



Evaluatie van natuur- vriendelijke oevers bij Kerkdriel en Grubbenvorst

Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat



Dienst Weg- en Waterbouwkunde

2.4.2 Vegetatie

Het vegetatie-onderzoek is uitgevoerd volgens de Onderzoeksmethode Oevervegetatie (OMO, Duijn, 1995). In 1995 zijn acht proefvlakken uitgezet, die overeenkomen met acht secties schanskorven (figuur 4). Ieder proefvlak beslaat de volledige breedte van vooroever tot aan talud. De proefvlakken zijn niet onderverdeeld in zones, dus de watervegetatie, de vochtige oever en het droge talud vallen allemaal binnen één proefvlak. Deze proefvlakken zijn zowel in 1995 als in 1997 opgenomen met de decimale schaal van Londo (Schaminée et al., 1995). De vegetatie is vervolgens geanalyseerd op zeldzaamheid, aantal soorten en het voorkomen van oeversoorten.

2.4.3 Hoogteligging

In 1996 en 1999 is de hoogteligging in twintig dwarsprofielen opgenomen door de Meetdienst van Rijkswaterstaat Directie Limburg. De horizontale afwijking in deze profielen kan, zoals eerder opgemerkt, tot 1 meter bedragen. De verticale afwijking is afhankelijk van de helling en bedraagt bij de (voor)oever (helling 1:4) ongeveer 0,25m en op de vlakkere bodem ongeveer 0,1m.

Evaluatie van natuur- vriendelijke oevers bij Kerkdriel en Grubbenvorst

1 mei 2000

W-DWW-2000-028

"De Dienst Weg- en Waterbouwkunde van de Rijkswaterstaat (DWW), en degenen die aan deze publicatie hebben meegewerkt, hebben de in deze publicatie opgenomen gegevens zorgvuldig verzameld naar de laatste stand van wetenschap en techniek. Desondanks kunnen er onjuistheden in deze publicatie voorkomen. Het Rijk sluit, mede ten behoeve van degenen die aan deze publicatie hebben meegewerkt, iedere aansprakelijkheid uit voor schade die uit het gebruik van de hierin opgenomen gegevens mocht voortvloeien."

©Het auteursrecht van deze publicatie berust bij Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde

1. Rapport nr. W-DWW-2000-028		2. Datum Rapport 1 mei 2000		
3. Titel en subtitel Evaluatie van natuurvriendelijke oevers bij Kerkdriel en Grubbenvorst				
4. Status rapport	Datum	Schrijvers	Controle	Gezien
Definitief	1 mei 2000	J.M. Reitsma R.J.W. van de Haterd A. Bak		
Concept				
Opdrachtgever				
5. Naam en adres opdrachtnemer Bureau Waardenburg bv Postbus 365 4100 AJ Culemborg				
6. Naam en adres opdrachtgever Rijkswaterstaat Dienst Weg- en Waterbouwkunde Postbus 5044 2600 GA Delft				
7. Projectnaam Grubbenvorst/Kerkdriel	8. Contractnummer		9. Nr. rapport opdrachtnemer	
10. Brief nr. opdrachtgever	11. Contactpersoon opdrachtgever ir. A. de Gelder		12. Telefoonnummer opdrachtgever 015 2518208	
13. Opmerkingen				
14. Samenvatting In 1992 en 1994 heeft Rijkswaterstaat Directie Limburg twee natuurvriendelijke oevers (nvo's) aangelegd langs de Maas, bij Kerkdriel (km 213-214) en bij Grubbenvorst (km 115-116). Van beide nvo's is gedurende een aantal jaren de ontwikkeling gevolgd.				
15. Trefwoorden Natuurvriendelijke oevers, Kerkdriel, Grubbenvorst, schanskorven		16. Distributiesysteem Dienst Weg- en Waterbouwkunde		
		17. Aantal blz. 43		18. Prijs fl. 25,-

In opdracht van RWS Dienst Weg- en Waterbouwkunde heeft Bureau Waardenburg een evaluatie uitgevoerd van twee natuurvriendelijke oeverprojecten langs de Maas. Het betreft een locatie ter hoogte van Grubbenvorst en een locatie ter hoogte van Kerkdriel. Bij beide projecten betreft het de aanleg van een vooroever.

In beide oeverprojecten zijn na de aanleg een aantal monitoringsonderzoeken uitgevoerd. Zo zijn de vegetatie-ontwikkelingen gevolgd, evenals erosie/sedimentatie. Bij Grubbenvorst is bovendien een milieuhygiënisch onderzoek uitgevoerd.

Voorliggend rapport vormt een evaluatie van de verschillende monitoringsonderzoeken.

Het project werd uitgevoerd door een projectteam van Bureau Waardenburg bestaande uit:

J.M. Reitsma	projectleiding
R.J.W. van de Haterd	projectmedewerker
A. Bak	projectmedewerker

Van de kant van de opdrachtgever werd het project begeleid door G. Boks en N. Bos, RWS, Dienst Weg- en Waterbouwkunde

Naast de genoemde personen willen wij de heer A. Mulder (RWS Directie Limburg) bedanken voor levering van digitale hoogteprofielen/dwarsprofielen, en P. Duijn (RWS-DWW) voor becommentariëring van het conceptrapport.

Achtergrond

Voorliggend rapport vormt de eindevaluatie van een aantal monitoringsonderzoeken die in de periode 1994-1998 hebben plaatsgevonden aan twee natuurvriendelijke oeverprojecten. De twee natuurvriendelijke oevers (nvo's) liggen langs de Maas bij Kerkdriel (km 213.5) en bij Grubbenvorst (km 115.2). Het betreft in beide gevallen vooroevers, aangelegd in respectievelijk 1993 en 1994. De ontwikkelingen zijn op beide locaties in de afgelopen jaren gevolgd, waarbij vegetatie-opnamen zijn gemaakt, profielmetingen en uitloogproeven hebben plaatsgevonden. Deze gegevens zijn verzameld om in een latere fase de doelstellingen die voor beide nvo's waren geformuleerd te kunnen evalueren. Dit rapport is het resultaat van die evaluatie.

Doelen

Samengevat behelst voorliggende evaluatie het beschrijven van de gevolgen c.q. effecten op de ontwikkeling van het gebied direct achter de vooroever alsmede de ontwikkeling en/of uitbreiding van oevervegetatie door:

- toepassing van vooroeververdedigingen;
- toepassing van alternatieve bulkmaterialen in schanskorven;
- toepassing van verschillende kruinhoogten van vooroevers.

De doelstelling van de nvo bij Kerkdriel was:

- bevorderen van vegetatie-ontwikkeling achter de vooroeververdediging

De doelstelling van de nvo Grubbenvorst was:

- nagaan wat de effecten zijn van alternatieve bulkmaterialen in schanskorven op de situatie direct achter de vooroever en op de ontwikkeling van de vegetatie;
- nagaan wat de effecten van verschillende kruinhoogten van de vooroeverdam zijn op de situatie direct achter de vooroever en op de vegetatie-ontwikkeling achter de vooroeververdediging (waaronder evt. uitbreiding van de oevervegetatie).

Belangrijkste ontwikkelingen - Kerkdriel

Vegetatie

De vegetatie bij Kerkdriel is in de jaren van monitoring vrij sterk veranderd. Het aantal soorten is toegenomen, en onder de nieuwkomers zaten enkele vrij zeldzame soorten. De totale bedekking is ook toegenomen, met name door soorten van ruigte, struweel en bos. De aanleg van de vooroever en de opslibbing die daarvan het gevolg is geweest, hebben voor geschikte kiemingscondities voor wilgen gezorgd. In een smalle strook is massaal Schietwilg opgeslagen. De hogere bedekking, en de toename van soorten van ruigte, struweel en bos wijzen erop dat de dynamiek afgenomen is na de aanleg van de vooroever.

De strook wilgen die zich na aanleg van de vooroever heeft gevestigd zal in omvang (hoogte en breedte) toenemen en kan zich ontwikkelen tot een zachthoutooibos. De snelheid waarmee dat gebeurt wordt enigszins geremd (maar niet tegengehouden) door de extensieve begrazing met runderen die nu plaatsvindt.

Er is weinig bekend over de watervegetatie. Uit literatuur is bekend dat hier in 1994 Schedefonteinkruid is aangetroffen. Een sterk aanslibbend milieu zoals achter de vooroever bij Kerkdriel vormt geen geschikt milieu voor (vestiging van) waterplanten.

Dwarsprofielen

De nvo bij Kerkdriel heeft een zeer geleidelijk profiel (1:10 tot 1:20). Bovenaan dat profiel, boven 1,3m +NAP, vindt een geringe erosie plaats, terwijl daaronder sedimentatie overheerst. Recentelijk (1999) is de vorming van een soort oeverwal geconstateerd, met daarachter een vochtiger laagte. De hoogteverschillen zijn echter nog zeer gering. Het is niet te voorspellen of deze structuur gaat uitgroeien tot een echte oeverwal.

Belangrijkste ontwikkelingen - Grubbenvorst

Vegetatie

De oevervegetatie is nauwelijks veranderd door aanleg van de vooroever. Dit was ook niet te verwachten, aangezien de invloed van de rivier op deze steile oever minimaal is. De vegetatie op het talud bestaat uit soorten van ruigte en struweel/bos. Een natte oevervegetatie is niet of nauwelijks aanwezig, door het ontbreken van een geschikt biotoop. Er is een lichte toename geweest van typische oeversorten en een lichte afname van facultatieve oeversorten. De pioniersorten die in 1995 sterk toenamen door de verstoring van de bodem, zijn nu weer afgenomen.

De plasbermen bij Grubbenvorst hebben zeer weinig watervegetatie en er is ook niet echt vooruitgang geweest gedurende de periode van monitoring. Slechts in één sectie is een geringe vooruitgang van de vegetatie te zien. In deze sectie is de vooroever hoger dan elders en er is meer ondiep water (0,3-1,0m onder stuwpeil) aanwezig. De oorzaken voor de geringe watervegetatie lijken te liggen in het gebrek aan ondiep water, mogelijk in combinatie met de te lage vooroever. Indien de huidige sedimentatiesnelheid doorzet is binnen drie tot vijf jaar de helft van de plasberm ondiep genoeg voor het ontstaan van watervegetatie. Gezien de vele factoren die van invloed zijn op de sedimentatie, en gelet op de erosie van ondiepe delen tussen 1996 en 1999 is het ook denkbaar dat de sedimentatie niet of veel langzamer doorzet.

Constructie-aspecten

Wat betreft constructie-aspecten kan gesteld worden dat tussen puingranulaat en breuksteen vrijwel geen verschil is gevonden. Sedimentatie achter puingranulaat was iets groter dan gemiddeld achter de breuksteen, maar dat kan toeval zijn. Silex daarentegen zakt sneller in. Deze inzakking lijkt sterk positief gecorreleerd te zijn met het kalkgehalte.

Daarnaast lijken lagere korven, onafhankelijk van het materiaal sneller te kantelen of af te glijden.

Door het ontbreken van geschikte biotopen (lees: ondiep water) voor de watervegetatie en de oevervegetatie kunnen geen uitspraken gedaan worden over de invloed van de vooroeverhoogte of de alternatieve materialen op de vegetatie.

Dwarsprofielen

Ook bij Grubbenvorst is sedimentatie het overheersende proces, met name in de diepere delen. Aan het talud zelf is uiteraard niets veranderd, omdat dit vastgelegd is.

Milieuhygiënisch onderzoek

Het milieuhygiënisch onderzoek toont aan dat er afgezien van zink weinig verschillen in stoffengehaltes zijn opgetreden, bij zowel puingranulaat als silex. Hoewel slechts bij één van de drie onderzoeken een duidelijk onderscheid tussen silex en puingranulaat is gemaakt, is gebleken dat de gehalten wat betreft samenstelling en uitloging tussen beide materialen weinig verschillen.

Toetsing van de monsterresultaten aan het bouwstoffenbesluit is met de huidige gegevens nog niet mogelijk. Dit vereist een uitgebreide rekenprocedure waarbij een groot aantal gegevens nodig zijn, die op dit moment niet allemaal beschikbaar zijn. Het is op dit moment dan ook niet te zeggen of er vanuit het oogpunt van milieuhygiëne bezwaren zijn tegen toepassing van silex en puingranulaat in oeverconstructies.

Aanbevelingen

Voor beide projecten kan gebruik worden gemaakt van luchtfoto's, die het RIZA heeft laten vliegen ten behoeve van de ecotopenkartering Maas. Zeker voor wat betreft Kerkdriel zou het zinvol kunnen zijn om deze foto's te vergelijken met foto's die in de toekomst weer worden gevlogen (herhaling ecotopenkartering). Hierdoor kunnen veranderingen in oppervlakte en verschuiving van vegetatiezones in kaart worden gebracht. Tevens kan de grootte en de ligging van de vooroevers en de openingen erin worden vastgesteld.

Er wordt aanbevolen bij Kerkdriel de ontwikkelingen in de water- en oevervegetatie in relatie tot sedimentatie en erosie verder te monitoren.

Wat betreft de vooroever bij Grubbenvorst wordt aanbevolen om tussen 2002 en 2005 nog eens de profielen te meten en de watervegetatie op te nemen, en tevens waterdoorzicht te meten. Aanbevolen wordt om tevens de ligging en lengte van de secties schanskorven bij Grubbenvorst ten opzichte van een vast punt in te meten.

