

RIJKSWATERSTAAT DIENST WEG- EN WATERBOUWKUNDE

Onderzoek erosie op grasmat

Overeenkomst: DWW 155

december 1987

---

HEIDEMIJ

---

ADVIESBUREAU BV

projectnr.630-03870

---

## INHOUD

	<u>Blz.</u>
SAMENVATTING	1
1. INLEIDING	2
2. OPZET VAN HET ONDERZOEK	3
3. RESULTATEN VAN DE ENQUETE	4
4. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	10

## BIJLAGEN

1. Vragenlijst
2. Tabel 1

## **SAMENVATTING**

Het onderzoek naar de erosiegevoeligheid van grastaluds van rivierdijken, uitgevoerd als een enquête bij 10 waterschappen, heeft algemene informatie opgeleverd ten aanzien van de aard en omvang van schade na hoge afvoeren op de rivieren.

Het blijkt, dat vers aangelegde taluds, min of meer onafhankelijk van de kleisamenstelling, zeer erosiegevoelig zijn. Daarnaast speelt het grondgebruik ook een niet te onderschatten invloed op het optreden van schade. Door het ontbreken van op de praktijk aansluitende ontwerpregels wordt aanbevolen om direct na hoge rivierafvoeren voor een groot aantal locaties op grond van waarnemingen de belasting te reconstrueren en de sterkteparameters op te nemen van beschadigde en onbeschadigde taluds. Door het systematisch verwerken van deze gegevens kunnen ontwerpregels van grastaluds worden ontwikkeld.

## 1. INLEIDING

In de dagelijkse praktijk van het ontwerpen, uitvoeren en beheren van rivierdijken worden nogal wat discussies gevoerd over de kwaliteitseisen aan de te verwerken specie. Op grond van ervaring zijn in de "Leidraad voor het ontwerpen van rivierdijken, deel 1" technische richtlijnen gegeven. Daarnaast worden vanuit natuurwetenschappelijk belang ook weer andere wensen gesteld. Soms lijken de aldus gestelde eisen tegenstrijdige elementen te bevatten. Dit was de aanleiding voor de Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen om een projectgroep te laten starten voor het opstellen van eisen aan klei voor dijken.

Naast lopend, meer fundamenteel onderzoek, is er ook behoefte gesignaleerd aan het vernemen en verwerken van de ervaring van de grootschalige dijkverzwaringen van de laatste jaren. Hierdoor wordt met name gedoeld op de erosiebestendigheid van grastaluds.

In opdracht van en in samenwerking met Dienst Weg- en Waterbouwkunde (DWW) van Rijkswaterstaat is door Heidemij Adviesbureau BV een onderzoek uitgevoerd naar de ervaring met grastaluds bij waterschappen langs de bovenrivieren. De bedoeling van deze studie is om de ervaring te inventariseren en voorzover mogelijk daaruit conclusies te trekken voor de ontwerppraktijk en beheer van rivierdijken. Langs deze weg zouden ook de leemten in kennis worden onderkend om zo nodig verder onderzoek daarop af te kunnen stemmen. Naast de technische aspecten is ook aandacht besteed aan die gevallen waarbij het beheer (gebruik) van de dijktaluds mede verantwoordelijk is voor optredende schade. In dit onderzoek is echter geen aandacht besteed aan de relatie tussen vegetatie en erosiegevoeligheid.

## 2. OPZET VAN HET ONDERZOEK

Uit ervaring blijkt dat een goed ontwikkelde grasmat met aangepast beheer in normale omstandigheden (geen schaaldijk) beperkte belasting door wind en water goed kan weerstaan. Hierbij spelen factoren als de keuze van het dijkmateriaal, wijze van verwerking, taludhelling en grondgebruik een belangrijke rol. Daarnaast wordt de sterkte van een nieuw aangelegde grasmat ook nog door de factor tijd bepaald. Zelfs bij gunstige omstandigheden (tijdig inzaaien, weersgesteldheid, aangepast onderhoud) kan zich pas na 2 à 3 jaar een volgroeide grasmat ontwikkelen. Treedt gedurende deze periode een extreme hydraulische belasting op, dan zal door het ontbreken van de gewenste sterkte schade optreden.

