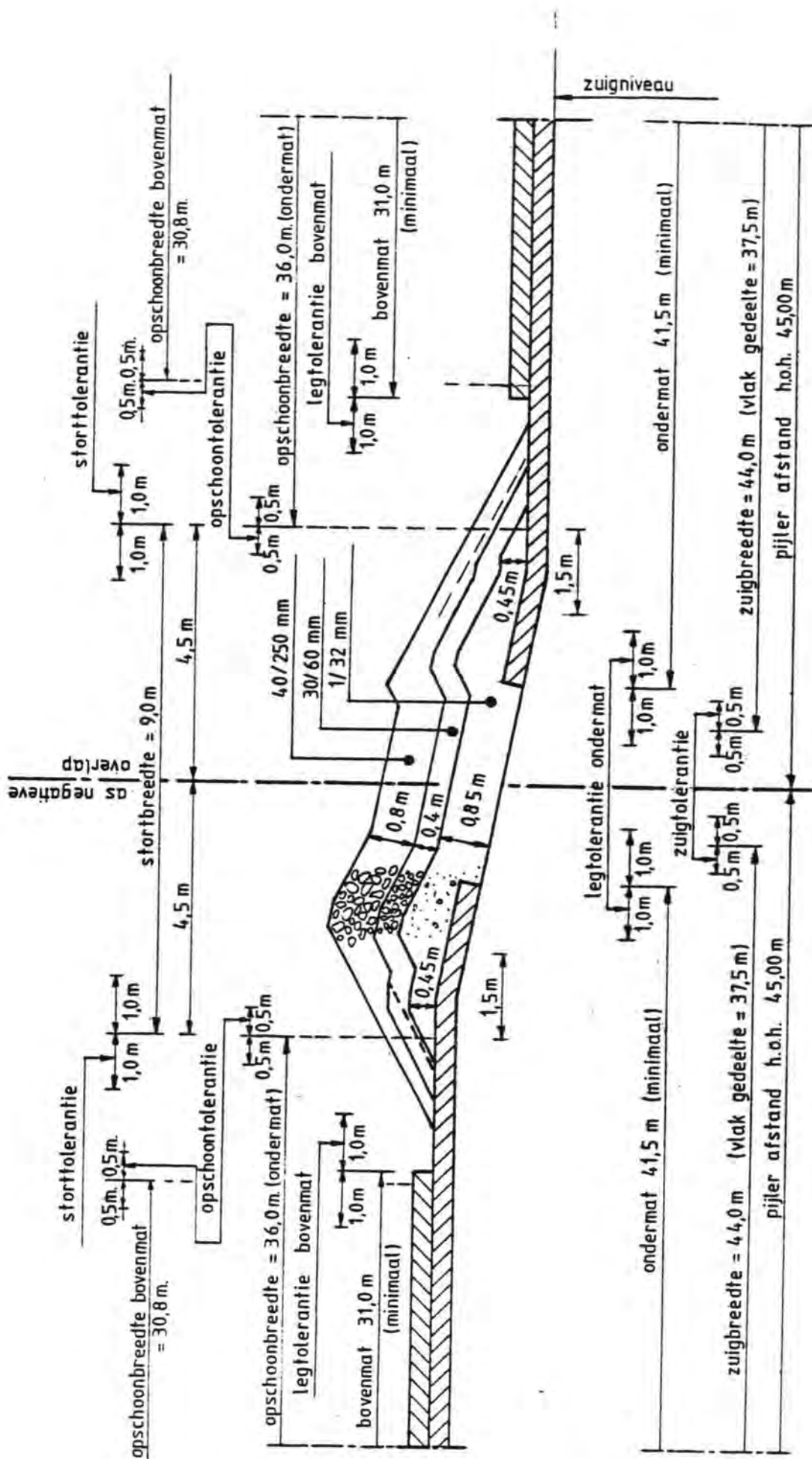
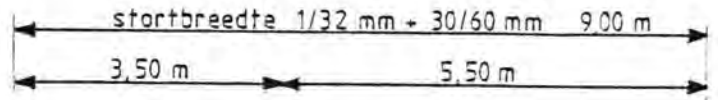
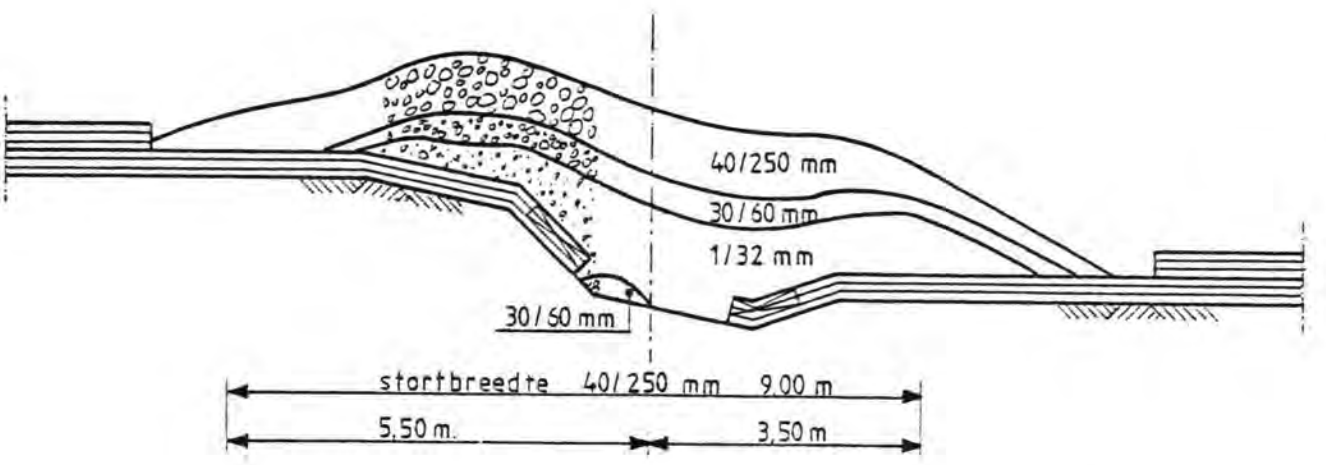
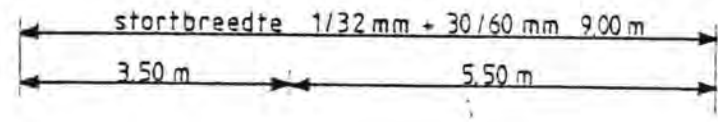
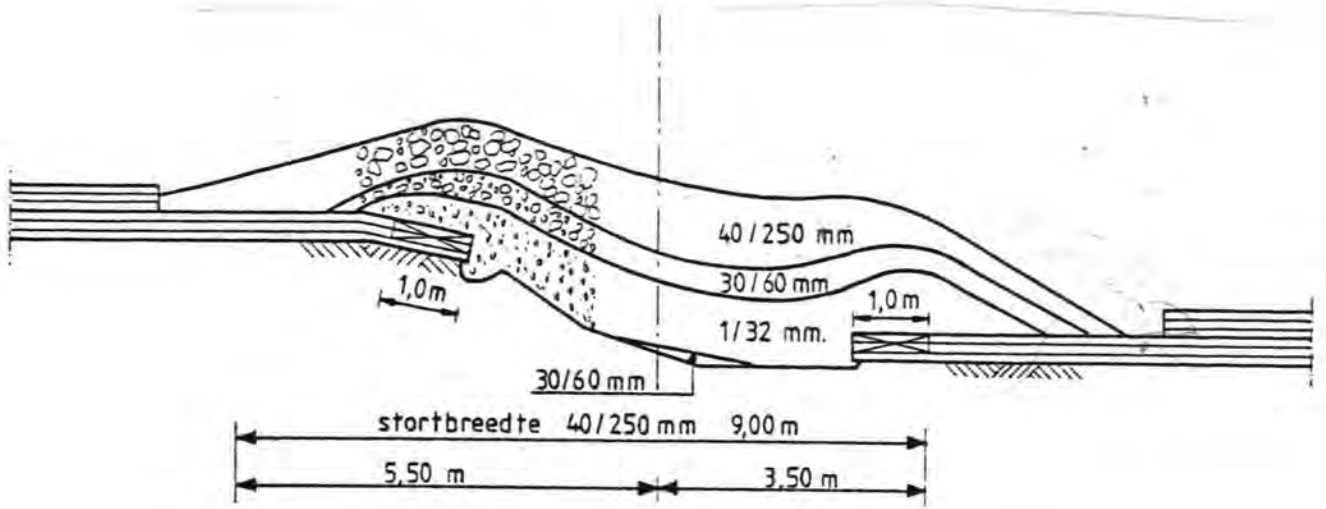