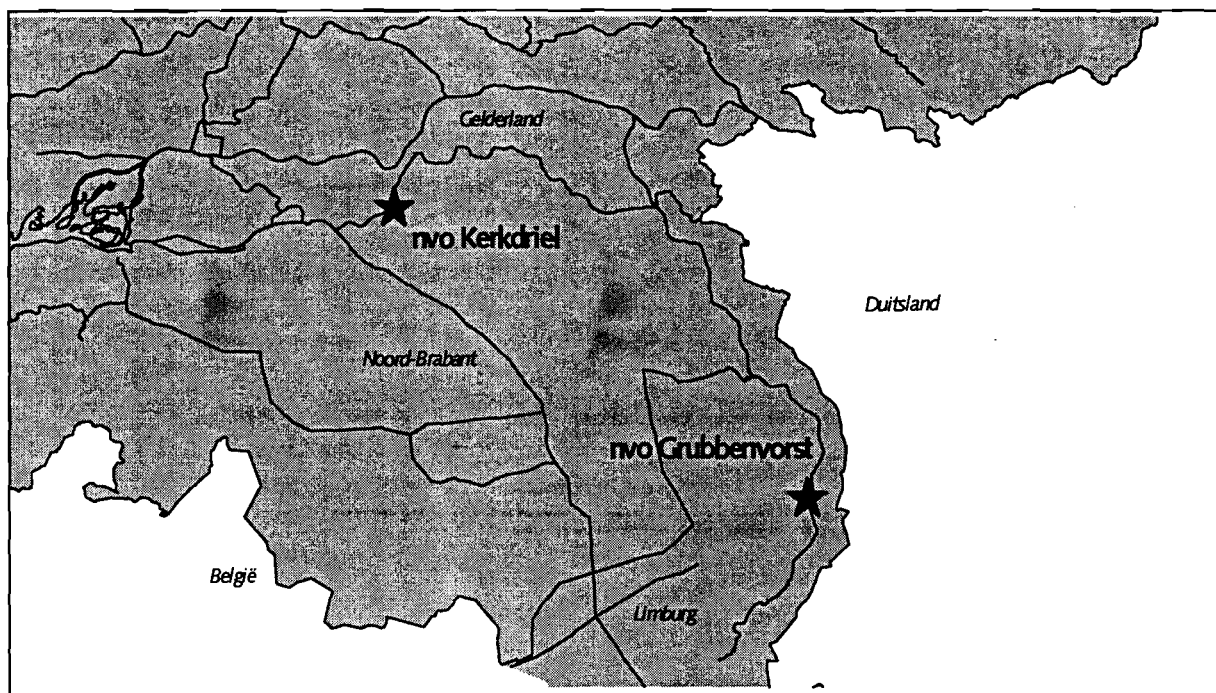
Op de locatie Grubbenvorst wordt aanbevolen om vrij eroderende oevers toe te staan, door stenen/verharding uit de bestaande oever te verwijderen.

Aanbevolen wordt om met betrekking tot de constructie-aspecten van schanskorven (zowel type materiaal als hoogte) de monitoring voort te zetten, om meer inzicht te krijgen in de effecten op het daarachter gelegen oevermilieu. Indien vervolgonderzoek naar de invloed van hoogtes en alternatieve materialen op de vegetatie in vooroevers gewenst wordt geacht, dan is het raadzaam om zorg te dragen voor voldoende water tussen 0,3 en 1 meter.

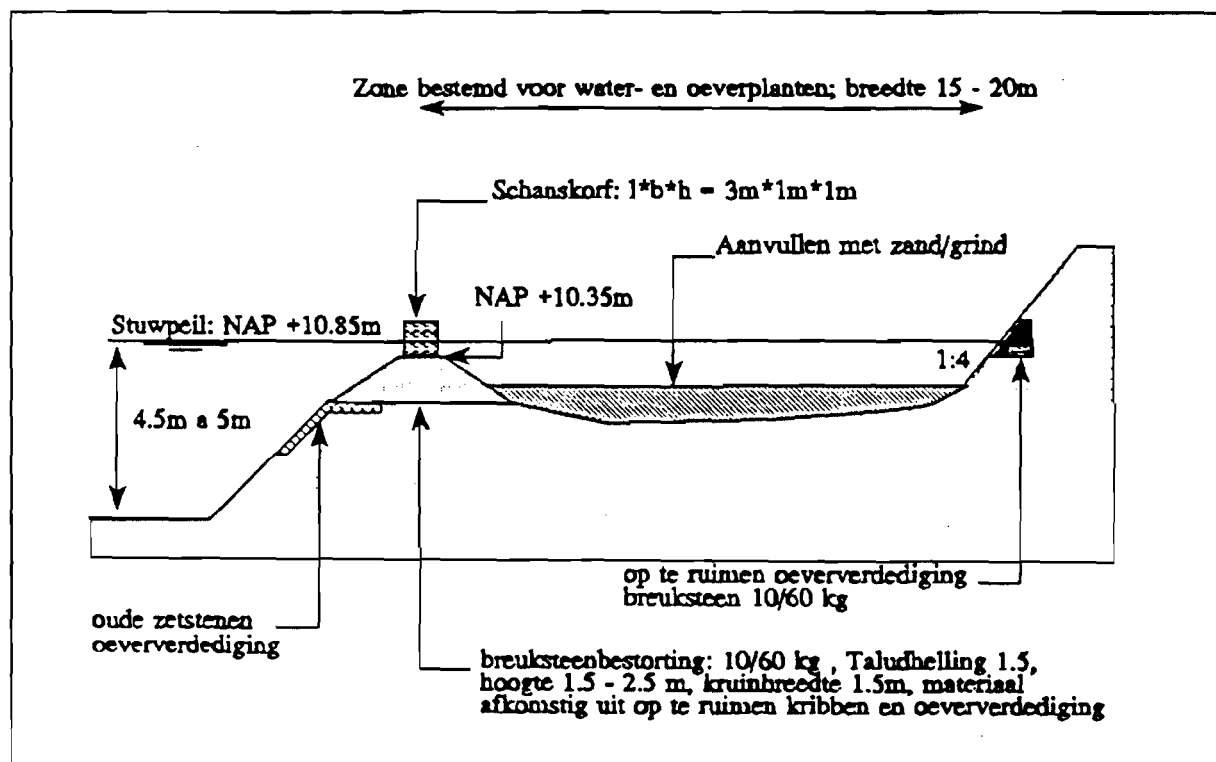
Om vast te kunnen stellen of er vanuit milieuhygiënisch oogpunt bezwaren zijn tegen toepassing van silex/puingranulaat in oeverconstructies is toetsing van de resultaten van het uitlogingsonderzoek aan het bouwstoffenbesluit nodig. Aanbevolen wordt om deze toetsing uit te voeren. Verder wordt aanbevolen om bij toekomstig milieuhygiënisch onderzoek de resultaten in direct toetsbare eenheden te (laten) rapporteren.

Inhoudsopgave

1	Inleiding	11
1.1	Aanleiding	11
1.2	Doelstellingen van de nvo's	11
1.3	Doelstelling en onderzoeksvragen van dit rapport	12
2	Materiaal en methode	15
2.1	Inleiding	15
2.2	Inrichting van de vooroevers	15
2.3	Kerkdriel	17
2.3.1	Vegetatie	17
2.3.2	Hoogteligging	17
2.4	Grubbenvorst	18
2.4.1	Samenstelling en uitloging van vooroevermaterialen	18
2.4.2	Vegetatie	19
2.4.3	Hoogteligging	19
3	Resultaten	21
3.1	Kerkdriel	21
3.1.1	Abiotische ontwikkelingen	21
3.1.2	Vegetatie	23
3.1.3	Beheer	26
3.2	Grubbenvorst	26
3.2.1	Samenstelling en uitloging van vooroevermaterialen	26
3.2.2	Constructieaspecten	28
3.2.3	Erosie en sedimentatie	29
3.2.4	Vegetatie	30
3.2.5	Beheer	32
4	Conclusies	35
5	Aanbevelingen	39
6	Literatuur	43



Figuur 1 Ligging van de nvo's langs de Maas



Figuur 2 Dwarsdoorsnede van de nieuwe oever te Grubbenvorst

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

In 1992 en 1994 heeft de Rijkswaterstaat Directie Limburg twee natuurvriendelijke oevers (nvo's) aangelegd langs de Maas, bij Kerkdriel (km 213 - 214) en bij Grubbenvorst (km 115 - 116) (zie figuur 1). Het betreft in beide gevallen de aanleg van vooroevers. Van beide nvo's is gedurende een aantal jaren de ontwikkeling gevolgd. Voorliggend rapport bevat een evaluatie van de ontwikkelingen van de nvo's.

Kerkdriel

De rechter Maasoever nabij Kerkdriel (km 213-214), was zodanig afgeslagen dat ingrijpen noodzakelijk was. Eind 1992 is daarom een vooroever aangelegd, waarachter zich vegetatie zou kunnen vestigen. Deze vooroever bestaat uit breuksteen en ligt ongeveer een meter boven NAP, dat is 0,5 meter boven 'normaal peil'.

Grubbenvorst

Als gevolg van de normalisatiewerken is dit gedeelte van de Maas een gestuwd traject geworden. Hierdoor zijn de oude oeeververdediging en kribben onder water verdwenen. Nautisch gezien was het wenselijk de onder water gelegen kribben op te ruimen omdat het regelmatig voorkwam dat er recreatie-vaartuigen op vastliepen. In 1993 zijn reeds kribben geruimd bij Aijen Wellberg, en in 1994 is een soortgelijk werk uitgevoerd bij Grubbenvorst. Naast de oeeververdediging zijn een aantal betonnen loopbruggen opgeruimd. Het materiaal is gebruikt als fundering van een langsdam, waarop schanskorven zijn geplaatst (figuur 2). Deze schanskorven zijn gedeeltelijk gevuld met breuksteen, gedeeltelijk met twee alternatieve vulmaterialen: silex en puingranulaat. Silex bestaat uit harde, grillig gevormde kiezelconcreties (vuursteen), veelal ontstaan in mergelafzettingen (vuursteen) en tau (zwakke kalksteen). Puingranulaat wordt verkregen door het selectief slopen en het adequaat bewerken van beton- en/of metselwerkpuin. Een uitgebreide beschrijving van deze materialen is te vinden in het handboek natuurlijke oevers (CUR, 1994).

Rijkswaterstaat Directie Limburg is voornemens om op verschillende stuwpannen het stuwpeil te verhogen in verband met een grotere diepgang voor de scheepvaart. Voor dit traject betekent dit concreet een waterstandsstijging van maximaal 0,50m tot 11.25m +NAP. In 1994 is het stuwpeil reeds tien centimeter verhoogd (Boks et al., 1994). Dit heeft uiteraard consequenties voor de golfbrekende werking van de vooroevers.

1.2 Doelstellingen van de nvo's

De doelstellingen van de nvo te Kerkdriel zijn niet éénduidig geformuleerd, zoals Besteman (1999) al opmerkte. Uit Anonymous (1992) blijkt echter dat de volgende overwegingen meegespeeld hebben:

- Het tegengaan van de erosie (de strook land tussen de Maas en de achterliggende plas 'de Zandmeren' moet meer dan 40m breed blijven).
- Het ontstaan van een vegetatierijke oever in open verbinding met de rivier, die als stepping stone kan fungeren tussen Fort St. Andries en de Biesbosch.

De doelstellingen van de nvo te Grubbenvorst waren (Boks et al., 1994):

- Nagaan wat de effecten zijn van het toepassen van alternatieve bulkmaterialen in de schanskorven. Dit kan van invloed zijn op de waterkwaliteit, waterbeweging in de vooroever, de constructie, vegetatie en (macro)fauna.
- Nagaan wat de effecten van verschillende kruinhoogten van de vooroeverdam zijn op de erosie/sedimentatie en de vegetatie-ontwikkeling achter de vooroeververdediging (waaronder eventueel uitbreiding van de oeervervegetatie).

Om na te gaan of deze doelstellingen gehaald zouden worden is een monitoringsprogramma opgesteld. De periode van monitoring bedroeg in beide gevallen vijf jaar, en is inmiddels afgesloten. Voorliggend rapport vormt de afsluitende evaluatie van beide nvo's.

1.3 Doelstelling en onderzoeksvragen van dit rapport

De ontwikkelingen zijn op beide locaties in de afgelopen jaren gevolgd, waarbij de monitoring zich beperkt heeft tot vegetatie-opnamen, profielmetingen en milieuhygiënische metingen. Voorliggend rapport gebruikt deze gegevens bij de evaluatie van de doelstellingen van beide nvo's. De doelstelling van dit rapport luidt als volgt:

Evaluatie van de voor beide nvo's geldende doelstellingen. Samengevat behelst de evaluatie het beschrijven van de gevolgen c.q. effecten van:

- toepassing van vooroeververdedigingen;
- toepassing van alternatieve bulkmaterialen in schanskorven;
- toepassing van verschillende kruinhoogten van vooroevers.

De onderstaande onderzoeksvragen zullen bij deze evaluatie aan bod komen.

Voor Kerkdriel gaat het om de volgende deelvragen:

1. Heeft uitbreiding van oever-/moerasvegetatie plaatsgevonden?
2. Is de aard van de begroeiing veranderd?
3. Dezelfde vragen gelden voor waterplantenvegetaties.
4. Zijn deze veranderingen te koppelen aan abiotische veranderingen (zoals opslibbing, erosie)?

Wat betreft Grubbenvorst betreft het de volgende deelvragen:

5. Heeft uitbreiding van oever-/moerasvegetatie plaatsgevonden?
6. Is de aard van de begroeiing veranderd?
7. Dezelfde vragen gelden voor waterplantenvegetaties.
8. Koppeling abiotische veranderingen (opslibbing, erosie) aan vegetatie-ontwikkeling en aan constructie-aspecten van de vooroever (hoogteligging, type vulling schanskorven).
9. Heeft uitloging van stoffen uit de schanskorven plaatsgevonden?



