Witteveen + Bos

water
infrastructuur
milieu
bouw

Rijkswaterstaat
Directie Oost-Nederland

zandsuppletie in kribvakken langs de Waal in relatie tot de natuurfunctie

Witteveen+Bos

van Twickelostraat 2
postbus 233
7400 AE Deventer
telefoon 0570 69 79 11
telefax 0570 69 73 44

Witteveen + Bos

water
infrastructuur
milieu
bouw

Rijkswaterstaat
Directie Oost-Nederland

zandsuppletie in kribvakken langs de Waal in relatie tot de natuurfunctie

registratie	projectcode	status
SECI/PANH/rap001	Rw898.1	definitief
projectleider	**projectdirecteur**	**datum**
drs. G. Hensens	drs. M.P. Grimm	10 september 1999

autorisatie	naam	paraaf
goedgekeurd	drs. M. Klinge	

Witteveen+Bos

van Twickelostraat 2
postbus 233
7400 AE Deventer
telefoon 0570 69 79 11
telefax 0570 69 73 44

© Witteveen+Bos
Niets uit dit bestek/drukwerk mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook zonder voorafgaande toestemming van Witteveen + Bos Raadgevende Ingenieurs b.v., noch mag het zonder een dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd.

19 46 533

SAMENVATTING

In het kader van de realisatie van de Waal als hoofdtransportas zal de vaargeul van deze rivier binnen het bestaande profiel worden verruimd door middel van baggeren. Het materiaal dat hierbij vrijkomt, dient binnen het systeem te worden afgezet om te voorkomen dat de thans optredende bodemdaling van het zomerbed verder toeneemt. Naast het storten van opgebaggerd zand in diepe delen van het zomerbed, wordt suppletie van zand in de kribvakken langs de rivier als een mogelijkheid gezien om het zand binnen het systeem af te zetten. De vraag is, in hoeverre zandsuppletie in kribvakken effecten heeft op de natuurwaarden langs de Waal.

Om een kader te scheppen voor de beschrijving van de effecten van zandsuppletie in kribvakken op natuurwaarden, zijn voor de gehele Waal tussen Lobith en Woudrichem oeverstreefbeelden uitgewerkt. Deze oeverstreefbeelden geven de ontwikkelingsmogelijkheden voor verschillende oeverecotopen weer. De mogelijkheden voor ontwikkeling van bepaalde ecotopen hangen samen met de huidige landschapsecologische en morfologische processen en kenmerken van de Waaloevers. Als basis voor de oeverstreefbeelden zijn de oevers van de Waal gekarakteriseerd aan de hand van processen en kenmerken als sedimentatie, erosie, eolische activiteit, de aanwezigheid van verharde oevers en de hydraulische geschiktheid voor ooibosontwikkeling. Deze landschapsecologische karakterisering heeft geresulteerd in 15 oeverstreefbeelden voor de Waal.

Er zijn acht varianten voor zandsuppletie in kribvakken uitgewerkt in de vorm van schetsontwerpen om de effecten op natuurwaarden in beeld te kunnen brengen. Het gaat om twee varianten waarbij alleen beneden de waterlijn wordt gesuppleerd (centraalsuppletie en waterbodemsuppletie), drie varianten waarbij zowel onder als boven de waterlijn wordt gesuppleerd (hoeksuppletie, opvulsuppletie en steilrandsuppletie) en drie varianten waarbij alleen boven de waterlijn wordt gesuppleerd (oeversuppletie, rivierduin/oeverwalsuppletie en suppletie van een verharde oever). Voor ieder schetsontwerp is het bergingsvolume globaal berekend. De effecten van de acht schetsontwerpen zijn vervolgens beoordeeld aan de hand van zes beoordelingscriteria, te weten landschapsecologische herkenbaarheid, habitatgeschiktheid onder de waterlijn, habitatgeschiktheid boven de waterlijn, schaal van verstoring, ecologische diversiteit en terugkeersnelheid.

Op basis van de toepasbaarheid van de schetsontwerpen in relatie tot de verschillende oeverstreefbeelden, is voor alle kribvakken langs de Waal de geschiktheid voor zandsuppletie aangegeven. Hierbij zijn met name de suppletievarianten, waarbij alleen beneden de waterlijn wordt gesuppleerd, geschikt voor toepassing langs de gehele rivier. Toepassing van schetsontwerpen die leiden tot aantasting van de landschapsecologische herkenbaarheid, is met het oog op realisatie van de oeverstreefbeelden niet wenselijk.

Concluderend kan worden gesteld, dat in principe alle kribvakken langs de Waal geschikt zijn voor zandsuppletie, met name suppletie onder de waterlijn. Alle kribvakken zijn ongeschikt voor suppletievarianten die leiden tot aantasting van de landschapsecologische herkenbaarheid. Hierbij kan worden opgemerkt, dat zandsuppletie een verdere regulering van het riviersysteem is. Om deze reden kan zandsuppletie nooit bijdragen aan een grootschalige versterking van de natuurwaarden langs de Waal. De inrichting van oevers is en blijft maatwerk. Het is daarom noodzakelijk om bij een definitieve locatiekeuze minimaal te beschikken over bodemliggingsgegevens. Hiermee kunnen de verschillende locaties (ecologisch en morfologisch) onderling worden vergeleken en kan het ontwerp worden geoptimaliseerd. Daarnaast verdient het de aanbeveling enkele pilotsuppleties uit te voeren om (meet)gegevens omtrent de morfologische en ecologische ontwikkeling van gesuppleerde kribvakken te vergaren. Dergelijke gegevens zijn thans nauwelijks aanwezig.

INHOUDSOPGAVE

	blz.
1. INLEIDING	**1**
1.1. Kader en probleemstelling	1
1.2. Doelstelling en afbakening	1
1.3. Werkwijze	2
1.4. Leeswijzer	2
2. OEVERSTREEFBEELDEN	**4**
2.1. Een gedifferentieerd oeverstreefbeeld	4
2.2. Landschapsecologische karakterisering van de oevers	5
2.3. Oeverecotopen in relatie tot landschapsecologische karakterisering	6
2.4. Oeverstreefbeelden voor de Waal	8
3. SCHETSONTWERPEN VOOR ZANDSUPPLETIE	**11**
3.1. Zandsuppletie en natuurwaarden	11
3.2. Schetsontwerpen	11
3.3. Bergingsvolume	12
3.4. Beoordelingscriteria	14
3.5. Beoordeling schetsontwerpen	16
4. GESCHIKTHEID KRIBVAKKEN VOOR ZANDSUPPLETIE	**18**
4.1. Van schetsontwerp tot geschiktheidskaart	18
4.2. Toepasbaarheid schetsontwerpen in relatie tot oeverstreefbeelden	18
4.3. Geschiktheid kribvakken voor zandsuppletie	20
5. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	**22**
5.1. Conclusies	22
5.2. Aanbevelingen	22
REFERENTIES	**23**
laatste bladzijde	24

BIJLAGEN	aantal bladzijden
I Betrokken personen en instanties	1
II Verslag workshop "Morfologische processen"	4
III Verslag workshop "streefbeelden, schetsontwerpen en beoordelingscriteria"	5
IV Schetsontwerpen	8

1. INLEIDING

1.1. Kader en probleemstelling

In het kader van het project Baggeren Waal zal de vaargeul van deze rivier binnen het bestaande profiel worden verruimd door middel van baggeren. Het project Baggeren is een onderdeel van het Waalproject, dat is gericht op de realisatie van de Waal als hoofdtransportas.

Bij het baggeren van de Waal komen, afhankelijk van de afvoeromstandigheden, grote hoeveelheden zand vrij. Deze hoeveelheid varieert van circa 350.000 m^3 onder gemiddelde afvoeromstandigheden tot ongeveer 1.200.000 m^3 na (extreem) hoge afvoeren. Het baggeren zal vooral in de binnenbochten plaatsvinden, omdat de buitenbochten over het algemeen diep genoeg zijn ten gevolge van uitschuring door de rivier. De baggerspecie bestaat hoofdzakelijk uit zand en grind met verontreinigingsklasse 0, 1 en 2.

Het opgebaggerde zand dient binnen het riviersysteem te worden afgezet, om te voorkomen dat de thans optredende bodemdaling van het zomerbed verder toeneemt. Er zijn twee opties om het zand binnen het systeem te bergen, namelijk verspreiding in de diepe delen van de vaargeul en suppletie in kribvakken.
Verspreiding van het opgebaggerde materiaal in de vaargeul brengt enkele bezwaren met zich mee, zoals belemmering van de scheepvaartbewegingen door overstekende baggervaartuigen, een beperkte bergingscapaciteit van de vaargeul en een betwijfelde duurzaamheid van de maatregel.
Zandsuppletie in kribvakken wordt als een kansrijke optie gezien, omdat de werktijd in de vaargeul beperkt is. Daarnaast behoort het tot de traditionele inrichtingsmaatregelen in het rivierbeheer. Zandsuppletie wordt onder andere toegepast voor:

- het compenseren van kirbvakbodemdaling;
- het vergroten van de oeverstabiliteit;
- het aanbrengen van meer microreliëf binnen het kribvak;
- het vastleggen en beschermen van oevervegetatie (met name houtige gewassen);
- het dempen van scheepvaartgolven.

Uitgaande van de twee genoemde opties voor het omgaan met het opgebaggerde materiaal, zijn op uitvoeringsniveau talloze scenario's te construeren voor het verspreiden van het zand. Binnen het riviersysteem zijn immers vele diepe delen en vele kribvakken aanwezig. Er zal dus een afweging moeten worden gemaakt.

Bij deze afweging kan de realisatie van natuurvriendelijke oevers in het kader van het ecologisch herstel van de Waal en de andere Rijntakken, een rol spelen. Een combinatie met het baggerprogramma lijkt op het eerste gezicht mogelijk. Vanuit Rijkswaterstaat Directie Oost-Nederland bleek een nadere studie naar de mogelijkheden om de natuurwaarden langs de oevers van de Waal door middel van zandsuppletie te versterken daarom gewenst.

1.2. Doelstelling en afbakening

Om invulling te geven aan de mogelijkheden voor realisatie van natuurwaarden langs de oevers van de Waal door middel van zandsuppletie, is een studie uitgevoerd met de volgende doelstellingen:

- het karakteriseren van de oevers langs de Waal op basis van landschapsecologische kenmerken, om de ecologische geschiktheid en consequenties van zandsuppletie in de oeverzone te kunnen aangeven en beoordelen;
- het vervaardigen van een geschiktheidskaart voor suppletie van zandige sedimenten in de kribvakken langs de Waal.

Deze studie richt zich alleen op versterking van natuurwaarden en niet expliciet op andere aspecten, zoals MWH-effecten, operationele gevolgen voor de scheepvaart en milieu-effecten. Deze aspecten worden in het kader van het project Baggeren in andere studies uitgewerkt.

Het studiegebied omvat de oevers van de Waal tussen Lobith en Woudrichem. De grenzen van het studiegebied worden gemarkeerd door de rijksgrens met Duitsland en de afgedamde Maas. Met de oevers wordt de zone bedoeld, die zich vanaf de kribkop circa 150 m landinwaarts strekt.

1.3. Werkwijze

Om de doelstellingen van de studie te realiseren, is een stapsgewijze aanpak gehanteerd. Deze stappen zijn:

- landschapsecologische karakterisering van de oeverzone langs de Waal;
- beschrijving van de maatregel zandsuppletie in kribvakken in relatie tot versterking van de natuurfunctie en beschrijving van de landschapsecologische effecten van de maatregel;
- uitwerking van de geschiktheid van kribvakken langs de Waal voor zandsuppletie met het oog op de landschapsecologische karakteristieken van de oeverzone van de Waal.

Voor de landschapsecologische karakterisering van de oeverzone is hoofdzakelijk gebruik gemaakt van beschikbare informatie omtrent de morfologische processen in en langs de Waal en de huidige oeverinrichting. Aanvullende informatie ten aanzien van het morfologisch functioneren van de oeverzone van de Waal is verkregen bij de morfologisch deskundigen van het RIZA in Arnhem middels een workshop/overleg. De landschaps-ecologische karakterisering van de oevers is vertaald in een streefbeeldenkaart, die de kansen voor ontwikkeling van bepaalde oeverecotopen weergeeft. De streefbeelden zijn tijdens een tweede workshop voorgelegd aan vertegenwoordigers van Rijkswaterstaat Directie Oost-Nederland, de Dienstkring Bovenrijn en Waal, de Dienstkring Nederrijn en Lek en een ecologisch deskundige van het RIZA in Arnhem. De deelnemers aan beide workshops zijn genoemd in bijlage I. In bijlage II en III zijn de verslagen van beide workshops opgenomen.

Tijdens de workshops is een keuze gemaakt voor de uit te werken inrichtingsvarianten voor zandsuppletie in kribvakken. Deze varianten zijn visueel vormgegeven in de vorm van schetsontwerpen. Tevens zijn tijdens de workshops criteria geformuleerd om de gevolgen van de verschillende suppletievarianten voor landschapsecologische waarden en processen te beoordelen. De beoordelingscriteria zijn op basis van relevante literatuur verder uitgewerkt en aangevuld. Vervolgens zijn de verschillende schetsontwerpen beoordeeld op landschapsecologische effecten met het oog op de toepasbaarheid langs de oevers van de Waal.

Op basis van de oeverstreefbeelden, de beoordeling van landschapsecologische effecten en expertoordeel is aangegeven, welke schetsontwerpen voor zandsuppletie in kribvakken wel en niet toepasbaar zijn. Op basis hiervan is op een "geschiktheidskaart" aangegeven welke kribvakken langs de Waal geschikt zijn voor zandsuppletie en om welke schetsontwerpen het hierbij gaat.

1.4. Leeswijzer

Hoofdstuk 2 beschrijft de uitwerking van de landschapsecologische karakterisering van de oevers van de Waal. Hierbij is ingegaan op zowel de methodiek voor deze karakterisering als de vertaling naar streefbeelden voor de oeverzone.

In hoofdstuk 3 zijn de schetsontwerpen met varianten voor zandsuppletie in kribvakken uitgewerkt. De voorbeeldschetsen zijn voorzien van een beknopte beoordeling op grond van landschapsecologische criteria.

Hoofdstuk 4 beschrijft de uitwerking van de geschiktheid van kribvakken voor zandsuppletie vanuit landschapsecologisch oogpunt. Hierbij is ingegaan op de methodiek alsmede de vertaling naar de geschiktheidskaart.

In hoofdstuk 5 zijn de conclusies en aanbevelingen van deze studie verwoord.