Om erachter te komen in welke situaties en in welke mate grastaluds schadegevoelig zijn, is als eerste fase van onderzoek een enquête uitgevoerd onder dijkbeherende waterschappen. Het voortzetten van het onderzoek is afhankelijk gesteld van de resultaten van de enquête. Dit onderzoek was gericht op de waterschappen die de laatste jaren ervaring hebben opgedaan met dijkverzwaringen. Tabel 1 geeft o.a. een overzicht van de betrokken waterschappen. Voor het verkrijgen van een zo objectief en evenwichtig mogelijk beeld, is voor de enquête gebruik gemaakt van een hiervoor opgestelde vragenlijst (bijlage 1). De enquête zelf is mondeling uitgevoerd, waarbij de vragenlijst als leidraad heeft gediend voor het gesprek. De vragen zijn verdeeld in vier groepen:

1. vragen van algemene aard;
2. vragen, betreffende schaden veroorzaakt door erosie;
3. vragen, betreffende schaden aan de bekledingen;
4. vragen, over beheer en gebruik van de dijktaluds.

Hierbij wordt opgemerkt dat de vragen onder 3 zijn toegevoegd omdat gelijktijdig met ons onderzoek door DWW en Grondmechanica Delft ook een enquête is uitgevoerd bij beheerders van dijken van benedenrivieren en zeeweringen. De vragenlijst suggereert een grotere nauwkeurigheid dan in deze fase van onderzoek is nagestreefd. Deze opzet is echter noodzakelijk bij de eventuele voortzetting van het onderzoek. In eerste instantie, voor het verkrijgen van een indruk over de aard en omvang van schadegevallen, zijn de vragen in meer algemene zin beantwoord.

### 3. RESULTATEN VAN DE ENQUETE

De enquête is door toeval uitgevoerd direct na twee hoge afvoergolven: januari en maart 1987. Hierdoor was het mogelijk om schadegevallen in ogenschouw te nemen.

Foto 1 laat een grastalud zien, dat de belasting van de twee afvoergolven goed heeft doorstaan. Opgemerkt moet worden, dat dit betrof een op oost gericht dijkvak, waardoor nagenoeg geen golfbelasting heeft plaatsgevonden.

Veel voorkomend schadetype, zoals op foto 2 is te zien, de afslag van taluds op het niveau van stagnerend water.

Een ander voorbeeld is op foto 3 te zien. Door het te laat in het seizoen gereedkomen van het werk is gekozen voor het leggen van een graszode in plaats van het alsnog inzaaien. Uit dit geval blijkt, dat deze moeite te vergeefs is geweest.

Het toepassen van graszode geeft blijkbaar ook alleen dan de gewenste bescherming als zij tijdig wordt gelegd om goed aan te kunnen slaan. Krimpscheuren als gevolg van te zware klei, en mogelijk te nat aangebracht en verwerkt, zijn op foto 4 te zien.

De krimpscheuren zijn door het water verder uitgespoeld waardoor de sterkte van de graszode sterk achteruitgegaan is.



Foto 1 Wilpse kleidijk



Foto 2 Waalbandijk bij Druten (Grote Waai)