Foto 1 . Locatie Kerkdriel voor aanleg van de nvo (stippellijn). Foto: S. Janssen (RWS-Limburg)



Foto 2. Overzicht locatie Kerkdriel na aanleg van de nvo (juni 1993). Foto: RWS-DWW

2 Materiaal en methode

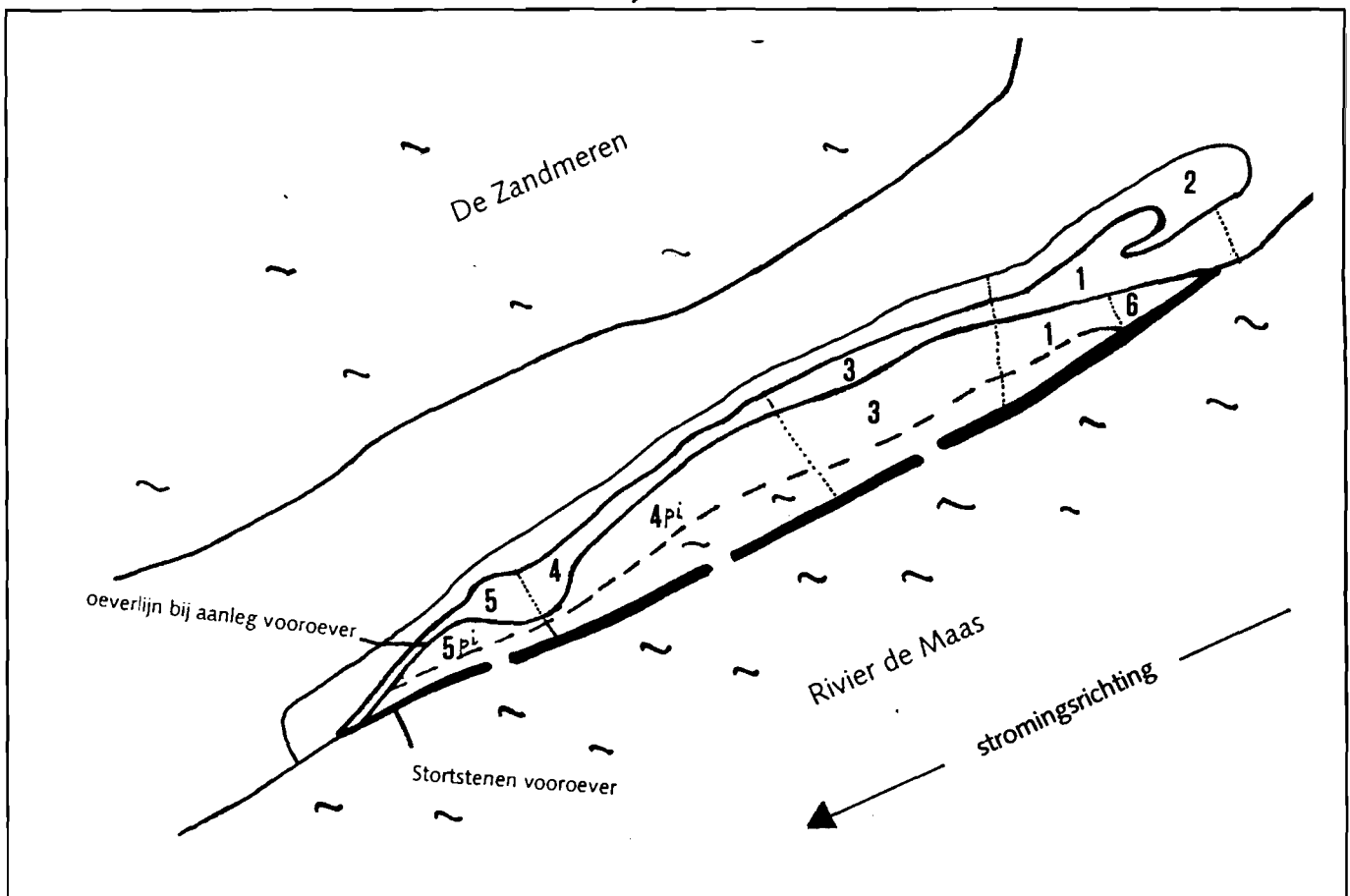
2.1 Inleiding

De voorliggende evaluatie is vrijwel geheel gebaseerd op reeds bestaande gegevens. Ter oriëntatie heeft een kort veldbezoek plaatsgevonden in november 1999, maar tijdens dat veldbezoek zijn geen gegevens verzameld. Wel zijn een aantal foto's gemaakt van beide locaties.

2.2 Inrichting van de vooroevers

Kerkdriel

De vooroever bij Kerkdriel bestaat uit breuksteen, waarbij de kruin 0,5m boven normaal peil ligt (figuur 3). De vooroever is aan beide uiteinden verbonden met de oever. In de vooroever bevinden zich een aantal openingen. Erachter ligt een strook open water, die maximaal 0,70cm diep is. Dit loopt in de richting van de oever zeer geleidelijk op, met een helling tussen de 1:10 en 1:20. De bodem bestaat uit fijn zand en slib.



Figuur 3. Situatieschets en ligging vegetatieproefvlakken bij Kerkdriel

Grubbenvorst

De vooroever bij Grubbenvorst is over een lengte van 420 meter verdeeld in secties van ongeveer 60 meter. Een sectie bestaat uit een serie schanskorven met een maximale tussenruimte van 55cm. Binnen een sectie hebben alle schanskorven hetzelfde materiaal en dezelfde hoogte. Er zijn drie secties met

een alternatief materiaal en twee secties met een alternatieve hoogte (zie figuur 4). Doordat de secties afzonderlijk gemonitord zijn, kan de invloed onderzocht worden van de verschillen in hoogte en materiaal.

vaknr	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
lengte plan	>60m	60m	60m	60m	60m	60m	60m	60m	60m	>60m
hoogte plan	0,5	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0	0,5	0,5
hoogte '95	0,3	0,05	0,15	0	0,15	0,15	0	0	0,3	0,3
aantal korven	25	22	20	22	18	20	27	22	22	31
Vooroever	Breuksteen	Silex 10%	Breuksteen	Silex 30%	Breuksteen	Breuksteen	Breuksteen	Breuksteen	Breuksteen	Breuksteen
Water										
proefvlaknr	1	2	3	4	5	6	78	9		10
Talud										

Figuur 4. Schematische weergave van de nvo bij Grubbenvorst

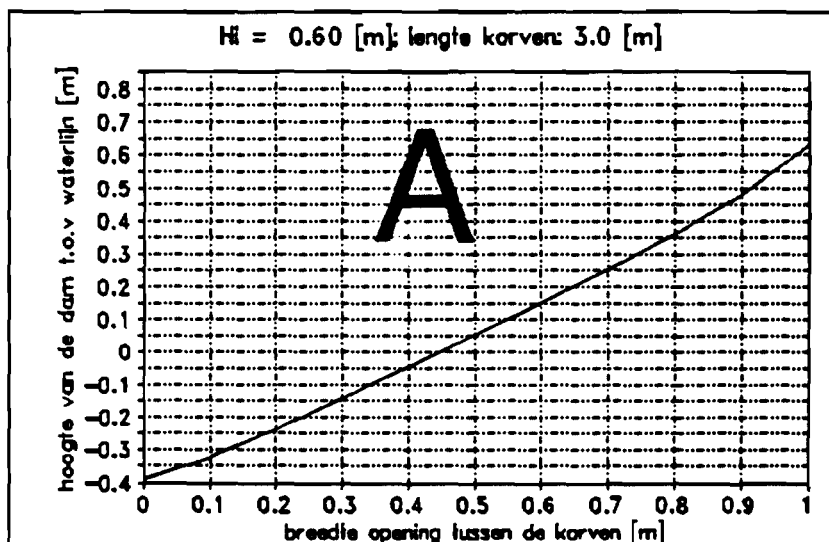
Lengte plan is de vooraf geplande lengte van de secties (Boks et al., 1994)

Hoogte plan is de geplande hoogte t.o.v. stuwpeil van de vooroever (Boks et al., 1994)

Hoogte '95 is de in 1995 gemeten hoogte t.o.v. stuwpeil (Besteman, 1995)

Het aantal korven is in 1995 geteld (Besteman, 1995).

Aan de hand van de bovenstaande gegevens is het golfreducerend vermogen van de dam berekend (Boks et al., 1994). Bij een geschatte golfhoogte van 0,60m, schanskorven 3 * 1 * 1 meter leidde dat tot figuur 5. Boven de lijn in de grafiek (in het gebied 'A') is de snelheid van het water volgens de berekening laag genoeg voor het ontstaan van een watervegetatie. Aangezien de schanskorven aangelegd zijn met een tussenruimte van maximaal 55cm, moet het water dus 10cm onder de kruin staan. Omdat het peil van de rivier sterk wisselt, is het moeilijk om vast te stellen hoe hoog een dam nu precies moet zijn. Het is echter aannemelijk dat met een dam lager dan 10cm boven stuwpeil geen watervegetatie kan ontstaan. Dit is het geval bij sectie 7/8, die precies even hoog is aangelegd als het stuwpeil.



Figuur 5 Golftransmissie door en over een dam van schanskorven (cumulatief effect. Bron: Boks et al., 1994)

2.3 Kerkdriel

Voor de evaluatie van de natuurvriendelijk oever te Kerkdriel is gebruik gemaakt van de volgende informatie:

- vegetatie-opnames uit 1992, 1993 en 1997 (Buro Biopt, 1992; 1993; 1997);
- Een overkoepelende evaluatie van de vegetatieontwikkeling 1992 t/m 1997 (Besteman, 1999);
- hoogteligging/dwarsprofielen uit 1993, 1994 en 1997;
- foto's uit diverse jaren.

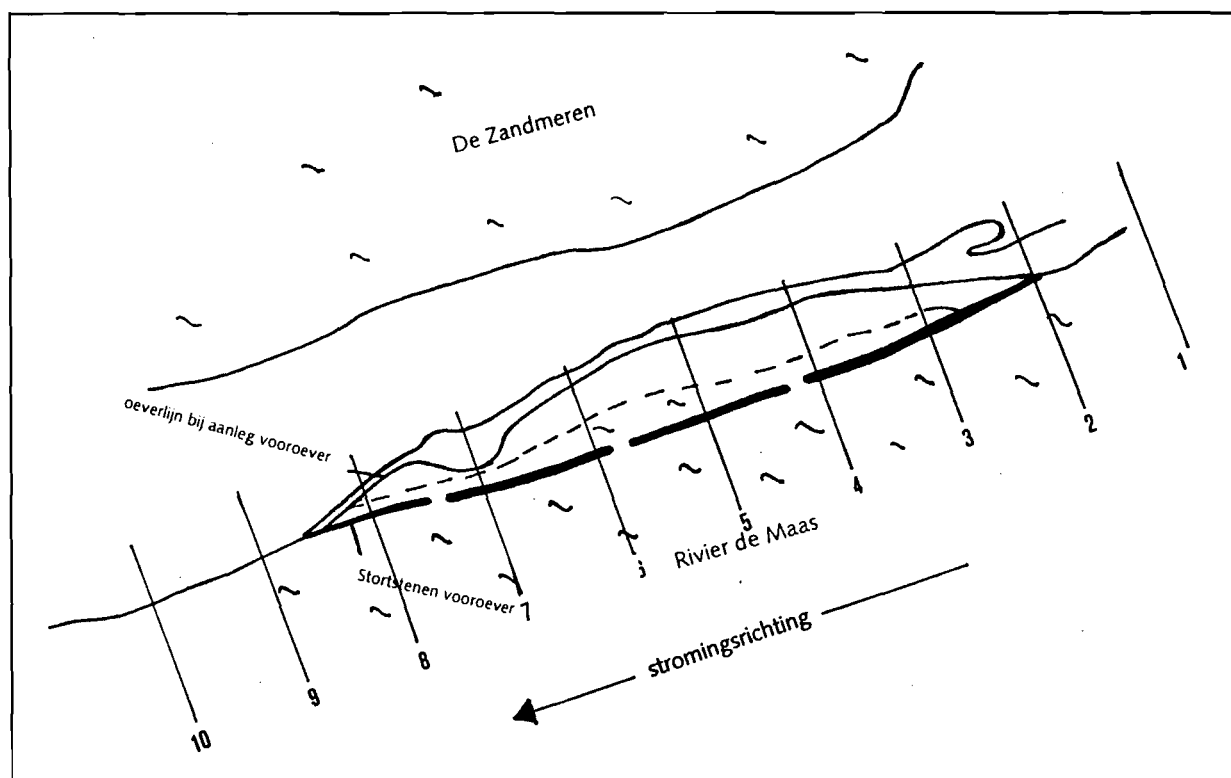
De methoden waarmee bovengenoemde informatie is verzameld, worden hieronder kort samengevat.

2.3.1 Vegetatie

In september 1992, juni 1993 en augustus 1997 is een inventarisatie verricht van de vegetatie (Buro Biopt, 1992, 1993 & 1997). Tijdens deze inventarisatie is de vegetatie op basis van visuele kenmerken in proefvlakken verdeeld, die zijn opgenomen met de schaal van Tansley (Tansley, 1946). In 1992 zijn 5 proefvlakken, genummerd 1 t/m 5 opgenomen (figuur 3). In 1993 zijn naast deze 5 nog twee nieuwe proefvlakken opgenomen, genaamd 4pi en 5pi. Deze zijn ontstaan tussen het water en proefvlak 4 en 5, in een in 1992 nog onbegroeide oeverzone. In 1997 zijn proefvlak 1 en 2 weer gewoon opgenomen, maar proefvlak 3, 4, 5, 4pi en 5pi zijn samengevoegd tot één proefvlak 345. Door sedimentatie na 1993 is een nieuw proefvlak ontstaan, dat opgenomen is in 1997 (proefvlak 6). De vegetatietypen zijn geanalyseerd op bedekking, aantallen soorten, ecotopensamenstelling en het voorkomen van oeversoorten (Buro Biopt, 1997; Besteman, 1999).

2.3.2 Hoogteligging

In 1993, 1994 en 1997 is de hoogteligging in tien dwarsprofielen opgenomen door de Dienstkring Nijmegen-Maas van Rijkswaterstaat Directie Limburg (zie figuur 6). De apparatuur waarmee deze profielen gemeten zijn resulteert in een



Figuur 6. Ligging van de profielen bij Kerkdriel

vrij grote horizontale meetfout; deze kan tot 1 meter bedragen (mond. med. N. Bos, DWW). De verticale meetfout is veel kleiner, in de orde van centimeters. Helaas werkt de horizontale fout in het profiel ook door in de verticale fout. Bij een helling van 1:5 leidt een maximale horizontale fout van 1m tot een maximale verticale fout van 2dm. Bij een helling van 1:10 is dat nog maar 1dm.

2.4 Grubbenvorst

Voor de evaluatie van de natuurvriendelijk oever te Grubbenvorst is gebruik gemaakt van de volgende informatie:

- vegetatie-opnames en overkoepelende evaluatie van de vegetatie-ontwikkeling 1995 en 1997 (Besteman, 1995; 1997);
- milieuhygiënisch onderzoek van puingranulaat vóór gebruik in de natuurvriendelijke oever (Janssen van de Laak, 1995);
- monitoring milieuchemische samenstelling schanskorven in 1996 en 1998 (Iwaco, 1996; Tauw, 1998);
- hoogteligging/dwarsprofielen 1996 en 1998;
- foto's uit diverse jaren.

De methoden waarmee bovengenoemde informatie is verzameld wordt hieronder kort samengevat.

