

95-156

notanr : WBA-M-87.018

**Erosieschade aan glooiing  
betonblokken op klei van  
de Perkpolder (Hulster  
Ambacht).**

projectnr: W.86.06/05.

Dienst Weg- en Waterbouwkunde.

**Hoofdafdeling Waterbouw.**

Afdeling Advies.

J.C.P. Johanson.

datum : 2 november 1987.

	<b>Inhoud.</b>	<b>blz.</b>
1.	Samenvatting.	1.
2.	Huidige situatie.	2.
3.	Schade in het verleden.	3.
3.1.	Beschrijving van de schade.	3.
3.2.	Oorzaak van de schade.	4.
4.	Nader onderzoek klei.	5.
5.	Te verwachten schade.	7.
6.	Traceren schadegevoelige plekken.	7.
7.	Herstel schade en voorkomen van erosie.	8.
8.	Literatuur.	10.

	<b>Bijlagen.</b>	<b>formaat/tek.nr.</b>
1.	Situatie.	A 4 / 87078.
2.	Dwarsprofiel.	A 4 / 87079.
3.	Korrelverdelingen.	A 4 / 87080.
4.	detail verbetering.	A 4 / 87081.

## 1. Samenvatting.

Gedurende de laatste jaren is schade ontstaan aan de waterkering van de Perkpolder. Deze polder is gelegen in Zeeuws Vlaanderen en de dijk wordt beheerd door het waterschap Hulster Ambacht. De glooiing waar de schade plaatsvindt bestaat uit betonblokken die op klei zijn gelegen. Over grote gedeelten van de waterkering liggen de onderste rijen van deze betonblokken onregelmatig en tijdens stormperioden komt het voor dat een blok of enige blokken worden uitgelicht.

Deze schade ontstaat door erosie van de onderliggende klei. Aangezien de mate van erosiegevoeligheid mede afhangt van de samenstelling van de klei, is een onderzoek ingesteld naar de voornaamste klei-eigenschappen. Hieruit bleek dat de zandfractie van de klei aan de hoge kant is, vergeleken bij de voorlopige normen die door de Dienst Weg- en Waterbouw worden gehanteerd. Alhoewel niet noodzakelijk, is het zeer wel mogelijk dat de opgetreden erosie het gevolg is van deze grote zandfractie. Verwacht kan worden dat in de toekomst nieuwe schade kan ontstaan door verder toenemende erosie. Deze schade zal ontstaan op locaties waar een minder goede klei is aangewend, waar de naden tussen de betonblokken ruimer zijn en waar extra golfaanval is, bijvoorbeeld door scheepsgolven.

Aangezien de erosie vaak pas zichtbaar wordt als de betonblokken zijn uitgelicht tijdens een stormperiode kan een gevaarlijke situatie ontstaan, zeker onder superstormomstandigheden. Daarom verdient het aanbeveling om die gedeelten van de dijk, waar veel erosiegeultjes onder de blokken aanwezig zijn, te verbeteren. Hierbij zijn in principe meerdere mogelijkheden aanwezig. Op het ogenblik worden kleine gedeelten of schadeplekken gerepareerd door het opvullen van de geultjes met Doornikse steenslag. Vanwege de hoge kosten wordt niet overwogen om over grote lengte de betonblokken te verwijderen en de minder goede klei te vervangen door klei

waarvan verwacht kan worden dat de erosiegevoeligheid klein is of om de klei af te dekken met een voor dit geval geschikt geotextiel.

Aangezien slechts die gedeelten van de dijk behoeven te worden verbeterd, waar erosiegeultjes voorkomen is het zinvol vooraf te bepalen welke stukken in aanmerking komen. Dit kan plaats vinden door middel van visuele verkenning, er van uitgaande dat de meeste blokken ter plaatse van geultjes min of meer verzakt zijn.

Wellicht kan met behulp van een niet-destructieve methode van opsporen een goede indruk worden verkregen van de lokatie van de erosiegeultjes, zonder dat de glooiing behoeft te worden verwijderd. Een dergelijke methode, met behulp van grondradar is nog in ontwikkeling.

Het ontwikkelen van een methode om de geultjes te vullen zonder dat het noodzakelijk is de betonblokken te lichten kan arbeid en kosten besparen.

