

centrum voor onderzoek waterkeringen

ERVARINGEN MET TALUDBEKLEDINGEN

DEEL I

Rivierdijken

S.73.086

Centrum voor Onderzoek Waterkeringen

opgesteld door Ing. H.J. van Donk.

Juni 1975

INHOUD

BLADZIJDE

1.	Inleiding	1
2.	Plaats van de taludbescherming	3
3.	Geïnteriseerde constructies en materiaal- soorten	4
4.	Kosten van de verdediging	13
5.	Conclusies	14

1 Inleiding

De taluds van waterkeringen worden meestal door een grasmat beschermd tegen erosie. In het verleden bleek en ook nu nog blijkt de grasmat niet altijd te voldoen en gaat men over op zwaardere bekledingen. Er zijn verschillende soorten materialen en constructies voor toegepast, waarmee diverse ervaringen zijn opgedaan. In dit rapport is getracht een inventarisatie te geven van de toegepaste materialen. Het is dus niet bedoeld om bepaalde aanbevelingen te doen, maar om een overzicht te geven van de ervaringen van de verschillende beheerders. Omdat er een grote verscheidenheid aan materialen is toegepast, zijn de belangrijkste hiervan beschouwd. De inventarisatie is beperkt tot gedeelten langs de Rijn, het Pan-nerdensch Kanaal, de Waal, de Maas, de IJssel en de Overijsselse Vecht.

Bij de inventarisatie is door de volgende instanties medewerking verleend:

- a. Polderdistrict Bommelerwaard
- b. Polderdistrict Nederbetuwe
- c. Polderdistrict Tielerwaard
- d. Provinciale Waterstaat van Gelderland
- e. Provinciale Waterstaat in Overijssel
- f. Rijkswaterstaat, directie Gelderland, arrondissement Arnhem
- g. Rijkswaterstaat, directie bovenrivieren
- h. Rijkswaterstaat, directie Gelderland, dienstkring Zaltbommel

Aan bovenstaande instanties zijn enige vragen voorgelegd:

1. Op welke plaatsen is een taludbekleding aangebracht en wat heeft de keuze van de constructie bepaald.
2. Staat de constructie permanent aan golfaanval bloot.
3. Als de constructie dienst doet, onder welke omstandigheden verkeert hij dan.
4. Op welke wijze is de constructie aangebracht (materiaalkeuze, constructie); wat zijn hierbij de ervaringen.
5. Wat zijn de ervaringen met de bekleding. Treedt er vaak schade op en waaruit bestaat deze.

De antwoorden op deze vragen zijn in hoofdstuk 2 tot en met 5 uitgewerkt.

Bij het onderzoek is naar voren gekomen dat er tijdens hoogwaterperioden in het algemeen slechts plaatselijk geringe schade is opgetreden. Vermoedelijk zijn er daarom geen uitgebreide schriftelijke schaderapporten over bepaalde beschadigingen en over de omstandigheden waaronder deze zijn opgetreden.

In dit rapport zal niet over plaatselijke details of speciale constructies (zoals bijvoorbeeld verdedigingen van hoogspanningsmasten in het water of dergelijke), worden gesproken.

Er zijn verscheidene dijkvakken met nieuwe materialen bekleed. Deze zijn na 1970 aangelegd en hebben nog geen hoge waterstanden doorstaan, zodat hiermee nog geen ervaring is opgedaan. Er zal daarom getracht worden de verwachtingen van de beheerder over de constructie weer te geven.

2. Plaats van de taludbescherming

2.1 De toepassing van taludverdedigingen is meestal beperkt tot die plaatsen waar de dijk bloot staat aan de grote aanvallen door het water:

- a. Op plaatsen waar een vernauwing van het doorstromingsprofiel optreedt (bijvoorbeeld Overijsselse Vecht)
- b. Op plaatsen waar de stroomdraad van de rivier dicht langs de oever loopt, zoals in bochten.
- c. Op plaatsen die ongunstig in de wind liggen.
- d. Nabij plaatsen waar een discontinuïteit in het stroombed (dus in feite een profielsvernauwing) is gelegen, zoals brugpeilers en dergelijke.
- e. Bij schaar dijken.

2.2 De gedeelten van het talud die worden verdedigd, zijn afhankelijk van de plaats waar de beschadigingen optreden. Op sommige dijkvakken is het hele talud van kruin tot teen verdedigd. Op andere vakken is slechts een gedeelte verdedigd. Uit de gesprekken met de beheerders volgt dat de plaats van de verdediging berust op de ervaringen met de plekken waar in het verleden beschadigingen zijn opgetreden. Zo is bij de aanwezigheid van een zomerkade gebleken, dat het gedeelte van de bandijk ter hoogte van de kruinhoogte van de zomerkade het meest wordt aangevallen (fig.1). Dit wordt toegeschreven aan het minder snel vollopen en leeglopen van de uiterwaard, waardoor het water langer op dezelfde hoogte blijft. Bij (zeer) hoge waterstanden komt het water dus boven de verdediging. Toch is de ervaring dat er weinig schade boven de verdediging optreedt. Dit is het gevolg van het minder frequent voorkomen van (zeer) hoge standen. Indien deze voorkomen, dan zijn ze van korte duur, zodat er weinig beschadigingen op kunnen treden.