2.4.1 Samenstelling en uitloging van vooroevermaterialen

Een belangrijke doelstelling van het proefproject Grubbenvorst was hoe de gebruikte alternatieve materialen in schanskorven (silex en puingranulaat) zich gedragen onder milieumomstandigheden in de Maas. Om die reden vormde milieuhygiënisch onderzoek een onderdeel van het monitoringsonderzoek. De kwaliteit van het water rondom de bulkmaterialen, zoals puingranulaat, kan worden beïnvloed door uitloging. De uitloging, maar ook het effect daarvan op de waterkwaliteit, is sterk afhankelijk van de heersende waterkwaliteit op dat moment en stroming als gevolg van scheepvaart en wind. Omdat deze parameters sterk fluctueren in de tijd, is de waterkwaliteit zelf geen goede referentieparameter. Om toch enig inzicht in de gevolgen van alternatief materiaalgebruik op de waterkwaliteit te krijgen, is driemaal, te weten in 1994, 1996 en 1998 onder laboratoriumcondities voor zowel puingranulaat als silex het volgende bepaald:

- de samenstelling van het materiaal;
- de maximale uitloogbaarheid door de beschikbaarheidsproef pH4/pH7 (deze test is bedoeld om na te gaan hoeveel van een bepaald element op zeer lange termijn voor uitloging beschikbaar is onder de meest extreme condities);
- de uitloging via de standtest (alleen in 1994); deze test is bedoeld om een schatting te geven van de mate van uitloging als functie van de tijd.

Bij de analyses zijn de volgende parameters onderzocht:

- de zware metalen Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn, Mo, V, As;
- de 10 PAK (Polycyclische Aromatische Koolwaterstoffen) volgens de Leidraad Bodembescherming.

Voor de proeven en analyses is gebruik gemaakt van de laatste bekende gestandaardiseerde voorschriften en richtlijnen.

Overigens is het zo dat het bij de onderzoeken in 1994 en 1996 achteraf niet duidelijk is welke de silexmonsters en welke de puingranulaatmonsters waren, doordat de monsters vooraf niet gemerkt zijn. Bij het onderzoek in 1998 is dit onderscheid wel duidelijk.

Kaart 1

Hoogteligging in 1999

Hoogteligging in 1999, en de geschiktheid voor watervegetatie. In de secties staat de aanleghoogte, en rechts ervan het sectienummer vermeld. Voor deze kaart is, bij gebrek aan betere gegevens, aangenomen dat de secties even lang zijn. Dit is in werkelijkheid niet het geval.

Legenda

Materiaal van de proefsecties

- breuksteen
- puingranulaat
- silex 10%
- silex 30%

⊕ Hectometerpalen

— Grens van de plasberm

Hoogte van de punten; geschiktheid voor watervegetatie

- < 9.35m +NAP; niet geschikt, te diep
- 9.35 - 9.85m +NAP; matig geschikt
- 9.85 - 10.55m +NAP; geschikt
- 10.55 - 10.85m +NAP; niet geschikt, golflslagzone
- > 10.85m +NAP; terrestrisch
- Oever

Hoogteverandering '96 - '99

Hoogteverandering tussen 1996 en 1999, veroorzaakt door erosie/sedimentatie. In de secties staat de aanleghoogte, en rechts ervan het sectienummer vermeld. Voor deze kaart is, bij gebrek aan betere gegevens, aangenomen dat de secties even lang zijn. Dit is in werkelijkheid niet het geval.

Legenda

Materiaal van de proefsecties

- breuksteen
- puingranulaat
- silex 10%
- silex 30%

⊕ Hectometerpalen

— Grens van de plasberm

Hoogteverandering van de meetpunten

- sedimentatie 0.65 - 0.3
- sedimentatie 0.3 - 0.1
- × Minder dan 0,1m verandering
- erosie 0.1 - 0.3
- erosie 0.3 - 1.35
- Oever



Bureau Waardenburg bv
Adviseurs voor ecologie & milieu



0 25 50 75 Meters

3 Resultaten

3.1 Kerkdriel

3.1.1 Abiotische ontwikkelingen

Erosie en sedimentatie

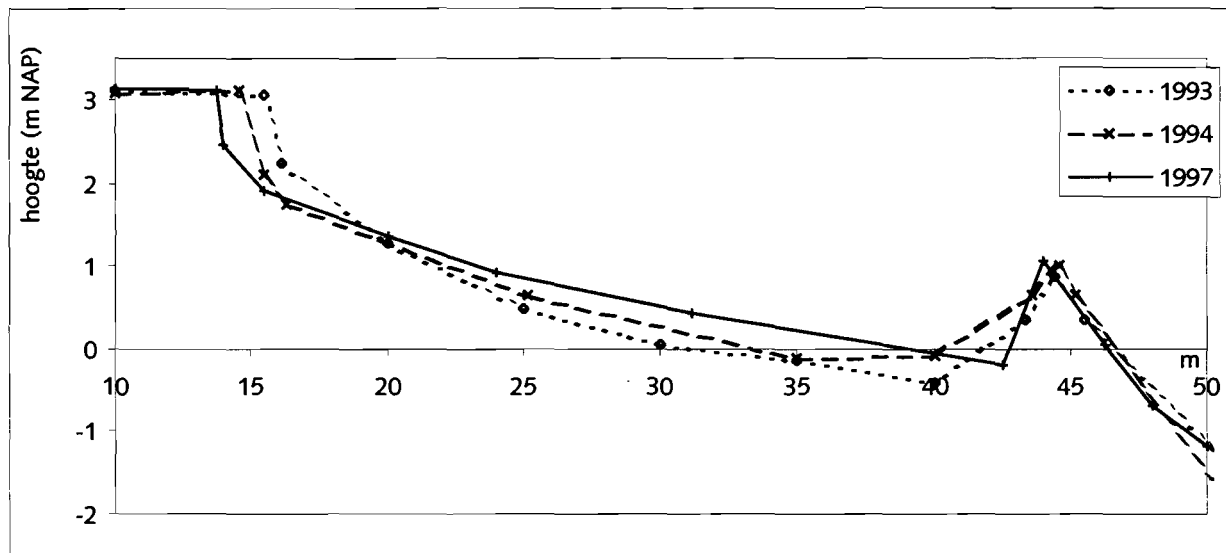
Profiel 1 en 10 (figuur 6), die net buiten de strook met de vooroevers liggen, geven een indruk van morfologische veranderingen buiten de vooroevers. Profiel 10 is nauwelijks veranderd, in profiel 1 is de geringe sedimentatie in 1993-1994 weer grotendeels opgeheven door erosie in 1994-1997. Bij de profielen 2 t/m 4 is in de periode 1993-1994 weinig veranderd, in 1994-1997 heeft een geringe (2, 3) tot vrij sterke (4) sedimentatie plaatsgevonden. Bij de profielen 5 t/m 8 zien we min of meer hetzelfde patroon (zie figuur 7). Tussen 1.75 en 3 meter +NAP bevindt zich een steilrand van 40 - 80 cm. Tussen deze steilrand en de vooroevers is de helling vrij vlak en wordt ook steeds vlakker in de richting van de vooroevers. In de periodes 1993-1994 en 1994-1997 vindt er erosie plaats aan en voor de steilrand. Hierdoor wijkt de steilrand terug of wordt afgevlakt. Tegelijkertijd vindt daaronder sedimentatie plaats, de grens tussen sedimentatie en erosie ligt ongeveer op 1.30 +NAP. Aangezien er (op het lage deel van de oevers) meer materiaal sedimenteert dan er hoger op de oevers erodeert, kan dit proces niet alleen het gevolg zijn van afstromend neerslagwater. Waarschijnlijk ontstaat de steilrand door het rivierwater tijdens hoge waterstanden en wordt deze vervolgens afgebroken door afstromend neerslagwater bij normale waterstanden. Aan de geultjes in de steilrand is duidelijk de invloed van het regenwater te zien. Het materiaal dat van deze steilrand af komt, wordt vermoedelijk samen met slib uit de rivier in de lage delen gedeponneerd. Aangezien het normale peil van de rivier ter hoogte van Kerkdriel 0.50 +NAP bedraagt, moet de sedimentatie plaatsvinden tijdens perioden met hoge waterstanden (minimaal 1.30 + NAP, maar waarschijnlijk 2-3m +NAP). Volgens de overschrijdingsduurlijn (figuur 8) komt het water gemiddeld één keer per jaar boven 3.60 m + NAP. Het water staat dus ieder jaar geruime tijd boven de 2 m + NAP. Door extrapolatie kan worden geschat dat het water gemiddeld 15 à 20 dagen per jaar boven de 2 m + NAP staat. Overigens bevindt het waterpeil zich circa 70% van de tijd op het stuwpeil, 20 % van de tijd daarboven en 10% van de tijd daaronder. Profiel 9 vertoont in de periode 1993 – 1994 hetzelfde patroon als 5 t/m 8. In de periode 1994-1997 vindt er echter een vrij sterke erosie plaats, die de sedimentatie van de eerste periode meer dan teniet doet. De oorzaak hiervan is niet duidelijk.

Bodemsamenstelling

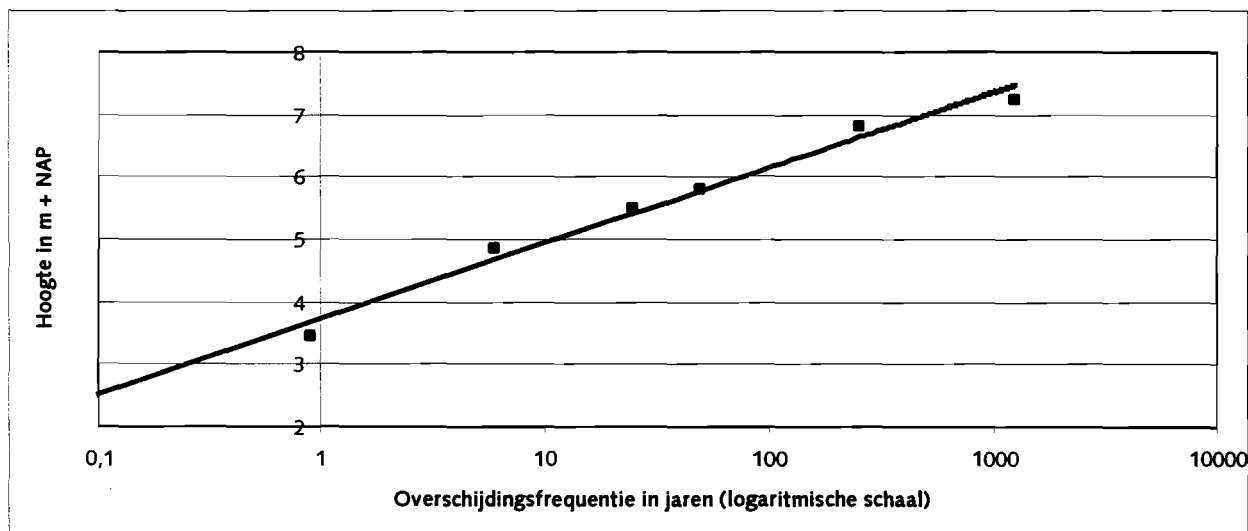
Uit een monster dat in 1996 genomen is, blijkt dat het bodemmateriaal voor 75% uit fijn tot zeer fijn zand bestaat (Anonymous, 1999a). Daar slechts één monster genomen is, kunnen geen conclusies worden getrokken over de bodemsamenstelling van de gehele oevers. De indruk bestaat dat ter hoogte van de steilrand (2m +NAP) de bodem bestaat uit fijn zand, terwijl het nieuw afgezette materiaal meer bestaat uit silt.

Morfologie

Bij het veldbezoek in 1999 is geconstateerd dat een soort oeverwalachtige structuur ontstaan was; meteen langs het water was het terrein ongeveer een decimeter hoger dan de daarachter liggende laagte. Deze laagte stond ongeveer plas/dras, terwijl de iets hogere wal relatief droog was. Verschillen in textuur of in begroeiing zijn echter niet geconstateerd, zodat niet gesproken kan worden van een echte oeverwal.



Figuur 7. Profiel 8 bij Kerkdriel; typerend voor de profielen 5 t/m 8



Figuur 8. Overschrijdingsfrequentie bij Kerkdriel, km 213.5 (omgerekend van km 212, Bron: Rijkswaterstaat Directie Limburg).

3.1.2 Vegetatie

Algemene ontwikkelingen

De bedekkingen en de soortenaantallen van de drie proefvlakken (figuren 9 en 10) vertonen treffende overeenkomsten (Besteman, 1999). In alle drie de proefvlakken nemen in de periode 92-93 zowel het soortenaantal als de bedekking toe. Dit komt doordat de in 1992 onbegroeide delen van de oever in 1993 verder opgeslibd en begroeid geraakt zijn. Deze begroeiing bestaat vooral uit pioniersoorten, die eerder niet in het gebied voorkwamen. In de periode 93-97 neemt het soortenaantal weer iets af en de bedekking blijft ongeveer constant. Het aantal oeversoorten neemt in deze periode toe en het aantal niet-oeversoorten af. Tevens neemt het aantal soorten van ruigtes en struwelen/bossen toe, hetgeen duidt op successie. Volgens Besteman (1999) zou dit kunnen betekenen dat de vegetatie tot rust gekomen is en dat een natuurlijke bedekking is bereikt. De komende jaren zal echter de wilgopslag verder uitgroeien. De totale bedekking zal hierdoor mogelijk niet wezenlijk veranderen, maar door de schaduwwerking zal de soortensamenstelling van de ondergroei waarschijnlijk wel veranderen.

Enige kanttekeningen zijn hier wel op zijn plaats. De genoemde bedekkingen zijn berekend vanuit de Tansley schaal, hetgeen grote onnauwkeurigheden met zich meebrengt, omdat de Tansley schaal geen directe relatie heeft met het bedekte oppervlak. Indien de veranderingen erg groot zijn, zoals tussen 1992 en 1993, is het gebruik van deze bedekkingen geen bezwaar. Bij kleine veranderingen, zoals tussen 1993 en 1997 is interpretatie van de bedekkingen echter niet mogelijk.