## 2. Huidige situatie.

De waterkering die de Perkpolder beschermt tegen het water van de Westerschelde is voorzien van een harde bekleding. Onderstaande beschrijving geldt voor het gedeelte ten oosten van de veerhaven. Op andere locaties kan enige variatie in de dijkopbouw en bekledingmaterialen worden waargenomen. Vaak komt op ongeveer NAP + 3,0 m een overgang voor tussen een glooiing van basaltzuilen en een bekleding van betonblokken op klei. Tot een hoogte van NAP + 5,0 m bestaat de glooiing uit verschillende materialen (zie bijlage 1 en 2). Tussen de teen van de dijk en NAP + 3,0 m is een natuursteenbekleding aanwezig. Tot aan de overgangsconstructie ligt een basaltglooiing op geklopt puin en twee vlijlagen terwijl op lager gelegen gedeelten plaatselijk Doornikse steen voorkomt. Tussen NAP + 3,0 m en NAP + 4,6 m zijn vlakke betonblokken geplaatst (0,5 \* 0,5 \* 0,2 m<sup>3</sup>). De over-

gangsconstructie tussen de basaltglooiing en de betonblokken bestaat uit een betonnen band met een hoogte van 0,5 m. Deze band is gesteld met behulp van perkoenpaaltjes met een lengte van 1,2 m en een hart op hart afstand van 0,5 m. Aan de bovenzijde van de betonblokkenglooiing is een strook Vilvoordse steen aangebracht met een breedte van een meter. Op het verdere talud ligt een grasmat. De taludhelling bedraagt 1:3. Het gehele buitentalud is voorzien van een kleilaag met een dikte van 0,8 m. Dit houdt in dat de betonnen band ter plaatse van de overgang tussen de basaltbekleding en de betonblokken geheel in de klei steekt. Tussen NAP + 6,0 m en NAP + 6,8 m is een buitenberm aanwezig. De breedte hiervan bedraagt minimaal 7,5 m. Ter plaatse van een oude doorbraak wordt een maximale breedte bereikt van 48,0 m.

### 3. Schade in het verleden.

#### 3.1. Beschrijving van de schade.

Gedurende de laatste jaren is tijdens verschillende stormperiodes enige schade opgetreden aan de waterkering van de Perkpolder. Deze schade beperkte zich tot de laagste rijen betonblokken. Tijdens de stormperiode op 3 maart 1984 was een betonblok zodanig verzakt dat het onder de naastliggende blokken terechtkwam. Tijdens de storm van 20 oktober 1986 zijn twee blokken verzakt en is een blok uitgelicht. De waterkering waar deze schade is opgetreden ligt aan de oostzijde van de polder. Aangezien deze waterkering tamelijk direct aan de stroomgeul van de Westerschelde ligt wordt hij belast op scheepsgolven.

Over grotere lengten liggen de onderste rijen betonblokken niet vlak, maar steekt het ene blok boven het andere uit. Er zijn hoogteverschillen tot enige centimeters waarneembaar.

Op enige meters afstand van de plek waar de schade van 20 oktober 1986 heeft plaatsgevonden zijn door medewerkers van het waterschap Hulster Ambacht enige blokken verwijderd. Hier werd een holle ruimte onder de betonblokken vermoed aangezien de blokken enigszins waren verzakt. Nadat de blokken waren gelicht bleek dat inderdaad een geul aanwezig was die een lengte had van ongeveer 1,5 m. De richting van de geul was loodrecht op de lengteas van de dijk. Het vermoeden bestaat dat plaatselijk over grotere lengte dergelijke geultjes in de klei onder de betonblokken aanwezig zijn. De lengte van deze geultjes is over het algemeen beperkt tot 1,5 a 2,0 m. De grootste diepte die is gevonden bedroeg circa 0,8 m. Soms sluit een geul aan op een naad tussen de elementen van de betonnen band maar het is ook waargenomen dat een geul onder de band door verbinding had met het filter onder de basalt of dat een geul dood liep tegen de band. Plaatselijk komt het voor dat ook klei onder de basalt is geërodeerd en dat de zuilen een gewelf vormen of enigszins zijn verzakt.

### **3.2. Oorzaak van de schade.**

Als oorzaak van de schade kan erosie van de onderliggende kleilaag worden aangemerkt. Soms erodeert de klei onder de betonband door, soms ter plaatse van een verticale voeg tussen de betonbandelementen en soms ter plaatse van een voeg tussen de band en de betonblokken. Per jaar overschrijdt de waterstand te Hansweert ongeveer 20 maal de stand van NAP + 3,0 m. Op deze hoogte ligt de overgang tussen de natuursteenglooiing en de bekleding van betonblokken op klei. Het laagstgelegen gedeelte van de betonblokken wordt regelmatig op golfaanval belast.

Na het ontstaan van holle ruimte onder de betonblokken is het tijdens een stormperiode mogelijk dat door golfklappen blokken naar beneden worden gedrukt.