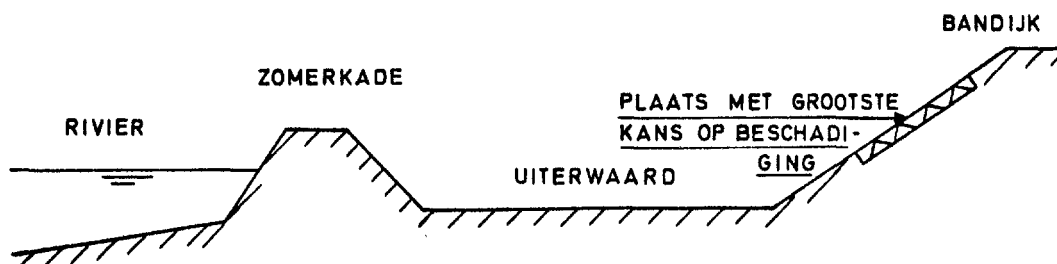


Fig. 1

3. Geïntervieweerde constructies en materiaalsoorten

3.1 Gezette constructies.

3.1.1 Basalt.

Vroeger werden veel taluds met een bekleding van basalt-zuilen voorzien (fig.2). Deze bekledingen zijn nog steeds aanwezig en vormen wellicht nog het grootste deel van alle verdedigingen langs de rivierdijken. Tegenwoordig wordt bijna geen nieuwe basalt-verdediging meer aangelegd. Hiervoor zijn de twee voornaamste redenen:

- a. Het materiaal wordt niet meer zo netjes gesorteerd en op maat geleverd als vroeger en is daardoor moeilijk te zetten.
- b. De aanleg van de bescherming is zeer arbeidsintensief en daardoor kostbaar.

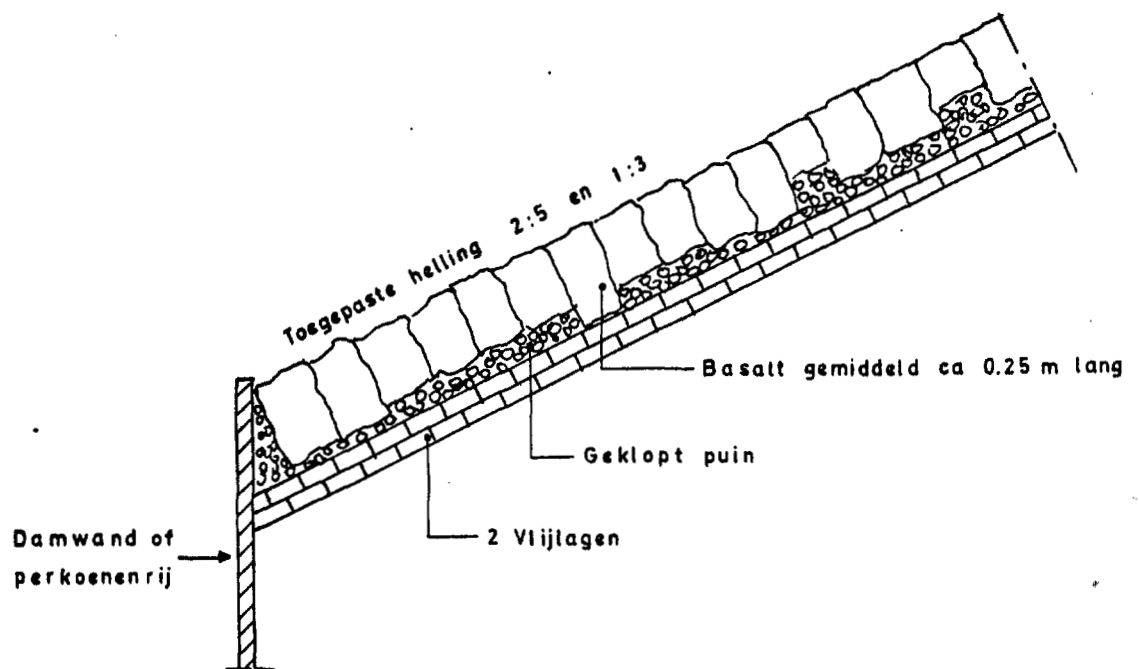


Fig. 2

Grote dijk lengten langs de Waal (Tielerwaard, Bommelerwaard, Heerenwaardense Afsluitdijk enzovoort) zijn bekleed met basalt. De glooiing voldoet tijdens hoogwaterperioden uitstekend als oeeververdediging en behoort tot de duurzame constructies. Er is enige lichte schade opgetreden door drijfhout en dergelijke. Het grensgebied tussen de verdediging en de grasmat blijkt in vele gevallen snel te beschadigen (door uitspoeling, drijfhout en dergelijke). Het is noodzakelijk gebleken dat de constructie wordt gesteund door een houten damwand of een palenrij. Op enkele plaatsen was deze afwezig. Hier zijn afschuivingen van de constructie opgetreden.