2. OEVERSTREEFBEELDEN

2.1. Een gedifferentieerd oeverstreefbeeld

In het kader van natuurontwikkeling zijn de afgelopen jaren voor verschillende doeleinden tal van streefbeelden voor de uiterwaarden van de Waal geformuleerd. Ook voor de oeverzone van de rivier is een streefbeeld opgesteld, beschreven in het rapport Oeverture (Rijkswaterstaat, 1993a; Rijkswaterstaat, 1993b). Voor de Waal tussen Lobith en de Benedenwaarden (km 948) is het oeverdoeltype Wilg als streefbeeld van toepassing. Benedenstrooms van de Benedenwaarden geldt het oeverdoeltype Riet als streefbeeld.

Oeverdoeltypen uit OEVERTURE (Rijkswaterstaat, 1993a)

oeverdoeltype Wilg

Het oeverdoeltype Wilg wordt gekenmerkt door een hoog dynamisch fysisch milieu. Dit uit zich vooral in de hoge stroomsnelheden en grote waterstandsfluctuaties (zowel in de winter- als in de zomerperiode). In het oeverdoeltype Wilg staat de ontwikkeling van de zachthoutzone centraal. In deze zone domineren wilg en zwarte populier. Hoger op de oever kan zich een harhoutzone ontwikkelen. In de moerasplantenzone is de ontwikkeling van riet en/of bies door de golfslag en stroming onmogelijk. Deze zone zal worden gedomineerd door eenjarige soorten.

Op plaatsen waar hoge begroeiing niet wenselijk is, wordt door middel van begrazing boomvorming tegengegaan. Er ontstaat dan een soortenrijke, open ruigte. Op de oeverwallen kunnen zich, met een botanisch gericht beheer, droge graslanden ontwikkelen.

oeverdoeltype Riet

Het fysisch milieu van het oeverdoeltype Riet wordt gekarakteriseerd door een geringe stroomsnelheid. Bovendien zijn er weinig waterstandsschommelingen (o.a. weinig extreme waterstanden in het groeiseizoen). Een bijkomend kenmerk kan het voorkomen van getijdewerking zijn.

De ontwikkeling van het oeverdoeltype Riet is vooral gericht op riet en ander oeverplanten. Hiervoor is als gevolg van golfslag en stroming in veel situaties een vooroeververdediging noodzakelijk. Tussen het riet en de vooroeververdediging kan zich een weelderige vegetatie van waterplanten ontwikkelen. Hoger op de oever kan zich aansluitend aan het riet zacht- en hardhoutooibos ontwikkelen. Op plaatsen waar door een gebrek aan compensatieruimte struik- en boomopslag door middel van begrazing wordt tegengegaan, ontstaat een soortenrijke, open ruigte.

De oeverdoeltypen Wilg en Riet geven een te weinig gedifferentieerd streefbeeld voor de Waal om de mogelijkheden voor zandsuppletie in kribvakken in beeld te brengen. Een gedifferentieerd streefbeeld voor de Waaloevers op basis van huidige morfologische en landschapsecologische kenmerken ontbreekt momenteel. Deze studie biedt de mogelijkheid een dergelijk streefbeeld uit te werken, mede omdat er recentelijk veel informatie is vrij gekomen van studies naar morfologische processen op de oever.

Het gedifferentieerde streefbeeld voor de oevers van de Waal richt zich op de 150 m brede zone langs de rivier tussen kribkop en uiterwaard. Met het oog op eventuele zandsuppletie in kribvakken gaat het in het streefbeeld vooral om de vraag, op welke gedeelten van de oever vanuit ecologisch oogpunt zand kan worden gesuppleerd of niet. Bij het opstellen van het streefbeeld is vooralsnog geen rekening gehouden te worden met bestaande (streef)beelden van natuurontwikkelingsprojecten voor naastgelegen uiterwaarden of met rivierkundige eisen. Hieraan zal in een later stadium van het project Baggeren aandacht worden besteed.

Onderstaande paragrafen beschrijven de gevolgde methodiek voor de uitwerking van het streefbeeld.

2.2. Landschapsecologische karakterisering van de oevers

De eerste stap in de uitwerking van een gedifferentieerd streefbeeld is een karakterisering van de oevers van de Waal op basis van huidige landschapsecologische en morfologische kenmerken. De oevers van de Waal zijn op basis van de volgende processen en kenmerken gekarakteriseerd:

- sedimentatie bij hoge rivierafvoeren;
- erosie van oevers;
- eolische activiteit;
- aanwezigheid van verharde oevers;
- hydraulische geschiktheid voor ooibosontwikkeling.

De genoemde processen en kenmerken zijn beschouwd op een schaalniveau van tenminste drie kribvakken. De morfologische processen hebben betrekking op riviergebonden morfodynamiek die hoger op de oever plaatsvindt. Scheepvaartgerelateerde morfodynamiek is buiten beschouwing gelaten.

sedimentatie bij hoge rivierafvoeren

Bij (extreem) hoge afvoeren zet de Waal grote hoeveelheden zand op de oevers af. Dit gebeurt vaak hoger op de oever, hetgeen leidt tot de vorming van oeverwallen. Op basis van sedimentatiegegevens van de recente hoogwaters in 1993/1994 en 1995 is geïnventariseerd op welke locaties langs de Waal zand wordt afgezet. Hiervoor is gebruik gemaakt van de rapporten van Van Dinther *et al.* (1995) en Sorber (1997a). Sedimentatie bij hoge afvoeren blijkt veelal op dezelfde locaties voor te komen (Sorber, 1997a). Deze locaties betreffen hoofdzakelijk binnenbochten ("pointbarvorming") en plaatsen waar het zomerbed de uiterwaarden instroomt.

erosie van oevers

Hoge stroomsnelheden ten gevolge van hoge rivierafvoeren en golfslag door schepen en windwerking kunnen plaatselijk leiden tot erosie van oevers. Hierdoor vormen zich steilranden langs de rivier. Op grond van een inventarisatie van steilranden langs de Waal door Rijkswaterstaat (1991) is aangegeven op welke locaties oevererosie plaatsvindt of heeft plaatsgevonden. Deze steilranden zijn vooral te vinden in het traject tussen Lobith en Sint Andries. Stroomafwaarts van Sint Andries zijn weinig steilranden aanwezig. Dit hangt samen met de relatief geringere stroomsnelheden aldaar. Een duidelijke relatie tussen oevererosie en de ligging van bochten (binnenbocht-buitenbocht) is niet uit de beschikbare gegevens af te leiden.

eolische activiteit

Eolische activiteit betreft de verplaatsing van zand op de rivieroevers door windwerking, waardoor rivierduinen kunnen ontstaan. Eolische activiteit vindt vooral plaats op locaties met voldoende afzetting van fijn zand, voldoende strandbreedte (meer dan 40 m) en een gunstige ligging ten opzichte van de overheersende windrichting (Van den Ancker & Jungerius, 1997; Sorber, 1999; Van den Ancker *et al.*, 1999). De (potentieel) geschikte locaties voor eolische activiteit zijn geïnventariseerd op basis van gegevens van Van den Ancker & Jungerius (1997) en Sorber (1999). Deze locaties lijken zich vooral te concentreren op het traject tussen de Pannerdensche Kop en de Oosterhoutsche Waard.

aanwezigheid van verharde oevers

Om de oevers van de Waal te beschermen tegen afslag, zijn op meerdere locaties langs de rivier oeververdedigingen of verharde oevers te vinden (Rijkswaterstaat, 1991). Deze verharde oevers bestaan veelal uit een oevertalud met gestort puin of breuksteen op de waterlijn. Op enkele locaties, zoals in Nijmegen, is sprake van een kade. De aanwezigheid van een verharde oever vormt een vast gegeven voor het streefbeeld: bestaande harde oevers blijven vooralsnog gehandhaafd.

hydraulische geschiktheid voor ooibosontwikkeling
Ontwikkeling van ooibos, zoals onder andere genoemd in het oeverdoeltype Wilg, heeft over het algemeen een verhoging van de hydraulische ruwheid tot gevolg. Met andere woorden: grootschalige ontwikkeling van zachthoutooibos kan leiden tot ongewenste verhoging van de waterstanden bij hoge rivierafvoeren. Dit betekent dat ontwikkeling van ooibos alleen mogelijk is op de locaties waar de hydraulische ruwheid dit toelaat. Voor de inventarisatie van deze locaties is gebruik gemaakt van de studie van Agtersloot et al. (1999), waarbij een q-meanwaarde lager dan 5,55 is aangehouden als zijnde potentieel geschikt voor ooibos-ontwikkeling. Oevers die hydraulisch (redelijk) geschikt voor ontwikkeling van utooibos zijn vooral te vinden in het traject benedenstrooms van Sint Andries.

landschapsecologische karakterisering
De karakterisering van de oevers van de Waal op basis van de hiervoor beschreven processen en kenmerken, is weergegeven in tabel 2.3.

Een groot gedeelte van de oevers wordt niet gekenmerkt door één of meerdere van de genoemde processen en/of kenmerken. Dit betekent dat geen van de onderscheiden processen en kenmerken een dominante rol speelt in landschapsecologische of morfologische zin. In morfologisch opzicht is hier sprake van laagdynamische oevers (hydrologisch gezien zijn deze oevers wel dynamisch).

2.3. Oeverecotopen in relatie tot landschapsecologische karakterisering
De volgende stap in het maken van een streefbeeld voor de oevers van de Waal is het beschrijven van de relatie tussen het (potentieel) voorkomen van oeverecotopen en de processen en kenmerken die in de voorgaande paragraaf zijn beschreven.

fystiotopen/ecotopen in het algemeen
Het rivierengebied is op te splitsen in ruimtelijk begrensde landschapsecologische eenheden, zogenaamde fysiotopen en ecotopen. Voorbeelden hiervan zijn: zandbank, aangekoppelde strang en moerassig uiterwaardgrasland.

Belangrijke indelingskenmerken voor fysiotopen/ecotopen zijn de processen die zich in en langs de rivier afspelen. Kernprocessen hierbij zijn morfodynamiek (erosie, transport en sedimentatie), hydrodynamiek (overstromingsfrequentie, -diepte en -duur) en gebruiksdynamiek (beheer en landgebruik) (Rademakers & Wolfert, 1994).
Karakteristieke ecotopen voor de Waal zijn (Maas *et al.*, 1997):
- ondiep laagwaterbed;
- natuurlijke rivieroever/steilrand;
- oeverwal/rivierduin/stroomdalgrasland;
- aangekoppelde strang/dynamische ruigte;
- zachthoutooibos.

De Waal biedt op grond van breedte-diepteverhouding en stream power weinig mogelijkheden voor ontwikkeling van andere fysiotopen/ecotopen als kronkelwaardruggen en -geulen, oeverwal/hardhoutooibos en geïsoleerde strang/moeras (Maas *et al.*, 1997).

Voor een nadere omschrijving van fysiotopen/ecotopen wordt verwezen naar de rapporten van Rademakers & Wolfert (1994) en Maas *et al.* (1997).

te beschouwen fysiotopen/ecotopen

Het streefbeeld voor de oevers van de Waal beschrijft de kansen voor ontwikkeling van fysiotopen/ecotopen, gerelateerd aan de actuele processen en kenmerken die in voorgaande paragraaf zijn beschreven. De keuze voor de te beschouwen fysiotopen/ecotopen is gerelateerd aan de bevindingen van Maas *et al.* (1997), die hiervoor zijn beschreven. Het gaat in deze studie alleen om de fysiotopen/ecotopen in de oeverzone, waarbij nog een verdere onderverdeling is gemaakt:

- ondiep laagwaterbed (permanent water met een waterdiepte van minstens 1,0 m bij laagwater);
- flauwe oever met zandstrand (evenwicht tussen erosie en sedimentatie);
- steilrand (steile, onbegroeide oever);
- verharde oever (oevers met harde oeververdediging en kaden);
- oeverwal (zandwal hoger op de oever, niet onderhevig aan eolische activiteit, al dan niet begroeid met stroomdalgrasland of andere vegetaties);
- rivierduin (zandige verhogingen op de oever, onderhevig aan eolische activiteit);
- grasland/ruigte (open, laagblijvende vegetatie op oever);
- ooibos (opslag van dichte, hoogopgaand struweel en bos).

In tabel 2.1 is de samenhang weergegeven tussen de beschouwde fysiotopen/ecotopen in het streefbeeld en de gehanteerde fysiotopen/ecotopen volgens Maas *et al.* (1997) en Rademakers & Wolfert (1994).

Tabel 2.1. Samenhang tussen fysiotopen/ecotopen.

fysiotoop/ecotoop streefbeeld	fysiotoop/ecotoop Maas et al. (1997)	ecotoop Rademakers & Wolfert (1994)
ondiep laagwaterbed	ondiep laagwaterbed	Zo-2 ondiepe zandbedding
flauwe oever met zandstrand	natuurlijke rivieroever	Zs-2 zandplaat/zandstrand
steilrand	steilrand	Zs-5 afslagoever/steilrand
verharde oever	-	Zs-6 krib/strekdam/stenen oever
oeverwal	oeverwal	alle oeverwalecotopen
rivierduin	rivierduin	Or-1 Oeverwal met rivierduinvorming
grasland/ruigte	stroomdalgrasland/dynamische ruigte	ruige en grazige oeverwalecotopen
ooibos	zachthoutooibos/hardhoutooibos	beboste oeverwalecotopen

relatie fysiotopen/ecotopen - landschapsecologische karakterisering

Voor het aangeven van de kansrijkdom voor de ontwikkeling van de geselecteerde fysiotopen/ecotopen op basis van landschapsecologische en morfologische processen en kenmerken aan te kunnen geven, zijn de relaties tussen deze fysiotopen/ecotopen en de morfologische omstandigheden van belang. In rapporten en studies van onder andere Rademakers & Wolfert (1994), Maas *et al.* (1997), Sorber (1997a en 1997b), Van den Ancker & Jungerius (1997), Van Splunder & Leemans (1997), Van Splunder & Schoor (1997), Lauwaars (1998), Wolfert (1998) en Van den Ancker *et al.* (1999) zijn deze relaties grotendeels beschreven. Tabel 2.2 geeft een beknopt overzicht van de relaties tussen fysiotopen/ecotopen en landschapsecologie en morfologie.