Anderzijds zal de waterdruk in de kleilaag onder invloed van de golfbelasting zodanig kunnen toenemen dat de blokken gedurende korte tijd worden opgelicht. Bij goed aanliggende blokken op klei kan echter niet snel genoeg een grote hoeveelheid water toestromen die noodzakelijk is om een blok werkelijk uit de glooiing te lichten. Met dit mechanisme wordt rekening gehouden bij de dimensionering van de dikte van de betonblokken. Indien een holle ruimte aanwezig is aan de onderzijde van de betonblokken kan wel voldoende water toestromen waardoor het mogelijk wordt dat een betonblok uit de glooiing wordt gelicht.

#### 4. Nader onderzoek klei.

Aangezien een verband wordt verondersteld tussen de kwaliteit van de klei en het ontstaan van erosiegeulen is enig nader onderzoek verricht door de afdeling Kwaliteitszorg van de hoofdafdeling Materialen van de Dienst Weg- en Waterbouwkunde [1]. Hiertoe zijn nabij de plaats waar in oktober 1986 schade was ontstaan twee monsters gestoken. Ter vergelijking is een monster beproefd dat is gestoken uit de waterkering van de Molenpolder, die ten westen van de Perkpolder is gelegen. Deze locatie is gekozen omdat onder min of meer gelijke omstandigheden een glooiing aanwezig is waarvan de betonblokken minder hobbelig liggen en waar tot nu toe geen erosieschade is opgetreden. In de tabel op bladzijde 6 zijn de belangrijkste gegevens samengevat. Van de waarden die gevonden zijn bij de monsters van de Perkpolder is het gemiddelde weergegeven. Ook de gegevens die zijn verkregen bij een eerder uitgevoerd onderzoek zijn in de tabel opgenomen [2]. De locatie waar dit onderzoek heeft plaatsgevonden is eveneens gelegen op de dijk van de Perkpolder, maar aan de westzijde van de veerhaven. Indertijd is deze locatie gekozen omdat ondanks de veelvuldige belasting door scheepsgolven geen erosieschade waarneembaar was. Inmiddels is ook hier waarneembaar dat de glooiing plaatselijk verzakt. Ter



plaatse van een verzakt gedeelte is een betonblok ter controle uitgelicht, waaronder zich inderdaad een erosiegeultje bevindt. Het vermoeden lijkt gerechtvaardigd dat ook in dit gedeelte van de waterkering op meerdere locaties erosiegeulten zijn ontstaan.

Uit het onderzoek blijkt dat de zandfractie van de gebruikte klei zowel in de Molenpolder als in de Perkpolder aan de hoge kant is. Opgemerkt wordt dat het gebruik van minder goede klei niet vanzelfsprekend hoeft te leiden tot schade tengevolge van erosie. Indien de glooiing niet ten gevolge van ongelijke zettingen wordt aangetast en indien de spleetbreedte tussen de blokken gering is, kan een onderlaag van klei, die niet geheel aan de voorwaarden voldoet eveneens voldoende weerstand tegen erosie bieden. De korrelverdelingen zijn weergegeven op bijlage 3.

---

	Perkpolder tpv. schade.	Perkpolder tpv. oud onderzoek.	Molenpolder.	voorlo- pige eisen.
droge				
dichtheid (kg/m <sup>3</sup> )	1305	1320	1305	
vochtgehalte (%)	37,9	40,4	34,3	
zandgehalte (%)	29,1	25,2	28,6	< 25
lutumgehalte (%)	21,3	32,1	20,2	20-40

---

Resultaten onderzoek klei.

## 5. Te verwachten schade.

Aangezien plaatselijk reeds erosiegeultjes aanwezig zijn en het niet te verwachten is dat verdere erosie van de klei op een aantal min of meer willekeurige plaatsen zal uitblijven, kunnen dergelijke schades ook in de toekomst mogelijk zijn. Zolang de geulen van zeer beperkte omvang zijn en de schade beperkt blijft tot het wegzakken of uitlichten van enige blokken kan worden gesteld dat herstellen van de ontstane schade na een stormperiode voldoende is om erger te voorkomen. Onder maatgevende omstandigheden is het echter mogelijk dat de schade zich tot zodanige proporties uitbreidt dat gevaar voor de waterkering kan ontstaan. Indien tijdens de beginperiode van een superstorm betonblokken uit de glooiing worden gelicht kan de gehele kleilaag eroderen en wordt het zandlichaam blootgesteld aan zware golfaanval. Dit kan binnen korte tijd een flink gat of zelfs een doorbraak tot gevolg hebben.