Op enige plaatsen zijn onderhoudswerkzaamheden uitgevoerd. De basaltzuilen zijn opnieuw "afgestopt" door het invegen van grind. De ronde structuur van het grind heeft tot gevolg dat het zich beter tussen de blokken zet. Een goed doorlatend filter blijft ermee bestaan.

3.1.2 Betonzuilen.

Betonzuilen zijn op veel kleinere schaal toegepast. Evenals de basaltconstructie is dit een duurzame verdediging (fig.3), waaraan weinig schade optreedt in een hoogwaterperiode en die overal langs de rivieren toepasbaar is.

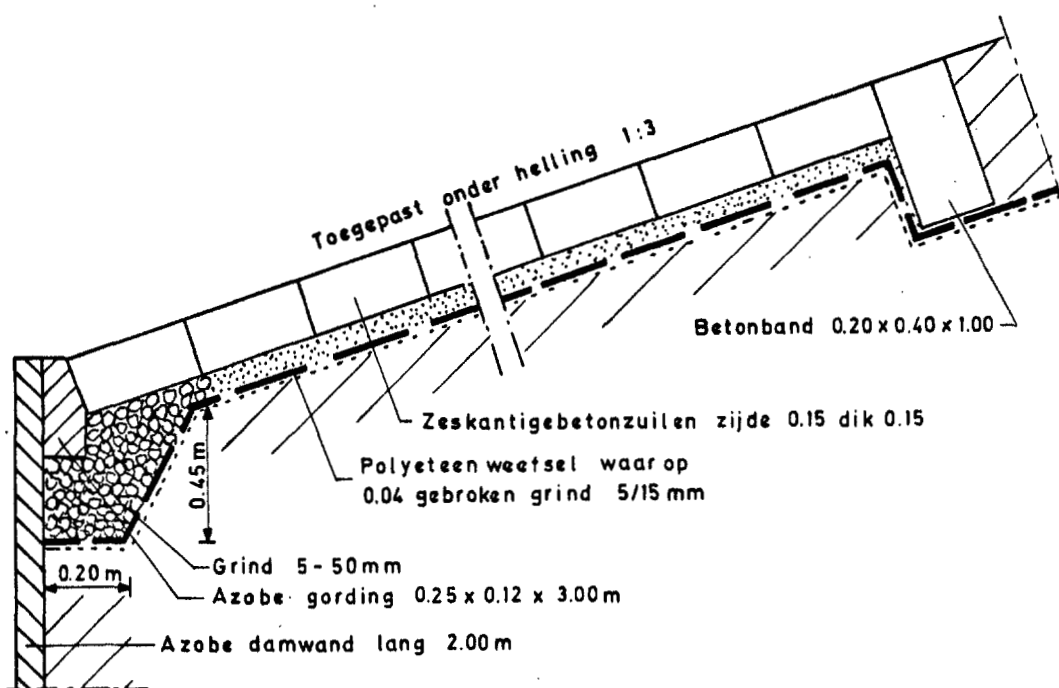


Fig. 3

De constructie heeft als nadeel dat er bij aanleg en precieze maatvoering noodzakelijk is. Ook kan men moeilijk bochten maken, omdat er dan naden ontstaan die met betonspecie moeten worden opgevuld. De aanleg is arbeidsintensief, wat de constructie mede daardoor duur maakt. Een begroeiing tussen deze bekleding komt moeilijk of niet tot stand, zodat altijd een betonmassa te zien blijft.

Er zijn ook andere constructies van betonprofielen toegepast:

- a. Systeem Oord (fig.4). Dit systeem is toegepast langs het Pannerdensch Kanaal bij Doornenburg.
- b. Systeem Haringman (fig.5). Dit systeem is toegepast op een dijk in de Bommelerwaard. Het geprofileerde oppervlak van de stenen verkleint het effect van de golfloop.