Tabel 2.2. Relatie tussen fysiotopen/ecotopen en landschapsecologie en morfologie

fysiotoop/ecotoop	belangrijke landschapsecologische en morfologische parameters
ondiep laagwaterbed	zandtransport en -sedimentatie
flauwe oever met zandstrand	zandtransport en -sedimentatie
	geen erosie
	afwezigheid bestorting/bekading
steilrand	erosie
verharde oever	aanwezigheid bestorting/bekading
oeverwal	sedimentatie (bij hoge afvoeren)
	geen eolische activiteit
rivierduin	eolische activiteit
	voldoende fijn materiaal, optimale korrelgrootte circa 100 µm
	oriëntatie op zuidwesten of noordoosten
	breedte zandstrand minimaal 40 m
grasland/ruigte	-
ooibos	sedimentatie (zachthoutooibos)
	laag op oever, regelmatig overstroomd (zachthoutooibos)

2.4. Oeverstreefbeelden voor de Waal

Op basis van de vertaling van de landschapsecologische karakterisering naar de kansrijkdom voor de ontwikkeling van de fysiotopen/ecotopen is een streefbeeld opgesteld voor de oevers van de Waal (zie pagina 9).

Het streefbeeld geeft voor de verschillende combinaties van de huidige processen en kenmerken van de oevers[1] weer, welke fysiotopen in principe tot ontwikkeling kunnen komen (zie tabel 2.3). Veelal gaat het om meerdere fysiotopen/ecotopen, wat samenhangt met de zonering van ondiep laagwater tot de hogere oever. Zo komt is het fysiotoop/ecotoop "flauwe oever met zandstrand" laag op de oever te vinden en het fysiotoop/ecotoop "oeverwal" hoger op de oever. Het fysiotoop/ecotoop "ondiep laagwaterbed" komt in principe overal voor en is niet onderscheidend voor het streefbeeld.

De ontwikkeling van fysiotopen/ecotopen langs de oever kan verder worden gestuurd door de inzet van beheerinstrumenten. Op plaatsen waar de hydraulische geschiktheid voor ooibosontwikkeling gering is, maakt grasland/ruigte deel uit van het streefbeeld (in plaats van ooibos). Voor de ontwikkeling van grasland/ruigte is maai- of begrazingsbeheer noodzakelijk. Het aspect beheer is echter niet in het kader van deze studie uitgewerkt.

[1] Dit betreft alleen de combinaties van landschapsecologische kenmerken en morfologische processen, die ook daadwerkelijk uit de karakterisering van de oevers naar voren zijn gekomen.

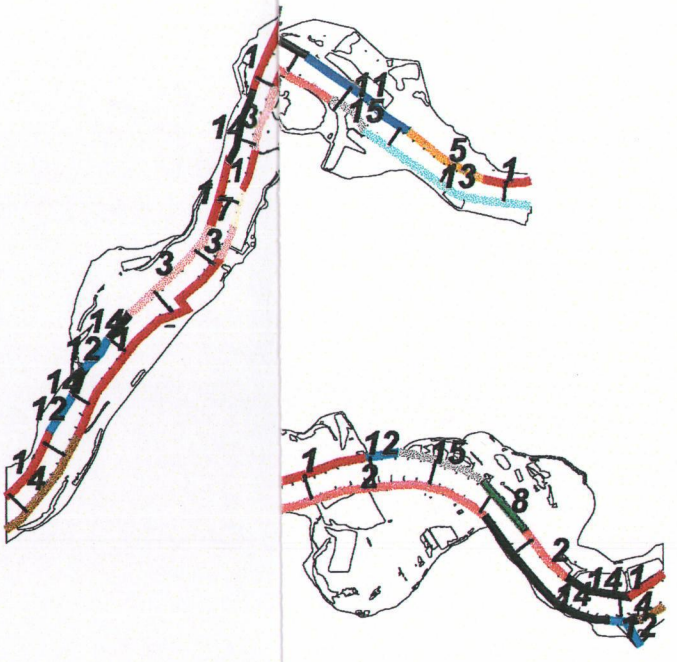
Tabel 2.3. Oeverstreefbeelden voor de Waal op basis van landschapsecologische karakteristieken

streefbeeld	landschapsecol. karakterisering					ecotopen								lengte (km)
	sedimentatie	erosie	eolische activiteit	aanwezigheid verharde oever	hydraulische geschiktheid ooibos	ondiep laagwaterbed	flauwe oever met zandstrand	steilrand	harde oever	oeverwal	rivierduin	grasland/ruigte	ooibos	
1	x					x	x			x		x		40,1
2	x				x	x	x			x			x	34,8
3	x	x				x		x		x		x		10,3
4	x	x			x	x		x		x			x	7,8
5	x		x			x	x				x	x		2,0
6	x		x		x	x	x				x		x	6,4
7	x			x		x			x	x		x		0,6
8	x			x	x	x			x	x			x	6,4
9		x				x		x				x		2,2
10		x			x	x		x					x	4,1
11	(x)	x	x			x		x			x	x		2,0
12				x		x			x			x		9,9
13				x	x	x			x				x	9,5
14						x	x					x		42,2
15					x	x	x						x	24,8

Oeverstreefbeeld

schapsecol. kterisering				ecotopen								lengte (km)
erosie	eolische processen	wel oeververdediging	lage ruwheid	ondiep laagwaterbed	flauw zandstrand	stellrand	harde oever	oeverwal	rivierduin	grasland/ruigte	ooibos	
				x	x			x		x		40,1
			x	x	x			x			x	34,8
x				x		x		x		x		10,3
x			x	x		x		x			x	7,8
	x			x	x				x	x		2,0
	x		x	x	x				x		x	6,4
		x		x			x	x		x		0,6
		x		x			x	x			x	6,4
x			x	x		x				x		2,2
x			x	x		x					x	4,1
x	x			x		x			x	x		2,0
		x		x			x			x		9,9
		x	x	x			x				x	9,5
				x	x					x		42,2
			x	x	x						x	24,8

0 1 2 3 4 Kilometers



Witteveen + Bos

3. SCHETSONTWERPEN VOOR ZANDSUPPLETIE

3.1. Zandsuppletie en natuurwaarden

In dit rapport staat de vraag centraal, waar en hoe zandsuppletie in kribvakken langs de Waal kan bijdragen aan een versterking van de natuurfunctie. In dit kader is het van belang, wat de effecten van zandsuppletie op natuurwaarden zijn.

De afgelopen eeuwen zijn de oevers van de Nederlandse Rijntakken op verschillende wijzen aangepast en veranderd. De meest grootschalige aanpassingen zijn de normalisatiewerken die aan het einde van de vorige eeuw en het begin van deze eeuw zijn uitgevoerd. In deze periode zijn de kribben aangelegd om de vaargeul vast te leggen. Naast deze grootschalige werken in de vaargeul is de oeverzone op kleinere schaal verdedigd met stortsteen. De belangrijkste reden hiervoor is het voorkomen van oeverafslag. Halverwege de jaren '80 heeft men gezocht naar methoden om de oever op een meer natuurlijke wijze te verdedigen. Eén van deze methoden is het aanbrengen van zand in plaats van stortsteen. De methode is op verschillende locaties langs de IJssel en Waal toegepast.

Uit de evaluatie van een zandsuppletie in drie kribvakken langs de Waal nabij Ewijk, blijkt dat dichtheid van de macrofauna in gesuppleerde kribvakken 5 jaar na suppletie significant hoger is dan voor de suppletie (Duijn, 1996). Het gaat hierbij om algemene soorten. De toename van de dichtheid van macrofauna is niet waargenomen in de referentievakken, waar geen suppletie heeft plaatsgevonden. Mogelijk hangt dit samen met het relatief grove samenstelling van het gesuppleerde materiaal. Het is waarschijnlijk dat het grovere materiaal tevens voor bepaalde vissoorten een gunstiger paaisubstraat biedt.

Ook de vegetatie-ontwikkeling langs gesuppleerde kribvakken blijkt - afhankelijk van het wel of niet optreden van extreme hoogwaters - mogelijk te zijn (Duijn, 1996). Uit één van de gehouden workshops kwam naar voren dat relatief grof materiaal, dat boven de waterlijn wordt gesuppleerd, echter kan leiden tot een versnelde uitdroging van de ondergrond. Dit is ongunstig voor de vestiging en ontwikkeling van vegetaties op de oevers.

Uit bovenstaande kan de conclusie worden getrokken, dat zandsuppletie in kribvakken een verdere aanpassing van het riviersysteem is. De aanpassing komt tot uitdrukking in de landschapsecologische herkenbaarheid van de oever, de diversiteit aan organismen, de kolonisatiesnelheid en de levensduur (omkeerbaarheid, snelheid waarmee de evenwichtssituatie wordt bereikt). Wat betreft de levensduur kan ervan worden uitgegaan dat een kribvak, waarin alleen onder de waterlijn is gesuppleerd, na maximaal 10-15 jaar weer terug is in de evenwichtssituatie (mits tussentijds niet opnieuw suppletie plaatsvindt).

De effecten van zandsuppletie in kribvakken lijken dus samen te hangen met de manier hoe wordt gesuppleerd (onder andere boven/onder de waterlijn). Om deze effecten nader te verkennen, zijn een aantal schetsontwerpen voor zandsuppletie in kribvakken uitgewerkt. Deze schetsontwerpen zijn vervolgens beoordeeld aan de hand van enkele ecologische beoordelingscriteria.

3.2. Schetsontwerpen

Bij het uitwerken van een aantal schetsontwerpen voor zandsuppletie in kribvakken is voor elk schetsontwerp uitgegaan van een bepaalde gemiddelde kribvakgeometrie, zoals beschreven in Schans (1998). In werkelijkheid zijn er grote verschillen tussen kribvakken wat betreft de geometrie. In deze studie is uitgegaan van "standaard" kribvakafmetingen, die zijn weergegeven in afbeelding 3.1.

In de schetsontwerpen is door middel van een boven- en een zijaanzicht weergegeven op welke verschillende manieren zandsuppletie de kribvakgeometrie kan veranderen. Er zijn op

basis van de gehouden workshops acht schetsontwerpen uitgewerkt, die globaal in drie categorieën zijn te verdelen:
- schetsontwerpen waarbij alleen zandsuppletie beneden de waterlijn (OLR) plaatsvindt;
- schetsontwerpen waarbij zandsuppletie zowel beneden als boven de waterlijn (OLR) plaatsvindt;
- schetsontwerpen waarbij alleen zandsuppletie boven de waterlijn (OLR) plaatsvindt.

Onderstaand is een korte beschrijving van de acht schetsontwerpen gegeven. De schetsontwerpen zelf zijn In bijlage IV opgenomen. Voor alle schetsontwerpen geldt dat het nieuwe talud van de suppletie bij de koppen van de kribben 1:4 bedraagt. Een dergelijk talud wordt nog als stabiel beschouwd (geringe kans op afschuiving van het talud in de vaargeul).

Er zijn twee schetsontwerpen uitgewerkt, waarbij alleen suppletie beneden de waterlijn plaatsvindt (zie bijlage IV):
- **1. "centraalsuppletie"**: hierbij wordt in het middengedeelte van het kribvak, het relatief stroomluwe gedeelte tussen de twee neren, zand gesuppleerd tot 1 m beneden de laagwaterlijn;
- **2. "waterbodemsuppletie"**: hierbij wordt de waterbodem van in het kribvak over de volledige lengte tussen de twee kribben gesuppleerd tot 1 m beneden de laagwaterlijn.

Er zijn drie schetsontwerpen uitgewerkt, waarbij zowel beneden als boven de waterlijn zandsuppletie plaatsvindt (bijlage IV):
- **3. "hoeksuppletie"**: hierbij wordt zand gesuppleerd in de stroomluwe hoek van de krib, die aan de bovenstroomse kant van het kribvak ligt, waarbij het zand gedeeltelijk onder de waterlijn en gedeeltelijk op de oever plaatsvindt;
- **4. "opvulsuppletie"**: hierbij wordt het in kribvak over de volledige lengte gesuppleerd tot aan de kruinhoogte van de kribben;
- **5. "steilrandsuppletie"**: hierbij wordt in kribvakken met een steilrand zodanig gesuppleerd, dat de steilrand volledig wordt afgedekt en in een flauw talud afloopt tot onder de laagwaterlijn. Hierbij is uitgegaan van een gemiddelde steilrandhoogte van 1 m.

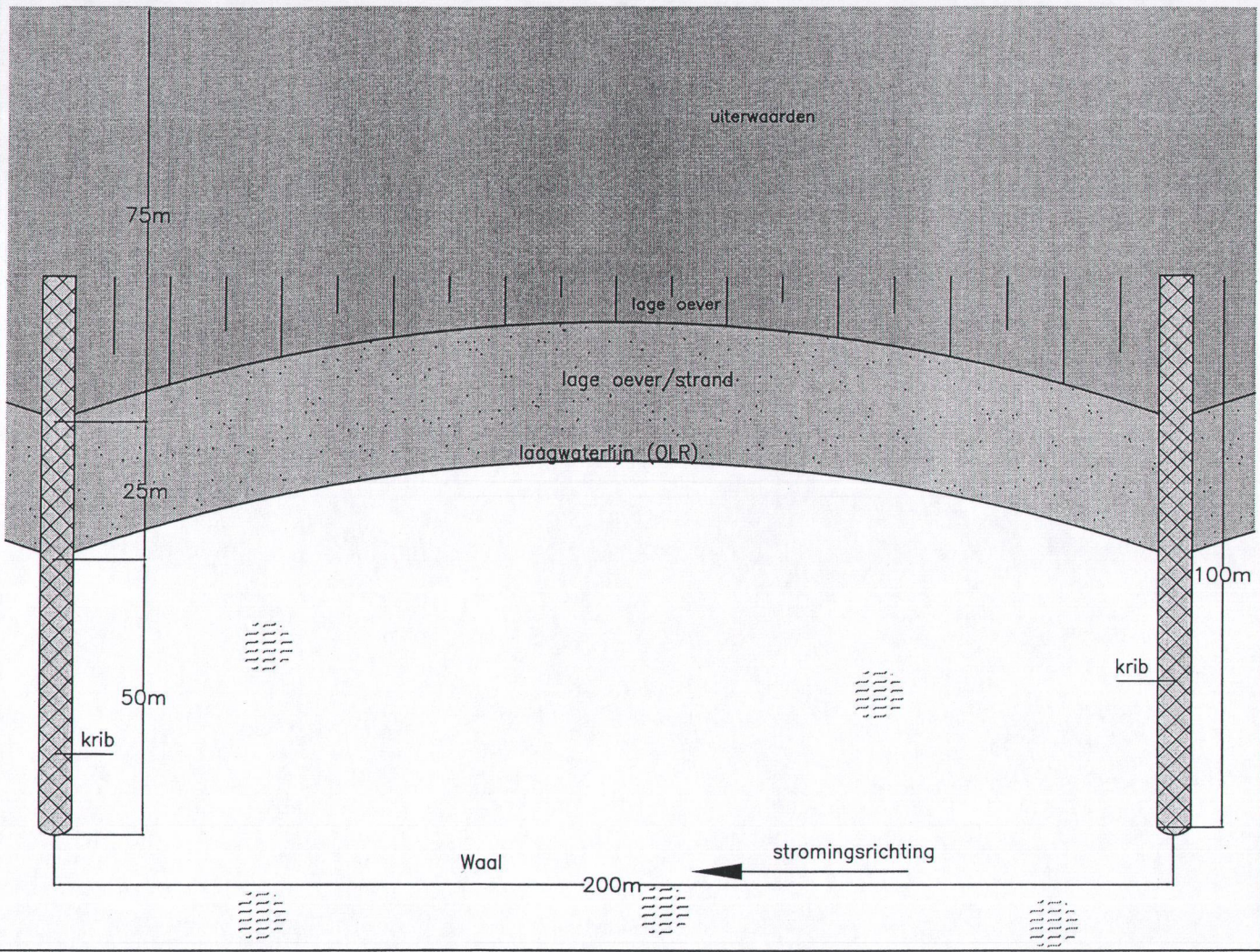
Er zijn drie schetsontwerpen uitgewerkt, waarbij alleen boven de waterlijn zandsuppletie plaatsvindt (bijlage IV):
- **6. "oeversuppletie"**: hierbij wordt zand tussen de kribwortels op de oever gesuppleerd (circa 2 m hoog en 40 m breed) op locaties waar geen oeverwal- of rivierduinvorming plaatsvindt of kan plaatsvinden;
- **7. "rivierduin/oeverwalsuppletie"**: hierbij wordt zand op de oevers gesuppleerd (circa 2 m hoog en 40 m breed) op locaties waar wel oeverwal- of rivierduinvorming plaatsvindt of kan plaatsvinden;
- **8. "suppletie verharde oever"**: hierbij wordt zand op oevers met een harde verdediging gesuppleerd (circa 1 m hoog en 10 m breed).