Fig. 8.2

OVERZICHT ZUIG-, LEG- EN STORTTOLERANTIES

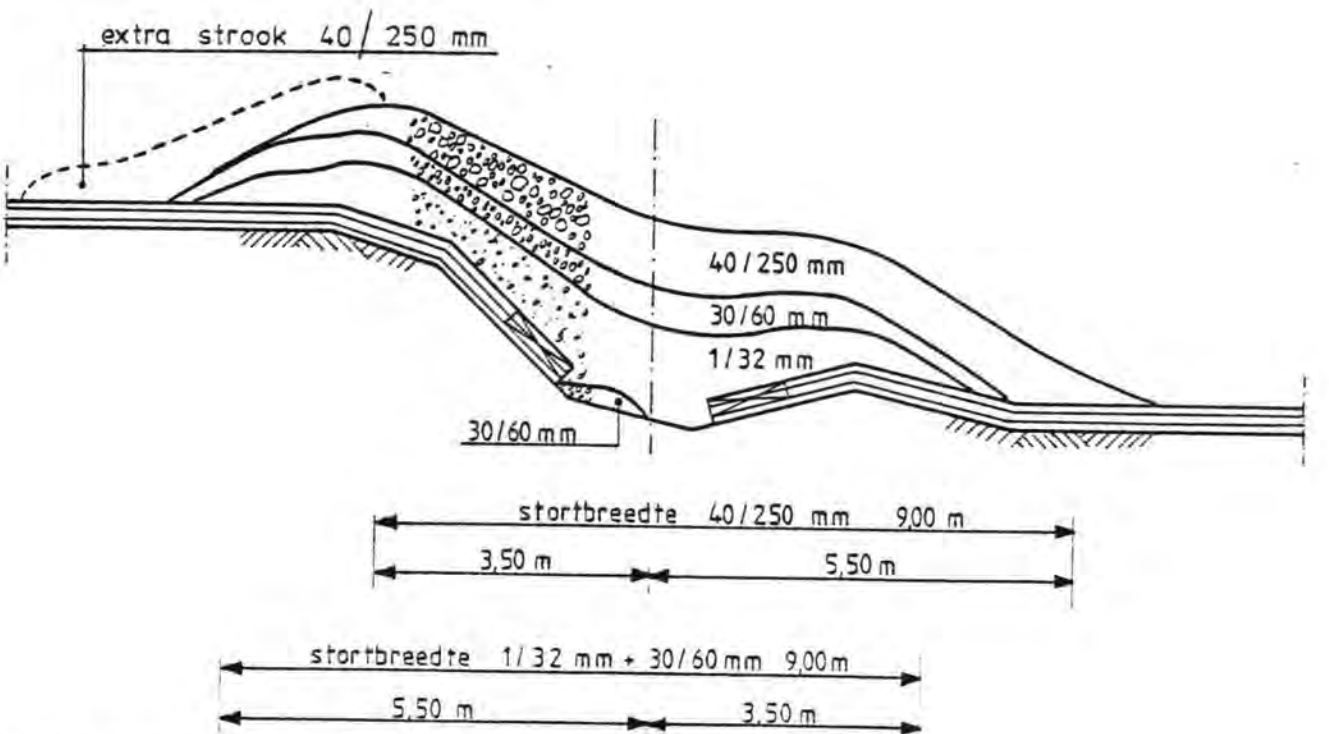
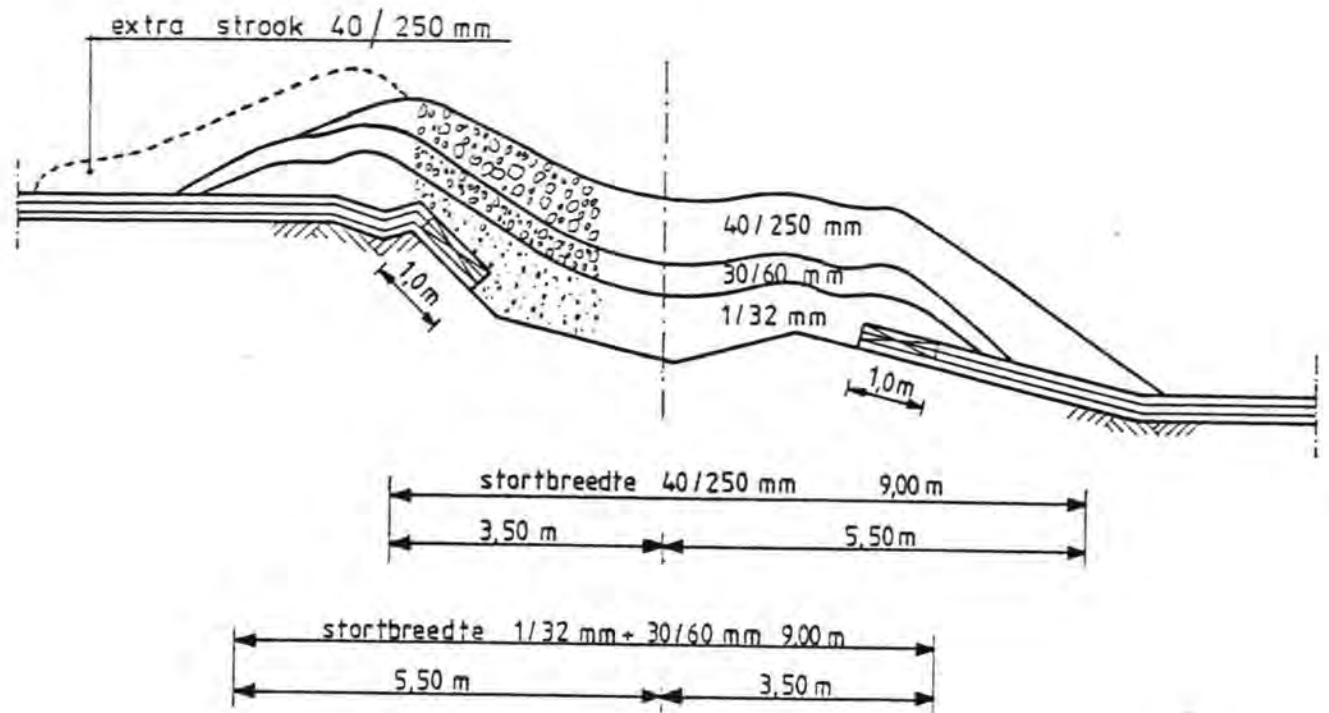




MIDDELDE LAAGDIKTEN

- teriaal 40/250 mm dik 0,80 m
- .. 30/60 mm dik 0,40 m
- .. 1/32 mm dik 0,85 m, resp. 0,45 m over  
de laatste 1,50 m

Fig. 8.3 NEGATIEVE OVERLAP IN PULERGEBIED



EMIDDELDE LAAGDIKTEN

material	40/250 mm dik 0,80 m
„	30/60 mm dik 0,40 m
„	1/32 mm dik 0,85 m, resp. 0,45 m over de laatste 1,50 m

Fig. 8.4 NEGATIEVE OVERLAP IN OVERGANGSGEBIED

ZEEZIJDE

rand steenasfaltmatten

rand blokkegmatten

losgestort filter

H 6

rand asfaltmastiek

korte ondermat (150 m)