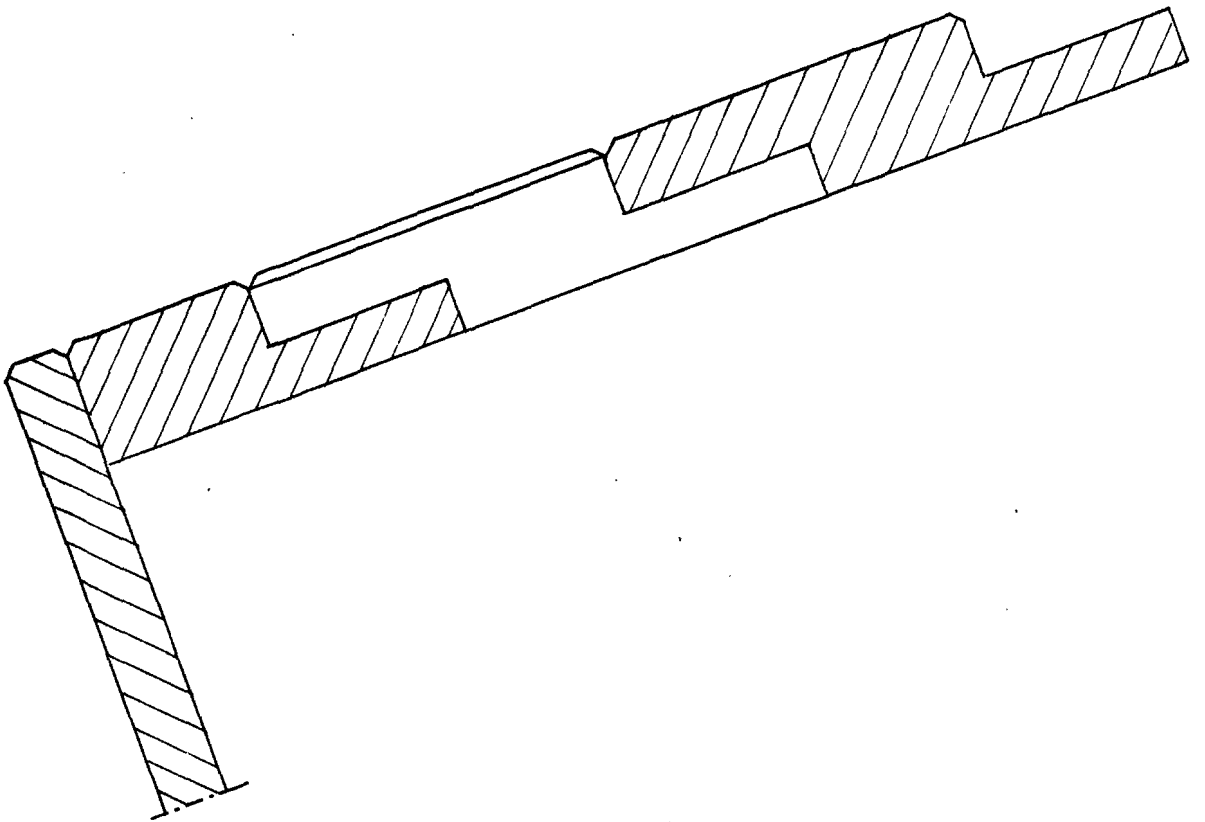


Fig. 4

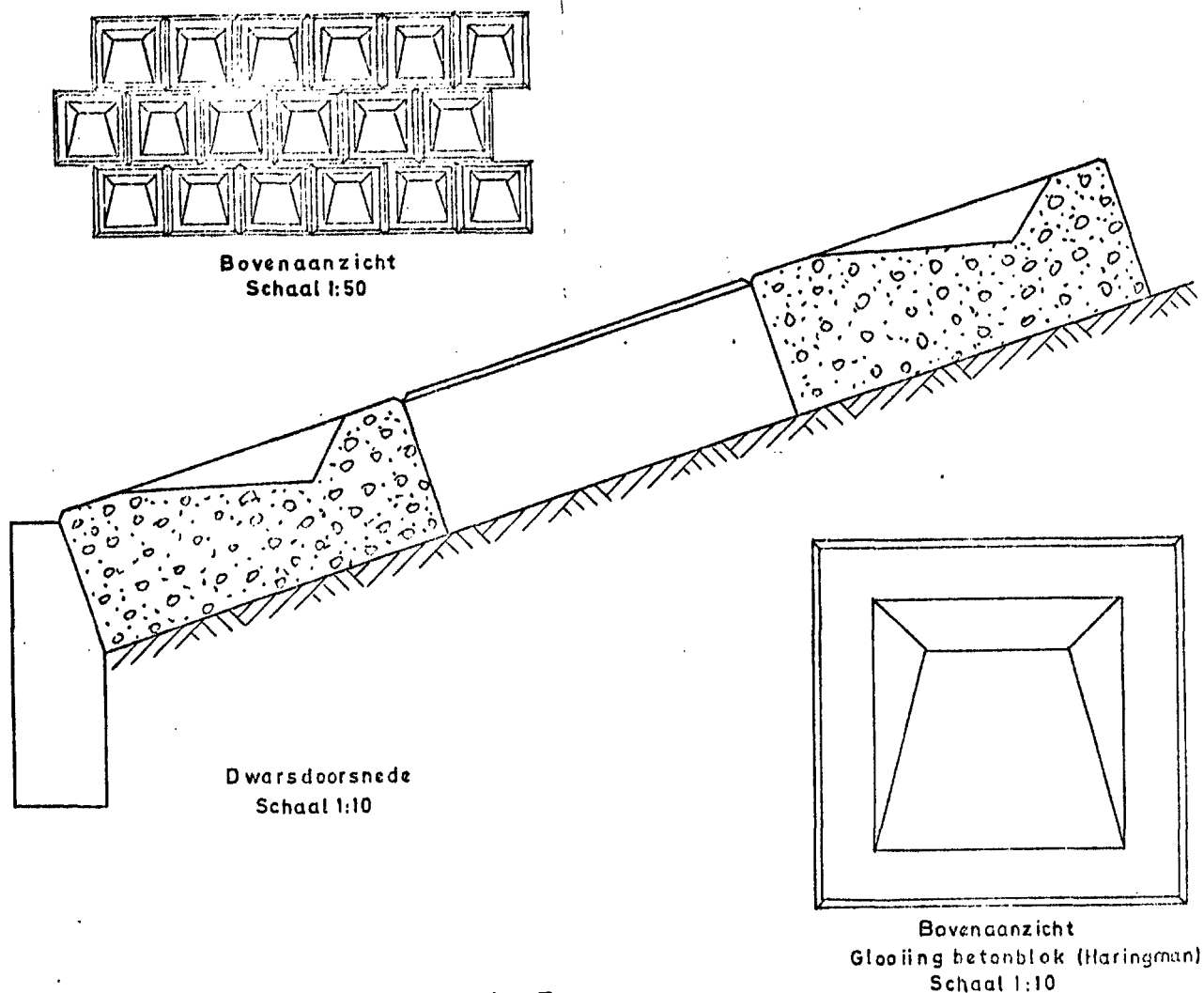


Fig. 5

Voor bovenstaande systemen gelden dezelfde voor-en nadelen als voor de betonzuilen. Uit de gesprekken is niet naar voren gekomen waarom voor een bepaald systeem was gekozen.

3.1.3 Gezette klinkerkeien.

Op enkele plaatsen langs de IJssel zijn klinkerkeien toegepast, die gezet zijn op klei (fig.6). Deze constructie is lichter dan die met basalt en betonzuilen, maar wordt toegepast in een gebied waar bij hoge waterstanden de golfeffecten van wind en scheepvaart goed merkbaar zijn. De constructie blijkt hier te voldoen, vooral als er gras door de voegen groeit. Door de grasbegroeiing past de constructie zich goed aan bij het landschap. De grasgroei is min of meer noodzakelijk, want er is gebleken dat de verdediging zonder begroeiing nogal kwetsbaar is.