3.3. Bergingsvolume

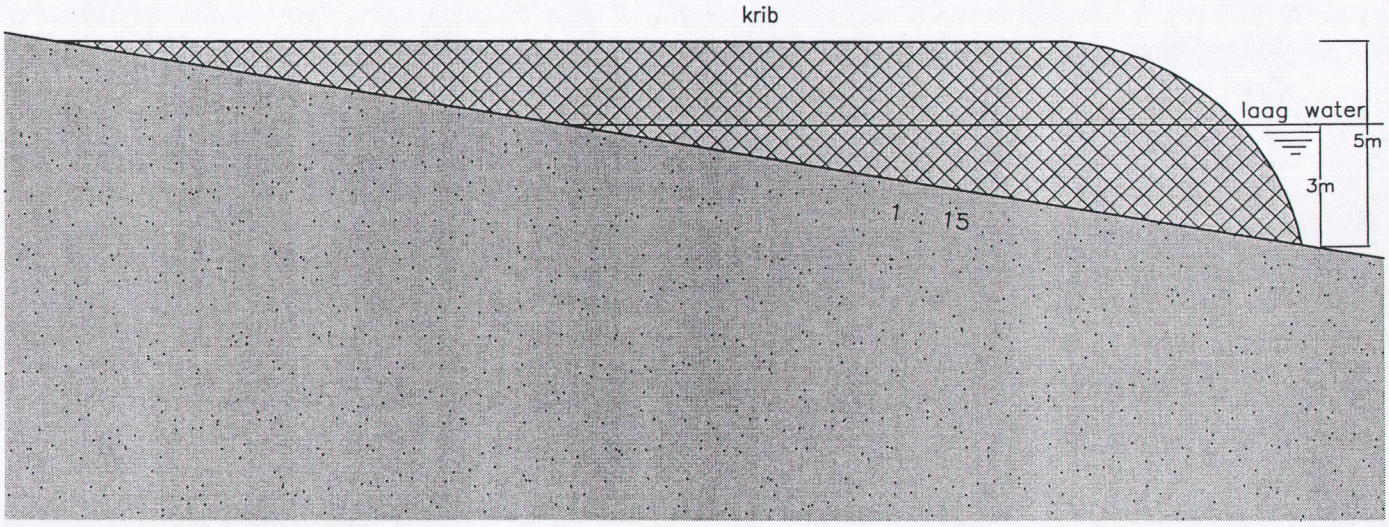
Tabel 3.1 geeft een overzicht van het bergingsvolume van zand per schetsontwerp. Tevens is per schetsontwerp, aangegeven hoeveel kribvakken er jaarlijks voor suppletie nodig zijn in geval van een jaar met een gemiddelde zandaanvoer (300.000 m^3) en een jaar met een grote zandaanvoer (750.000 m^3). Hierbij is uitgegaan van een totaal van 600 kribvakken langs de Waal.

Uit de tabel blijkt dat het bergingvolume per schetsontwerp aanzienlijk verschilt, waarbij schetsontwerp 3 het geringste bergingsvolume en schetsontwerp 4 het grootste bergingsvolume heeft. Gemiddeld bedraagt het bergingsvolume 7.400 m^3. Schetsontwerp 5 komt hier nog het dichtst bij in de buurt.

Bovenaanzicht
schaal 1 : 1250



Schematisch zijaanzicht
horizontale schaal 1 : 500
verticale schaal 1 : 200



Raadgevende ingenieurs
Bos Witteveen
Deventer
Almere
Breda
Den Haag
Maastricht
water
infrastructuur
milieu
bouw

Boven– en zijaanzicht kribvak

opdrachtgever : Rijkswaterstaat dir. Oost–Nederland
projectnaam : Zandsuppletie in kribvakken langs de Waal
projectcode : RW898.1

Get. : Hekman
Gez. :
Dat. : 26–08–1999
Afbeelding 3.1

Uitgaande van een gemiddelde jaarlijkse zandaanvoer van 300.000 m^3 is bij suppletie volgens schetsontwerp 3 jaarlijks 33% van de kribvakken langs de Waal nodig. Dit betekent dat in een bepaald kribvak eens in de drie jaar suppletie zal plaatsvinden. Hierbij is er vanuit gegaan, dat er geen zand in de vaargeul wordt gestort. Bij suppletie volgens schetsontwerp 4 is jaarlijks 2% van de kribvakken langs de Waal nodig. Dit betekent dat een bepaald kribvak eens in de 50 jaar zal worden gesuppleerd. Uitgaande van een gemiddelde bergingscapaciteit van 7.400 m^3 is jaarlijks 7% van het totaal aantal kribvakken nodig voor suppletie. Dit houdt in dat een kribvak ongeveer eens in de 15 jaar voor suppletie in aanmerking komt. Bij een zandaanvoer van 750.000 m3 per jaar wordt de periode waarbinnen een kribvak opnieuw voor suppletie in aanmerking komt, aanzienlijk verkort.

Tabel 3.1. Bergingsvolume per schetsontwerp voor zandsuppletie in kribvakken en het aantal jaarlijks voor suppletie benodigde kribvakken.

Schetsontwerp	bergings-	zandaanvoer 300.000 m^3/jaar		zandaanvoer 750.000 m^3/jaar	
	volume (m^3)	aantal kribvakken	percentage*	aantal kribvakken	percentage*
1. centraalsuppletie	2.800	107	18 %	268	45 %
2. waterbodemsuppletie	4.400	68	11 %	170	28 %
3. hoeksuppletie	1.500	200	33 %	500	83 %
4. opvulsuppletie	27.500	11	2 %	27	5 %
5. steilrandsuppletie	8.000	38	6 %	94	16 %
6. oeversuppletie	10.000	30	5 %	75	13 %
7. rivierduin/oeverwalsup.	2.700	111	19 %	278	46 %
8. suppl. verharde oever	2.200	136	23 %	341	57 %
Gemiddeld	7.400	41	7 %	101	17 %

*uitgaande van 600 kribvakken

3.4. Beoordelingscriteria

Om de schetsontwerpen te kunnen beoordelen op eventuele ecologische effecten alsmede ze onderling te vergelijken, zijn een aantal beoordelingscriteria gehanteerd.

Als beoordelingscriteria voor ecologische effecten zijn parameters geselecteerd die (veranderingen) in de landschapsecologische en ecologische toestand van de kribvakken ten opzichte van de huidige situatie beschrijven. De volgende parameters zijn als beoordelingscriteria gehanteerd:

- landschapsecologische herkenbaarheid;
- habitatgeschiktheid onder de waterlijn;
- habitatgeschiktheid boven de waterlijn;
- schaal van verstoring;
- ecologische diversiteit;
- terugkeersnelheid.

landschapsecologische herkenbaarheid

Dit criterium geeft aan, in hoeverre het huidige landschapsecologische karakter van een kribvak (inclusief oever) door zandsuppletie wordt aangetast of wordt versterkt. In het algemeen kan worden gesteld dat het afdekken van bestaande landschapsecologische vormen, zoals een steilrand of rivierduin, negatief is, aangezien de landschapsecologische herkenbaarheid van de oever hierdoor verloren gaat. Wanneer zandsuppletie niet leidt tot het verdwijnen van de bestaande landschapsecologische herkenbaarheid van het kribvak en de oever (zoals bij suppletie onder de waterlijn), is er sprake van geen effect.

habitatgeschiktheid onder de waterlijn
Dit criterium geeft aan, in hoeverre de habitatgeschiktheid onder de waterlijn voor vissen en macrofauna verandert door de zandsuppletie. In het algemeen kan worden gesteld, dat de habitatgeschiktheid voor deze soortgroepen het grootst is bij een waterdiepte tot 1,5 m (bij OLR).). Waar zandsuppletie leidt tot een vergroting van de oppervlakte aan ondiep water in een kribvak, is dit als positief te boordelen. Dit is veelal het geval bij suppletie onder de laagwaterlijn. Indien niet onder de waterlijn wordt gesuppleerd, is er geen sprake van een effect. Wanneer de oppervlakte aan ondiep water afneemt door zandsuppletie, is dit als negatief te beoordelen.

habitatgeschiktheid boven de waterlijn
Dit criterium geeft aan, in hoeverre de habitatgeschiktheid voor vegetatie boven de waterlijn verandert door zandsuppletie. In het algemeen kan worden gesteld, dat het boven de waterlijn aanbrengen van relatief grof zandmateriaal uit het zomerbed negatief is voor de vestiging en ontwikkeling van vegetatie (grof zand droogt namelijk snel uit). Wanneer er geen suppletie boven de waterlijn plaatsvindt, is er sprake van geen effect.

schaal van verstoring
Zandsuppletie in kribvakken leidt in principe tot verstoring van de op het moment van suppletie aanwezige fauna en flora. De schaal van verstoring vormt een maat voor het aantal benodigde kribvakken per baggercyclus. Dit hangt samen met het bergingsvolume van een het schetsontwerp: des te groter het bergingsvolume, des te meer kribvakken zullen voor zandsuppletie nodig zijn (zie paragraaf 3.3). De schaal van verstoring is dus kleiner naarmate het bergingsvolume van een bepaald schetsontwerp groter is. Uitgaande van tabel 3.1 wordt de schaal van verstoring van een schetsontwerp negatief beoordeeld, wanneer jaarlijks meer dan 10% van het totaal aantal kribvakken langs de Waal nodig zijn voor suppletie (i.e. meer dan 60 kribvakken). Hierbij is uitgegaan van een gemiddelde zandaanvoer van 300.000 m^3 per jaar en géén berging van zand in de diepe delen van de vaargeul. De schaal van verstoring wordt neutraal beoordeeld, als er per jaar minder dan 10% van de 600 kribvakken langs de Waal voor suppletie nodig zijn.

ecologische diversiteit
De ecologische diversiteit van een kribvak hangt sterk samen met het aanwezige substraat onder de waterlijn. Over het algemeen is de biodiversiteit groter naarmate het substraat grover is. Dit blijkt onder andere uit een studie van Bij de Vaate & Greijdanus-Klaas (1993). Het criterium "ecologische diversiteit" geeft aan in hoeverre zandsuppletie leidt tot veranderingen van de grofheid van het substraat en de betekenis hiervan voor de ecologische diversiteit. Zo is het afdekken van kribben met zand negatief, omdat hierdoor de oppervlakte hard substraat - met (in potentie) een hoge ecologische diversiteit - afneemt. Wanneer aanwezig hard substraat niet door de zandsuppletie wordt afgedekt, is er sprake van geen effect. Het aanbrengen van grof zand onder de waterlijn is positief, mits hierdoor geen hard substraat in de zin van kribben en oeververdedigingen wordt afgedekt. Het gesuppleerde, grover zand op de kribvakbodem biedt (in potentie) plaats aan een grotere ecologische diversiteit dan het fijnere zand dat eronder ligt.

terugkeersnelheid
Het suppleren van zand in kribvakken leidt altijd tot een verstoring van het huidige (morfologische) evenwicht. Het criterium terugkeersnelheid geeft aan, hoe snel het gesuppleerde zand weer in de vaargeul terechtkomt, met andere woorden, hoe snel het evenwicht in het kribvak weer is hersteld. Over het algemeen is de terugkeersnelheid gering tot zeer gering bij suppletie boven de waterlijn, bij suppletie onder de waterlijn is de terugkeersnelheid veelal hoger.

3.5. Beoordeling schetsontwerpen

Tabel 3.2. geeft een overzicht van de beoordeling per schetsontwerp aan de hand van de hiervoor omschreven beoordelingscriteria. De beoordeling is per schetsontwerp kort toegelicht.

Tabel 3.2. Beoordeling ecologische effecten van zandsuppletie in kribvakken volgens acht verschillende schetsontwerpen, vergeleken ten opzichte van een doorsnee kribvak.

criterium	schets-ontwerp 1	schets-ontwerp 2	schets-ontwerp 3	schets-ontwerp 4	schets-ontwerp 5*	schets-ontwerp 6	schets-ontwerp 7**	schets-ontwerp 8
Landschapsecologische herkenbaarheid	o	o	o	-	-	o	-	+
Habitatgeschiktheid onder de waterlijn	+	+	o	-	-	o	o	o
Habitatgeschiktheid boven de waterlijn	o	o	o	-	-	-	-	-
schaal van verstoring	-	o	-	o	o	o	-	-
Ecologische diversiteit	+	o	o	-	-	o	o	-
Terugkeersnelheid	o	o	o	-	-	-	-	-

* vergeleken ten opzichte van kribvak met steilrand

** vergeleken ten opzichte van kribvak met oeverwal/rivierduin

\- = negatief ecologisch effect
o = geen kwantificeerbaar ecologisch effect
\+ = positief ecologisch effect

1. "centraalsuppletie"

Centraalsuppletie heeft relatief weinig landschapsecologische effecten. Doordat alleen onder de waterlijn wordt gesuppleerd, treden er geen veranderingen op in de landschapsecologische herkenbaarheid en de habitatgeschiktheid boven de waterlijn. Bovendien zal het evenwicht relatief snel zijn hersteld (terugkeersnelheid). Doordat een grotere oppervlakte ondiep water wordt gecreëerd, is neemt de habitatgeschiktheid onder de waterlijn toe. Dit is een positief effect, mede omdat het harde substraat van de kribben zelf niet wordt afgedekt. Het relatief geringe bergingsvolume leidt er wel toe, dat de schaal van verstoring vrij groot is.