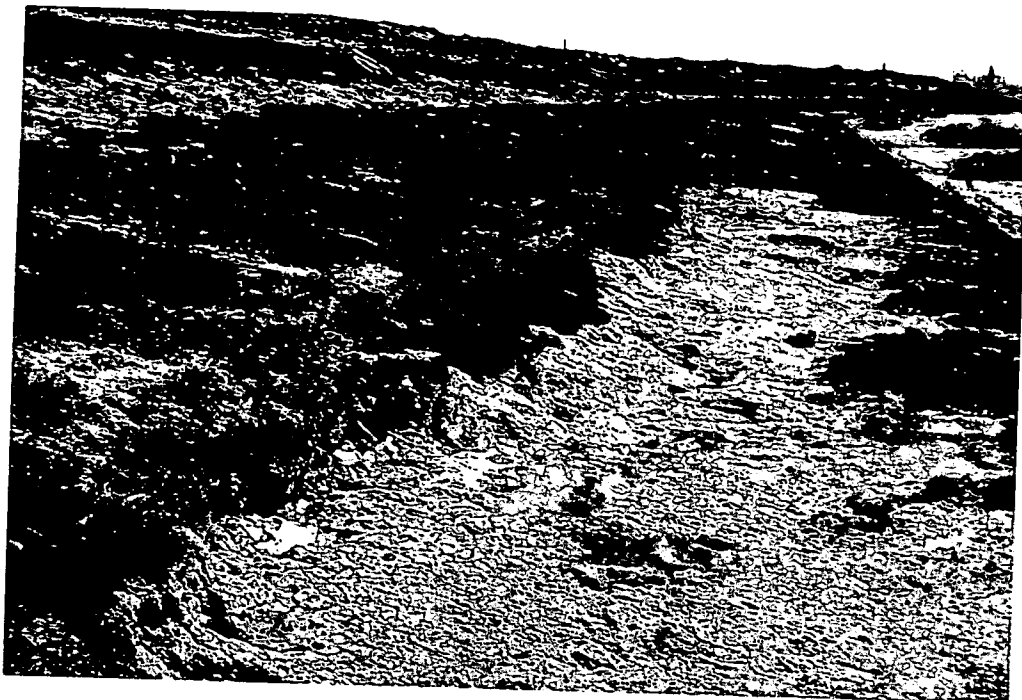


Foto 3 's-Gravenwaardsedam bij Tolkamer



Foto 4 Krimpscheuren linker IJsselbandijk bij de Zande



### Verwerking gegevens

De verschijningsvorm van schade na een periode van hoge afvoer is in het algemeen afslag op het niveau van stagnerende waterstand. De werkelijke oorzaak van afslag is vaak moeilijk te achterhalen en aan te wijzen. Gaat bijvoorbeeld een dijktalud in slechte conditie de winter in doordat in een natte zomer/ najaar te groot vee te lang daarop is blijven lopen, ook al wordt deze schade vóór de winterperiode hersteld, dan zal een hoge rivierafvoer schade (afslag) tot gevolg hebben vanwege het ontbreken van een stevige, goed ontwikkelde, grasmat. Zou een dergelijk talud aangepast beweid of anders beheerd worden, dan zou schade achterwege kunnen blijven, zelfs in situaties waar de dijkspecie licht van samenstelling is, eventueel in combinatie met een minder steile taludhelling. Uit dit voorbeeld moge blijken, dat door samenloop van omstandigheden de werkelijke oorzaak van een schade niet altijd even duidelijk is aan te wijzen.

De gegevens van de enquête zijn in tabelvorm verwerkt, met de bedoeling om daarin enige samenhang tussen schade en oorzaak te kunnen ontdekken. In tabel 1 zijn hiervoor de meest relevante vragen verwerkt.

- De aangehouden datum van aanleg vóór respectievelijk na 1965, is gekozen in verband met de in die periode opgestarte, grootschalige dijkverzwaringen.
- De kolommen voor het aangeven van de plaats van de geconstateerde schade spreken voor zich.
- Voor het vinden van een verband tussen schade en oorzaak, is van belang te weten of het een eenmalige dan wel een regelmatig terugkerend schadegeval betreft.
- In het type schade is onderscheid gemaakt tussen drie categorieën.

Afslag is na een hoge rivierafvoer de meest voor de hand liggende vorm van schade. In dit verband wordt ook gesproken over erosieschade door windgolven, stromend water en drijvende voorwerpen. Het is een duidelijke verschijningsvorm voor het geval dat de belasting de sterkte overschrijdt.

In sommige gevallen kan de schade gerelateerd worden aan het grondgebruik.

Alle overige schaden, veroorzaakt door graverij van dieren e.d. zijn ondergebracht onder het begrip anderszins.

- De oorzaak is voorlopig gezocht in de de samenstelling van de klei, aangeduid als te licht materiaal, in de ouderdom van het talud aangegeven als (vers talud) en in het beheer. Hieronder wordt verstaan een oneigenlijk gebruik van het dijktalud, door onoordeelkundige beweiding en overbemesting.
- Dijkmateriaal (klei) is op grond van de gegeven antwoorden ingedeeld in drie categorieën: licht, normaal, en zwaar. Een klei met een lutumpercentage van 20 à 35 is als normaal beschouwd. In het algemeen waren er geen analysecijfers beschikbaar, vandaar deze vrij grove driedeling.
- Onder herstel wordt verstaan als de schade met oorspronkelijk materiaal is gerepareerd; terwijl het begrip reconstructie wijst op het toepassen van bijvoorbeeld zwaardere klei of andersoortige materialen.
- Voor wat betreft beheer is onderscheid gemaakt tussen eigendom en het gebruik van de taludhellingen. Deze kolommen zijn alleen ingevuld als er sprake was van schade door beheer.