De taludvoorziening met gezette klinkerkeien is de helft goedkoper dan een zetting met betonzuilen (zie hiervoor hoofdstuk 4).

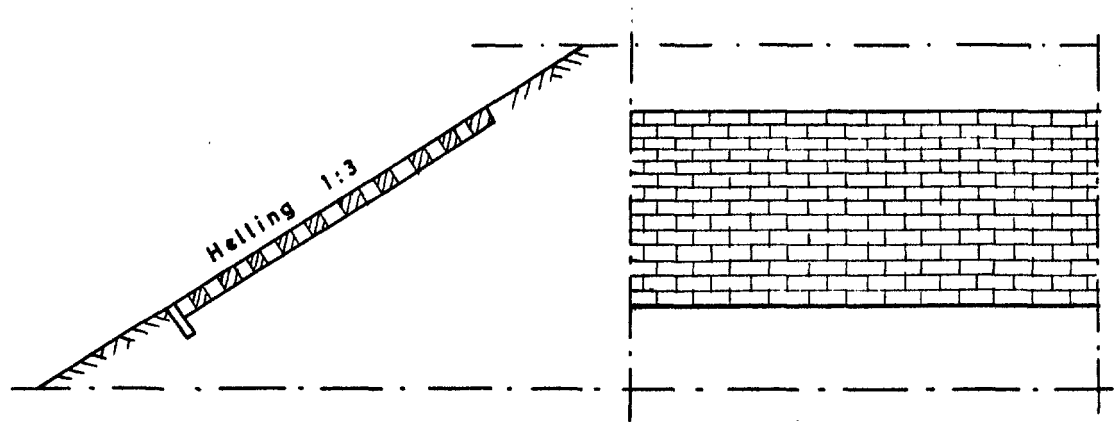


Fig. 6

3.2 Betonplaten.

Langs de Waal zijn over grote lengte betonplaten aangebracht (fig.7). Deze zijn ongeveer 5 meter lang en worden in het werk gestort. De platen geven weinig onderhoud en blijken duurzaam te zijn. Bij het lichten van enkele platen is gebleken dat deze niet onderspoeld waren. Beschadigingen zijn opgetreden op de aansluiting aan de grond (fig.7). Indien er een goede grasgroei op deze aansluiting aanwezig is, komt nagenoeg geen schade meer voor. De constructie is gemakkelijk aan te leggen. De aanlegkosten zijn echter hoog. De constructie wordt nu vrijwel niet meer gemaakt en is bijvoorbeeld in het polderdistrict Nederbetuwe verdrongen door een zandasfaltbekleding (3.3).