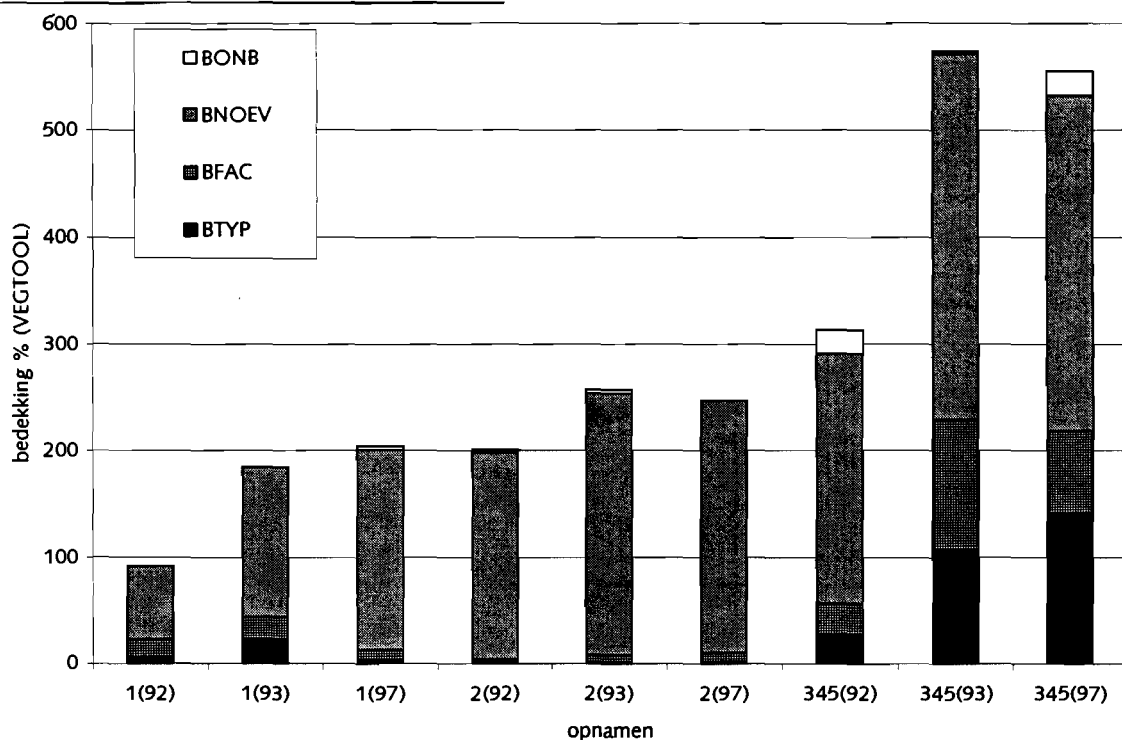
Ten tweede kan de toename van soorten en bedekkingen gedeeltelijk het gevolg zijn van het tijdstip waarop is geïnventariseerd: in 1992 vond de inventarisatie in september plaats, in 1993 in juni en in 1997 in augustus. De veranderingen zijn echter veel te groot om alleen daardoor verklaard te kunnen worden.

Oevervegetatie per proefvlak

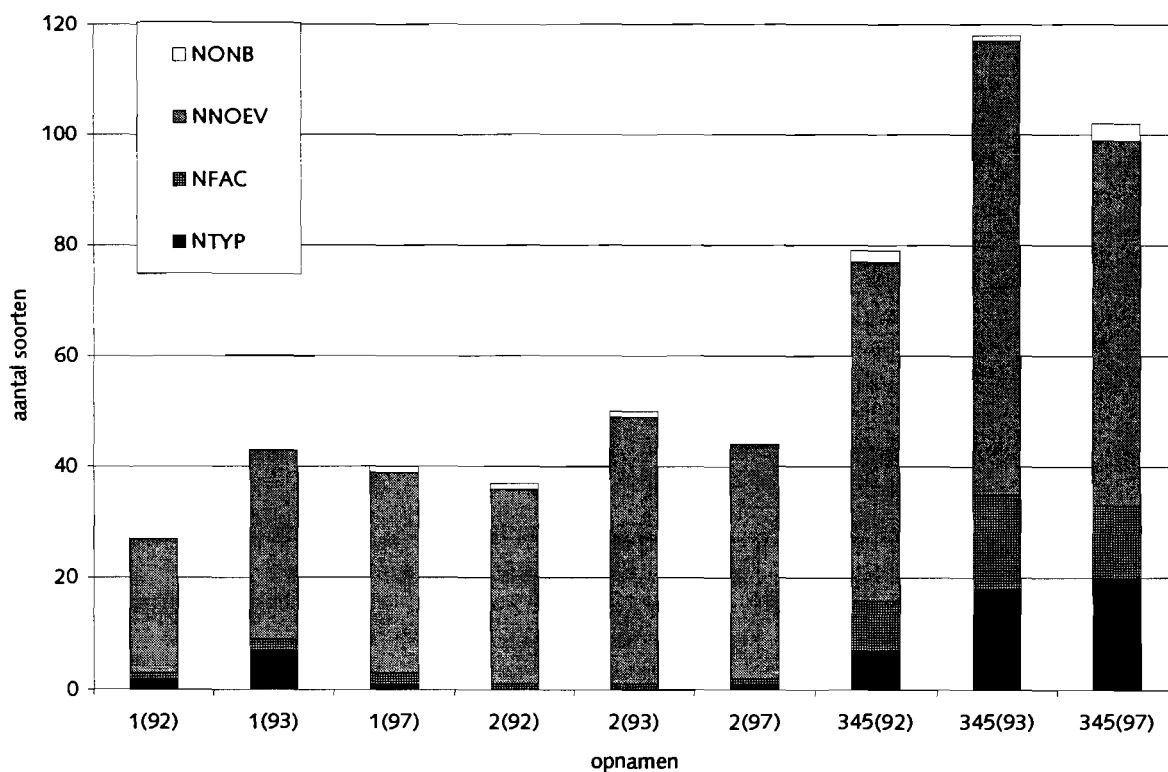
In proefvlak 1 wijst de toename van Kweek en Bijvoet op een zekere verruiging. Er zijn echter ook een aantal soorten toegenomen, die thuishoren op de open tot grazige graslanden langs rivieren, zoals Muurpeper, Geel Walstro, Kraailook, Echte kruisdistel, Sikkellaver en Heksenmelk.

Proefvlak 2 heeft de hoogste ligging en staat dus het minst onder invloed van het rivierwater. De overstromingsfrequentie bedraagt hier naar schatting 15 à 20 dagen per jaar (zie figuur 8 en paragraaf 3.1.1), dus de rivier oefent nog wel degelijk een sterke invloed uit. In proefvlak 2 zijn de veranderingen kleiner dan in de andere proefvlakken. In de periode van 1992 tot 1997 namen soorten van open tot grazige zandgronden zoals Muurpeper, Geel walstro en Zachte ooievaarsbek af, of verdwenen zelfs geheel. In plaats daarvan kwamen algemene graslandsoorten, zoals Glanshaver, Kweek, Veldzuring, Moerasrolklaver en Kruipende boterbloem. Een aantal rivierbegeleidende soorten, namelijk Kraailook, Knikkende distel en Heksenmelk, namen ook toe. De belangrijkste ontwikkeling zit echter in de toename van de Schietwilg, die in 1992 nog niet, maar in 1997 al frequent voorkwam. Bij het veldbezoek in 1999 leek het erop dat deze soort nog verder is toegenomen. De vegetatie lijkt zich te ontwikkelen in de richting van een zachthoutoobos.

Proefvlak 345 is een samenvoeging van een aantal proefvlakken, waardoor één groot proefvlak ontstaan is. In dit proefvlak is min of meer dezelfde ontwikkeling te zien als in proefvlak 2. Wilgen (met name Schietwilg) nemen



Figuur 9 Aantallen soorten per opname, Kerkdriel; NONB= aantal niet in te delen soorten, NNOEV= aantal niet-oersoorten, NFAC= aantal facultatieve oersoorten, NTYP= aantal typische oersoorten (bron: Besteman, 1999).



Figuur 10 Bedekkingen per opname, Kerkdriel, NONB= aantal niet in te delen soorten, NNOEV= aantal niet-oersoorten, NFAC= aantal facultatieve oersoorten, NTYP= aantal typische oersoorten (bron: Besteman, 1999).

sterk toe, net als een aantal soorten van ruigtes of ruige graslanden (Kweek, Fioringras, Waterpeper, Wilde bertram, Kattestaart, Kruipe bloem en Scherpe zegge). Soorten van minder ruige biotopen, zoals Buntgras en Rood zwenkgras namen sterk af. Dit proefvlak ontwikkelt zich in de richting van een ruigte en/of wilgenbos. Vanwege de grootte van het proefvlak is het niet onwaarschijnlijk dat beide biotopen ruimtelijk van elkaar gescheiden voorkomen. Dat dit proefvlak veel ruiger is dan proefvlak 2, komt waarschijnlijk doordat er meer sediment en aanspoelsel van de rivier terechtkomt.

In 1993 en 1997 zijn in dit proefvlak een aantal bijzondere soorten waargenomen, zoals de rode lijstsoorten Groot warkruid, Witte waterkers, de zeldzame Gele maskerbloem, en het minder algemene Stomphoekig sterrekroos. Dit zijn vrijwel allemaal typische riviersoorten van vochtige tot natte biotopen. Daarnaast zijn een aantal riviersoorten van drogere biotopen gevonden, zoals de Knikkende distel, Echte kruisdistel, Geel walstro, Sikkelklaver en de minder algemene Kleine ruit.

Proefvlak 6 bestaat uit een vochtige tot natte ruigte, met lokaal veel Schietwilg. Er staan geen bijzondere soorten. Aangezien dit proefvlak alleen is opgenomen in 1997, kunnen er nog geen veranderingen worden geconstateerd. Het lijkt erop dat dit proefvlak zich, net als proefvlak 2 en 345, ontwikkelt richting wilgenbos (conclusie na veldbezoek in november 1999).

Verschuiven vegetatiezones

Het is jammer dat de proefvlakken 4pi en 5pi in 1997 niet apart zijn gehouden, maar zijn samengevoegd in proefvlak 345. Hierdoor is niet te zien wat de ontwikkeling is geweest in deze laagste gedeelten, terwijl deze uit oogpunt van de aanleg van de vooroevers het meest interessant zijn (grootste verandering in dynamiek). Uit de opname van 1993 blijkt duidelijk het enorme verschil tussen proefvlakken 3, 4 en 5 aan de ene kant, en 4pi en 5pi aan de andere kant. In 4pi en 5pi groeiden vooral soorten uit pioniermilieus, zoals Blauwe - en Rode waterereprijs, Beekpunge, Waterkerssoorten en Sterrekroos. De grassoorten en wilgen, die in proefvlakken 2, 3, 4 en 5 zo sterk toenamen, waren hier vrijwel afwezig. De reden voor de samenvoeging was dat de proefvlakken meer op elkaar leken en meer geleidelijke overgangen hadden. Blijkbaar was in (een deel van) de pionierzone successie opgetreden. Volgens eigen waarnemingen (1999) is er langs het water nog steeds een strook met pioniersoorten. Door de methode van opnemen is echter niet duidelijk of dit dezelfde strook is, of dat er door opslibbing een nieuwe strook is bijgekomen. Gezien de profielen is vermoedelijk het laatste het geval (zie ook figuur 7).

Watervegetatie

Er is geen onderzoek gedaan aan de watervegetatie, maar het is mogelijk dat er in het geheel geen waterplanten staan. In 1994 (Sips et al., 1995) is hier naast de terrestrische vorm van Pijlkruid ook Schedefonteinkruid aangetroffen. De soort groeide in korte plukjes die slechts 1 á 2 cm boven het slib uitstaken. De wortelstelsels van de planten zetten zich echter tot meer dan een halve meter in het slibpakket voort. Blijkbaar kon de groei van Schedefonteinkruid de opslibbing slechts ternauwernood bijhouden. Een sterk sedimentarend milieu zoals achter de vooroevers bij Kerkdriel vormt geen geschikt milieu voor vestiging van waterplanten, indien de groei geen gelijke tred kan houden met de sedimentatie.

Een andere oorzaak voor het ontbreken van waterplanten is het vaak slechte doorzicht van plasbermen. Sips et al. (1995) constateerden dat het doorzicht van het water van plasbermen langs de Maas een stuk minder was dan elders langs de rivier. Dit is zeer waarschijnlijk te wijten aan het feit dat de sliblaag

continu geresuspendeerd wordt door de zich door de vooroever voortzettende golfbewegingen van schepen. Het door de golfbeweging (of zuiging) telkens opgewervelde slib wordt door de afwezigheid van stroming (de vooroever is aan beide zijden met de oever verbonden) niet afgevoerd en krijgt door de fysieke barrière van de vooroever evenmin kans om in dieper water te bezinken. Samenvattend kan gesteld worden dat de bezinking en resuspensie van slib veroorzaakt wordt door het optreden van turbulentie bij afwezigheid van een netto stroming.

3.1.3 Beheer

Hoewel de nvo en de direct daaraan grenzende oeverdelen uitgerasterd zijn, wordt het terrein toch door runderen begraasd. Met name in de natte delen (met pionierbegroeiingen) vindt enige vertrapping door vee plaats. Voor het overige ondervindt de vegetatie noch de constructie negatieve gevolgen van de begrazing. Integendeel, een redelijk extensieve begrazing zoals nu het geval is, zorgt er voor dat in het hogere deel van het talud de begroeiing zijn open grazige karakter behoudt. Enige vraat aan wilgenstruiken is wel opgetreden, maar er wordt niet verwacht dat de huidige strook met wilgen hierdoor zal verdwijnen. Het is wel zo dat nieuwe wilgopslag c.q. uitbreiding van het huidige areaal weinig kans van slagen zullen hebben.

3.2 Grubbenvorst

3.2.1 Samenstelling en uitloging van vooroevermaterialen

De resultaten van het milieuhygiënisch onderzoek in 1994 zijn gepubliceerd in Janssen van de Laak (1995). Voor wat betreft de resultaten van 1996 en 1998 is geput uit ongepubliceerd materiaal (ruwe resultaten).

Samenstelling

Er blijken in de meetperiode slechts geringe verschillen te ontstaan in gehalten aan zware metalen en PAK. De verschillen tussen de monsters onderling zijn eveneens gering. Onderstaande tabel geeft een samenvatting van de resultaten.

Tabel 1 Samenvatting van het verloop van gehalten aan zware metalen en PAK in de alternatieve materialen in de periode 1994-1998 bij het samenstellingsonderzoek (geen onderscheid tussen silex en puingranulaat)

<i>Zware metalen</i>	<i>Ontwikkeling in gehalten</i>
Arseen	lichte daling
Cadmium	steeds onder de detectiegrens
Chroom	gelijkblijvend
Koper	wisselend
Nikkel	stijging
Lood	daling
Zink	gelijkblijvend*
Molybdeen	steeds rond de detectiegrens
Vanadium	gelijkblijvend
PAK	rond of onder de detectiegrens

* in het silexmonster duidelijk lagere gehalten voor zink dan in het puingranulaatmonster

Vastgesteld kan worden dat er, met uitzondering van nikkel, een gelijkblijvende tot geringe daling van de gehalten aan verontreiniging in het gebruikte materiaal valt te constateren in de meetperiode van 5 jaar.

Uitloging

Ten aanzien van de uitloging (tabel 2) kan gesteld worden dat er, afgezien van zink, nauwelijks verschillen te zien zijn tussen de analyses uit de verschillende jaren. De meeste verschillen zijn dermate klein dat daar geen conclusies aan te verbinden zijn. Aangezien het uitlogingsproces zeer langzaam gaat ligt dat zonder twijfel ook aan de korte termijn van het onderzoek.