H 1

H 2

H 3

H 4

H 5

H 6

H 7

rand asfaltmastiek

uitbreiding asfaltmastiek

H 9

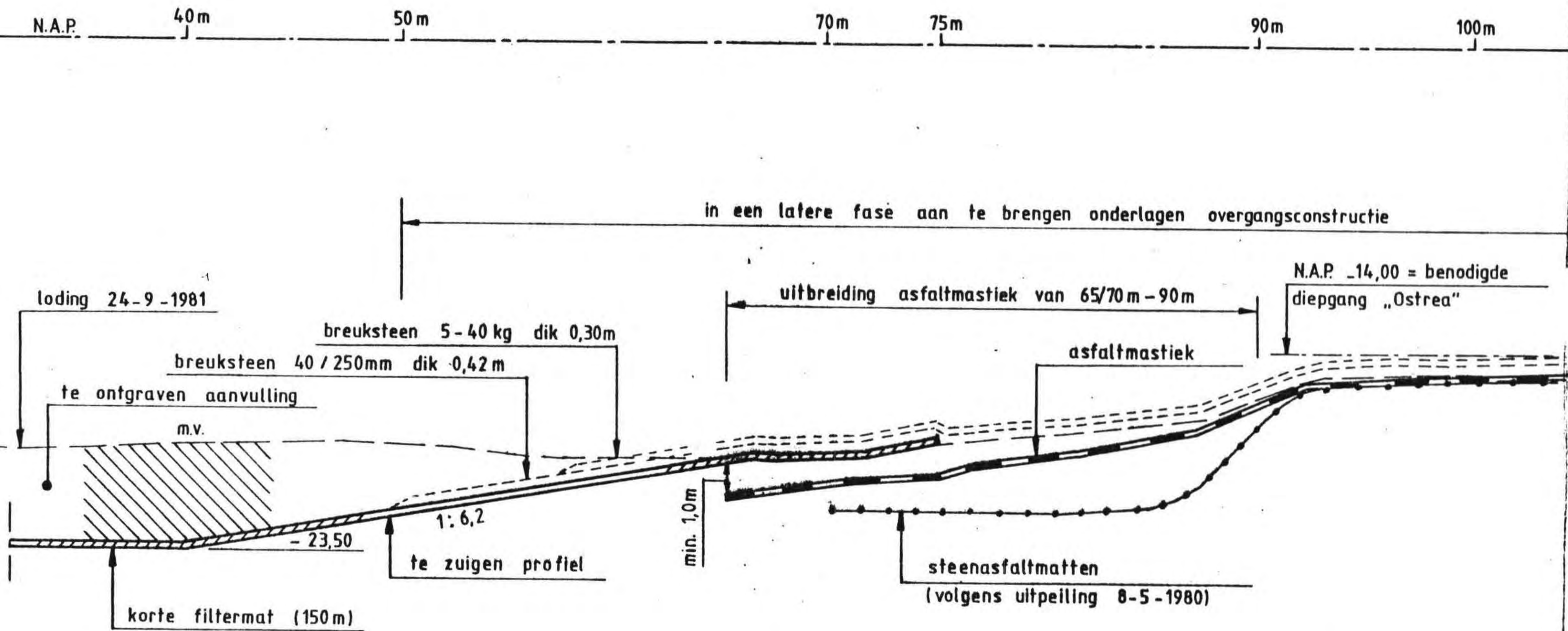
OOSTERSCHELDEZIJDE

rand blokkenmatten

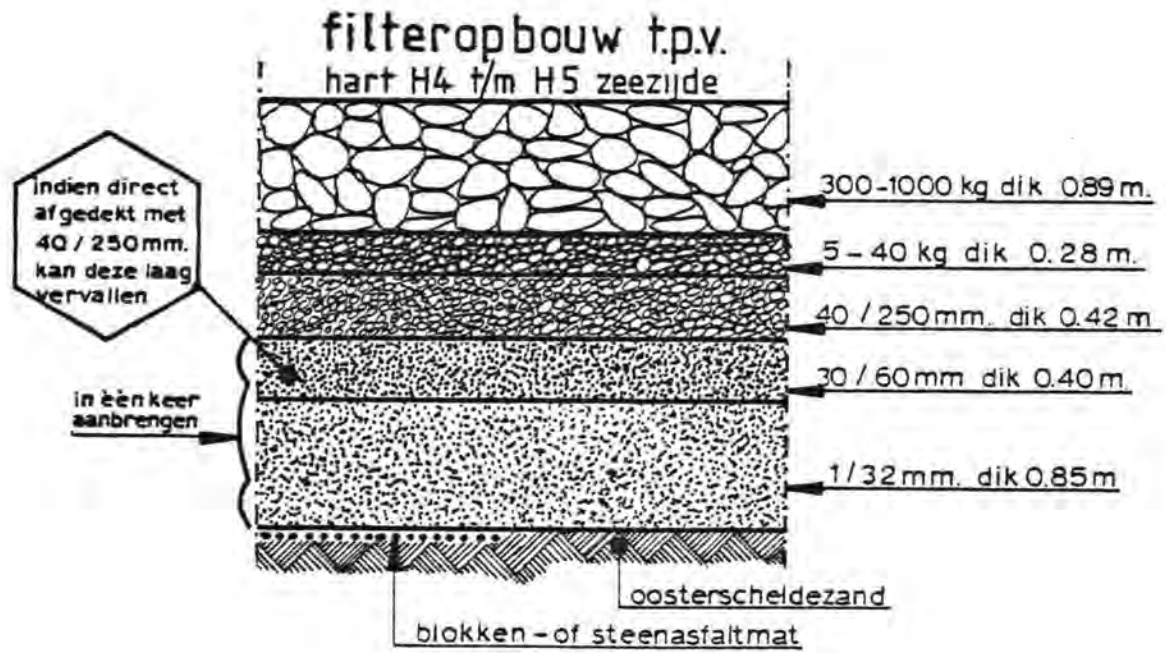
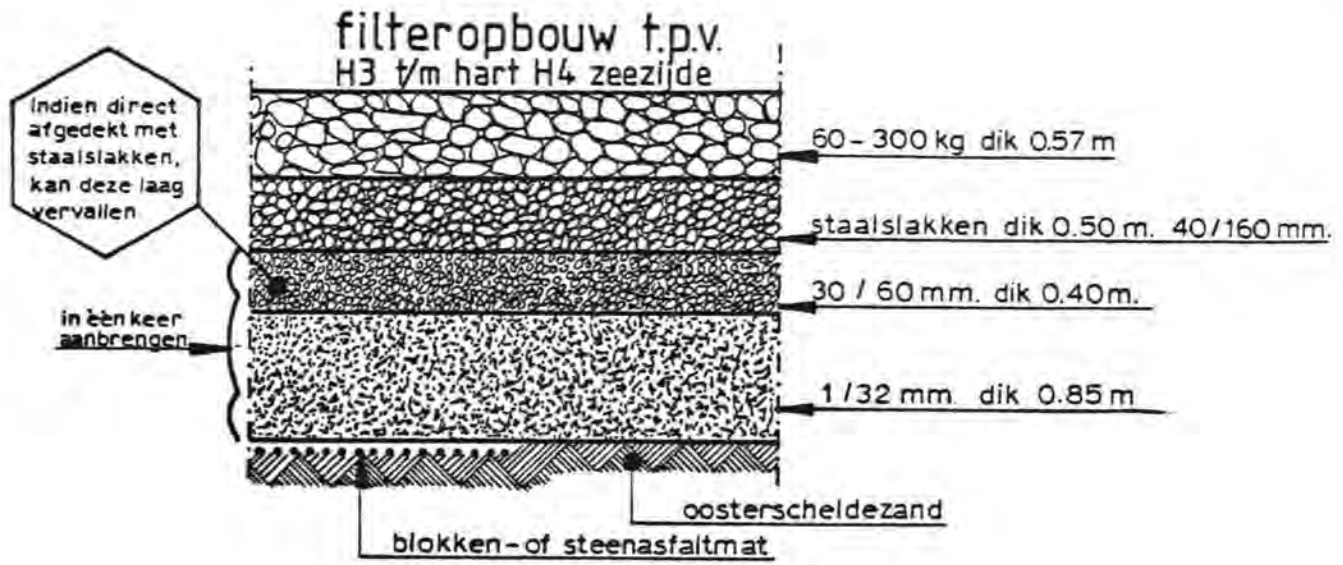
rand steenasfaltmatten

Figuur 8.5 KORTE ONDERMATTEN t.p.v. H3 - H5

DOORSNEDE t.p.v. RAAI 450



Figuur 8.6 AANSLUITING KORTE FILTERMAT  
OP ASFALTMASTIEK  
t.p.v. H3 OOSTERSCHELDEZIJDE



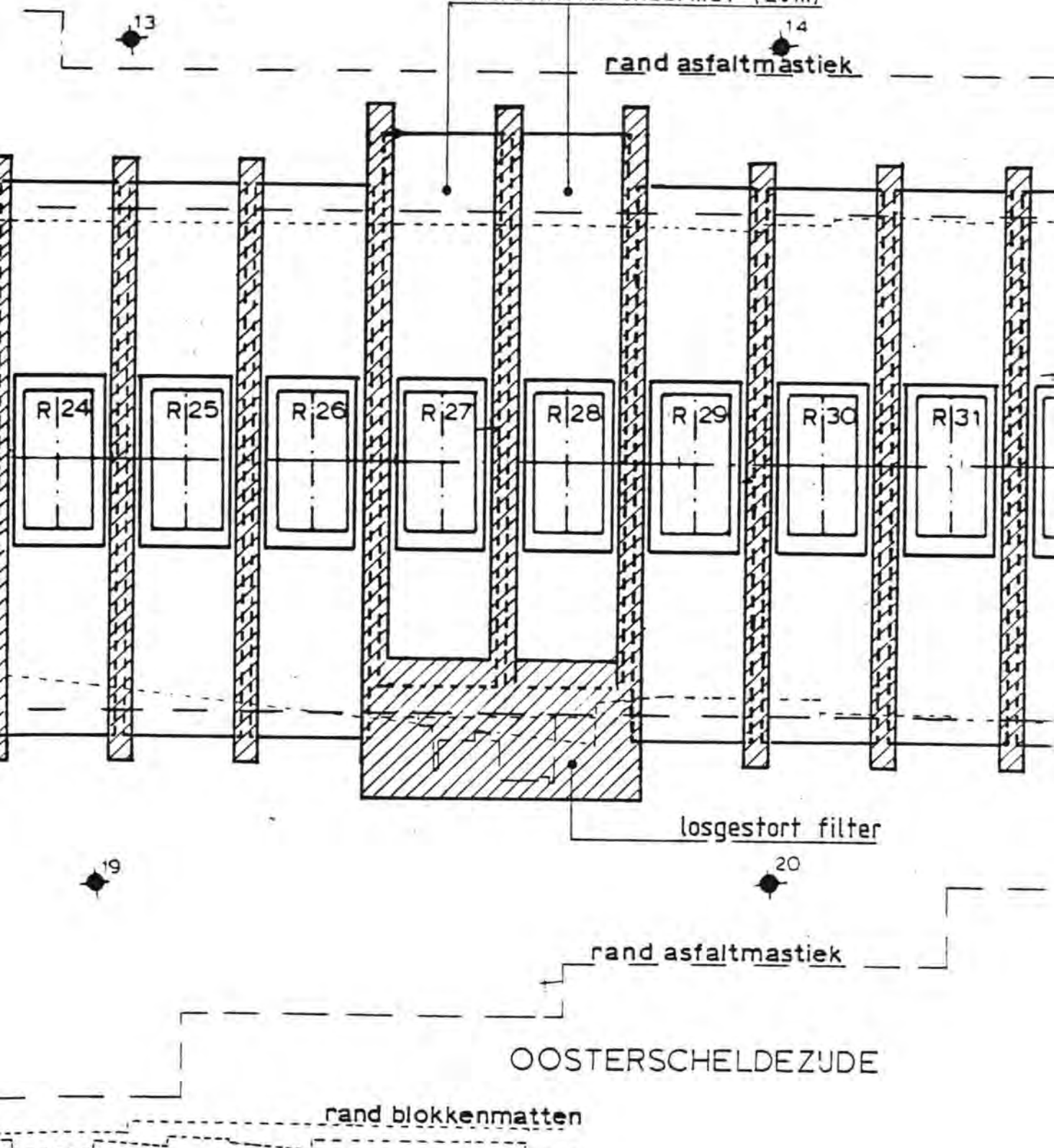
Figuur 8.7 FILTEROPBOUW t.p.v. H4 t/m H5