Wordt nu tabel 1 nader beschouwd, dan zijn de volgende uitkomsten waar te nemen:

- De meeste schadegevallen zijn gemeld van dijken die na 1965 zijn aangelegd.
- De buitentaluds scoren het hoogst.
- Een groot aantal van de gevallen betreft regelmatig terugkerende schadegevallen.
- De meeste gevallen worden getypeerd als afslag, soms in combinatie met grondgebruik.
- Als oorzaak wordt veelal aangegeven vers talud.
- De kleisoort wordt meestal als licht of normaal aangeduid.
- Als remedie komt het veelal op reconstructie aan. In het algemeen werd de schade met wat zwaardere kleisoort hersteld.

Bij het nader analyseren van de resultaten in onderling verband zijn enkele opmerkelijke relaties te onderkennen, en voorzichtige conclusies te trekken.

Hierbij dient de algemene en oriënterende opzet van het onderzoek niet over het hoofd worden gezien.

- Het blijkt, dat de schadegevallen bij vers aangelegde dijken geen direct verband vertonen met de samenstelling van de kleispecie. Hieruit zou kunnen blijken, dat het optreden van schade meer te maken heeft met de ouderdom van een bepaalde dijk, dan met de samenstelling van de specie.
- Als er sprake is van schade door beheer, dan is het dijkmateriaal veelal ook als licht vermeld. Dit zou kunnen betekenen, dat een dijk, gemaakt van lichte kleispecie meer aandacht vraagt ten aanzien van grondgebruik (beheer) dan zware kleidijken.
- Een ander significant resultaat is, dat in het geval er sprake is van schade door "beheer", de gebruiker onder de categorie "derden" valt. Hierbij is minder van belang wie de eigenaar is maar wel hoe het dijktalud gebruikt wordt.

Opgemerkt wordt dat naast de in tabel 1 verwerkte gegevens ook enkele schadegevallen gemeld zijn van zomerkaden, waarbij de schaden voornamelijk zijn veroorzaakt door over de kade inlopend water. Ook hierbij is sprake van een aantal combinaties van factoren, zoals te lichte specie, ongeoorloofd grondgebruik en te zware bemesting.

Er zijn ook enkele schadegevallen gemeld, veroorzaakt door graverijen van dieren. Gelet echter op het doel van deze studie -het zoeken naar de oorzaken van schade door afslag- zijn deze gevallen verder buiten beschouwing gelaten.

#### 4. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

Dit onderzoek was gericht op het verzamelen van informatie over schadegevallen. Deze benadering heeft als zodanig enig resultaat opgeleverd over de soort en onderlinge verhouding van de diverse schaden, maar kan geen concrete bijdrage leveren ten aanzien van de ernst van de schade in relatie tot de totale lengte aan grastaluds langs de rivieren. Op grond van de gevoerde gesprekken kan gesteld worden, dat het aantal en de omvang van schadegevallen waarbij de kwaliteit van de dijkspecie als oorzaak van de schade wordt aangemerkt, niet schrikbarend is. Het is veel eerder een combinatie van factoren. Het blijkt, dat een volgroeide grasmat bij een niet zwaar aangevallen dijk in het algemeen goed voldoet als taludbekleding.

Het is bekend dat de dijken langs de Maas, IJssel, Nederrijn en het bovenstrooms gedeelte van de Lek en de Waal van oorsprong lichter van samenstelling zijn dan langs het benedenstrooms gedeelte van Lek en Waal en de dijken langs de benedenrivieren. Dit heeft te maken met de samenstelling van de langs de rivieren afgezette klei. Naarmate de kleisoort lichter is, zijn de taluds ook minder steil. Hellingen van 1:3 à 1:4 zijn in dit verband geen uitzonderingen. Er schijnt dus van oudsher een relatie te bestaan tussen belasting en sterkte van de bekleding. In dit verband moet de taludhelling als sterkteparameter worden gezien.

De meeste problemen ontstaan bij vers aangelegde taluds en in de situaties waar het min of meer natuurlijke evenwicht tussen belasting en sterkte verstoord wordt. Dit kan veroorzaakt worden door een extreme weersgesteldheid gedurende hoge afvoeren, maar veel eerder door de afname van de sterkte door ontoelaatbare grondgebruik.