2. "waterbodemsuppletie"

De ecologische effecten van waterbodemsuppletie zijn grotendeels vergelijkbaar met centraalsuppletie, omdat ook hier alleen onder de waterlijn wordt gesuppleerd. Het aanbrengen van grof zand onder de waterlijn heeft in principe een positief effect op de ecologische diversiteit. Doordat echter een deel van de kribben onder water ook met zand wordt afgedekt, is dit vanuit ecologische diversiteit gezien belangrijk substraat niet meer voor macrofauna en vissen beschikbaar. Hierdoor is het criterium "ecologische diversiteit" neutraal beoordeeld. De schaal van verstoring is geringer dan in geval van centraalsuppletie in verband met het grotere bergingsvolume.

3. "hoeksuppletie"

De (landschaps)ecologische effecten van hoeksuppletie zijn overwegend neutraal. Dit komt doordat suppletie op zeer geringe schaal plaatsvindt en bovendien aansluit bij de actuele processen (in stroomluwte van het kribvak). Het zeer geringe bergingsvolume betekent echter wel, dat suppletie volgens dit schetsontwerp leidt tot een grote schaal van verstoring.

4. "opvulsuppletie"
Opvulsuppletie is in alle opzichten negatief te noemen, met uitzondering van de schaal van verstoring (groot bergingsvolume). Doordat tot ver boven de waterlijn het kribvak wordt opgevuld met zand, wordt de landschapsecologische herkenbaarheid aangetast (het kribvak is niet meer als zodanig herkenbaar). Het ondiep water verdwijnt volledig als habitat en is daarom negatief voor de kolonisatie en handhaving van macrofauna en vissen. Omdat ook boven de waterlijn wordt gesuppleerd, is er sprake van een negatief effect op de habitatgeschiktheid voor oevervegetatie. Met het verdwijnen van het habitat ondiep water en het afdekken van de kribben (hard substraat) neemt de ecologische diversiteit af. Doordat de suppletie deels boven water plaatsvindt, is de terugkeersnelheid vrij laag.

5. "steilrandsuppletie"
Steilrandsuppletie leidt tot aantasting van de landschapsecologische herkenbaarheid van de huidige oevervorm: de steilrand gaat als zodanig verloren. Hierdoor is deze suppletievariant als zeer negatief te beoordelen. Doordat er deels boven de waterlijn wordt gesuppleerd, neemt bovendien de habitatgeschiktheid af en is er sprake van een lage terugkeersnelheid (een deel van het zand is aan het systeem onttrokken). Ook de habitatgeschiktheid onder de waterlijn wordt negatief beïnvloed, omdat het oppervlakte van het ecotoop ondiep laagwaterbed afneemt. Het grote bergingsvolume van deze suppletievariant draagt ertoe bij, dat de schaal van verstoring relatief laag is.

6. "oeversuppletie"
De landschapsecologische effecten van zandsuppletie volgens dit schetsontwerp zijn overwegend neutraal, met uitzondering van effecten op de habitatgeschiktheid boven de waterlijn en de terugkeersnelheid. Doordat alleen boven de waterlijn wordt gesuppleerd neemt namelijk de habitatgeschiktheid voor landgebonden oevervegetatie af (uitdroging) en is de terugkeersnelheid laag. Er is geen sprake van aantasting van de landschapsecologische herkenbaarheid, omdat dit schetsontwerp zich toespitst op laagdynamische oevers met weinig karakteristieke processen en daaraan gerelateerde oevervormen (zoals erosie en steilranden). Doordat er niet onder de waterlijn wordt gesuppleerd, zijn er geen effecten op de habitatgeschiktheid voor vissen en macrofauna alsmede de ecologische diversiteit te verwachten. Het grote bergingsvolume van deze suppletievariant draagt ertoe bij, dat de schaal van verstoring relatief laag is.

7. "rivierduin/oeverwalsuppletie"
De landschapsecologische effecten van rivierduin/oeverwalsuppletie komen overeen met de effecten van oeversuppletie. Een belangrijke uitzondering hierop is de aantasting van de landschapsecologische herkenbaarheid die samenhangt met rivierduin/oeverwalsuppletie: de bestaande, waardevolle oevervorm (rivierduin of oeverwal) wordt als zodanig door de suppletie aangetast. Het relatief gering bergingsvolume draagt ertoe bij, dat de schaal van verstoring groot is.

8. "suppletie verharde oever"
In geval van suppletie op een verharde oever wordt de landschapsecologische herkenbaarheid positief beïnvloed: de kunstmatige oeververdediging wordt afgedekt met natuurlijk materiaal. Er is geen sprake van negatieve effecten op de habitatgeschiktheid onder de waterlijn. In alle andere opzichten is deze suppletievariant negatief te noemen. Doordat boven de waterlijn wordt gesuppleerd, neemt de habitatgeschiktheid af en is de terugkeersnelheid laag. Het afdekken van de harde oeververdediging gaat ten koste van hard substraat voor allerlei organismen. Hierdoor is sprake van een negatief effect op de ecologische diversiteit. Het geringe bergingsvolume heeft een grote schaal van verstoring tot gevolg.

4. GESCHIKTHEID KRIBVAKKEN VOOR ZANDSUPPLETIE

4.1. Van schetsontwerp tot geschiktheidskaart

In het voorgaande hoofdstuk is uitgewerkt op welke manier zandsuppletie in kribvakken langs de Waal mogelijk is. Hiertoe zijn 8 schetsontwerpen uitgewerkt, die aan de hand van landschapsecologische criteria zijn beoordeeld. Onderstaand hoofdstuk gaat in op de vraag, welke kribvakken langs de Waal geschikt zijn voor zandsuppletie. Het gaat hierbij om de geschiktheid in (landschaps)ecologische zin. Operationele aspecten met betrekking tot rivierbeheer, scheepvaart en rivierkunde zijn niet in deze studie betrokken.

Om aan te geven waar langs de Waal zandsuppletie in kribvakken vanuit landschapsecologisch perspectief mogelijk is, is eerst nagegaan welke schetsontwerpen kunnen worden toegepast binnen de verschillende oeverstreefbeelden voor de Waal (zie ook hoofdstuk 2). Op basis hiervan is per streefbeeld een overzicht gegeven van schetsont-werpen die wel en schetsontwerpen die niet toepasbaar dan wel geschikt zijn op basis van de te verwachten landschapsecologische effecten. Vervolgens zijn de streefbeelden waarvoor dezelfde schetsontwerpen geschikt zijn, geclusterd tot een aantal categorieën. Met behulp van deze categorieën zijn de streefbeelden ruimtelijk vertaald naar de geschiktheid van de kribvakken langs de Waal voor zandsuppletie (weergegeven in de vorm van een geschiktheidskaart).

4.2. Toepasbaarheid schetsontwerpen in relatie tot oeverstreefbeelden

Schetsontwerpen die leiden tot aantasting van de landschapsecologische herkenbaarheid, zijn in geen geval geschikt voor toepassing. Het gaat hierbij om opvulsuppletie, steilrandsuppletie en rivierduin/oeverwalsuppletie. Uit de beoordeling van de schetsontwerpen op basis van de overige criteria (zie paragraaf 3.5.) blijkt, dat de landschapsecologische effecten vooral samenhangen met waar er wordt gesuppleerd: onder of boven de waterlijn.

Zandsuppletie onder de waterlijn heeft geen effecten op fysiotopen/ecotopen boven de waterlijn. Wel kan zandsuppletie onder de waterlijn bijdragen aan de verdere ontwikkeling van het fysiotoop/ecotoop "ondiep laagwaterbed". Het ondiep laagwaterbed maakt deel uit van alle oeverstreefbeelden. Zodoende zijn de schetsontwerpen waarbij alleen onder de waterlijn wordt gesuppleerd, in alle gevallen toepasbaar.

Grootschalige zandsuppletie boven de waterlijn heeft geen effecten op de fysiotopen/ecotopen onder de waterlijn. Er is echter wel sprake van negatieve effecten op de fysiotopen/ecotopen boven de waterlijn. Zodoende vormt grootschalige suppletie boven de waterlijn een belemmering voor de ontwikkeling van fysiotopen/ecotopen als "flauwe oever met zandstrand", "steilrand", "oeverwal" en "rivierduin". Aangezien één of meerdere van deze ecotopen deel uitmaken van het merendeel van de oeverstreefbeelden, zijn de schetsontwerpen waarbij op grote schaal boven de waterlijn wordt gesuppleerd, niet geschikt toepasbaar.

In tabel 4.1. is, uitgaande van het bovenstaande, voor de verschillende oeverstreefbeelden van de Waal (zie hoofdstuk 2) aangegeven, welke schetsontwerpen voor zandsuppletie mogelijk zijn of juist niet. Voor de schetsontwerpen die toegepast kunnen worden is middels een rangnummer aangegeven welk schetsontwerp de voorkeur heeft.

Tabel 4.1. Toepassingsmogelijkheden van de schetsontwerpen voor zandsuppletie in kribvakken in relatie tot de oeverstreefbeelden.

streefbeeld	landschapsecol. karakterisering					fysiotopen/ecotopen								schetsontwerp							
	sedimentatie	erosie	eolische activiteit	aanwezigheid verharde oever	hydraulische geschiktheid ooibos	ondiep laagwaterbed	flauwe oever met zandstrand	steilrand	harde oever	oeverwal	rivierduin	grasland/ruigte	ooibos	1. centraalsuppletie	2. waterbodemsuppletie	3. hoeksuppletie	4. opvulsuppletie	5. steilrandsuppletie	6. oeversuppletie	7. rivierduin/oeverwalsuppletie	8. suppletie verharde oever
1	x					x	x			x		x		1	2	3	-	-	-	-	-
2	x				x	x	x			x			x	1	2	3	-	-	-	-	-
3	x	x				x		x		x		x		1	2	3	-	-	-	-	-
4	x	x			x	x		x		x			x	1	2	3	-	-	-	-	-
5	x		x			x	x				x	x		1	2	3	-	-	-	-	-
6	x		x		x	x	x				x		x	1	2	3	-	-	-	-	-
7	x			x		x			x	x		x		1	2	3	-	-	-	-	4
8	x			x	x	x			x	x			x	1	2	3	-	-	-	-	4
9		x				x		x				x		1	2	3	-	-	-	-	-
10		x			x	x		x					x	1	2	3	-	-	-	-	-
11	(x)	x	x			x		x			x	x		1	2	3	-	-	-	-	-
12				x		x			x			x		1	2	3	-	-	o	-	4
13				x	x	x			x				x	1	2	3	-	-	o	-	4
14						x	x					x		1	2	3	-	-	4	-	-
15					x	x	x						x	1	2	3	-	-	4	-	-

\- = ongeschikt/niet van toepassing
o = nader onderzoek gewenst
1,2,3,4 = geschikt (afnemend naar voorkeur)

Zoals uit tabel 4.1. blijkt, is voor alle oeverstreefbeelden langs de Waal volgens meerdere schetsontwerpen zandsuppletie mogelijk. In de tabel is tevens aangegeven, welk schetsontwerp de voorkeur heeft. Deze voorkeursvolgorde is gebaseerd op de landschapsecologische effecten van de verschillende schetsontwerpen (zie hoofdstuk 3):

- voor alle streefbeelden gaat de voorkeur naar centraalsuppletie, gevolgd door waterbodemsuppletie. Het onderlinge verschil van beide varianten is wat betreft de landschapsecologische effecten, gering;
- voor alle streefbeelden is hoeksuppletie de derde keuze, aangezien deze variant nauwelijks tot (kwantificeerbare) landschapsecologische effecten leidt;
- voor streefbeelden met harde oeververdediging is "suppletie verharde oever" de laatste keuze;
- voor streefbeelden met een laagdynamische oever is oeversuppletie de laatste keuze.

Een aantal schetsontwerpen zijn niet voor alle streefbeelden van toepassing, omdat ze voor specifieke situaties gelden. Zo is "oeversuppletie" specifiek voor laagdynamische oevers en "suppletie verharde oever" voor oevers met een harde verdediging.

4.3. Geschiktheid kribvakken voor zandsuppletie

Op grond van tabel 4.1. zijn In totaal vier categorieën van kribvakken te onderscheiden met het oog op de geschiktheid van kribvakken voor zandsuppletie. Deze categorieën zijn in tabel 4.2. weergegeven.

Tabel 4.2. Categorieën van kribvakken in relatie tot de geschiktheid voor zandsuppletie.

categorie	geschiktheid schetsontwerpen							
	ontwerp 1: centraal-suppletie	ontwerp 2: waterbod.-suppletie	ontwerp 3: hoek-suppletie	ontwerp 4: opvul-suppletie	ontwerp 5: steilrand-suppletie	ontwerp 6: oever-suppletie	ontwerp 7: rivierduin/ oeverwal-suppletie	ontwerp 8: suppletie verharde oever
A	1	2	3	-	-	-	-	-
B	1	2	3	-	-	-	-	4
C	1	2	3	-	-	o	-	4
D	1	2	3	-	-	4	-	-

\- = ongeschikt/niet van toepassing
o = nader onderzoek gewenst
1,2,3,4 = geschikt (afnemend naar voorkeur)

Op basis van tabel 4.1. en 4.2. zijn de oeverstreefbeelden van de Waal vertaald naar geschiktheidskaart voor zandsuppletie in kribvakken (zie volgende pagina). In principe zijn alle kribvakken geschikt voor zandsuppletie, dit hangt echter wel af van de manier waarop wordt gesuppleerd:

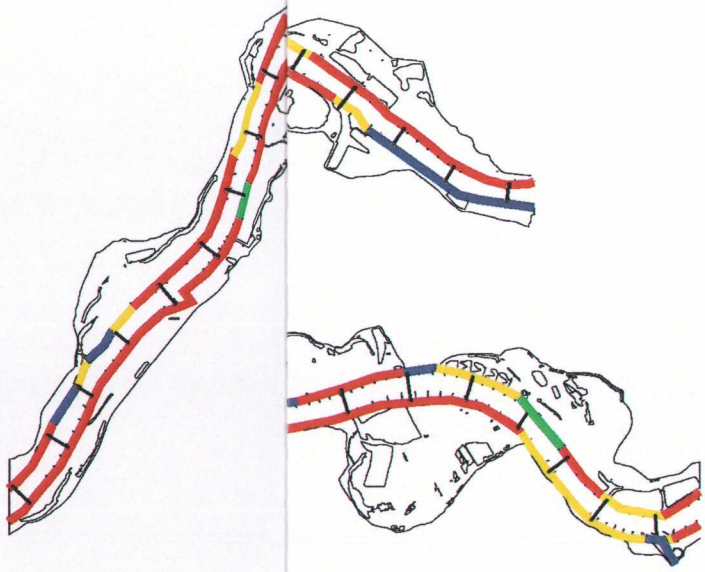
- centraalsuppletie, waterbodemsuppletie en hoeksuppletie is doorgaans in alle kribvakken mogelijk;
- opvulsuppletie, steilrandsuppletie en rivierduin/oeverwalsuppletie is in geen enkel kribvak mogelijk, omdat dit leidt tot aantasting van de landschapsecologische herkenbaarheid;
- oeversuppletie is alleen mogelijk in kribvakken met een laagdynamische oever;
- suppletie van een verharde oever is alleen mogelijk in kribvakken die zijn voorzien van een harde oeververdediging.