ZEEZIJDE

rand blokkenmatten

verschoven ondermat (20m)

rand asfaltmastiek



losgestort filter

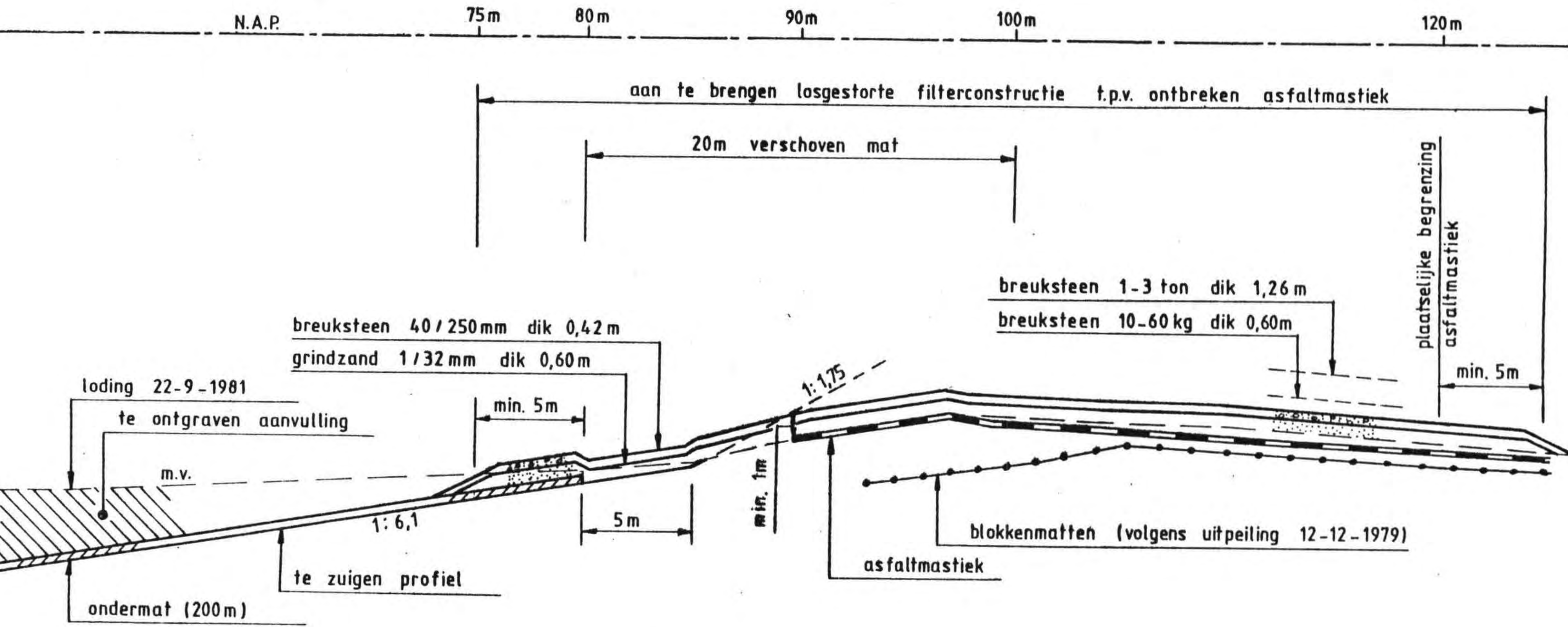
rand asfaltmastiek

OOSTERSCHELDEZIJDE

rand blokkenmatten

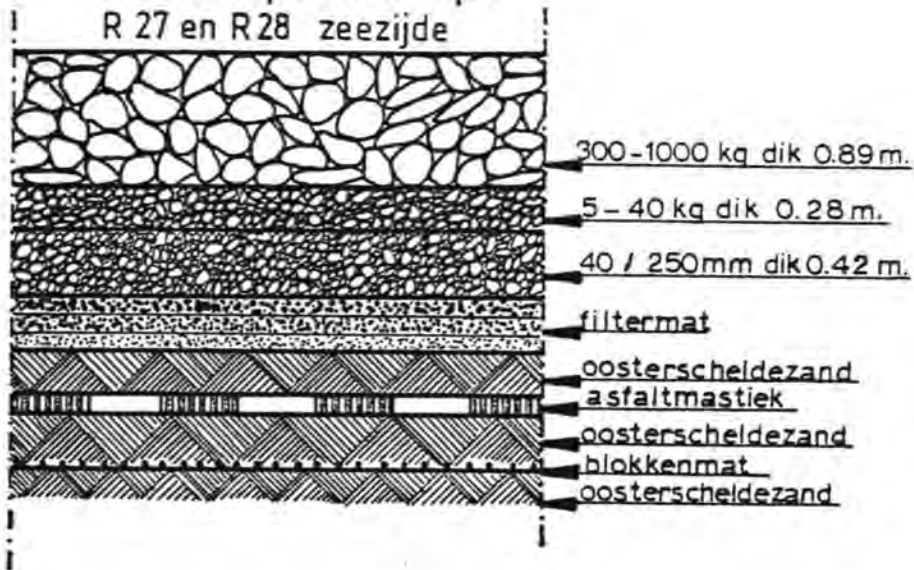
Figuur 8.8 VERSCHOVEN ONDERMAT t.p.v. R27 - R28