Met ontoelaatbaar grondgebruik wordt bedoeld overbemesting en ongeoorloofde (te lang en bij slechte weersgesteldheid) beweiding.

In dit verband zou wenselijk zijn de geldende regels en in het bijzonder de toepassing daarvan voor het grondgebruik verder te verscherpen.

De schadegevallen in relatie tot vers aangelegde taluds zijn in het algemeen van tijdelijke aard. Krijgt de graszode de kans om zich voldoende te ontwikkelen door tijdig in te zaaien en het minstens gedurende het eerste jaar uitblijven van een extreme rivierafvoer, dan zijn daarna bij een goed gekozen en ook consequent toegepast beheer (grondgebruik) weinig problemen te verwachten.

Door het ontbreken van kwantitatieve ontwerpregels wordt bij de keuze van de kleisoort vanuit ervaring gehandeld. Op zichzelf is dit een redelijk en veilige benadering, maar geeft niet de mogelijkheid om met gezag buiten het ervaringsgebied te treden en de beschikbare klei meer selectief te verwerken, afgestemd op de te verwachte belasting. Daarvoor is het nodig, dat de belasting - sterkte relatie nader bekend wordt.

Tot op heden zijn alle onderzoeken op "laboratorium"-schaal verricht, waarbij belastingen op allerlei wijzen zijn nagebootst. Als aanvulling hierop en als afsluiting van het onderzoek naar erosiebestendigheid van graszoden, wordt aanbevolen concrete situaties in de praktijk aan een nader onderzoek te onderwerpen. Meer inzicht in de relatie tussen sterkte (samenstelling en eigenschappen van klei en graszode en taludhelling) en belasting (duur en grootte van wind- en scheepsgolven, stromend water, grondgebruik) is noodzakelijk. Systematische analyse van belasting en sterkte voor een voldoende aantal lokaties met en zonder schade direct na hoge afvoeren kan dit inzicht verschaffen. Met systematisch wordt bedoeld het verzamelen en verwerken van de actuele gegevens zoals weersgesteldheid, waterstanden, stroomsnelheden in relatie tot de lokatie en ligging van de dijk om de belasting te kunnen reconstrueren. Wordt daarnaast ook de samenstelling en eigenschappen van de dijkspecie en graszode bepaald, dan kan voor elke lokatie een relatie worden gelegd tussen belasting en sterkte. Hierbij zal uiteraard ook het grondgebruik in beschouwing moeten worden genomen.

Langs deze weg kan de ervaring, aangevuld met de reeds verzamelde onderzoeksresultaten, vertaald worden naar meer kwantitatieve ontwerpregels.

## BIJLAGEN

# vragenlijst

## ENQUETE NAAR ERVARINGEN MET KLEI IN DE DIJKBOUW

1. Heeft u ervaring opgedaan met beschadigde taluds van dijken?  j  
 n
- 1.1 Bij bandijken
- 1.2 Bij zomerkaden
2. Gegevens van het geval
- 2.1 Situatie:.....bandijk;   
.....zomerkade
- 2.2 Aangelegd vóór 1965   
na 1965
- 2.3 Datum van oplevering
- 2.4 Ontwerpprofiel (bestek)
- 2.5 Taludhelling
3. Schade
- 3.1 Buitentalud  naar 4
- 3.2 Binnentalud  naar 5
4. Soort bekleding
- 4.1 Grasmatt  naar 5
- 4.2 Harde bekleding  naar 8
5. Vermoedelijke oorzaak
- 5.1 Erosie  naar 6
- 5.2 Beheer  naar 10

6. Grasmat

- 6.1 Samenstelling kleibekleding
- 6.2 Herkomst van de klei
- 6.3 Verdichting: - max. proctordichtheid in lab.  kg/m<sup>3</sup>
- watergehalte in lab.  %
- proctorwaarde volgens bestek  %
- watergehalte volgens bestek  %
- laagdikte bij verwerking  m
- verdichtingsmiddel
- aantal gangen
- 6.4 Samenstelling afdekgrond
- 6.5 Dikte afdekgrond  m
- 6.6 Ingezaaid
- 6.6.1 Zaaimengsel
- 6.6.2 Tijdstip van inzaaien
- 6.7 Graszode
- 6.7.1 Tijdstip van aanleg
- 6.8 Zijn er bijzondere maatregelen getroffen om eerste seizoen door te komen  j  
 n
- 6.9 Zo ja, welke?