## 6. Traceren schadegevoelige plekken.

Het al dan niet ontstaan van erosieschade hangt af van verschillende factoren. Naast de kwaliteit van de toegepaste klei die varieert en de aanval van scheeps- en windgolven die niet constant is over het gehele dijktrace, is de voegwijdte van belang. Hierdoor bestaat de mogelijkheid dat bepaalde gedeelten van de bekleding gevoeliger zijn voor erosieschade dan andere gedeelten. Vaak is het eenvoudig visueel waarneembaar dat de klei onder de betonblokken erodeert. De blokken zijn dan enigszins verzakt of met behulp van een duimstok kan ter plaatse van een brede voeg de ligging van de aanwezige klei worden gepeild. Wellicht bestaat de mogelijkheid om met een niet-destructieve methode op een meer systematische manier een onderzoek te verrichten naar de gesteldheid van de kleilaag waarbij het niet noodzakelijk is om de gehele glooiing op te breken. Op het ogenblik is een

methode in ontwikkeling waarbij met behulp van grondradar wordt getracht om holle ruimte onder een harde bekleding op te sporen. In de praktijk is deze methode nog niet goed uitgetest. Overwogen wordt of deze methode wellicht toepasbaar is om de juiste plaatsen van erosiegeultjes te localiseren. Met behulp van de resultaten van dit onderzoek kunnen erosiegeultjes wellicht snel en nauwkeurig worden opgespoord zodat de kleilaag kan worden hersteld.

#### 7. Herstel schade en voorkomen van erosie.

Aangezien de belasting van de waterkering onder maatgevende omstandigheden aanzienlijk groter zal zijn dan tijdens de stormvloed van de afgelopen jaren is het noodzakelijk dat onder de betonblokken een kleilaag aanwezig is waarin geen grote holle ruimten voorkomen. Alleen op deze manier kan omvangrijke schade worden voorkomen.

Op het ogenblik wordt de ontstane schade hersteld door de geultjes op te vullen met Doornikse steenslag, waarna de blokken worden herzet. Op plekken waar blokken verzakt zijn wordt een zo beperkt mogelijk aantal blokken verwijderd en na aanvulling herplaatst. Indien grotere trajecten tegelijkertijd onder handen genomen zouden worden, zou de bovenliggende glooiing langs het talud zodanig naar beneden glijden, dat herzetten van de gehele glooiing noodzakelijk zou zijn.

De erosiegevoelige gedeelten van de glooiing dienen eigenlijk zodanig te worden verbeterd dat erosiegeultjes in de toekomst niet kunnen optreden. Getracht kan worden om opnieuw, maar met werkelijk goede klei een zodanige onderlaag aan te brengen dat erosie achterwege blijft. Ook kan een daarvoor geschikt geotextiel worden aangewend om te voorkomen dat de klei erodeert. De onderzijde van het geotextiel dient dan zodanig in de kleilaag te worden ingewerkt dat geen stroming tussen de kleilaag en het geotextiel kan ont-

staan waarmee gronddeeltjes kunnen worden verplaatst. Het beëindigen van het geotextiel in de kleilaag is daarom beter dan het doortrekken van het doek tot onder de basaltglooïng (zie bijlage 4). Dit laatste kan ook niet vanwege de rijperkoenen die de betonband ondersteunen. Het op grote schaal repareren van stukken glooïng, waarbij de blokken tijdelijk op de buitenberm moeten worden geplaatst, is economisch niet aantrekkelijk. Het aanbrengen van een geotextiel is een zeer grote ingreep bij een bestaande glooïng en zal daarom bij voorkeur alleen bij nieuwbouw worden toegepast.

Reparatie op ad-hoc basis van erosiegeultjes met behulp van grind of slakkenmateriaal kan niet gezien worden als een definitieve oplossing. Wellicht dient een reparatiemethode te worden ontwikkeld, waarbij het mogelijk is materiaal onder de blokken aan te brengen zonder dat de blokken hoeven te worden gelicht.

Om erosie van de klei via het onder de basalt liggende filter te voorkomen wordt het bovenste gedeelte van de basaltglooïng vaak ingegoten met penetratiemortel. Bij reparatie van schade aan de onderste rijen van de betonblokkenglooïng kan dit problemen opleveren. Als het niet mogelijk is om een uitgelicht blok te herplaatsen, worden vaak enige basaltzuilen verwijderd, waarna de betonband een weinig kan worden verplaatst. Meestal is het dan wel mogelijk het betonblok te plaatsen. Hierna worden de betonband en de basaltzuilen weer op hun plaats gezet. Nadat de overgangsconstructie is gepenetreerd, is deze werkwijze niet meer mogelijk. Wanneer het mogelijk blijkt om erosiegeultjes op te sporen en te vullen zonder dat het noodzakelijk is om de glooïng op te breken, zal sneller worden overgegaan tot het ingieten van de hoogstgelegen strook asfalt.

## 8. Literatuur.

[1]. A. v.d. Burg, H. Grootveld.

Onderzoek van klei als dijkbekledingsmateriaal afkomstig van de zeewering nabij Perkpolder.