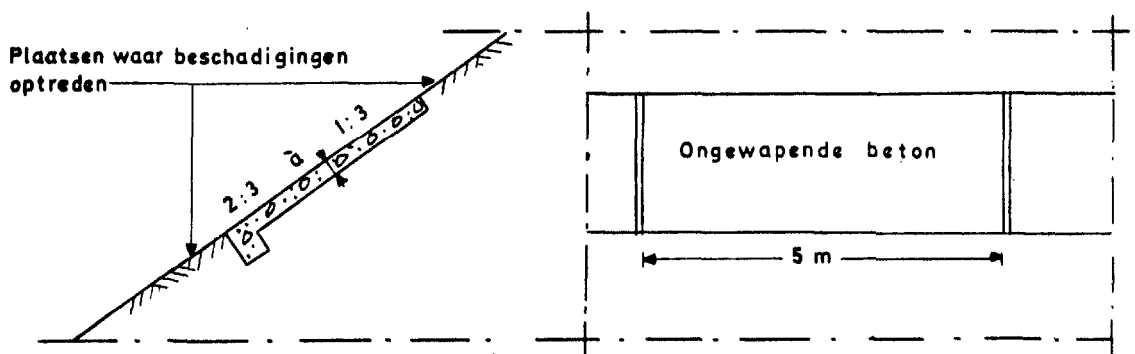


Fig. 7

3.3 Zandasfalt.

Op de Waaldijk van het polderdistrict Nederbetuwe is het talud op sommige plaatsen door een zandasfaltlaag beschermd. Deze methode wordt gezien als de vervanging van de onder 3.2 besproken betonplaten.

Het zandasfaltmengsel wordt na het aanbrengen niet machinaal verdicht. Om toch een goede samenhang te krijgen is 2% meer asfalt toegevoegd dan in de Algemene Voorschriften Rijkswaterstaat is aangegeven. Dit heeft tevens tot voordeel dat het gras gemakkelijker door het asfalt heen kan groeien. Het zandasfalt kan nog onder een helling van 1:3 verwerkt worden op de plaatselijk aanwezige grond. Hoewel nog niet overal ervaringen met deze taludbescherming zijn opgedaan, zijn de reeds opgedane ervaringen gunstig. Tijdens hoogwaterperioden is weinig schade opgetreden. Als de grasmat nog niet door het asfalt is gegroeid, blijkt de constructie kwetsbaar voor beschadiging. De schade is gemakkelijk te herstellen, omdat de gaten weer kunnen worden gedicht met zandasfalt, dat gemakkelijk valt te verwerken.

3.4 Gestorte materialen.

Omdat de onder 3.1 en 3.2 genoemde constructies kostbaar zijn, gaat men er toe over op machinale wijze verdedigingen te maken. Hierbij worden de materialen op het talud gestort en machinaal verwerkt. Als bestortingsmateriaal gebruikt men natuursteen en slakken.

3.4.1 Bekleding van gebroken grind, fijn bestortingsmateriaal en stortsteen.

Op het buitentalud van de onlangs verzwaarde Spijkse dijk langs de Rijn is een bestorting aangebracht van gebroken grind, fijn bestortingsmateriaal en stortsteen (fig. 8). Men past gebroken grind toe om de onderlinge wrijving tussen de stenen te verhogen.

Met deze constructie zijn nog geen ervaringen opgedaan. Men verwacht dat dit een duurzame constructie is, die zeer hoge stroomsnelheden zal moeten keren (De stroomdraad van de rivier loopt met hoogwater langs de dijk).

Van de gestorte verdedigingen is deze wel de duurste, maar hij is goedkoper in vergelijking met de gezette verdedigingen.

Door het aanbrengen van teelaarde tussen de stenen is het zaaien van gras mogelijk. Het onderhoud van de grasmat is echter moeilijk door de ongelijkheid van het materiaal.

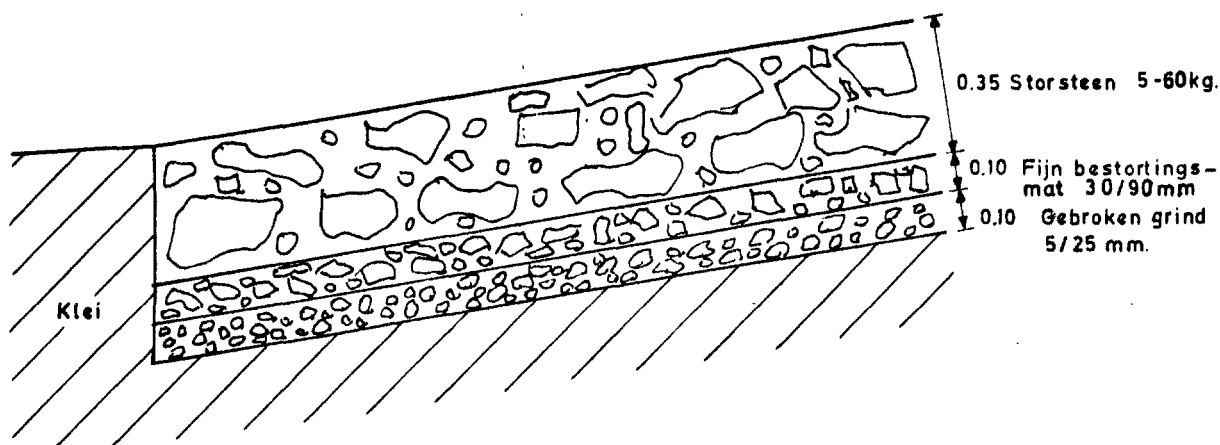


Fig. 8

- 3.4.2 Staalslakken (4-12 cm)