Geschiktheid krib

ategorie	schetsontwerpen								lengte (km)
	1: centraalsuppletie	2: waterbodemsuppletie	3: hoeksuppletie	4: opvulsuppletie	5: steilrandsuppletie	6: oeversuppletie	7: rivierduin/oeverwalsuppletie	8: suppletie verharde oever	
A	1	2	3	-	-	-	-	-	110
B	1	2	3	-	-	-	-	4	7
C	1	2	3	-	-	0	-	4	19
D	1	2	3	-	-	4	-	-	67

hikt/niet van toepassing
onderzoek gewenst
eschikt (afnemend naar voorkeur)

2 3 4 Kilometers



Witteveen + Bos

5. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

5.1. Conclusies

Uit de studie komen de volgende conclusies naar voren omtrent zandsuppletie in kribvakken in relatie tot de natuurfunctie:

- met de informatie die de afgelopen jaren is verzameld over morfologische en ecologische processen is het streefbeeld uit OEVERTURE te verfijnen en te vertalen in "ecotopen/fysiotopen". Het gaat hierbij met name om de directe overgang tussen water en land;
- in principe zijn alle kribvakken langs de Waal geschikt voor zandsuppletie, met name suppletie onder de waterlijn (centraalsuppletie, waterbodemsuppletie en hoeksuppletie); Alle kribvakken zijn ongeschikt voor suppletie waar het gaat om suppletievarianten die leiden tot aantasting van de landschapsecologische herkenbaarheid (opvulsuppletie, steilrandsuppletie en rivierduin/oeverwalsuppletie); Op een aantal specifieke lokaties behoort oeversuppletie en suppletie op een harde oever tot de mogelijkheden;
- zandsuppletie in kribvakken is echter een verdere regulering van het riviersysteem. Om deze reden kan de maatregel nooit bijdragen aan een grootschalige versterking van natuurwaarden langs de Waal;
- met de beschikbare informatie en het kennisniveau over hydro-morfologische en ecologische processen onder de waterlijn is het niet mogelijk gebleken om op kribvakniveau een uitspraak te doen waar suppletie een bijdrage kan leveren aan de optimalisatie van de ecotoop ondiep laag waterbed
- uitgaande van een gemiddelde jaarlijkse hoeveelheid te baggeren materiaal van 300.000 m^3 is minimaal 2% en maximaal 33% van het totaal aantal kribvakken benodigd voor suppletie.

5.2. Aanbevelingen

De volgende aanbevelingen kunnen op grond van de in dit rapport beschreven studie worden gedaan:

- indien zandsuppletie in kribvakken als maatregel wordt ingezet, verdient het de voorkeur deze suppletie onder de waterlijn uit te voeren (centraalsuppletie of waterbodemsuppletie); Zandsuppletie boven de waterlijn is vanuit ecologisch oogpunt niet aan te bevelen, enkele uitzonderingen daargelaten;
- de inrichting van oevers is en blijft maatwerk. Om deze reden is het noodzakelijk om bij een definitieve locatiekeuze minimaal te beschikken over de bodemligging. Met deze informatie kunnen de verschillende locaties (ecologisch en morfologisch) onderling worden vergeleken en het ontwerp worden geoptimaliseerd;
- de huidige kennis over het ecologisch functioneren van kribvakken is beperkt. Het belang van diepe kribvakken is niet bekend
- er zijn weinig meetgegevens beschikbaar over de morfologische en ecologische ontwikkeling van gesuppleerde kribvakken. Om deze reden verdient een pilotstudie de voorkeur. Voor deze pilotstudie komen de volgende suppletievarianten in aanmerking: centraal-, waterbodem-, hoek- en oeversuppletie;
- om de schaal van verstoring van de natuurfunctie door zandsuppletie in kribvakken zoveel mogelijk te beperken, heeft het de voorkeur om een deel van het te baggeren zand in diepe delen van de vaargeul te storten; een goede balans tussen zandsuppletie in kribvakken en het storten van zand in de diepe delen van de vaargeul is dus van belang.

REFERENTIES

Agtersloot, R.C., D. Dijkstra, L. Terwel & M. Zeeman, 1999.
WAQUA - GIS analyse voor de herinrichting van uiterwaarden. Waterloopkundig Laboratorium in opdracht van Rijkswaterstaat RIZA, Delft.

Bij de Vaate, A., & M. Greijdanus-Klaas, 1993.
Macrofauna. In: RIZA, 1993. Biologische monitoring zoete rijkswateren 1992. RIZA 93.028. Lelystad.

Duijn, P.P., 1996.
Kribvaksuppletie, een goed alternatief? Evaluatie van een zandsuppletie in drie kribvakken langs de Waal nabij Ewijk. Periode 1989-1995. Rapport W-DWW-96-062. Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde, Delft.

Lauwaars, S., 1998.
Ooibos op rivieroevers: een haalbaar streefbeeld? RIZA Werkdocument 98.001x. Rijkswaterstaat, Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling.

Maas, G.J., H.P. Wolfert, M.M. Schoor & H. Middelkoop, 1997.
Classificatie van riviertrajecten en kansrijkdom voor ecotopen. Een voorbeeldstudie vanuit historisch-geomorfologisch en rivierkundig perspectief. Rapport 552. Staring Centrum, Instituut voor Onderzoek van het Landelijk Gebied, Wageningen.

Rademakers, J.G.M., & H.P. Wolfert, 1994.
Het Rivier-Ecotopen-Stelsel: Een indeling van ecologisch relevante ruimtelijke eenheden ten behoeve van ontwerp- en beleidsstudies in het buitendijkse rivierengebied. Publicaties en rapporten van het project "Ecologisch Herstel Rijn en Maas", publicatie no. 61 - 1994. Rijkswaterstaat, Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling, Lelystad.

Rijkswaterstaat, 1991.
Overzichtskaart oeverafslag langs de Waal, kmr. 858-955, schaal 1:50.000. Rijkswaterstaat, Dienstkring Boven-rijn en Waal.

Rijkswaterstaat, 1993a.
Oeverture. Inrichtingsplan oevers Rijntakken. Hoofdrapport. Rapport nr. GLD 93/05-01. Rijkswaterstaat, Directie Gelderland, Arnhem.

Rijkswaterstaat, 1993b.
Oeverture. Deelrapport Bovenrijn en Waal. Rijkswaterstaat, Directie Gelderland, Arnhem.

Schans, H., 1998.
Representativiteit van kribvakmetingen in 1996 en 1997 ten opzichte van de hele Waal. Interuniversitair centrum voor Geo-ecologisch Onderzoek. Rapport ICG 98/15. Utrecht/Amsterdam.

Sorber, A.M., 1997a.
Oeversedimentatie tijdens de hoogwaters van 1993/1994 en 1995. RIZA-rapport 97.015. Rijkswaterstaat, Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling, Arnhem.

Sorber, A.M., 1997b.
Korrelgrootte oeverafzettingen Waal. Werkdocument 97.002X. Rijkswaterstaat, Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling, Arnhem.

Sorber, A.M., 1999.
Kansen voor rivierduinen langs de Waal. Werkdocument 99.081X. Rijkswaterstaat, Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling, Arnhem.

Van den Ancker, J.A.M. & P.D. Jungerius, 1997.
Eolische processen langs de Waal. Zomer 1997. ICG-rapport 1997. Arens Bureau voor strand- en duinonderzoek i.s.m. Interuniversitair Centrum voor Geo-ecologisch Onderzoek, Amsterdam.

Van den Ancker, J.A.M., P.D. Jungerius & A.M. Sorber, 1999.
Recente duinen langs de Waal. Eolische verschijnselen langs de rivier. Landschap 1999 16/1: 31-42.

Van Dinter, M., A.M. Sorber & H.J.A. Berendsen, 1995.
Inventarisatie van de sedimentatie van zand op de oeverwallen van de Waal en de Gelderse IJssel tijdens het hoogwater van januari en februari 1995. Onderzoek uitgevoerd in opdracht van Rijkswaterstaat RIZA Arnhem. Interuniversitair Centrum voor Geo-ecologisch onderzoek, Amsterdam/Utrecht.

Van Splunder, I., & J.A.A.M. Leemans, 1997.
Ooibosontwikkeling op rivieroevers: interactie tussen vegetatie en oevermorfologie. RIZA rapport 97.020. Rijkswaterstaat, Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling, Lelystad.

Van Splunder, I., & M.M. Schoor, 1997.
Wilgenaanplant in kribvakken langs de Waal 1990-1995. RIZA rapport 97.031. Rijkswaterstaat, Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling, Lelystad.

Wolfert, H.P., 1998.
Geomorfologische geschiktheid voor nevengeulen, strangen en moerassen in de riviertrajecten van de Rijntakken. Rapport 621. Staring Centrum, Instituut voor Onderzoek van het Landelijk Gebied, Wageningen.

BIJLAGE I: Overzicht betrokken instanties en personen

Overzicht betrokken instanties en personen

Rijkswaterstaat Directie Oost-Nederland (opdrachtgever):
- ing. F.R. Kok (projectleider)
- ir. R.H. Smedes
- drs. J.H. Spier

Rijkswaterstaat RIZA:
- drs. M.M. Schoor
- drs. H.E.J. Simons
- dr. W.B.M. ten Brinke

Rijkswaterstaat Dienstkring Bovenrijn en Waal:
- ing. C.J. Hin

Rijkswaterstaat Dienstkring Nederrijn en Lek:
- ing. H.D. van Rheede

Witteveen+Bos:
- dr. A.C.D. Ertsen (projectleider)
- drs. G. Hensens (plaatsvervangend projectleider)
- ir. A. van der Sar
- drs. C.J.M. Ooms

BIJLAGE II: Verslag workshop "Morfologische processen"

Witteveen + Bos

water
infrastructuur
milieu
bouw

verslag

Witteveen+Bos
postbus 233
7400 AE Deventer
telefoon 0570 69 79 11
telefax 0570 69 73 44

verslagnummer	99-01
project	Versterking natuurfunctie Waal door zandsuppletie
projectcode	Rw898.1
onderwerp	morfologische processen
datum	1 juli 1999
tijd	9.30-12.30 uur
plaats	Rijkswaterstaat Directie Oost-Nederland, Arnhem

aanwezig	RWS-DON	F.R. Kok
	RWS RIZA	W.B.M. ten Brinke, M.M. Schoor
	Witteveen+Bos	A.C.D. Ertsen, G. Hensens
afwezig		
kopie	RWS-DON	F.R. Kok
	Witteveen+Bos	A.C.D. Ertsen, G. Hensens, A. van der Sar

opgemaakt door	G. Hensens
datum	5 juli 1999

1. Inleiding

In het kader van de realisatie van de Waal als hoofdtransportas zal de vaargeul van deze rivier worden verruimd. Hierbij komen grote hoeveelheden zand vrij. Dit zand mag niet buiten het riviersysteem worden afgezet, om te voorkomen dat de thans optredende bodemdaling van het zomerbed verder toeneemt. Het idee is om het vrijkomende zand in kribvakken te suppleren. Naast het voordeel dat het opgebaggerde zand binnen het systeem blijft, draagt zandsuppletie in kribvakken bij aan de verdediging van oevers alsmede de ontwikkeling van natuurwaarden.

De vraag is, waar en in hoeverre zandsuppletie in kribvakken langs de Waal de bestaande kansen voor ontwikkeling van natuurwaarden kan vergroten. Om deze vraag te beantwoorden, worden onder andere de oevers van de Waal op basis van de huidige morfologische processen gekarakteriseerd.

Het doel van de bijeenkomst is om de relevante processen in en langs de Waal nader in beeld te brengen. Op basis van een korte literatuurstudie is een vragenlijst opgesteld, die dient als leidraad voor de bijeenkomst.

2. Opmerkingen en aanvullingen methodiek

Ten aanzien van de methodiek voor het opstellen van de streefbeelden, worden nog enkele opmerkingen en aanvullingen gedaan:

- het fysiotoop/ecotoop ondiep laagwaterbed komt in principe overal voor en is dus niet onderscheidend voor het streefbeeld. Het voorstel is om dit fysiotoop/ecotoop niet mee te nemen;
- op plaatsen met een harde oeververdediging is de rivier dieper dan op plaatsen met een natuurlijke oever (er is geen ondiep laagwaterbed). Door hier zand aan te brengen, ontstaat het fysiotoop ondiep laagwaterbed. Daar staat tegenover dat harde oevers ecologisch waardevol zijn: hard substraat biedt plaats aan tal van (bijzondere) macrofaunasoorten of voor de paai en afzet van eieren door vissen (kribkop);
- wanneer zand wordt gesuppleerd op plaatsen waar het niet direct weer in het systeem komt (bijvoorbeeld door vastlegging door vegetatie), is het net zo goed aan het systeem onttrokken als wanneer dit zand buiten het stroombed wordt afgezet. Suppletie van zand binnen de gestelde randvoorwaarde dat het beschikbaar voor het systeem moet zijn, is alleen mogelijk

op plaatsen waar het relatief snel (binnen circa 10 jaar, ook tijdschaal bodemdaling) weer in het systeem komt. Het gaat hierbij vooral om kribvakken die net bovenstrooms van diepe gedeelten van de rivier liggen;
- met betrekking tot de vorming van rivierduinen is de grofheid van het te suppleren zand slechts ten dele belangrijk: wanneer ongesorteerd zand uit het zomerbed in kribvakken wordt gesuppleerd, zal de wind vanzelf het fijnere materiaal dat nodig is voor duinvorming richting oever transporteren. Het grovere materiaal blijft in het kribvak komt uiteindelijk weer in de geul terecht.

3. Vragen korrelgrootte
Een deel van vooraf opgestelde vragen hebben betrekking op de korrelgrootte van het zand in de Waal. De antwoorden van de deskundigen van het RIZA op deze vragen zijn hieronder opgenomen.