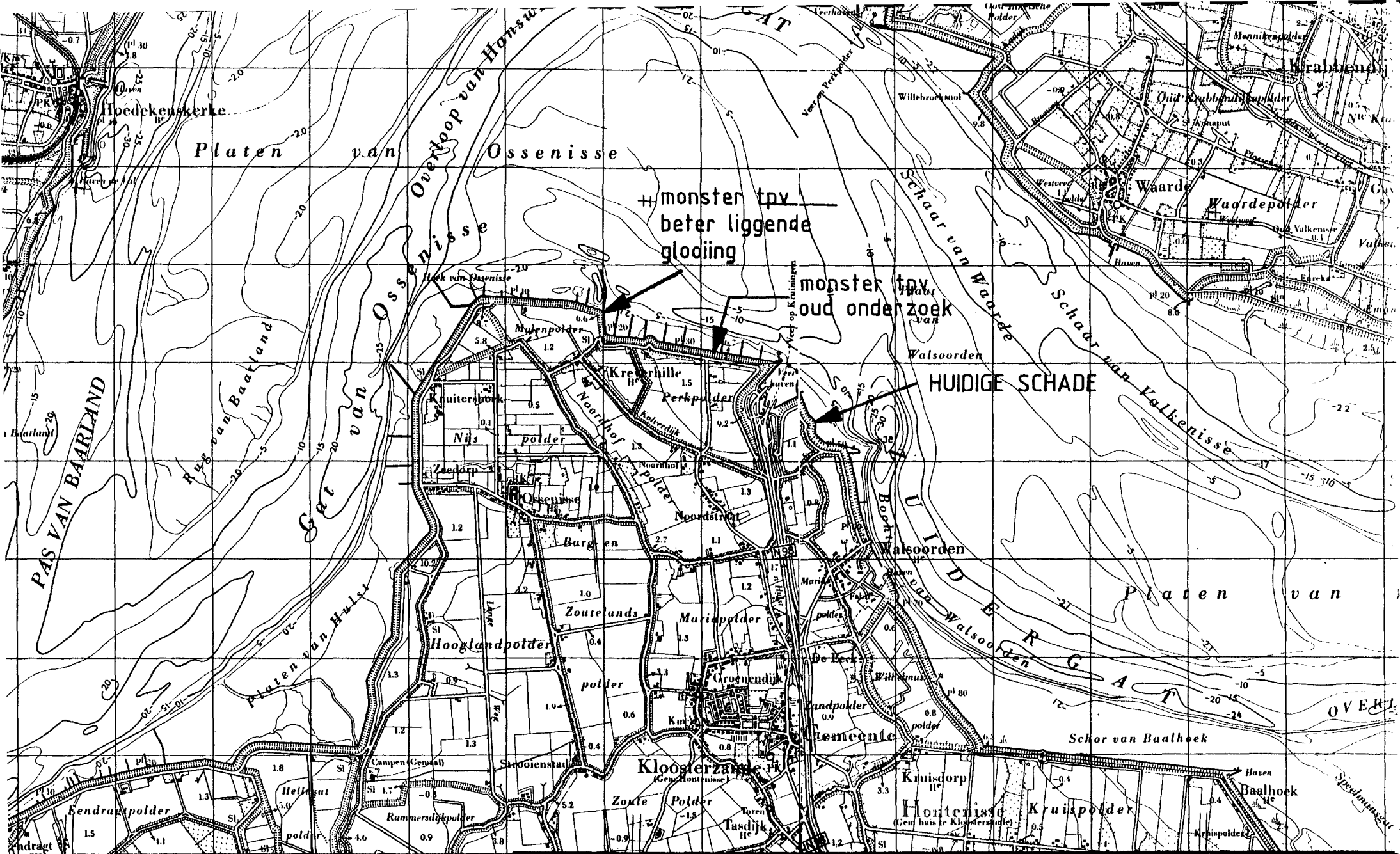
Dienst Weg- en Waterbouwkunde, afdeling Materialen Kwaliteitszorg. (MAK-R-87067).

[2]. Klei onder steenzettingen Oesterdam en Philipsdam.

Onderdeel : Praktijkmetingen.

Onderzoek naar de toepasbaarheid van betonblokken op de kleibekleding van de Oesterdam en de Philipsdam.

Laboratorium voor Grondmechanica Delft. (CO-416440/32).