Slechts bij één van de onderzochte monsters (in een van de acht batches van het betreffende monster) werd (in 1994) een geringe overschrijding van de grenswaarde geconstateerd, voor de stof vanadium. Hierbij werden de grenswaarden zoals gebruikt door RWS-ZH in het kader van de WVO vergunningen, gehanteerd. Toetsing van de uitloging aan het Bouwstoffenbesluit (Anonymus, 1999b) is op dit moment nog niet goed mogelijk, omdat de resultaten van het uitlogingsonderzoek niet direct toetsbaar zijn. Er zijn berekeningen nodig teneinde de uitkomsten van de laboratoriummetingen te vergelijken met de toegelaten immissie buiten. De gevonden uitlogingswaarden (de hoeveelheid schadelijke stoffen die aan een materiaal onttrokken kan worden door het te dompelen in een vloeistof) moeten omgerekend worden naar immissiewaarden (de hoeveelheid schadelijke stoffen die de (water)bodem indringt per tijds- en oppervlakte-eenheid). Bij deze berekeningen spelen verschillende factoren een rol, onder andere:

- de tijd dat de bouwstoffen aanwezig zijn;
- de dikte van de opgebrachte laag;
- de uitputting van het materiaal.

Om deze rekenslag uit te kunnen voeren, zijn een groot aantal gegevens en factoren nodig. Het omrekenen van de beschikbare gegevens en factoren vergt een uitgebreide procedure.

Tabel 2 Samenvatting van het verloop van beschikbaarheid aan zware metalen en PAK in de materialen in de periode 1994-1998 bij het uitlogingsonderzoek (geen onderscheid tussen silex en puingranulaat)

<i>Zware metalen</i>	<i>Ontwikkeling in beschikbaarheid</i>
Arseen	lichte stijging
Cadmium	lichte stijging
Chroom	daling
Koper	lichte stijging
Nikkel	daling
Lood	lichte stijging
Zink	daling*
Molybdeen	steeds rond de detectiegrens
Vanadium	daling
PAK	rond of onder de detectiegrens

* in het silexmonster duidelijk lagere waarden voor zink dan in het puingranulaatmonster

Theoretisch zou verwacht kunnen worden dat waar de samenstelling een daling te zien geeft (tabel 1), ook de maximale beschikbaarheid iets zou verminderen (tabel 2). Immers, verontreiniging loogt uit. Toch komt dit uit beide tabellen niet zo duidelijk naar voren. Dit geeft eens te meer aan dat de gemeten waarden c.q. verschillen tussen metingen dermate laag zijn dat er moeilijk harde conclusies aan te verbinden zijn. Dit hangt ook samen met het geringe aantal monsters (drie) en de relatief korte periode van monitoring (drie metingen in vijf jaar).

Enkele kanttekeningen zijn bij het milieuhygiënisch onderzoek op zijn plaats: de analyses zijn door twee verschillende bureaus uitgevoerd. Hoewel de gevolgde procedures voor de analyses standaard zijn, kan dit toch aanleiding

zijn tot verschillen in de resultaten (er zijn bijvoorbeeld verschillende detectiegrenzen gehanteerd); het is jammer dat bij de analyses in 1994 en 1996 geen onderscheid tussen puingranulaat en silex mogelijk was doordat de monsters niet correct waren gelabeld.

3.2.2 Constructieaspecten

In tabel 3 is te zien hoeveel de verschillende secties ingezakt zijn in een periode van drie jaar. De secties met breuksteen en puingranulaat zijn 10-20 cm ingezakt. Bij silex 10TAU is dat 20 cm en bij silex 30TAU 25 cm, waardoor de kruin zelfs helemaal tot op het stuwpeil is ingezakt. Dit komt waarschijnlijk door de sterke uitspoeling van kalk uit de silex. Een andere oorzaak kan zijn dat bij aanvang de vullingsgraad van Silex geringer is dan die van breuksteen en puingranulaat (meer open ruimtes). Door de verlaging zijn sectie 2 en 4 ook onder de kritieke hoogte van 10cm boven stuwpeil gekomen, waardoor hier theoretisch geen watervegetatie zou kunnen ontstaan (zie paragraaf 2.2). Het is mogelijk dat bestaande vegetatie zich echter wel kan handhaven.

Tabel 3 Constructieaspecten van de schanskorven in relatie tot het materiaal en de oorspronkelijke hoogte (Bron: Besteman, 1995). Hoogte '94 is de hoogte bij aanleg, t.o.v. het stuwpeil. De inzakking is gemeten in 1995.

Nr	Materiaal	Hoogte '94 (cm)	Inzakking (cm)	Gekantelde of verdwenen korven
1	Breuksteen	50	20	
2	Silex 10TAU	25	20	1 weg
3	Breuksteen	25	10	1 gekanteld
4	Silex 30TAU	25	25	1 weg
5	Breuksteen	25	10	
6	Puingranulaat	25	10	
7/8	Breuksteen	0?	0	2 gekanteld
9	Breuksteen	50	20	
10	Breuksteen	50	20	

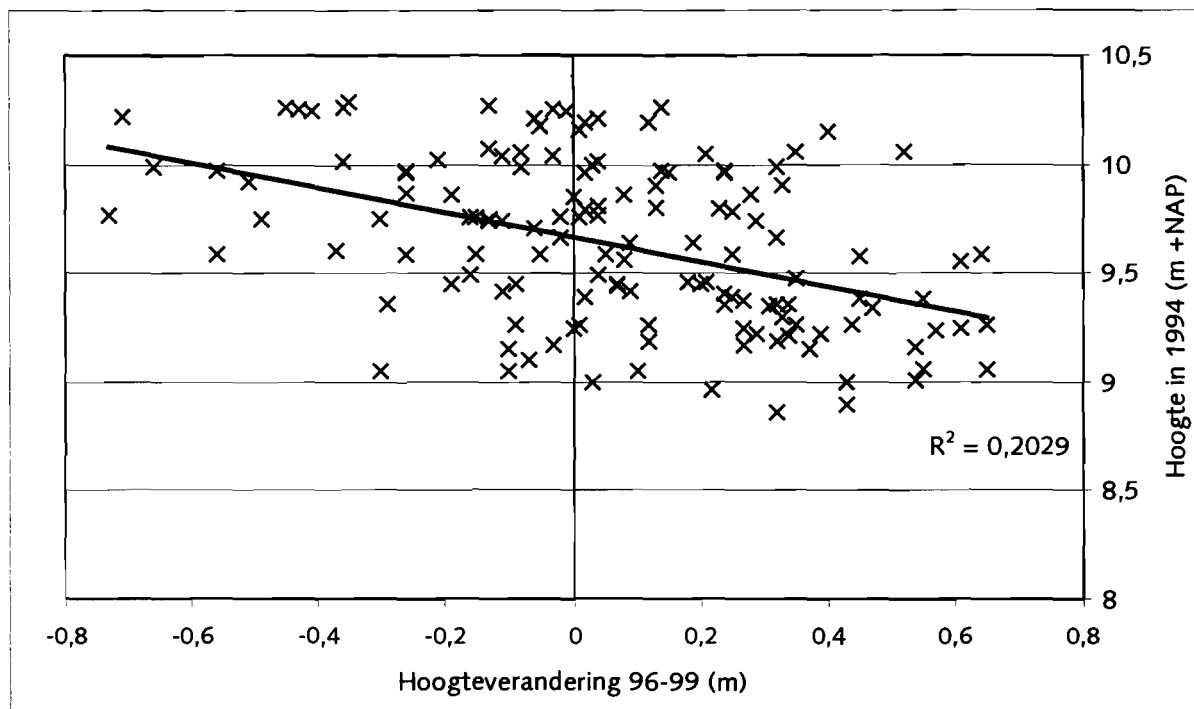
Een aantal korven zijn tussen de aanleg in 1994 en de inventarisatie in 1995 verdwenen of gekanteld. Ook deze waarnemingen zijn opgenomen in tabel 3. Het is opvallend dat uit de 'normale' secties slechts één korf gekanteld is (in sectie 3). De andere korven die gekanteld of afgegleden zijn liggen in de secties met silex of in de extra lage sectie.

Samenvattend kan wat betreft de constructieaspecten gesteld worden dat tussen puingranulaat en breuksteen geen enkel verschil is gevonden. Silex daarentegen blijkt sneller in te zakken. Deze inzakking is het grootst bij de sectie met het hoogste kalkgehalte, hetgeen erop wijst dat uitspoeling van kalk een belangrijke factor is.

Daarnaast lijken korven die dieper staan, onafhankelijk van het materiaal sneller te kantelen of af te glijden. Een verklaring hiervoor kan zijn dat golven meer effectieve kracht uitoefenen op een korf, naarmate deze zich voor een groter gedeelte onder water bevindt. Doordat de silexkorven sneller inzakken is het aannemelijk dat deze korven ook sneller kantelen. Daarnaast zou het feit dat de silexkorven lichter worden doordat de kalk uitspoelt nog een rol kunnen spelen; lichtere korven worden door de golven gemakkelijker verplaatst dan zware. Overigens is het aantal korven dat gekanteld of verdwenen is laag t.o.v. het totale aantal korven (5 van de 207) waardoor toeval een rol kan spelen. Daarnaast is het mogelijk dat het optillen en weer terugplaatsen van schanskorven ten behoeve van het milieuhygiënisch onderzoek instabiliteit van de betreffende korven tot gevolg heeft gehad.

3.2.3 Erosie en sedimentatie

Om te achterhalen of de erosie- en sedimentatiepatronen een relatie hebben met de secties schanskorven, moet eerst worden vastgesteld of er geen andere belangrijke factoren zijn die invloed hebben op die patronen. Het ligt voor de hand dat erosie optreedt in ondiepe delen en sedimentatie in diepere delen. In figuur 11 is de hoogte uitgezet tegen de hoogteverandering voor de punten meer dan 0,5m onder stuwpeil (10.3m +NAP). De punten boven dit niveau zijn weggelaten omdat ze op een van de oevers liggen. Eventuele veranderingen daarin worden (vrijwel) altijd veroorzaakt door fouten vanwege de steile helling (zie paragraaf 2.4.3). Deze punten zouden het beeld alleen maar vertroebelen. Er blijkt een relatie te zijn tussen de hoogte en de erosie/sedimentatie, maar het verband is niet erg sterk. Opmerkelijk is wel dat sterke erosie (<-0.3) alleen boven de 9,5m +NAP optreedt. Hieruit blijkt al dat achter de vooroever een relatief sedimenterend milieu bestaat; erosie treedt alleen op bij ondiepten.



Figuur 11 Erosie en sedimentatie in relatie tot diepte. (Alleen punten meer dan 0,5m onder stuwpeil)

De hoogtepunten uit de profielen uit 1996 en 1999 zijn met behulp van een geografisch informatie systeem van elkaar afgetrokken. Hierdoor ontstaan punten met een hoogteverschil. Deze punten staan, samen met de hoogtepunten uit 1999 op kaart 1 (zie bijlage 1). Bij deze kaart zijn enige kanttekeningen vooraf wel van belang. De ligging van de secties schanskorven zijn gedigitaliseerd op basis van een schematische weergave uit Besteman (1995). Hierbij is ervan uitgegaan dat alle secties even lang zijn, hetgeen in werkelijkheid niet het geval is. Gegevens over de werkelijke lengte zijn echter niet voorhanden. Gezien de afwijking in de profielen is de meetfout in de hoogteverandering minstens 10 cm; veranderingen kleiner dan die waarde worden dan ook als nul aangegeven op de kaart. Langs de randen van de plasberm wordt het talud steiler, en dus de afwijking groter (zie paragraaf 2.4.3). Veranderingen kleiner dan 30cm (op de kaart met lichte tinten aangegeven) zijn, zeker langs de oevers, ook te verwaarlozen. Alleen indien er in een profiel meerdere felle punten of zeer veel lichte punten met dezelfde kleur voorkomen, kan met zekerheid gesproken worden van structurele erosie of sedimentatie.

Erosie is voornamelijk opgetreden ter hoogte van de secties 1, 3 en 4 (erosie aan de kant van de vooroever), en bij de secties 6, 7/8 en op de grens van 9 en 10. Dit waren in 1995 allemaal ondiepe stukken; er is geen aantoonbare relatie met de schanskorven. Sterke sedimentatie is opgetreden bij sectie 6, 10 en op de grens van sectie 1 en 2. Alhoewel het opvallend is dat beide profielen bij de puingranulaatsectie (nr 6) sterke sedimentatie vertonen, is dit toch wat weinig om hieraan sterke conclusies te verbinden. Het zou echter kunnen dat puingranulaat de golven wat beter breekt dan breuksteen en silex.

Wat betreft de absolute hoogteligging kan gezegd worden dat de vooroever, ondanks de sedimentatie, nog steeds vrij diep is. Op de meeste plaatsen ligt de bodem tussen 9.35 en 9.85m +NAP. Alleen ter hoogte van sectie 4, en in mindere mate sectie 3, is de vooroever dieper dan 9.85m +NAP. Sectie 4 is de silex-sectie met 30% tau. Het is opvallend dat hier sterke erosie optreedt, die leidt tot diepten waarop elders sedimentatie plaatsvindt. Hoewel de gegevens nog onvoldoende zijn voor een harde conclusie, lijkt achter de silex 30% tau toch minder sedimentatie plaats te vinden dan achter breuksteen, puingranulaat en silex 10% tau. Een verklaring hiervoor kan de inzakking van het materiaal zijn, waardoor de golfbreking afneemt (figuur 4). Het is mogelijk dat daarnaast de uitspoeling van kalk het materiaal ook poreuzer maakt, waardoor de golven er niet alleen makkelijker overheen, maar ook doorheen kunnen. Ondiepe stukken van enige oppervlakte zijn alleen te vinden in sectie 0 en 10, waar de vooroever op 50cm boven stuwpeil is aangelegd.