DOORSNEDE t.p.v. RAAI 1860

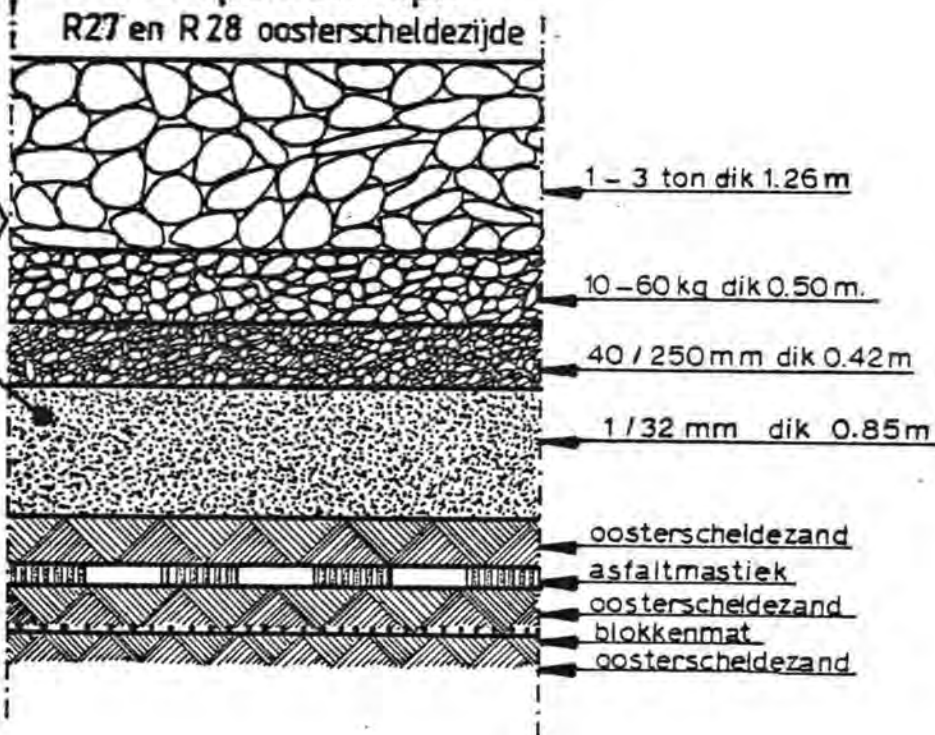


Figuur 8.9 AANSLUITING LOSGESTORT FILTER  
OP VERSCHOVEN FILTERMAT  
t.p.v. R 28 OOSTERSCHELDEZIJDE

filteropbouw t.p.v.  
R 27 en R 28 zeezijde



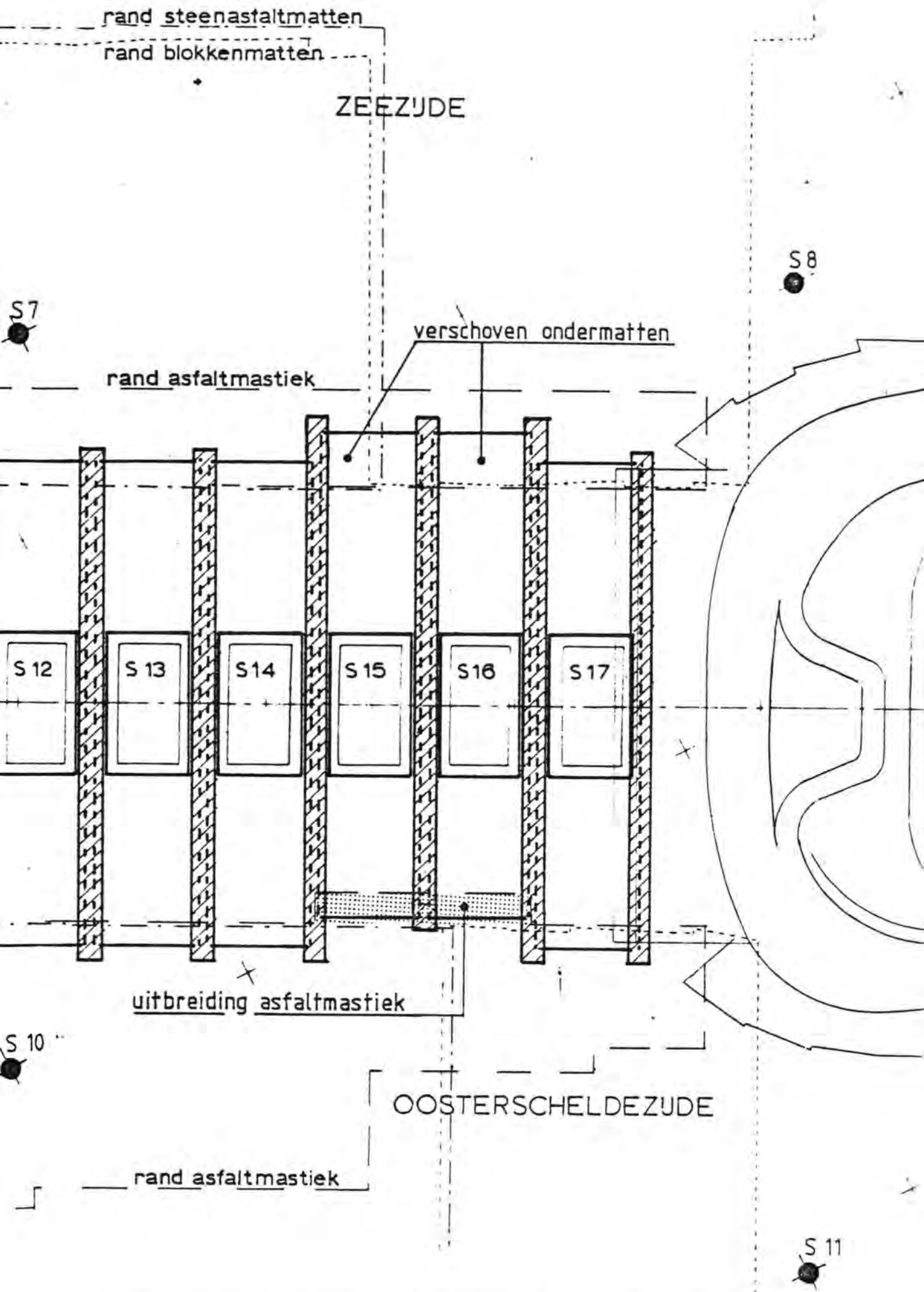
filteropbouw t.p.v.  
R27 en R28 oosterschelde zijde



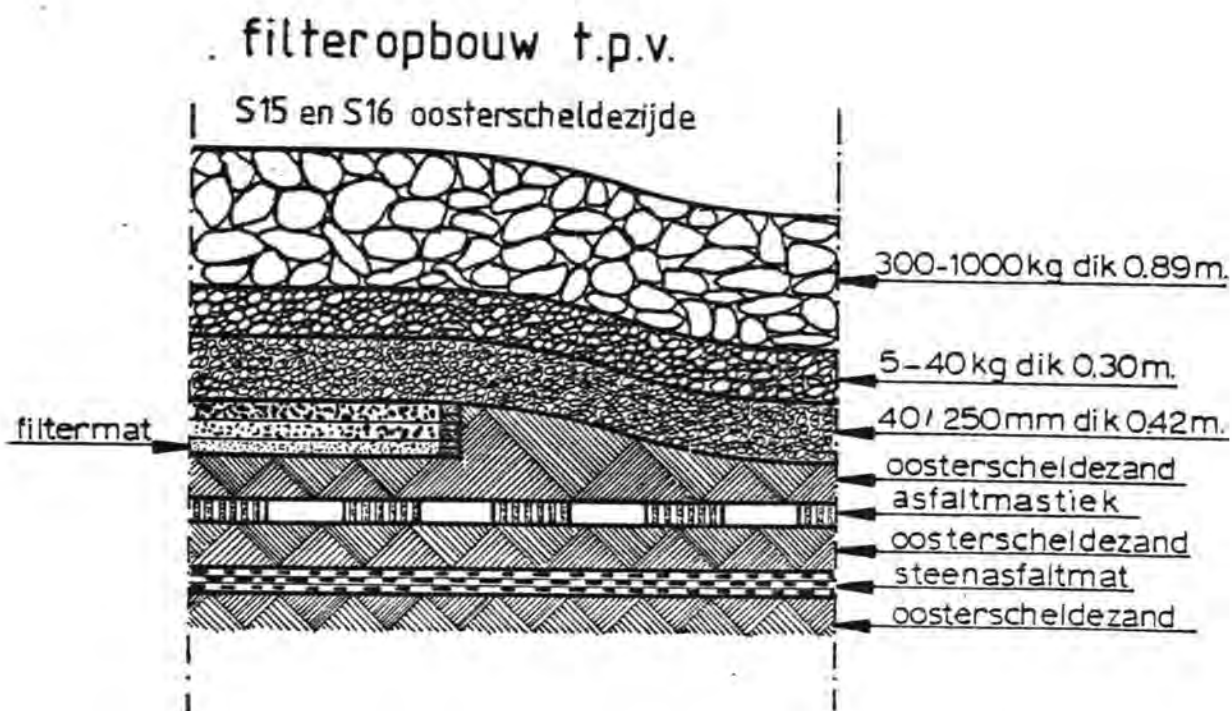
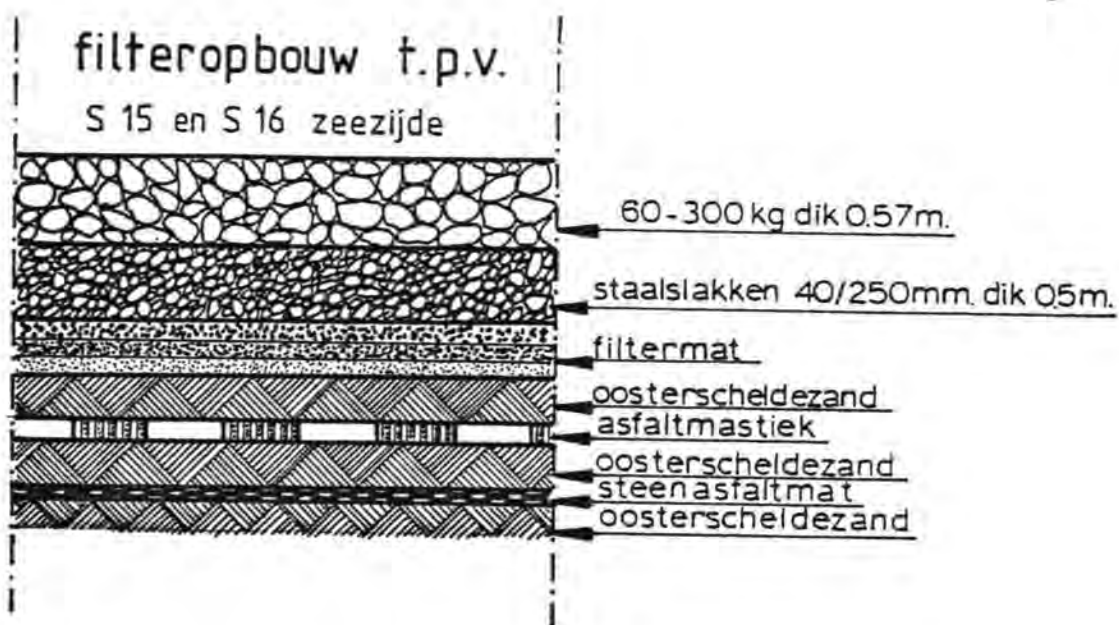
indien de  
1/32 mm niet  
wordt afgedekt  
met 40/250 mm dan  
moet er een tussen-  
laag 30/60mm  
worden aan-  
gebracht