**situatie monstername.**

EROSIESCHADE BETONBLOKKEN OP KLEI, PERKPOLDER (HULSTER AMBACHT)

bijlage 1

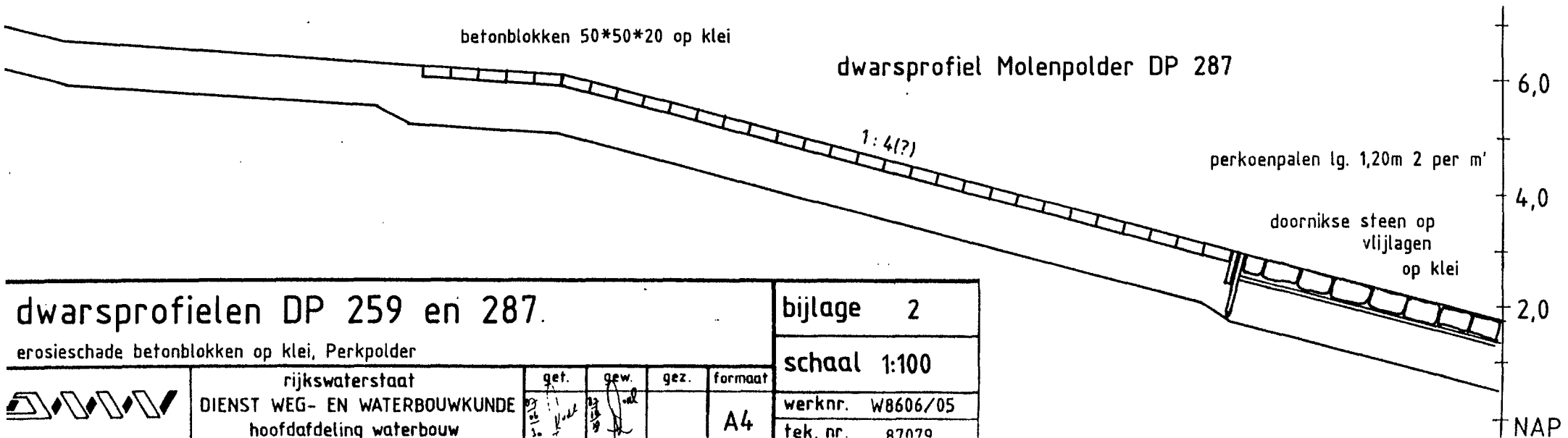
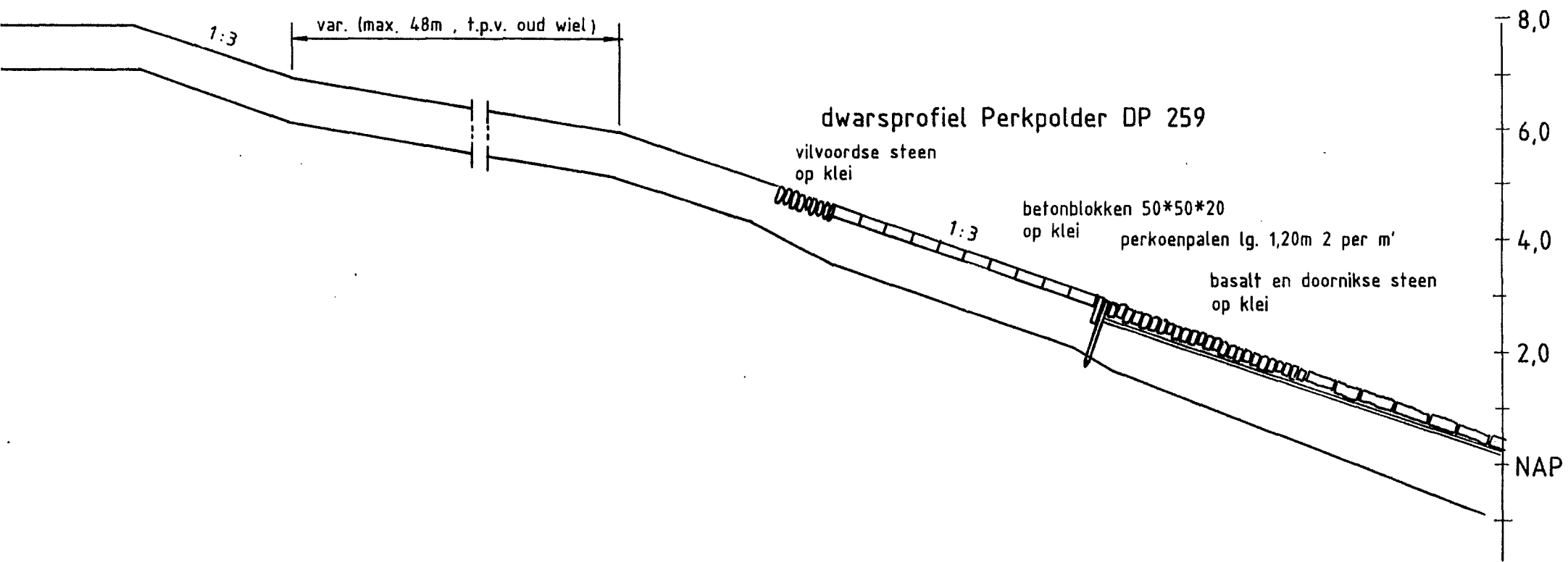
schaal 1:50.000