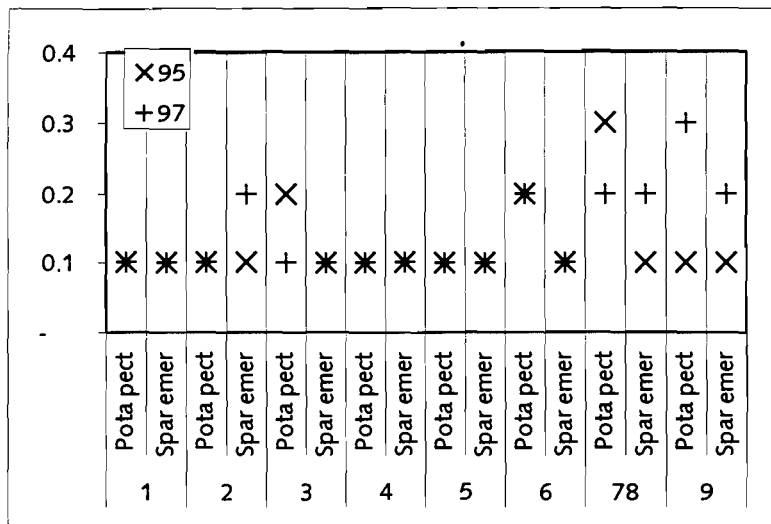
3.2.4 Vegetatie

Watervegetatie

De watervegetatie bestaat eigenlijk uit twee vaste en een aantal onregelmatig voorkomende soorten. De twee vaste soorten zijn Schedefonteinkruid en Smalle egelskop, beide komen in beide jaren in alle proefvlakken voor. De overige soorten worden het ene jaar wel en het andere jaar niet aangetroffen, en altijd met een gering aantal exemplaren. Rivierfonteinkruid is een soort die hier een beetje tussenin zit; deze lijkt zich alleen in proefvlak 4 te handhaven.

In 1994 is de watervegetatie niet systematisch geïnventariseerd, omdat dat "niet zinvol leek gezien het geringe aantal planten" (Reijerse, 1994). Uit dat jaar wordt alleen de soort Schedefonteinkruid gemeld. Bij de inventarisatie in 1995 zijn naast Schedefonteinkruid, met een gemiddelde bedekking van nog geen 1.5%, nog vijf andere soorten gezien. Besteman (1995) concludeert dat de watervegetatie in 1995 zowel meer soorten als een hogere bedekking had. Aangezien de oever in 1994 echter niet systematisch geïnventariseerd is, is het heel goed mogelijk dat er in 1994 soorten gemist zijn.

Tussen 1995 en 1997 heeft volgens Besteman (1997) een afname plaatsgevonden van de watervegetatie. Hoewel in 1997 inderdaad één soort waterplant minder is gevonden dan in 1995, lijkt die conclusie toch niet zo hard. De totale bedekking van de waterplanten is namelijk vrijwel onveranderd. Bovendien zijn er drie soorten verdwenen, en twee nieuwe soorten gevonden. In een dynamisch riviermilieu zijn dergelijke fluctuaties normaal.

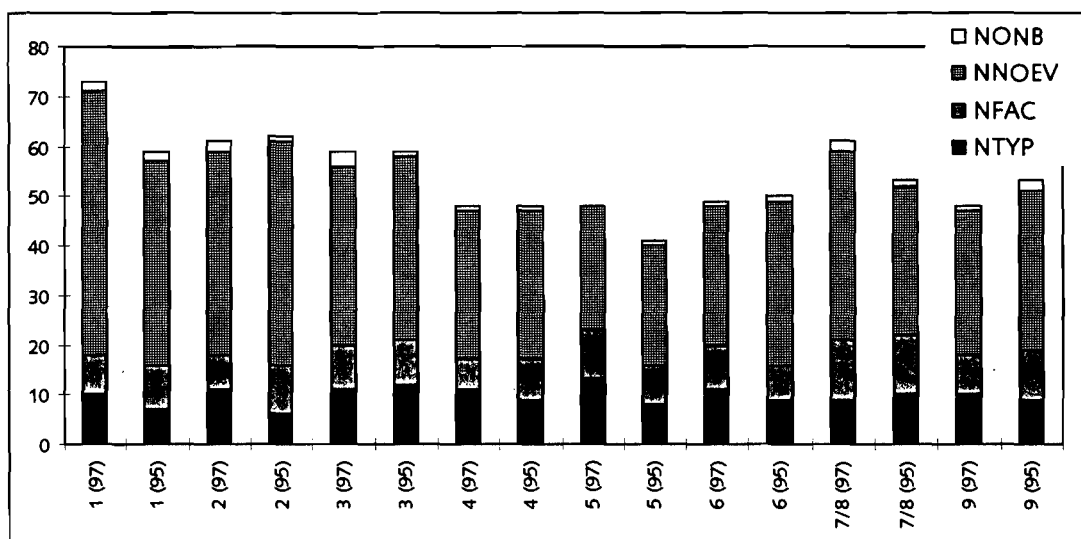


Figuur 12. De bedekking van Schedefonteinkruid (pota pect) en Kleine egelskop (Spar emer) in '95 en '97

De bedekking van Schedefonteinkruid en Smalle egelskop, de enige twee algemene soorten, zijn weergegeven in figuur 12. Uit deze figuur blijkt dat er vrijwel geen veranderingen hebben plaatsgevonden tussen deze twee jaren. Alleen in proefvlak 9 lijkt een geringe toename plaats te hebben gevonden. Dit is het proefvlak met de extra hoge vooroever (0,5m in plaats van 0,25m), bovendien is hier iets meer ondiep water aanwezig (kaart 1, bijlage 1).

Dat de watervegetatie niet of nauwelijks toeneemt kan verschillende oorzaken hebben. De belangrijkste factoren zijn vermoedelijk de te lage vooroever en de te diepe plasberm. Waterplanten groeien over het algemeen tussen 0,3 en 1,0 meter (De la Haye, 1997), hoewel dit sterk afhangt van het doorzicht. In de gestuwde Maas zijn waterplanten tot op 1,5m diepte aangetroffen (Sips et al., 1995), maar dat is een maximum dat alleen bereikt wordt indien er ter plaatse ook voldoende ondieper water aanwezig is. Op kaart 1 (bijlage 1) is te zien dat in het merendeel van de plasberm het water dieper is dan 1 meter. Alleen in smalle zones langs de oever en de vooroever heeft de plasberm de juiste diepte.

Het is mogelijk dat door de sedimentatie vanzelf ondiepten ontstaan, waardoor waterplanten meer kans krijgen. Indien de huidige sedimentatiesnelheid doorzet is binnen drie tot vijf jaar (2002-2005) de helft van de plasberm ondiep genoeg voor het ontstaan van watervegetatie. Dit gebeurt als eerste bij de secties 0, 1, 6, 9 en 10. Gezien de vele factoren die van invloed zijn op de sedimentatie, en gelet op de erosie van ondiepe delen tussen 1996 en 1999 is het ook denkbaar dat de sedimentatie niet of veel langzamer doorzet. Aangezien bij sectie 0 en 10 in 1999 al relatief veel ondiepe delen aanwezig waren, wordt aanbevolen deze te betrekken in eventuele vervolgmonitoring.



Figuur 13. Aantallen soorten per opname, NONB= aantal niet in te delen soorten, NNOEV= aantal niet-oeversoorten, NFAC= aantal facultatieve oeversoorten, NTYP= aantal typische oeversoorten (bron: Besteman, 1997).

Oevervegetatie

De vegetatie op het talud is nauwelijks veranderd tussen 1995 en 1997 (figuur 13). Er is een lichte toename van typische oeversoorten en een lichte afname van facultatieve oeversoorten (Besteman, 1997). De pioniersoorten die in 1995 sterk toenamen door de verstoring van de bodem, zijn nu in bedekking afgenomen. Door de bodemverstoring op de grens met de akker blijven deze soorten echter wel aanwezig met lagere bedekking.

De vegetatie op het talud bestaat uit soorten van ruigte en struweel/bos. Een natte oevervegetatie is niet of nauwelijks aanwezig. De oorzaak hiervan ligt in het ontbreken van een geschikt biotoop. De huidige ruige vegetatie bevat slecht twee vrij zeldzame soorten (Groot warkruid en Geoorde zuring) en één minder algemene soort (Sikkelklaver). Alle drie deze soorten zijn rivierbegeleiders, net als een groot gedeelte van de overige vegetatie.

3.2.5 Beheer

Er is hier geen sprake van actief beheer. Het oevertalud grenst aan de bovenzijde aan een akker. Aangenomen kan worden dat meststoffen evenals op de akker gebruikte bestrijdingsmiddelen voor een deel in de oever terecht zullen komen. Het talud zelf wordt niet gemaaid, noch begrast en heeft daardoor een ruige, hoge vegetatie met hier en daar veel struiken/bomen. Het is mogelijk dat zo nu en dan bomen worden afgezet om schade aan de oever te voorkomen. Op en in het talud komen veel stenen voor, die in het verleden in de oever zijn aangebracht om erosie tegen te gaan.



Foto 5. Pionierbegroeiing op droogvallende oever, locatie Kerkdriel (augustus 1997) Foto: RWS-DWW



Foto 6. Pionierbegroeiing (Blauwe waterereprijs, Waterpeper, Beekpunge), locatie Kerkdriel (augustus 1997) Foto: RWS-DWW

4 Conclusies

Te beantwoorden deelvragen

Deze evaluatie had tot doel om voor beide nvo's een aantal vragen te beantwoorden. Voor Kerkdriel gaat het om de volgende deelvragen:

1. heeft uitbreiding van oever-/moerasvegetatie plaatsgevonden;
2. is de aard van de begroeiing veranderd;
3. dezelfde vragen gelden voor waterplantenvegetaties;
4. koppeling abiotische veranderingen (zoals opslibbing, erosie) aan vegetatie-ontwikkeling.

Wat betreft Grubbenvorst betreft het de volgende deelvragen:

5. heeft uitbreiding van oever-/moerasvegetatie plaatsgevonden;
6. is de aard van de begroeiing veranderd;
7. dezelfde vragen gelden voor waterplantenvegetaties;
8. koppeling abiotische veranderingen (opslibbing, erosie) aan vegetatie-ontwikkeling en aan constructie-aspecten van de vooroever (hoogteligging, type vulling schanskorven);
9. heeft uitloging van stoffen uit de schanskorven plaatsgevonden?

Antwoorden deelvragen Kerkdriel

1. Uitbreiding oever-/moerasvegetatie

Op basis van de vegetatie van de proefvlakken lijkt het of de pioniervegetatie grotendeels vervangen is door ruigte en bos. Dit is zeker niet het geval, in 1999 was een enkele meters brede pionierstrook aanwezig. De vegetatiezones verplaatsen zich door de opslibbing waarschijnlijk rivierwaarts, maar dat is niet te zien in de grote, niet homogene proefvlakken. Bovendien zijn er proefvlakken samengevoegd, waardoor de ontwikkeling in de oeverzone nog moeilijker te volgen was.

2. Verandering in aard van de begroeiing

De vegetatie bij Kerkdriel is in de jaren van monitoring vrij sterk veranderd. De verandering is dermate groot dat die niet alleen verklaard kan worden door het wisselende tijdstip van inventarisatie of door de globale opnamemethode (Tansley). Het aantal soorten is toegenomen en onder de nieuwkomers zaten enkele vrij zeldzame rivierbegeleidende soorten. De totale bedekking is ook toegenomen, met name door soorten van ruigte, struweel en bos. De aanleg van de vooroever en de opslibbing die daarvan het gevolg is geweest, hebben voor geschikte kiemingscondities voor wilgen gezorgd. In een smalle strook is massaal Schietwilg opgeslagen en treedt nu een successie op naar zachthoutoobos. De hogere bedekking, en de toename van soorten van ruigte, struweel en bos wijzen erop dat de dynamiek afgenomen is na de aanleg van de vooroever. Dit is waarschijnlijk grotendeels het gevolg van de aanleg van de vooroever, hoewel ook toevallige factoren als het weer en de waterstanden zeer belangrijk kunnen zijn.

De hoger gelegen oeverdelen overstromen 15 à 20 dagen per jaar. Dat op dit niveau de nodige dynamiek voorkomt blijkt uit de aanwezigheid van soorten van grazige en open zandgronden. Door de opslibbing breken de golven eerder, en neemt ook hier de dynamiek af. Het is dan ook de vraag of de soorten van open en grazige zandgronden zich op termijn kunnen handhaven. Voor deze soorten zou de ongeplande begrazing wel eens positieve effecten kunnen hebben.

3. Ontwikkelingen watervegetatie

Er is geen onderzoek gedaan aan de watervegetatie. In 1994 is hier in het kader van een ander onderzoek Schedefonteinkruid aangetroffen. De groei van Schedefonteinkruid kon de opslibbing slechts ternauwernood bijhouden. Een sterk sedimentarend milieu zoals achter de vooroever bij Kerkdriel vormt geen geschikt milieu voor vestiging van waterplanten, indien de groei geen gelijke tred kan houden met de sedimentatie.

Daarnaast kan het doorzicht van het water van plasbermen langs de Maas een stuk minder zijn dan elders langs de rivier. Dit is zeer waarschijnlijk te wijten aan het feit dat de sliblaag continu geresuspendeerd wordt, en niet wordt afgevoerd door een netto stroming. Naast de sterke sedimentatie is het gebrek aan licht op de bodem een tweede belemmering voor waterplanten.

4. Opslibbing/erosie en relatie met vegetatie-ontwikkeling

De nvo bij Kerkdriel heeft reeds een zeer geleidelijk profiel (1:10 tot 1:20). Bovenaan dat profiel, boven 1,3m +NAP, vindt een geringe erosie plaats, terwijl daaronder sedimentatie overheerst. In 1999 werd geconstateerd dat zich een soort oeverwal gevormd had, met daarachter een vochtige laagte. De hoogteverschillen zijn echter nog zeer gering. Het is niet te voorspellen of deze structuur gaat uitgroeien tot een echte oeverwal met bijbehorende kenmerkende vegetatie, of dat de structuur tijdens hoge waterstanden in de komende winter weer geheel verdwijnt.

De strook wilgen die zich na aanleg van de vooroever heeft gevestigd zal in omvang (hoogte en breedte) toenemen en kan zich ontwikkelen tot een zachthoutoobos. De snelheid waarmee dat gebeurt wordt enigszins geremd (maar niet tegengehouden) door de extensieve begrazing met runderen die nu plaatsvindt.

Antwoorden deelvragen Grubbenvorst

5. Uitbreiding oever-/moerasvegetatie

De vegetatie op het talud is nauwelijks veranderd tussen 1995 en 1997. Er is een lichte toename van typische oeversoorten en een lichte afname van facultatieve oeversoorten. De pioniersoorten die in 1995 sterk toenamen door de verstoring van de bodem, waren in 1997 weer afgenomen.