In een rapport van A.M. Sorber uit 1997 over de korrelgrootte van oeverafzettingen langs de Waal is vermeld dat de korrelgrootte in de binnenbocht - hoewel niet significant - groter is dan in de buitenbocht. Wat is hiervoor de verklaring?
Er is op te weinig plaatsen gemeten om hier goede uitspraken over te doen. Als er op meer plaatsen was bemonsterd, dan zou blijken dat het materiaal in de binnenbocht fijner is dan in de buitenbocht (zoals te verwachten is). Het geeft wel aan dat de variatie in korrelgrootte, afhankelijk van de lokatie, groot is.

In dit rapport is eveneens vermeld, dat de korrelgrootte op de rechteroever significant groter is dan op de linkeroever. Hoe kan dit worden verklaard?
Er is nog geen harde verklaring voor, maar men heeft wel een hypothese hierover (zie artikel van Ten Brinke *et al.* uit 1998 in Earth Surface Processes and Landforms, nr. 23). Normaal gesproken zou men langs een min of meer natuurlijke rivier geen verschil in korrelgrootte tussen beide oevers verwachten. Dat er een verschil is, moet wel door antropogene invloeden komen. Het idee is, dat zwaarbeladen schepen (richting Duitsland), die veelal langs de linkeroever varen, het fijne(re) zand uit de kribvakken de vaargeul inzuigen. Aan de rechteroever, waar lege schepen richting Rotterdam varen, is deze zuiging veel minder en komt dus veel minder fijn materiaal uit de kribvakken in de hoofgeul. Bij hoogwaters wordt een deel van het materiaal in de vaargeul weer op de oevers afgezet: fijn materiaal op linkeroever, grover materiaal op de rechteroever.

Een andere verklaring is dat het bodemmateriaal langs de linkeroever door de zwaarder beladen schepen meer in beweging is, waardoor het fijnere materiaal telkens als laatste bezinkt (betere uitsortering): fining upward sequence (fijn zand in bovenlaag).

3. Vragen morfologische processen
Naast vragen over de korrelgrootte zijn enkele vragen over morfologische processen en het beschikbaar gestelde materiaal gesteld. Deze vragen alsmede de antwoorden daarop zijn hieronder weergegeven.

De kaart met oeverafslag uit 1991 beschrijft steilranden langs de Waal. Over welke periode is deze afslag opgetreden of betreft het alleen een momentopname? Zijn deze steilranden vooral te vinden op de waterlijn bij gemiddelde afvoer (als gevolg van golfslag door scheepvaart) of hoger op de oever (door hoge stroomsnelheden bij hoge rivierafvoeren)?
De kaart beslaat de periode 1986-1991, maar geldt ook voor de huidige situatie. De gegevens zijn een momentopname (opname tijdens jaarlijkse onderhoudsinspectie). Wat betreft de lokaties is dit beeld nog redelijk goed, alleen is de mate van afslag hier en daar waarschijnlijk toegenomen. Andere relevante gegevens over afslag zijn te vinden over een artikel in Landschap (1987) over zesbaksduwvaart op de Waal en in studies van H. Schans en B. Kornman (1993).

Erosie van oevers treedt vooral op tijdens een langdurig constante waterstand. Het maakt niet zoveel uit of het gaat om lage afvoeren (afslag vooral door scheepvaart) of hoge afvoeren (erosie vooral door hoge stroomsnelheden). Steilranden zijn dus zowel hoger als lager op de oever aan te treffen.

We beschikken over informatie over processen als sedimentatie bij hoogwater, oeverafslag en eolische processen. Is er nog detailinformatie over morfologische processen in kribvakken voorhanden, in het bijzonder over sedimentatie en erosie bij vergelijkbare afvoeren?
Voor uitwerking van schetsontwerpen op kribvakniveau zijn nog enkele processen in het kribvak van belang. Deze processen zijn beschreven in onder andere een artikel van Ten Brinke *et al.* (1999, in press). In kribvakken onstaat een spiraalstroming doordat de kribkoppen de stroombaan van de hoofdgeul verstoren (bij kribvakken van 200 m en groter kunnen twee van deze spiralen ontstaan, dit is bij 95% van het aantal kribvakken het geval). Door deze stroming treedt bij de kribkop aan de bovenstroomse zijde van een kribvak erosie op. Aan de benedenstroomse zijde is de stroming geringer. Halverwege het kribvak is weinig stroming: hier is het zandstrand dan ook vaak breder. Suppletie van zand is dus vooral zinvol in het rustigere gedeelte van een kribvak, omdat het zand anders direct weer in de hoofdgeul terecht komt.

In een aantal kribvakken is onderzoek gedaan naar het transport van sediment. Hieruit blijkt dat het ongeveer twee maanden duurt voor het zand op de oever weer in de geul terecht komt. De gemeten kribvakken bleken achteraf echter niet representatief te zijn. Wat zijn de redenen hiervoor?
Er zijn maar acht van de 200-400 kribvakken onderzocht (binnen-/buitenbocht, recht stuk, linker-/rechteroever) voor het opstellen van een zandbalans. Binnen deze marge bestaan geen representatieve kribvakken: ieder kribvak is weer anders, er zouden daarom veel meer vakken moeten worden bemonsterd. Het is moeilijk om op basis van acht vakken de processen in de gehele rivier te kwantificeren, de processen zelf zijn wel representatief.

Er zijn veel onzekerheden over de snelheid waarmee materiaal dat in de kribvakken is afgezet, weer in de hoofdgeul terechtkomt. Men beschikt niet over veel kennis rond dit proces. In ieder geval lijkt twee maanden wel erg kort, naar schatting is dit toch zeker langer dan een jaar. Dit proces verloopt volgens een e-machtfunctie: in het begin gaat het zeer snel, waarna de het proces langzaam uitdempt. Het idee is, dat het circa 10 tot 15 jaar duurt voordat al het afgezette materiaal weer in de hoofdgeul ligt.

Het riviersysteem reageert op veranderingen in morfologie. Suppletie van zand in kribvakken zal het morfologisch evenwicht in meer of mindere mate verstoren, waarop de rivier zal proberen het evenwicht te herstellen. In hoeverre moeten wij met dit soort veranderingen rekening houden bij de uitwerking van de streefbeelden?
De kribvakken bestaan al circa 100 jaar in een dynamisch evenwicht. Het zand blijft er, ook bij hoge afvoeren, circa 10-15 jaar liggen voor het in de rivier terecht komt. Alles wat wordt veranderd (bijvoorbeeld door zandsuppletie) betekent een verstoring van dit evenwicht.

In een natuurlijke situatie duurt het 10-15 jaar voor al het zand dat is gesedimenteerd, weer terug in de hoofdgeul is. Bij suppletie wordt er veel meer zand in een kribvak gebracht dan onder natuurlijke omstandigheden het geval is. Hoe lang het duurt voordat dit zand terug in de geul wordt teruggevoerd is niet voldoende te kwantificeren (kennis ontbreekt).

Op welke schaalniveau moeten de streefbeelden worden uitgewerkt (bijvoorbeeld 3, 5 of 10 kribvakken)? Opmerking: vooralsnog zijn we uitgegaan van minimaal 3 tot 5 kribvakken.
Eén kribvak is te klein, vanwege de grote morfologische variatie. Voor morfologische processen zijn 3 vakken voldoende. Naast processen speelt ook de beheerspraktijk een rol (bijvoorbeeld harde oevers uitsluiten).

Ter afsluiting van de bijeenkomst worden nog enkele morfologische parameters genoemd, die voor het beoordelen van de schetsontwerpen kunnen worden gehanteerd, zoals morfologische activiteit, zeldzaamheid, variatie aan vormen etcetera.

BIJLAGE III: Verslag workshop "Streefbeelden, schetsontwerpen en beoordelingscriteria"

Witteveen+Bos

water
infrastructuur
milieu
bouw

verslag

Witteveen+Bos
postbus 233
7400 AE Deventer
telefoon 0570 69 79 11
telefax 0570 69 73 44

verslagnummer	99-02
project	Versterking natuurfunctie Waal door zandsuppletie in kribvakken
projectcode	Rw898.1
onderwerp	workshop streefbeelden, schetsontwerpen en beoordelingscriteria
datum	8 juli 1999
tijd	9.30-13.00 uur
plaats	Arnhem

aanwezig	RWS-DON	F. Kok, R.Smedes, J. Spier
	RWS Dienstkring Bovenrijn en Waal	K. Hin
	RWS Dienstkring Nederrijn en Lek	H. van Rheede
	RWS-RIZA	J. Simons
	Witteveen+Bos	D. Ertsen, G. Hensens
afwezig		
kopie		Aanwezigen

opgemaakt door	G. Hensens
datum	12 juli 1999

1. Opening

F. Kok opent als voorzitter de workshop. Het kader van de workshop is het project "Baggeren Waal". Dit project heeft tot doel om de vaargeul door baggeren zodanig te verruimen, dat de rivier kan (blijven) functioneren als hoofdtransportas. Bij het baggeren komen jaarlijks grote hoeveelheden zand vrij (afhankelijk van het optreden van hoge afvoeren variërend tussen 0,3 en 1,2 miljoen m^3). Om de autonome bodemdaling van het zomerbed niet verder te versterken, dient het vrijkomende zand niet permanent buiten het systeem te worden gebracht. In eerste instantie is uitgegaan van het bergen van het zand in de diepste delen van het zomerbed. Met het oog op hinder voor de scheepvaart bij berging in diepe delen van het zomerbed is echter nog een tweede mogelijkheid bedacht: zandsuppletie in kribvakken.

R. Smedes merkt op dat aanvaringen met overstekende baggervaartuigen zelden voorkomen. Wel is het zo dat overstekende baggervaartuigen het scheepvaartverkeer enigszins ophouden. De optie om zand in kribvakken te suppleren, verkleint het aantal vaarbewegingen door baggervaartuigen (logistieke voordelen) en biedt bovendien een vergroting van het aantal stortmogelijkheden.

Momenteel voert Witteveen+Bos in opdracht van RWS-DON een studie uit, waarbij de mogelijkheden worden onderzocht om de natuurfunctie van de Waal door middel van zandsuppletie te versterken. De studie moet de volgende produkten opleveren:
- een kaart met streefbeelden voor de oevers van de gehele Waal;
- een aantal schetsontwerpen met principes voor zandsuppletie;
- een beoordelingssystematiek voor toepassing van de principes van de schetsontwerpen;
- een geschiktheidskaart van de kribvakken langs de Waal voor zandsuppletie in relatie tot de natuurfunctie (waar zijn stortmogelijkheden voor zand tussen de kribben).

Tijdens de workshop wordt ingegaan op de methodiek voor het uitwerken van de streefbeelden. Tevens wordt gediscussieerd over uit te werken principes van zandsuppletie en op mogelijke beoordelingscriteria. Deze studie gaat verder niet in op MHW-effecten. H. van Rheede voegt als voorbeeld toe, dat een suppletie in enkele kribvakken langs de Nederrijn heeft geleid tot een MHW-verlaging (het effect is vergelijkbaar met kribverlaging). Een verklaring hiervoor is dat de wervelingen in een kribvak bij hoge afvoeren geringer zijn na suppletie en de waterstanden dus minder hoog opstuwen.

2. Methodiek streefbeeld

Het eerste deel van de studie vormt het opstellen van streefbeelden voor de oevers van de gehele Waal toe. De aanwezigen hebben van F. Kok de opzet van de methodiek hiervoor ontvangen. G. Hensens ligt de methodiek toe. De belangrijkste aspecten voor de uitwerking van streefbeelden zijn vooralsnog de huidige morfologische processen (erosie, sedimentatie en eolische activiteit), de morfologische randvoorwaarden van verschillende oeverfysiotopen/ectopen en de huidige situatie met betrekking tot fysiotopen. Op basis van de actuele morfologische processen zijn de oevers van de Waal gekarakteriseerd (de kaart met deze karakterisering is onder de aanwezigen verspreid).

J. Simons geeft aan dat het plan OEVERTURE bij de uitwerking van de streefbeelden moet worden betrokken, aangezien in dit plan al het een en ander is uitgewerkt omtrent rivierdynamiek en bepaalde "oevertypen". Zo is voor de oevers van het grootste deel van de Waal het oevertype WILG van toepassing. Voor het benedenstroomse deel (voorbij Zaltbommel) geldt het oevertype RIET.

Volgens F. Kok gaat dit streefbeeld verder dan OEVERTURE: voor iedere oever wordt aangegeven wat er bij voorkeur tot ontwikkeling zou moeten komen. De vraag is, met welke andere aspecten je rekening moet houden met de uitwerking van de streefbeelden. De workshop is onder andere bedoeld om hier mee inzicht in te krijgen.

F. Kok vraagt, hoe met de "witte vlekken" op de morfologische processen-kaart kan worden omgegaan. Deze witte vlekken zijn de oevers waar geen erosie, sedimentatie (tijdens hoogwater) en eolische activiteit optreedt. Moet bij deze oevers een meer rivierkundige insteek worden gekozen voor het streefbeeld?

K. Hin geeft aan, dat de witte vlekken gewoon moeten worden gekenschetst als "laagdynamische oevers" (in morfologische zin, hydrologisch gezien zijn de oevers wel dynamisch). Volgens J. Simons zijn juist deze laagdynamische oevers geschikt voor natuurontwikkeling (onder hoogdynamische omstandigheden wordt de vestiging van zowel planten als dieren bemoeilijkt). Wel is er volgens haar langs deze oevers grote invloed van scheepvaart. F. Kok voegt hieraan toe, dat daar overal langs de Waal sprake van is. Volgens K. Hin is hier wel een nuancering in aan te brengen.

Er wordt op gewezen, dat de term "morfologie" duidelijk moet worden afgebakend. Bijvoorbeeld onderscheid tussen processen hoger op de oever en lager op de oever en tussen riviergebonden processen en scheepvaartgerelateerde processen.

Volgens J. Simons is alleen het ecotoop "ondiep laagwaterbed" (minder dan 1,5 m diep bij laagwater) vanuit ecologisch oogpunt geschikt voor zandsuppletie (dit ecotoop is ecologisch waardevol gezien de beschikbaarheid van licht en de snelle opwarming, wat gunstig is voor vissen). Dit heeft te maken met de grofheid van het materiaal uit het zomerbed. Wanneer het materiaal boven de waterlijn wordt gesuppleerd, droogt het snel uit. Vestiging en ontwikkeling van vegetaties wordt hierdoor erg moeilijk. Ook voor verstuiving (rivierduinvorming) is het materiaal uit het zomerbed te grof: de fractie fijn zand zal snel worden afgescheiden uit het overwegend grove mengsel, waardoor een soort pleisterlaag ontstaat. Overigens moet bij

suppletie onder de waterlijn wel een waterdiepte van circa 1 m worden gewaarborgd (bij laagwater).