rijkswaterstaat  
DIENST WEG- EN WATERBOUWKUNDE

get.	gew.	gez.	formaat
97	10		A4

werknr. WB606/05

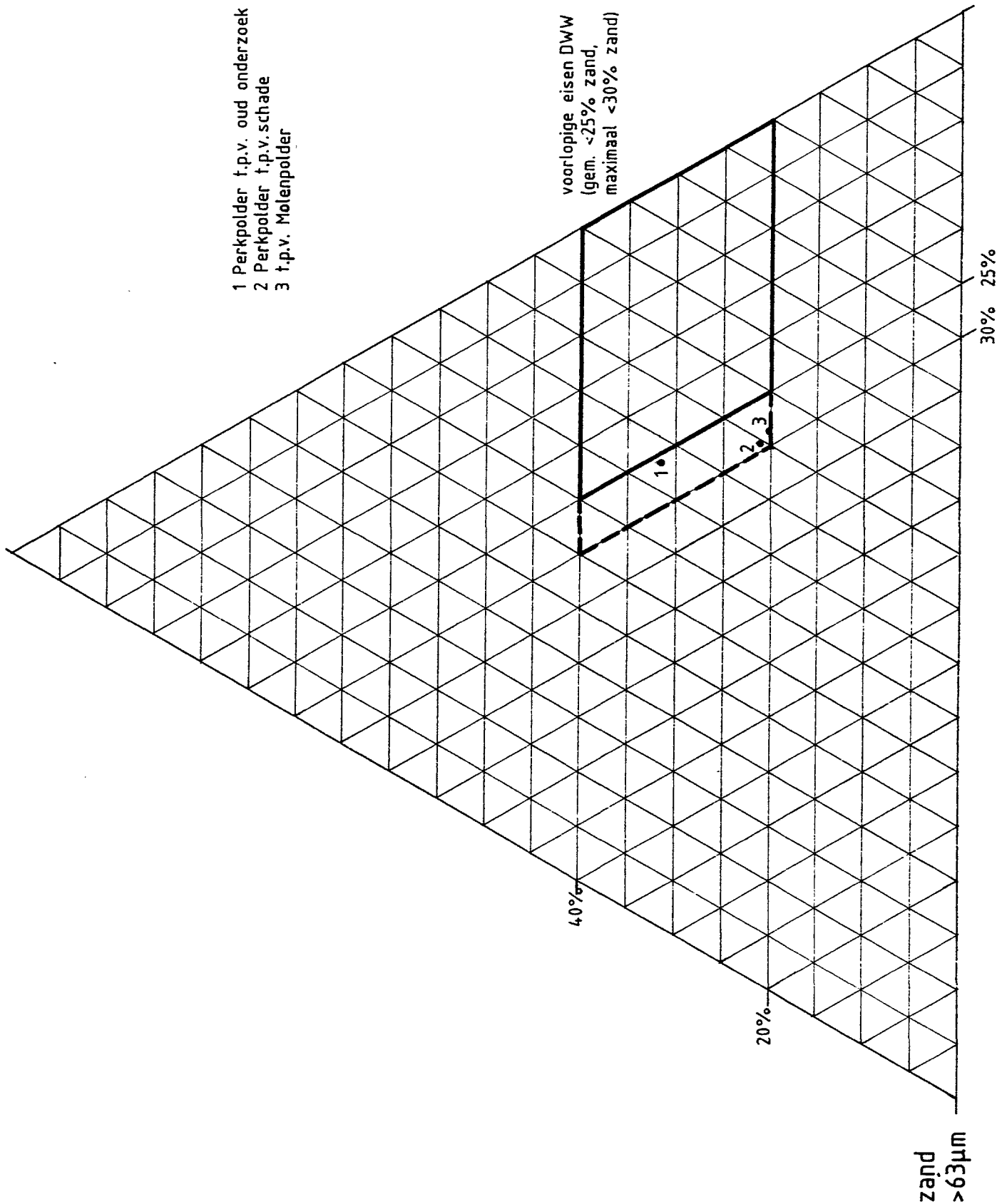


dwarsprofielen DP 259 en 287.						bijlage 2	
erosieschade betonblokken op klei, Perkpolder						schaal 1:100	
rijkswaterstaat			get.	gew.	gez.	formaat	werknr. W8606/05
DIENST WEG- EN WATERBOUWKUNDE			<i>[Handwritten]</i>	<i>[Handwritten]</i>		A4	tek. nr. 87070
hoofdafdeling waterbouw							

lutum <2μm

- 1 Perkpolder f.p.v. oud onderzoek
- 2 Perkpolder f.p.v. schade
- 3 f.p.v. Molenspolder

voorlopige eisen DWW  
(gem. <25% zand,  
maximaal <30% zand)