Op verscheidene plaatsen langs de beschouwde rivieren komt een verdediging van staalslakken voor. Deze zijn in een laag van circa 0,20 m opgebracht en hebben een soortelijk gewicht dat om en nabij 2,5 ligt. Onder de slakkenlaag is geen filterlaag aanwezig.

De constructie heeft zijn duurzaamheid nog niet bewezen. Sommige slakken bevatten kalkpitten, die onder weersinvloeden uitzetten en de slakken uiteen doen vallen. De verdediging kan ingestrooid worden met teelaarde en graszaad. Het onderhoud van de grasmat is ook hier een moeilijk punt.

3.4.3 Loodslakken (4-12 cm)

Op enige plaatsen is het buitentalud met loodslakken bestort. Deze zijn iets zwaarder dan staalslakken. Deze constructie wordt op dezelfde wijze aangebracht als die met staalslakken. Een nadeel van loodslakken is het bij hoge temperatuur vrijkomen van lood, dat in kleine concentraties al schadelijk is. Dit volgt uit een onderzoek van het R.I.Z.A.

3.4.4 Zandsteen

Er zijn nog enkele proefvakken met zandsteenbestortingen aangelegd. Deze blijken minder geschikt als taludverdediging. De steen is niet zo hoekig, zodat de stenen gemakkelijk langs elkaar schuiven. De Ruhrzandsteen is goedkoop, doch is vaak vermengd met mijnsteen, die snel vergruist.

3.5 Grassteen

Om de grasgroei te vergemakkelijken, zijn er betonelementen in de handel die dit mogelijk maken. Langs de beschouwde rivieren is op enkele strekkingen zo'n taludverdediging aangebracht.

3.5.1 Grasbetontegels

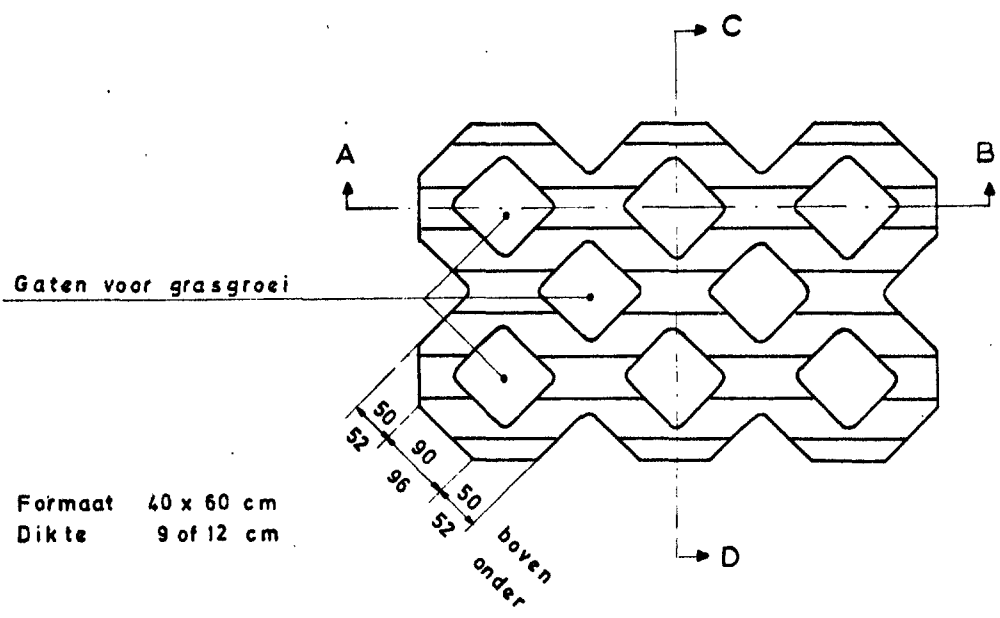
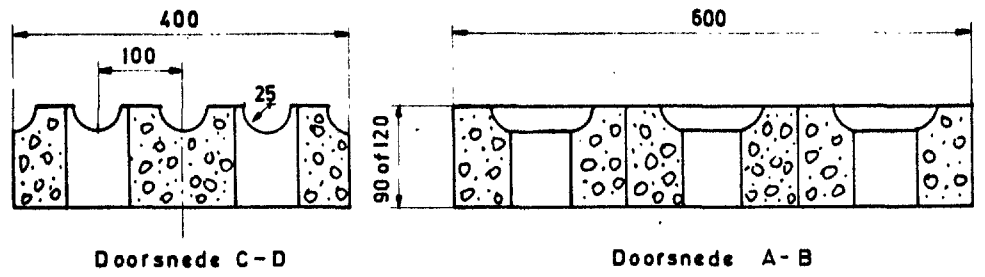
Op het buitentalud van de Waaldijk van het polderdistrict Bommelerwaard is een gedeelte met grastegels gelegd (fig. 9). De constructie heeft nog geen hoogwater hoeven keren, zodat hiermee nog geen ervaring is. Het blijkt dat het gras goed door de gaten heengroeit, zodat van de tegels weinig meer is te zien.