Figuur 8.10 FILTEROPBOUW t.p.v. R27 en R28

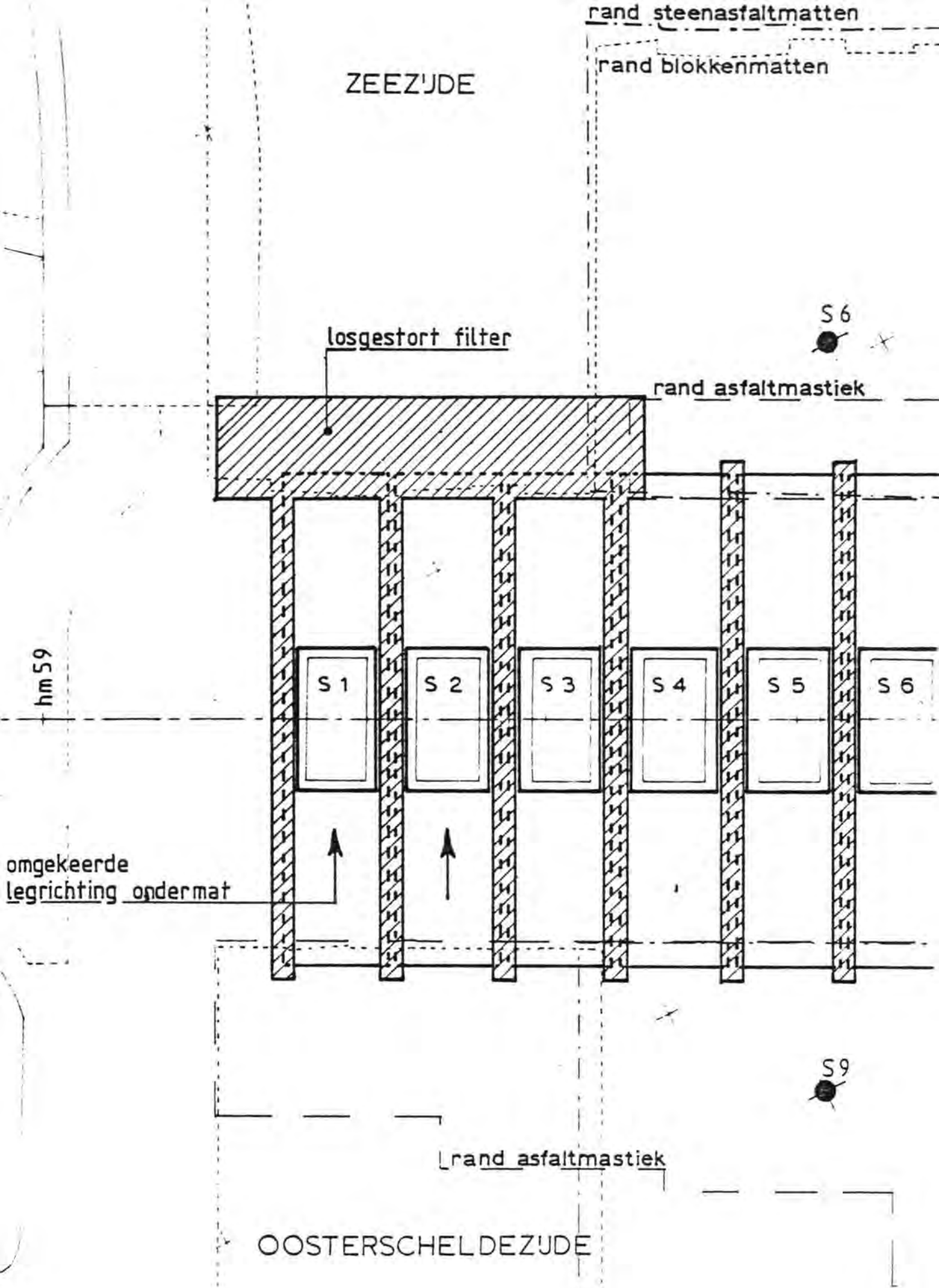




Figuur 8.11 VERSCHOVEN ONDERMAT t.p.v. S15-S16



Figuur 8.12 FILTEROPBOUW t.p.v. S15 en S16

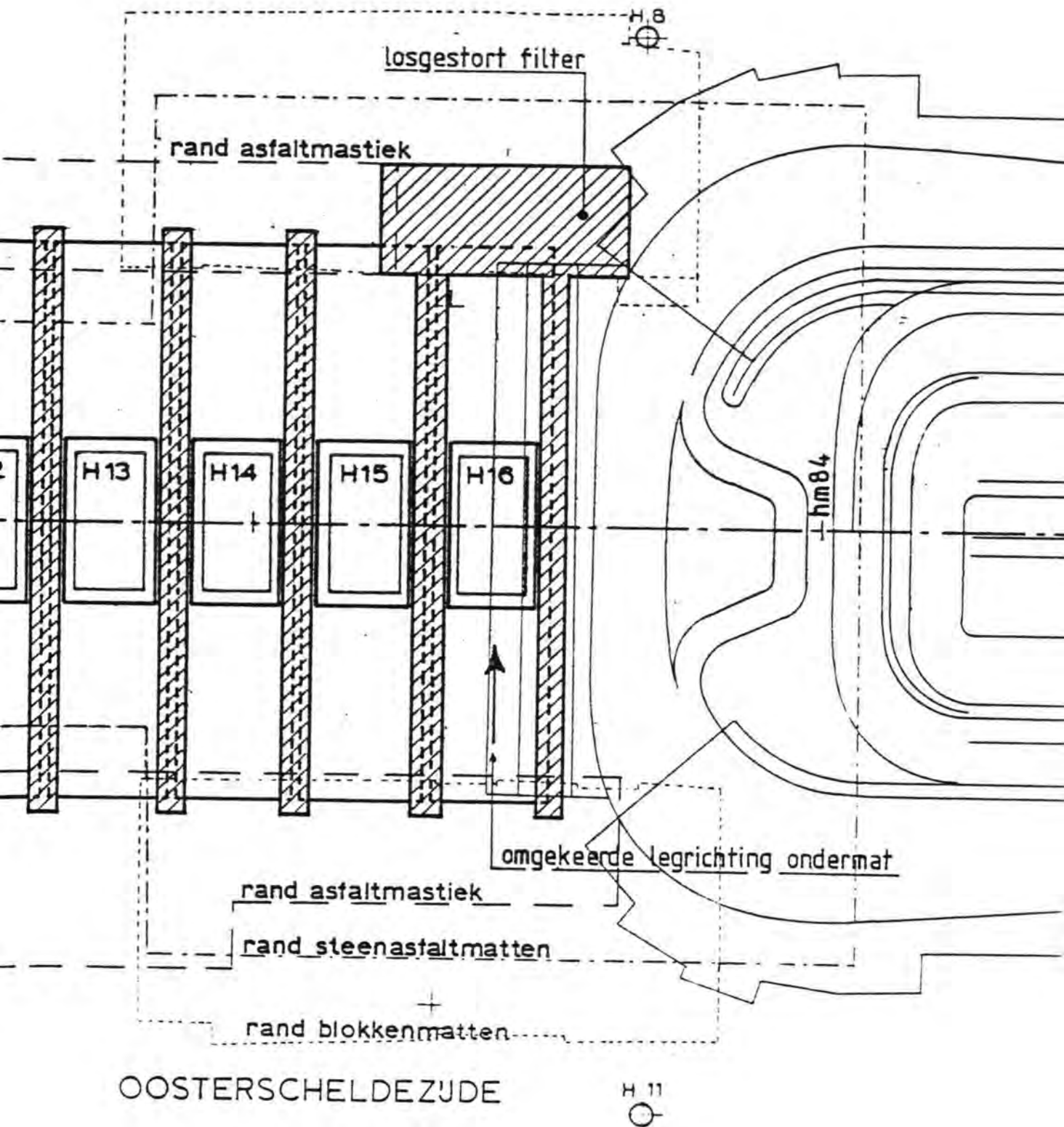


Figuur 8.13 LOSGESTORT FILTER t.p.v. S1-S4

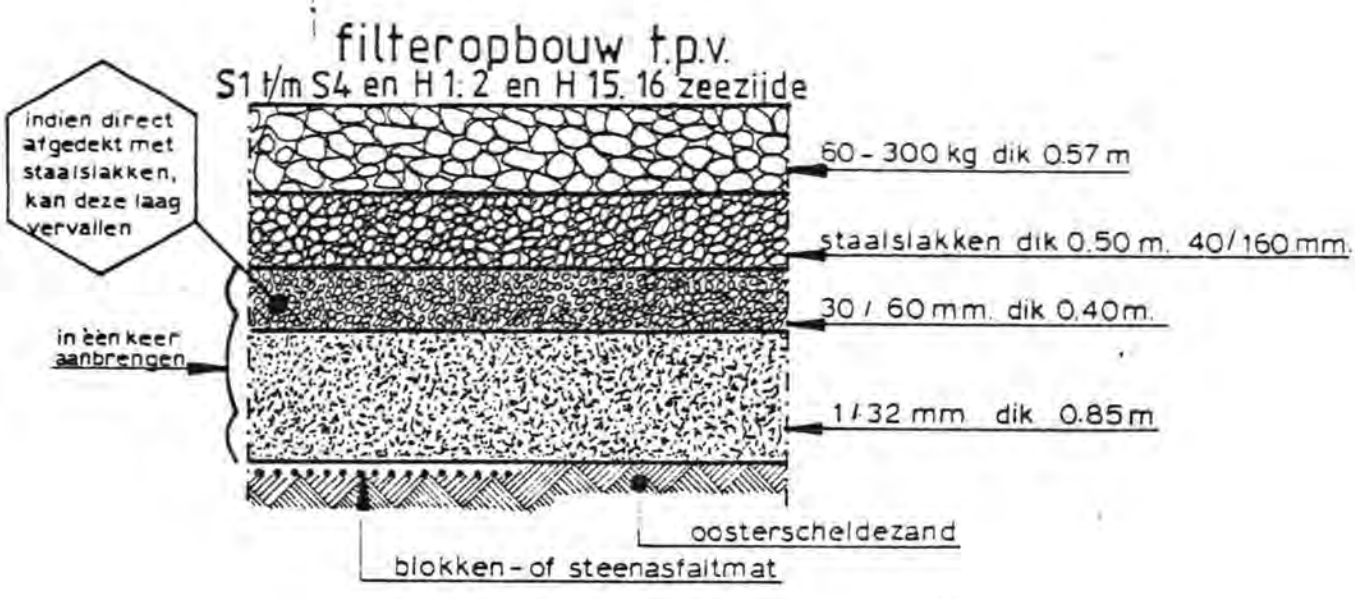
ZEEZIJDE