**zand-lutum-silt driehoek van monsternamen**

erosieschade betonblokken op klei, Perkpolder

bijlage 3

schaal -

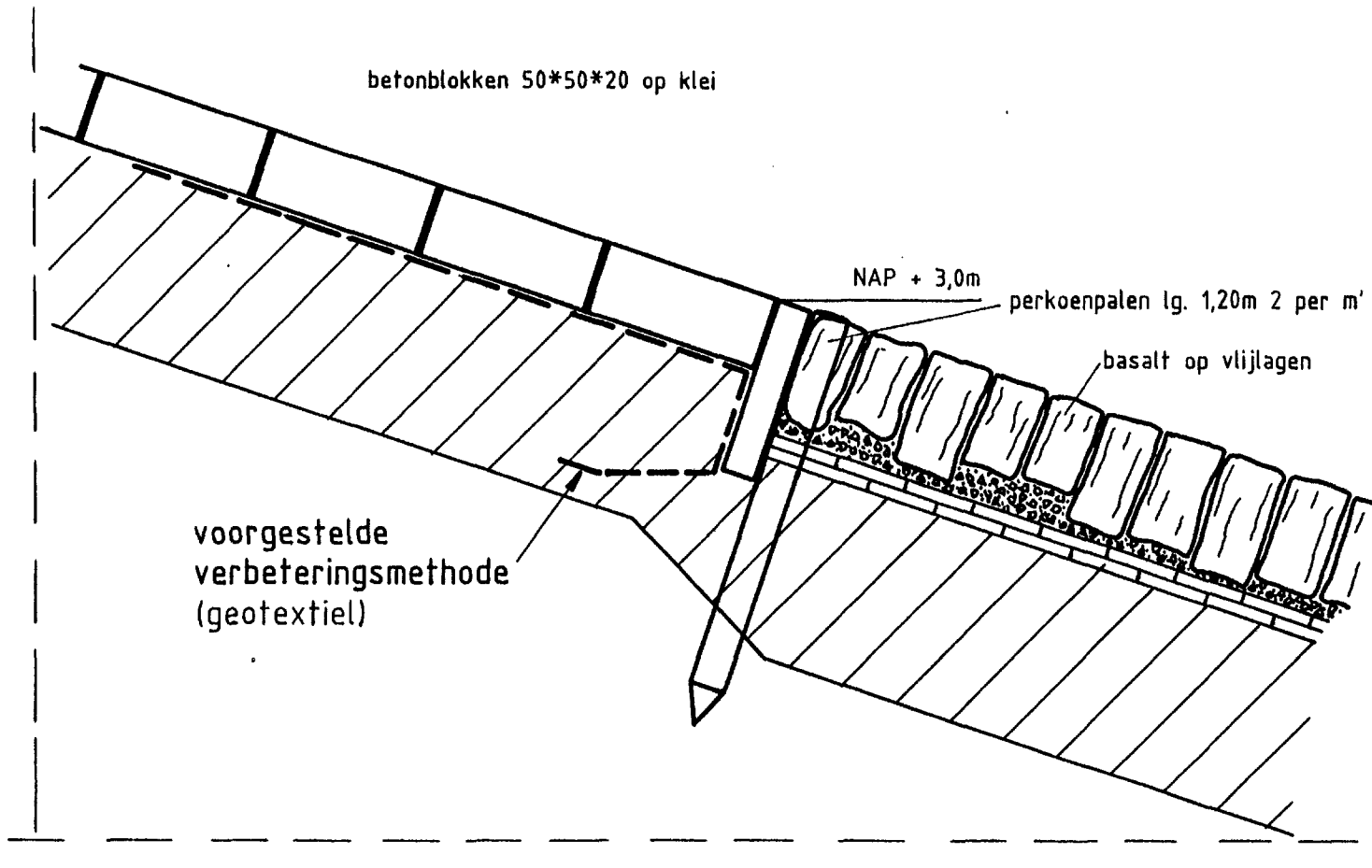


rijkswaterstaat  
DIENST WEG- EN WATERBOUWKUNDE

get.	gew.	gez.	formaat
87			

werknr. w8606/05





<b>detail overgangsconstructie</b>					bijlage 4	
erosieschade betonblokken op klei, Perkpolder					schaal 1:20	
	rijkswaterstaat		gef.	gew.	gez.	formaat
	DIENST WEG- EN WATERBOUWKUNDE		8/10/50	8/10/50		A4
	hoofdafdeling waterbouw					werknr. W8606/05
						tek. nr. 87081