Een nadeel van de constructie is de grote kans op beschadiging en uitspoeling direct na de aanleg. De grasmat is dan nog onvoldoende ontwikkeld. De grastegels lijken daarom alleen geschikt voor bovenwaterverdedigingen, zoals op bandijken, die het grootste gedeelte van het jaar geen water te keren hebben. De benodigde grasmat kan dan goed tot ontwikkeling komen.

De verwachting is dat deze verdediging, met een goede grasgroei aan de eisen zal voldoen.

3.5.2 Gobi-mat.

De Gobi-mat bestaat uit een kunststof filterdoek met betonstenen daarop gelijmd (fig. 10). De mat is op verschillende plaatsen langs de IJssel en de Overijsselse Vecht toegepast, maar heeft daar nog geen hoog water hoeven keren. Het filterdoek voorkomt uitspoeling van de ondergrond, als er nog geen goede grasmat aanwezig zou zijn. De mat is dus minder gevoelig voor uitspoeling direct na aanleg.



Formaat 40 x 60 cm
 Dikte 9 of 12 cm

Fig. 9

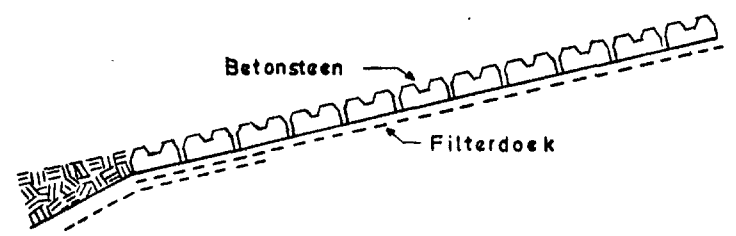


Fig. 10

4. Kosten van de verdediging

In dit hoofdstuk is getracht de besproken materialen naar kostprijs in categorieën in te delen. Bij de vaststelling hiervan is prijs per m² bepaald op prijsbasis van 1973.

	Categorie	Materiaalsoort
I	f 45,- tot f 60,-	1. Basaltzuilen 2. Betonplaten
II	f 30,- tot f 45,-	1. Betonzuilen 2. Systeem Oord 3. Systeem Haringman
III	f 20,- tot f 30,-	1. Gebroken grind, fijn bestortings- materiaal en stortsteen 2. Gobimat 3. Grasbetontegels 4. Zandasfalt (afhankelijk van dikte)
IV	f 10,- tot f 20,-	1. Gezette klinkers 2. Zandsteen 3. Staalslakken 4. Loodslakken.

Omdat de prijzen in deze tijd vrij snel stijgen, zijn de genoemde prijzen slechts een illustratie om tot de bepaalde categorieën te komen.

5. Conclusies

Uit de hoofdstukken 2 tot en met 4 kunnen de volgende conclusies getrokken worden:

- 5.1 De taludverdedigingen worden, naast beschadiging door golfaanval, vaak aangetast door wrakhout, ijsschotsen en dergelijke.
- 5.2 De overgang van de verdediging naar de naastliggende grond is gevoelig voor beschadigingen.
- 5.3 Direct na aanleg zijn de meeste constructies kwetsbaar, doordat zij nog niet gezet zijn of door het ontbreken van de grasbegroeiing.
- 5.4 Grasgroei is bij de meeste constructies van belang. Het is een soort "wapening" van de constructie.
- 5.5 Gezette constructies zijn duurzaam en geven weinig onderhoud. Behalve de aanleg van de lichte gezette klinkerconstructie, is die van de overige verdedigingen kostbaar.
- 5.6 Voor gezette betonzuilen en andere gezette betonsystemen is bij de aanleg een nauwkeurige maatvoering noodzakelijk. De verdedigingen zijn vooral toepasbaar op zwaar aangevallen rechte dijkvakken.
- 5.7 Betonplaten zijn duurzaam en gemakkelijk aan te leggen. Zij behoren echter tot de dure verdedigingen.
- 5.8 Zandasfaltmengsel blijkt te voldoen vooral als de laag doorgroeit is met gras.
- 5.9 Gestorte materialen zijn goedkoper in aanleg dan de gezette constructies. Slakken hebben nadelen die vooral berusten op hun chemische samenstelling.
- 5.10 Zandsteen is minder geschikt als taludverdediging.
- 5.11 Grasstenen zijn goed toepasbaar en voldoen pas goed als de grasmat volgroeit is. Aanleg op een droog talud geeft meer zekerheid over de groei van een goede grasmat.