rand steenasfaltmatten

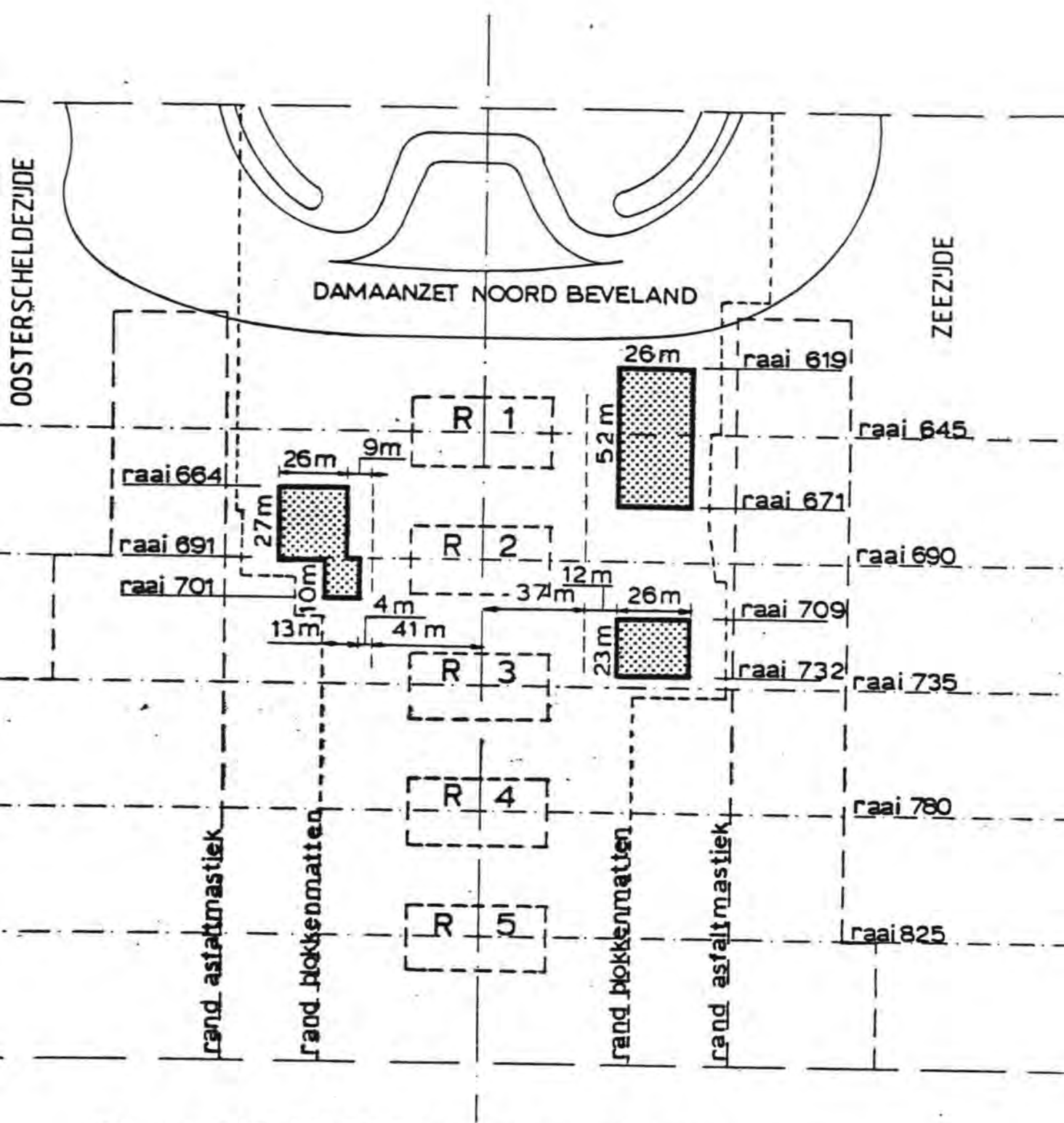
rand blokkenmatten



Figuur 8.14 LOGGESTORT FILTER t.p.v. H15 - H16

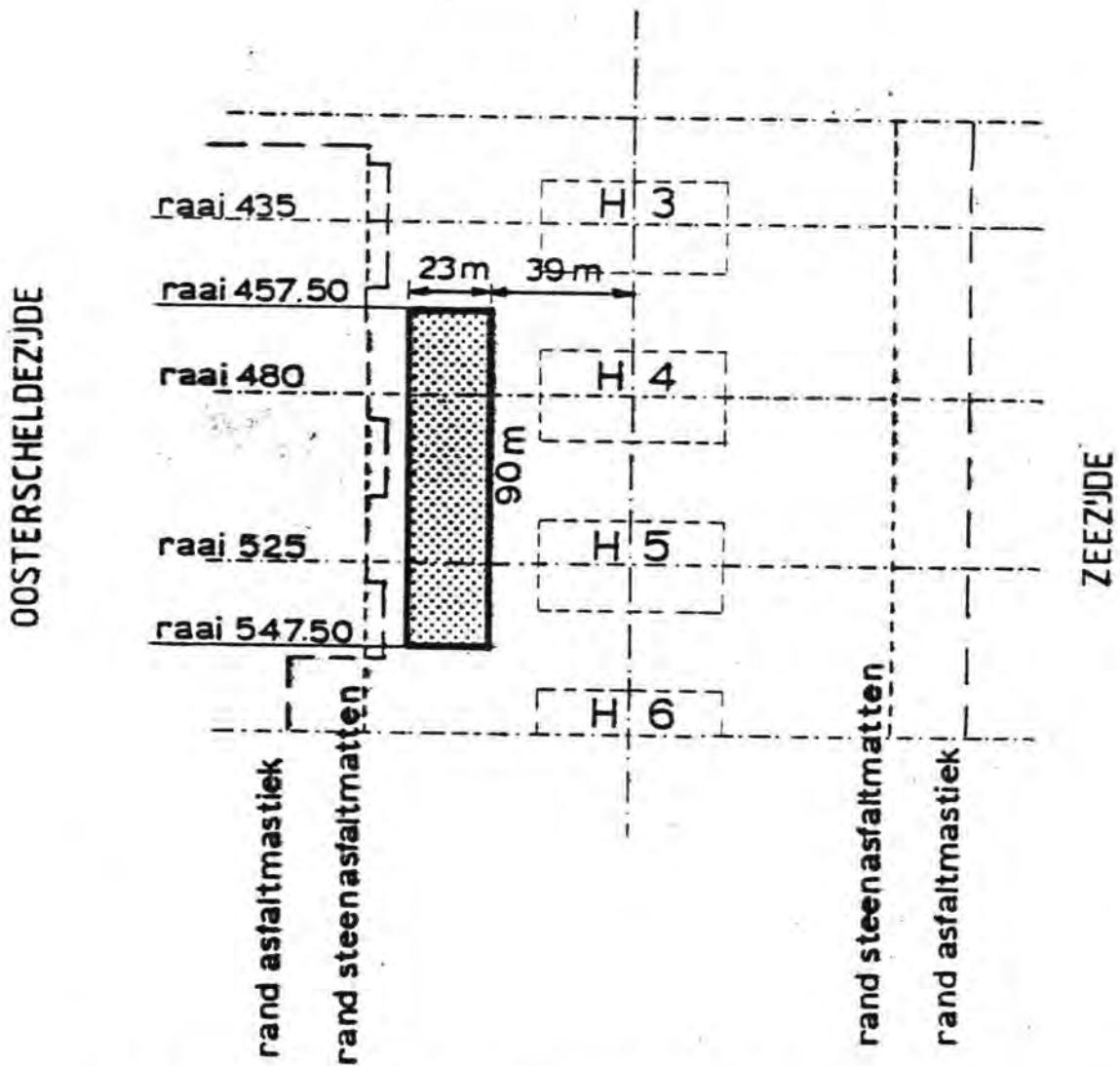


Figuur 8.15 FILTEROPBOUW t.p.v. S1 t/m S4, H15 en H16



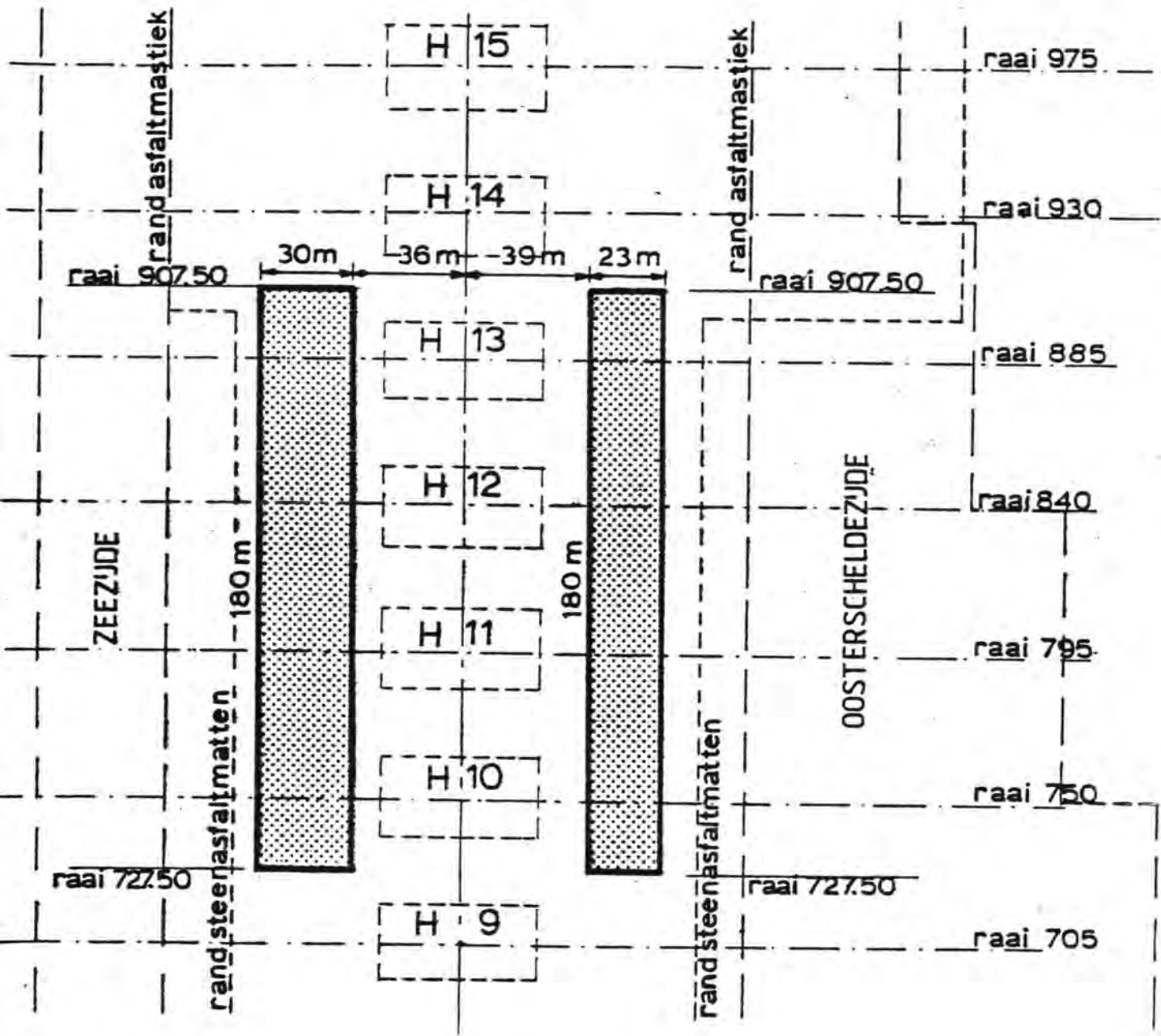
Figuur 8.16 UITBREIDING VERDICHTING „MYTILUS“