6. Verandering in aard van de begroeiing

De oevervegetatie is nauwelijks veranderd door aanleg van de vooroever. Dit was ook niet te verwachten, aangezien de invloed van de rivier op deze steile oever minimaal is. De vegetatie op het talud bestaat uit soorten van ruigte en struweel/bos. Een natte oevervegetatie is niet of nauwelijks aanwezig, door het ontbreken van een geschikt biotoop. Indien ontwikkeling van een oevervegetatie gewenst is zal de oever vlakker en liefst onverhard moeten zijn. De situatie bij Kerkdriel kan dan als voorbeeld genomen worden.

7. Ontwikkelingen watervegetatie

De plasbermen bij Grubbenvorst hebben zeer weinig watervegetatie en er is ook nauwelijks vooruitgang geweest gedurende de periode van monitoring. Slechts in één sectie is een geringe vooruitgang van de vegetatie te zien. In deze sectie is de vooroever hoger dan elders en er is meer ondiep water (0,3-1,0m onder stuwpeil) aanwezig. De oorzaken voor de geringe watervegetatie lijken te liggen in het gebrek aan ondiep water, mogelijk in combinatie met de te lage vooroever. Geschikte ondiepten voor watervegetatie waren in 1999 wel aanwezig ter hoogte van de (niet onderzochte) secties 0 en 10.

8. Constructie-aspecten, erosie/sedimentatie en relatie met vegetatie-ontwikkeling

Wat betreft de constructieaspecten kan gesteld worden dat tussen puingranulaat en breuksteen vrijwel geen enkel verschil is gevonden. Sedimentatie achter puingranulaat was iets groter dan gemiddeld achter de breuksteen, maar dat kan toeval zijn. Silex daarentegen blijkt veel sneller in te zakken; tijdens dit onderzoek bleek dat minimaal twee keer zo snel te gaan. Deze inzakking lijkt positief gecorreleerd te zijn met het kalkgehalte. Daarnaast lijken lagere korven, onafhankelijk van het materiaal sneller te kantelen of weg te glijden.

Ook bij Grubbenvorst is sedimentatie het overheersende proces, erosie is alleen opgetreden in de ondiepe delen. Enkele ondiepere delen, die langs het steile talud lagen, zijn (helaas) geërodeerd. Omdat de plasbermen behoorlijk diep zijn aangelegd (1,5m onder stuwpeil), vormt deze sedimentatie geen probleem. Aan het talud zelf is uiteraard niets veranderd, omdat dit vastgelegd is.

Door het ontbreken van geschikte biotopen (lees: ondiep water) voor de watervegetatie en de oevervegetatie kunnen geen uitspraken gedaan worden over de invloed van de vooroeverhoogte of de alternatieve materialen op de vegetatie.

Indien de huidige sedimentatiesnelheid doorzet is binnen drie tot vijf jaar de helft van de plasberm ondiep genoeg voor het ontstaan van watervegetatie. Gezien de vele factoren die van invloed zijn op de sedimentatie, en gelet op de erosie van ondiepe delen tussen 1996 en 1999 is het ook denkbaar dat de sedimentatie niet of veel langzamer doorzet.

9. Uitloging van stoffen uit schanskorven

Het milieuhygiënisch onderzoek, uitgevoerd in de periode 1994-1998, toont aan dat er afgezien van zink weinig verschillen in stoffengehaltes zijn opgetreden, bij zowel puingranulaat als silex. Er zijn tussen de onderzoeksjaren hier en daar wel geringe verschillen maar die zijn te gering om van een duidelijke tendens te spreken. Alleen zink loogt waarschijnlijk sneller uit dan de andere gemeten metalen. Bij zink was er namelijk sprake van een afname van het gehalte in het materiaal zelf en een daling in de maximale beschikbaarheid.

Toetsing van de monsterresultaten aan het bouwstoffenbesluit is met de huidige gegevens nog niet mogelijk. Dit vereist een uitgebreide rekenprocedure waarbij een groot aantal gegevens nodig zijn, die op dit moment niet allemaal beschikbaar zijn. Het is op dit moment dan ook niet te zeggen of er vanuit het oogpunt van milieuhygiëne bezwaren zijn tegen toepassing van silex en puingranulaat in oeverconstructies.

Enkele kanttekeningen zijn bij het milieuhygiënisch onderzoek op zijn plaats: de analyses zijn door twee verschillende bureaus uitgevoerd. Hoewel de gevolgde procedures voor de analyses standaard zijn, kan dit toch aanleiding zijn tot verschillen in de resultaten (er zijn bijvoorbeeld verschillende detectiegrenzen gehanteerd); het is jammer dat bij de analyses in 1994 en 1996 geen onderscheid tussen puingranulaat en silex mogelijk was doordat de monsters niet correct waren gelabeld.

5 Aanbevelingen

Bij monitoring van de vegetatie van natuurvriendelijke oevers is het essentieel dat de methode consequent is, en gericht op de processen die gevolgd moeten worden. In praktijk betekent dit dat in alle jaren dezelfde proefvlakken opgenomen moeten worden en dat dit liefst in dezelfde maand moet gebeuren. Bovendien moeten de proefvlakken in homogene vegetatiezones liggen, tenzij er gebruik wordt gemaakt van de Onderzoeksmethode Oevervegetatie (OMO). In het laatste geval bevelen wij aan de opnamen niet al te groot te maken. In geval van snel verschuivende vegetatiezones, zoals bij Kerkdriel, kan het lonen opnamen te maken langs transecten. Voor dergelijke monitoringsprojecten is de schaal van Tansley vaak te globaal, en kan beter gekozen worden voor Londo of Braun-Blanquet.

Bij monitoring van natuurvriendelijke oevers moet altijd de watervegetatie worden opgenomen. Is deze afwezig, dan kan dit worden genoteerd d.m.v. een nulwaarneming.

Voor beide projecten kan gebruik worden gemaakt van luchtfoto's, die het RIZA heeft laten vliegen ten behoeve van de ecotopenkartering Maas. Zeker voor wat betreft Kerkdriel zou het zinvol kunnen zijn om deze foto's te vergelijken met foto's die in de toekomst weer worden gevlogen (herhaling ecotopenkartering). Hierdoor kunnen veranderingen in oppervlakte en verschuiving van vegetatiezones in kaart worden gebracht. Tevens kan de grootte en de ligging van de vooroevers en de openingen erin worden vastgesteld.

Interessante ontwikkelingen bij Kerkdriel, die in aanmerking komen voor vervolgmonitoring zijn:

- De verdere ontwikkeling van het profiel, met name de ontwikkeling van de oeverwal en de sedimentatie in het nu nog onder water liggende deel.
- De ontwikkeling van de watervegetatie, inclusief de oorzaken van ontbreken daarvan (bijv. doorzicht, sedimentatiesnelheid).
- De ontwikkeling van de vegetatie, met name de wilgenopslag en de natte pionier- en ruigtevegetaties.
- Eventuele vegetatieveranderingen als gevolg van het ontstaan van de oeverwal.

Langs de gestuwde Maas hellen de oevers over het algemeen vrij sterk af, waardoor het areaal aan potentieel voor waterplanten geschikt oppervlak beperkt is. Om het voor watervegetaties beschikbare areaal te vergroten zouden tussen 0 en 1,5 m diepte (t.o.v. het standaard stuwpeil) vlakke of zwak hellende bodemprofielen (maximaal 1:5, en liefst groter dan 1:10) moeten worden gecreëerd. Omdat verondieping het waterbergend vermogen van de gestuwde Maas vermindert, hetgeen vanwege overstromingsrisico's moet worden vermeden, kan areaal voor waterplanten alleen worden gewonnen door het zomerbed te verbreden. Op de locatie Grubbenvorst wordt aanbevolen om vrij eroderende oevers toe te staan, door stenen/verharding uit de bestaande oever te verwijderen. Eventueel kunnen grotere arealen worden geschapen in combinatie met grindwinning.

Het is nog niet geheel duidelijk of silex en puingranulaat geschikt zijn om in vooroevers toe te passen. Aanbevolen wordt om met betrekking tot de

constructie-aspecten van schanskorven (zowel type materiaal als hoogte) de monitoring voort te zetten, om meer inzicht te krijgen in de effecten op het daarachter gelegen oevermilieu.

Indien vervolgonderzoek naar de invloed van hoogtes en alternatieve materialen op de vegetatie in vooroevers gewenst wordt geacht, dan is het raadzaam om zorg te dragen voor voldoende water tussen 0,3 en 1 meter. Daarnaast is het verstandig om bij nieuwe projecten langere secties te nemen, omdat de secties elkaar aan de rand beïnvloeden.

Om vast te kunnen stellen of er vanuit milieuhygiënisch oogpunt bezwaren zijn tegen toepassing van silex/puingranulaat in oeverconstructies is toetsing van de resultaten van het uitlogingsonderzoek aan het bouwstoffenbesluit nodig. Aanbevolen wordt om deze toetsing uit te voeren. Hiervoor zijn een aantal aanvullende gegevens en factoren nodig, die mogelijk nog veld- of laboratoriummetingen met zich meebrengen. Verder wordt aanbevolen om bij toekomstig milieuhygiënisch onderzoek de resultaten in direct toetsbare eenheden te (laten) rapporteren.

Wat betreft de vooroever bij Grubbenvorst kan het interessant zijn om tussen 2002 en 2005 nog eens de profielen te meten en de watervegetatie op te nemen. De secties 0 en 10 kunnen dan worden meegenomen, omdat deze in 1999 al ondieper waren dan de rest. Deze metingen kunnen aanvullende gegevens opleveren over de bruikbaarheid van silex en puingranulaat en over de invloed van de vooroeverhoogte op de sedimentatie en eventuele vegetatie-ontwikkeling. Aanbevolen wordt ook hier metingen aan waterdoorzicht te verrichten (aan beide zijden van de vooroever), omdat dit een belangrijk aspect is, met name m.b.t. ontwikkeling van waterplantenvegetaties.

Tevens moet dan de ligging en lengte van de secties t.o.v. een vast punt ingemeten worden, zodat de schets uit Besteman (1995) getoetst kan worden. Indien deze metingen niet overeenkomen met de schets, kan dat gevolgen hebben voor de conclusies in dit rapport, betreffende de sedimentatie en de vegetatie-ontwikkeling.



Foto 7. Oevertalud, locatie Grubbenvorst (september 1995)



Foto 8. Ruigtevegetatie aan de bovenrand van het oevertalud, locatie Grubbenvorst (september 1995)

6 Literatuur

- Anonymous, 1992. Advies over natuurvriendelijke maasoever bij zandmeren kerkdriel (nabij km 213 tot nabij km 214 aan de rechteroever). (ongepubliceerde notitie).
- Anonymous, 1999a. Bepaling van de korrelverdeling van zand. IL-R-99.37. Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde, Afdeling infrastructuur, laboratorium, materialen.
- Anonymus, 1999b. Aan het werk met het Bouwstoffenbesluit. Een handreiking voor het werken met het Bouwstoffenbesluit. CUR/CROW/VROM/RWS publicatie 99-4, stichting CUR, Gouda.
- Besteman, B.M., 1995. Vegetatie-onderzoek natuurvriendelijke Maasoever bij Grubbenvorst, resultaten 1995. B&D Natuuradvies, Amsterdam.
- Besteman, B.M., 1997. Vegetatie-onderzoek natuurvriendelijke Maasoever bij Grubbenvorst, resultaten 1997. B&D Natuuradvies, Amsterdam.
- Besteman, B.M., 1999. Analyse vegetatiegegevens natuurvriendelijke Maasoever bij Kerkdriel, gegevens uit 1992, 1993 en 1997. B&D Natuuradvies, Amsterdam
- Boks, G, 1994. Natuurvriendelijke oever te Velden en Grubbenvorst, projectbeschrijving en monitoringsprogramma. Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde, hoofdafdeling Milieu, Rapportnummer W-DWW-94-732.
- Buro Biopt, 1992. Vegetatie-opnamen maasoever nabij Kerkdriel, september 1992. Buro Biopt, rapport nr. 92-010. Roermond.
- Buro Biopt, 1993. Vegetatie-opnamen maasoever nabij Kerkdriel, juni 1993. Buro Biopt, rapport nr. 93-014. Roermond.
- Buro Biopt, 1997. Monitoring vegetatie maasoever nabij Kerkdriel, 1992-1997. Buro Biopt. Rapport nr. 97-015. Roermond.
- CUR, 1994. Handboek natuurvriendelijke oevers. CUR-rapport 168.
- De la Haye, M.A.A., 1997. Waterplanten in natte stroken: Pioniers of blijvertjes? Habitatieisen versus oeverontwerp. Rapportnr. W-DWW-97-026, Delft.
- Iwaco, 1996. Milieuhygiënische kwaliteit puingranulaat en silex, analysesresultaten.
- Janssen van de Laak, W., 1995. Natuurvriendelijke oevers te Velden en Grubbenvorst. Milieuhygiënisch onderzoek. Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde, Afdeling Infrastructuur Milieumaatregelen, Rapportnummer W-DWW-95-713, Delft.
- Reijerse, 1994. Inventarisatie westelijke Maasoever bij Grubbenvorst. IVN "Maasvallei", Rijkswaterstaat.
- Schaminée, J.H.J., A.H.F. Stortelder & V. Westhoff, 1995. De vegetatie van Nederland, deel 1. Opulus Press, Leiden.
- Sips, H.J.J., J. van der Horst & J.M. Reitsma, 1995. Voorwaarden voor waterplanten in de gestuwde Maas. Reports of the project "Ecological Rehabilitation of the River Meuse" EHM nr. 29-1995. Bureau Waardenburg rapportnr 94.36, Maastricht.
- Tansley, A.G., 1946. Introduction to plant ecology. Allen & Unwin, Londen
- Tauw, 1998. Natuurvriendelijke oevers Grubbenvorst, milieukundig laboratoriumonderzoek. Sittard



De Dienst Weg- en Waterbouwkunde is de adviesdienst van Rijkswaterstaat voor techniek en milieu voor de weg- en waterbouw. De dienst adviseert, onderzoekt en kennis overdraagt in de constructieve weg- en waterbouw, de natuur- en milieutechniek van fysieke infrastructuur, waterkeringen en watersystemen en de grondstoffenvoorziening voor de bouw, inclusief de milieuaspecten.

Dienst Weg- en Waterbouwkunde Rijkswaterstaat
Van der Burghweg 1, Postbus 5044, 2600 GA Delft
telefoon: (015) 251 83 08
telefax: (015) 251 85 55

E-mail: postmaster@dww.rws.minvenw.nl
home page internet: www.minvenw.nl/rws/dww/home/
thuispagina Intranet: www.venwnet.minvenw.nl/rws/dww/home/

Publicatienummer: W-DWW-2000-028