7. Gegevens over schade

- 7.1 Schade is veroorzaakt door:
- overstromend water
  - langsstromend water
  - windgolven
  - scheepvaartsgolven
  - drijvend vuil/ijs
- 7.2 Eenmalig schadegeval d.d.
- 7.3 Regelmatig terugkerende schade



7.4 Eerst waargenomen

d.d.

7.5 Omvang van de schade

7.6 Laatste herstel

d.d.

7.7 Wijze van herstel

8. Taludverdediging

- gezette blokken
- bitumineus
- stortsteen
- andere constructie

8.1 Samenstelling van de verdediging

- bekleding
- tussenlaag
- ondergrond

8.2 Ondergrond

8.2.1 Samenstelling

8.2.2 Verdichting:

- max. proctordichtheid in lab.
- watergehalte in lab.
- proctorwaarde volgens bestek
- watergehalte volgens bestek
- laagdikte bij verwerking
- verdichtingsmiddel
- aantal gangen

8.3 Zetting incl. klink na oplevering

8.4 Wordt begroeiing op de verdediging geaccepteerd?

9. Gegevens over de schade

9.1 Schade is ontstaan:

- door golfaanval
- door verzakking/onderspoeling
- bij de bekleding zelf
- bij opsluitconstructie
- bij overgangsconstructie

- 9.2 Eenmalig schadegeval d.d.
- 9.3 Regelmatig terugkerende schade
- 9.4 Eerste keer waargenomen d.d.
- 9.5 Omvang van de schade
- 9.6 Laatste herstel d.d.
- 9.7 Wijze van herstel



Waterschap	dijktraject	aanleg		schade							klei		remedie		beheer		opmerkingen
		voor 1965	na 1965	plaats	frequentie	type		oorzaak	licht	normaal	zwaar	herstel	reconstructie	eigendom	grond-gebruik		
						buitentalud	binnentalud									afslag	
Ws. Salland	IJsseldijk km 976	X	X			X	X	X	X	X			X	X	X	versterkt met Enkgazon, vertrapt door vee	
	IJsseldijk km 969,5	X	X			X	X	X	X	X		X	X	X	X	vertrapt door vee	
s. IJsseldelta	Rechter IJsseloever	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	bi. tal. vertrapt door vee	
	Linker IJsseloever	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X		
	Kampen-de Zande	X	X	X	X		X	X			X					klei scheurt, zuid helling slechte grasmat	
d. Rijn en IJssel	Tuindorp	X	X			X	X		X	X			X			regelmatig verbeterd, zwaar aangevallen	
	Kandia	X	X			X	X		X	X		X				zwaar aangevallen dijkvak	
	Looddijk	X	X			X	X		X	X		X				gereconstrueerd met goede klei na 1970	
	Pleidijk	X	X			X	X		X	X		X				zwaar aangevallen dijk, regelmatig hersteld	
	IJsseldijk	X	X			X	X		X		X	X					
	Lathumsdijk	X	X			X	X		X		X	X				hersteld met zware klei	
	Bijland	X	X			X	X		X		X	X					
s. v.d. Berkel	Zutphen	X	X			X	X		X			X				reconstructie met Enkamat en groensteen	
	Emmerichseweg																
s. IJsselland-Baakse Beek	hm 51	X	X			X	X		X		X	X					
	hm 149	X	X			X	X		X		X	X					
	hm 170	X	X			X	X		X		X	X					
s. Oost-Veluwe	Hattem	X	X			X	X		X		X	X					
	Wilpse klei	X	X			X	X		X		X	X					
	Kanonsdijk	X	X			X	X		X		X	X					
	Deventer-Zwolle (algemeen)	X	X	X		X	X	X	X	X		X			X	X	
d. Betuwe	Alg. info	X	X	X		X	X	X	X	X				X	X	X	
d. Tieler- en Culemborgerwaarden	Waardenburg-Tuil	X	X			X	X		X		X						
	Zennewijnen	X	X			X	X		X	X		X	X			zwaar aangevallen dijk	
d. Groot Maas en Waal	Weurt-Deest	X	X			X	X		X	X		X				te lichte bovengrond regelmatig afgeslagen	
	Dp 40, 51, 70																
s. De Maaskant	Alg. info	X	X			X	X	X	X	X		X		X	X	X	