ROGGENPLAAT NOORD



Figuur 8.17 UITBREIDING VERDICHTING „MYTILUS“

# DAMAANZET SCHOUWEN



Figuur 8.18 UITBREIDING VERDICHTING „MYTILUS“



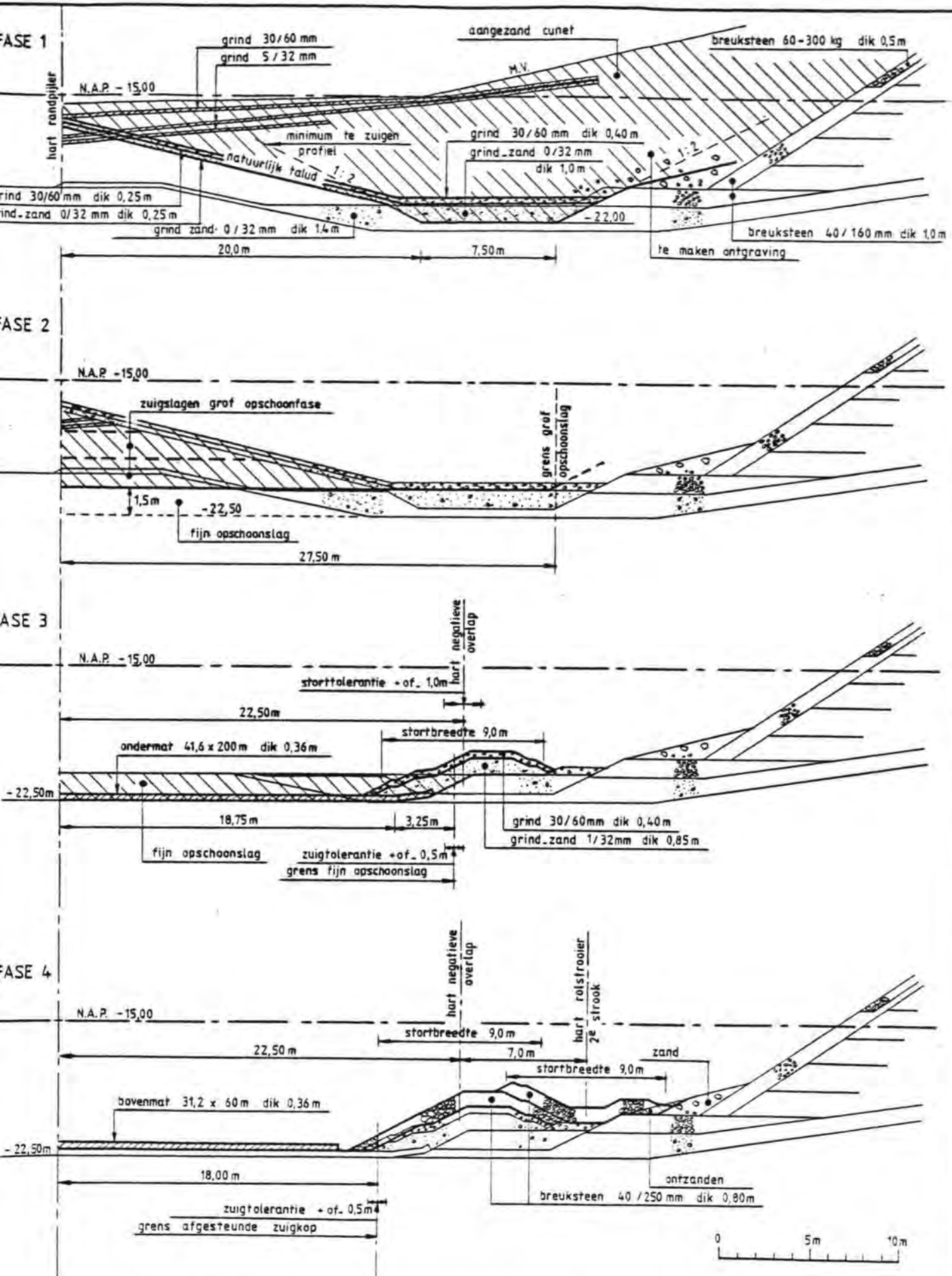


Fig. 8.19 FASERING AANSLUITING FILTERMAT MET AFSTORTING MATRAND OP BESTAANDE DAMAANZET

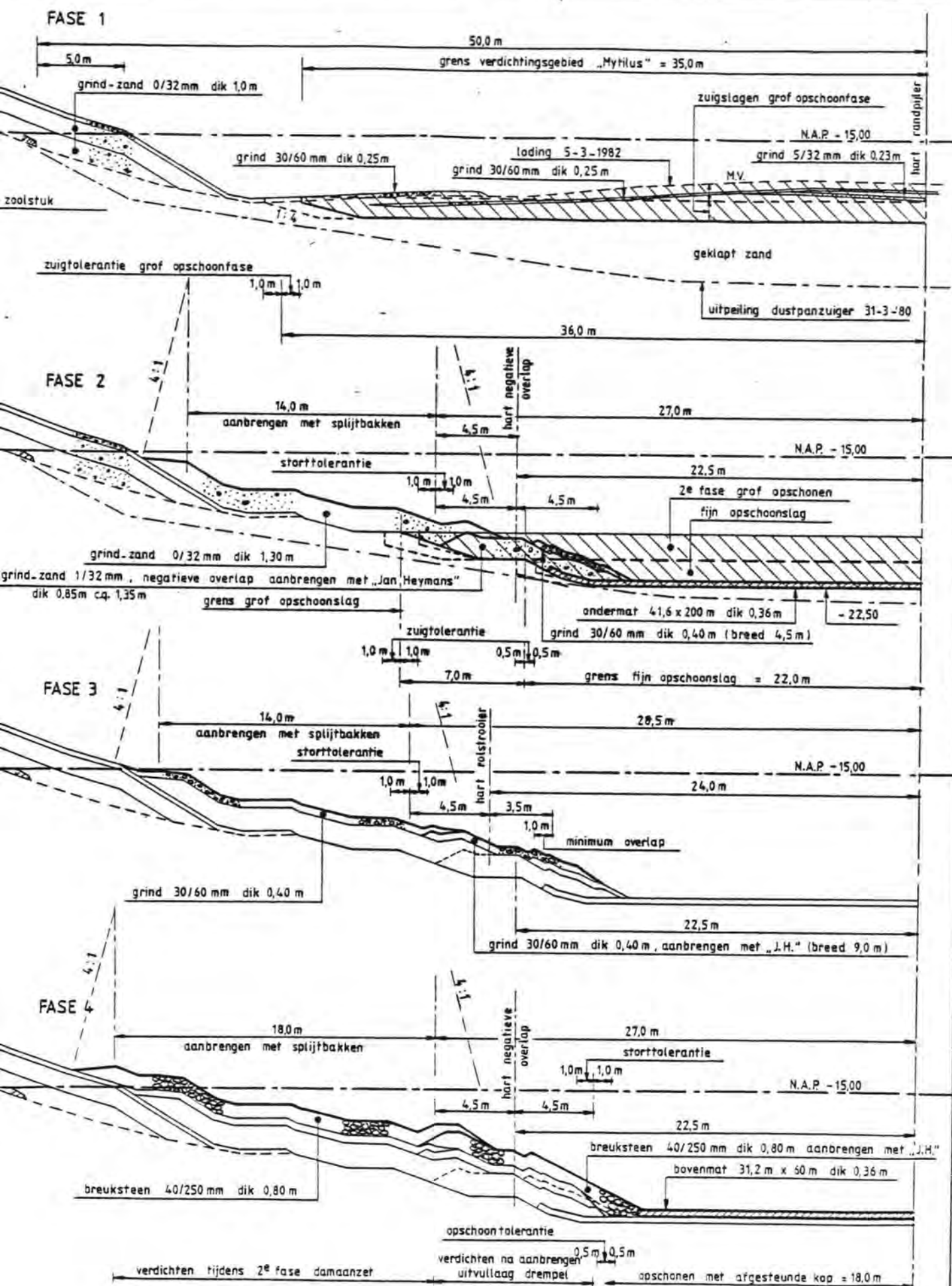


Fig. 8.20 FASERING AANSLUITING FILTERMAT MET AFSTORTING  
MATRAND OP VERKORTE DAMAANZET