J. Simons en K Hin geven aan, dat suppletie vrijwel nooit een ecologische meerwaarde heeft. Wel is het zo, dat suppletie ook meestal geen (permanente) negatieve gevolgen heeft, zeker in geval van suppletie onder de waterlijn. De gemeenschappen van de algemene vissen en macrofaunasoorten in de Waal kunnen een gesuppleerd kribvak erg snel (enkele weken tot maanden) weer koloniseren.

3. Voorbeeldschetsen

Het is de bedoeling dat er voor verschillende situaties langs de Waal voorbeeldprincipes voor zandsuppletie worden uitgewerkt. Dit gebeurt door middel van voorbeeldschetsen. De vraag is, welke situaties moeten worden uitgewerkt.

De aanwezigen zijn het er over eens, dat zandsuppletie alleen in de kribvakken zelf (bij voorkeur onder de waterlijn) en niet hoger op de oever mag plaatsvinden. Hiervoor zijn twee redenen. Als zand hoger op de oever wordt gesuppleerd (bijvoorbeeld op een oeverwal), is het aan het systeem onttrokken. Dit mag niet vanuit de problematiek van de bodemdaling. Een tweede reden is van ecologische aard: grof zand uit het zomerbed droogt boven de waterlijn snel uit. Volgens J. Simons en K. Hin is de grofheid van het zand bepalend voor de mogelijkheden voor ontwikkeling van bepaalde plantensoorten. J. Spier betwijfelt echter of het voor planten iets uitmaakt of ze fijn zand (kribvakzand) of grover zand (zomerbedzand) tot hun beschikking hebben.

Omdat het gesuppleerde zand weer tot beschikking moet komen voor de rivier, lijken ook plaatsen waar erosie optreedt interessant. Dit geldt ook voor lokaties waar de invloed van scheepvaart groot is (zuiging). Daar waar erosie optreedt, kan het zand zelfs hoger op de oever (boven de waterlijn) worden gesuppleerd. Hierdoor gaat de steilrand echter wel (tijdelijk) verloren. Deze steilranden vormen vanuit het rivierbeheer geen probleem (enkele lokaties uitgezonderd: achterloopsheid van kribben), dus er is niet een directe noodzaak om deze steilranden "weg" te suppleren.

Op plaatsen waar de rivier dicht langs het zomerbed loopt kan zandsuppletie bijdragen aan de oeverbescherming. Op deze lokaties is echter veelal een bestorting te vinden. Bij Slijk-Ewijk is zandsuppletie toegepast als oeverbescherming in plaats van gestort puin. Vroeger waren de eigenaren van de oevers verantwoordelijk voor de oeverbescherming. Tegenwoordig is het beleid er op gericht, langs alle oevers natuurontwikkeling op gang te brengen.

H. van Rheede licht toe, dat langs de Nederrijn een proef met suppletie is gedaan. Hier is voormalig ophoogzand voor gebruikt. De suppletie had tot doel klasse 4-specie af te dekken. Om de voorkomen dat het zand weer in het zomerbed zou komen, is een vooroeververdediging aangelegd. J. Simons geeft aan dat dit voor de Waal niet gewenst is.

Een ander aspect dat wordt genoemd is de ruimtelijke spreiding van zandsuppletie. Per jaar komt circa 350.000 m^3 zand vrij (in jaren met extreem hoge afvoeren kan dit wel vier keer zoveel zijn). Ecologisch gezien is het beter om dit niet ieder jaar in dezelfde kribvakken te suppleren. Er kan dan worden gesuppleerd tot een waterdiepte van 1 m en met een talud van 1:3 of flauwer nabij de vaargeul (blijft nog staan).

Wanneer het kribvak ondieper wordt, is de invloed van golven door scheepvaart sterker. Het zand zal dan sneller weer in het zomerbed komen. De vraag is waar het zand weer in het zomerbed terechtkomt. K. Hin geeft aan dat dit uit praktijkproeven moet blijken. Het lijkt vooralsnog het meest gewenst om het zand zodanig te suppleren, dat het in de diepste delen van het zomerbed terechtkomt.

Als suppletie hoog op de oever niet zinvol en/of niet gewenst is, wat is dan de betekenis van het vergroten van het zandstrand (suppletie net boven de waterlijn)? Verbreding van het strand vergroot de kansen op rivierduinvorming, maar het zand uit het zomerbed is te grof om een rol te kunnen spelen bij rivierduinvorming (niet natuurlijk materiaal). Misschien zijn de kansen wel groter als het gaat om materiaal dat in de binnenbochten wordt opgebaggerd (is vaak fijner). Verbreding van het strand is vanuit ecologisch oogpunt niet negatief, maar levert ook niets op.

Bij suppletie moeten de kribben zelf en de stortstenen verdedigingen zoveel mogelijk worden ontzien, aangezien deze plaats bieden aan bijzondere macrofaunasoorten en vissen (schuil- en paaimogelijkheden).

Een rekensommetje van F. Kok geeft aan dat er circa 7.000 tot 10.000 m^3 zand in een kribvak kan worden gesuppleerd (indien alleen in het midden van het kribvak zou worden gesuppleerd). Dit zou betekenen dat er jaarlijks in circa 30-35 van de ongeveer 600 kribvakken suppletie zou moeten plaatsvinden (zonder rekening te houden met het storten van zand in de diepste delen van het zomerbed).

Vanuit de baggerpraktijk wordt aangegeven, dat een baggerschuit circa 800 m^3 zand per keer kan verwerken. Baggerschuiten kunnen echter niet goed in de kribvakken komen (te ondiep) om het zand te storten. Spuiten van zand lijkt daarom noodzakelijk.

Uiteindelijk zijn de volgende suppletieprincipes naar voren gekomen:
- suppletie over het gehele oppervlakt van het kribvak;
- suppletie in het middendeel van het kribvak;
- suppletie vanuit de stroomluwe hoek van het kribvak;
- suppletie bij steilranden.

4. Beoordelingscriteria

Als laatste onderdeel van de workshop wordt ingegaan de beoordelingscriteria voor de verschillende (nog uit te werken) suppletieprincipes. J. Spier geeft aan, dat het gaat om ecologische en morfologische criteria.

Algemeen wordt ten aanzien van zandsuppletie gesteld:
- geen suppletie in smalle delen van rivier (MHW-argument);
- geen suppletie op plaatsen waar toch al sedimentatie is;
- geen suppletie buiten kribvak (richting uiterwaard).

Een belangrijk aspect is de bodemkwaliteit. Het gaat niet zozeer om de kwaliteit van het opgebaggerde materiaal (deze is van redelijk tot goed), maar van het materiaal in de kribvakken (hoewel ook deze naar verwachting op de meeste plaatsen wel goed zal zijn). Dit is echter onderdeel van een andere studie.

Suppletie in kribvakken met weinig morfologische activiteit (i.e. erosie en sedimentatie bij hoge afvoeren) is vanuit morfologisch oogpunt het minst schadelijk (er worden geen karakteristieke processen verstoord).

Voor de natuurfunctie is van belang, dat de oevers en kribvakken thans meer natuurwaarden vertegenwoordigen dan de hoofdgeul (gaat wel vooral om algemene soorten). Dit komt door de ondiepten en stroomluwe plaatsen. Uitbreiding hiervan is dus positief, verkleining juist negatief.

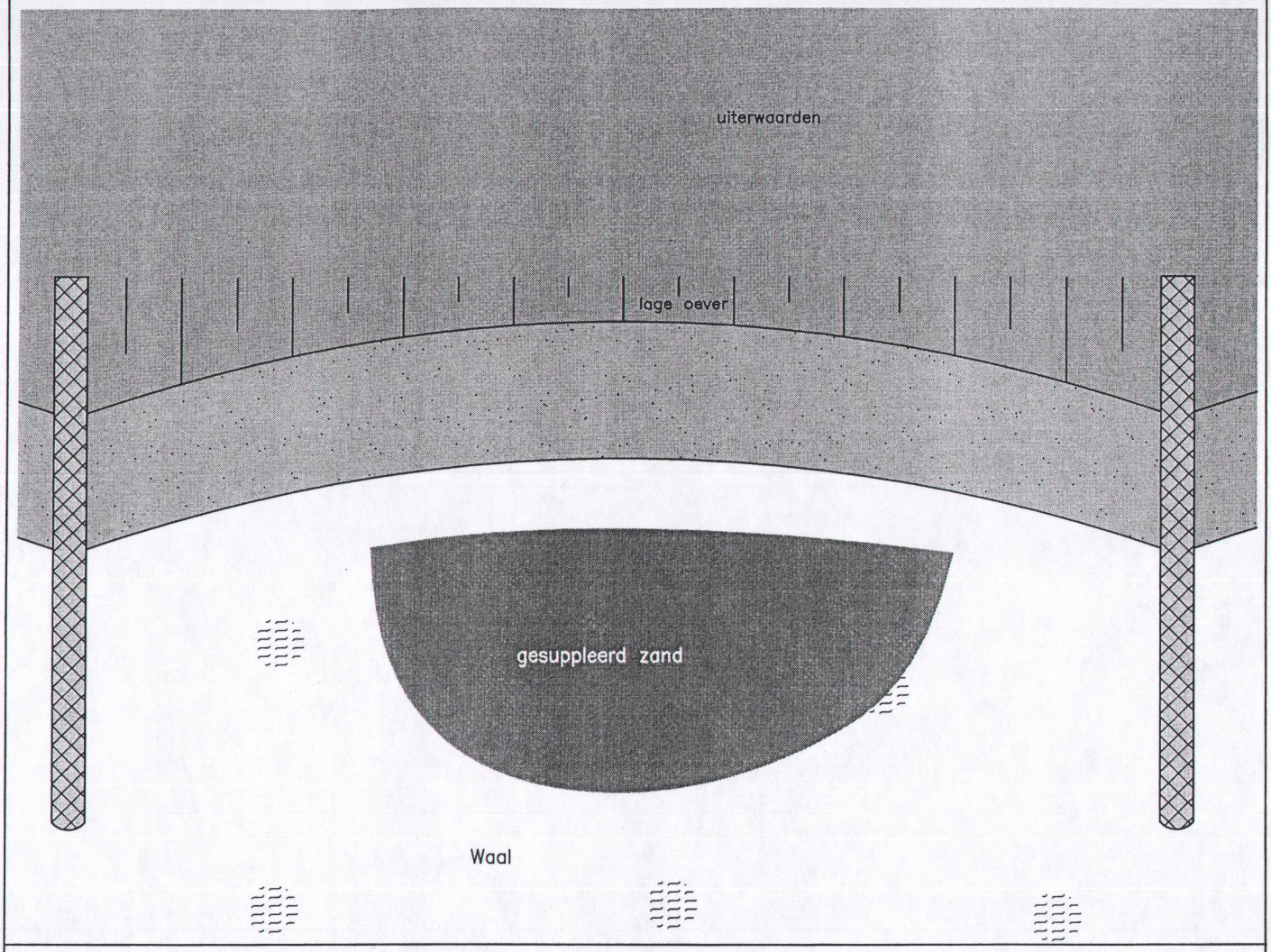
Voor diergroepen zijn parameters als doorzicht, temperatuur en zuurstof belangrijk. Daarnaast is de periode van baggeren van belang: vanuit rivierbeheer meest effectief in het begin van het voorjaar, ecologisch gezien echter in de winter.

5. Afsluiting

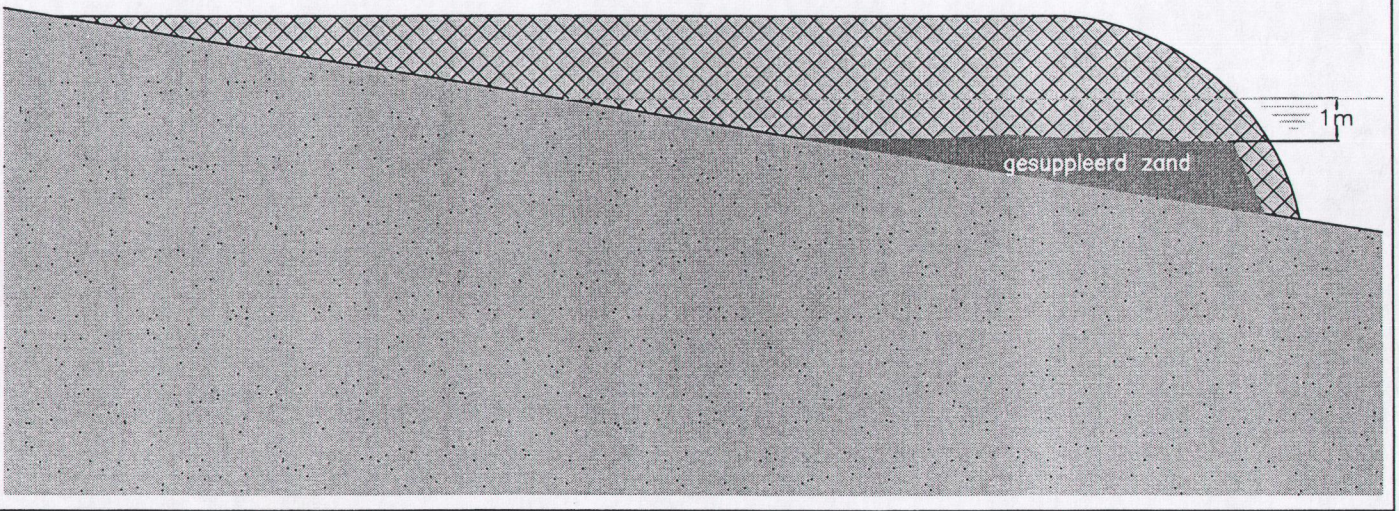
F. Kok sluit de workshop af met de volgende mededelingen/afspraken:
- de aanwezigen zullen het verslag van de workshop van hem ontvangen;
- Witteveen+Bos werkt een aantal voorbeeldschetsen en beoordelingscriteria uit op basis van de workshop en de op 1 juli gehouden bespreking met de morfologen van RIZA;
- de aanwezigen zullen een en ander nog voorgelegd krijgen, maar dit lijkt gezien de vakanties van iedereen onhaalbaar;
- het geheel wordt eind augustus afgerond.

BIJLAGE IV: Schetsontwerpen

Bovenaanzicht
schaal 1 : 1250



Schematisch zijaanzicht
horizontale schaal 1 : 500
verticale schaal 1 : 200



Raadgevende ingenieurs
Witteveen + Bos

Deventer
Almere
Breda
Den Haag
Maastricht

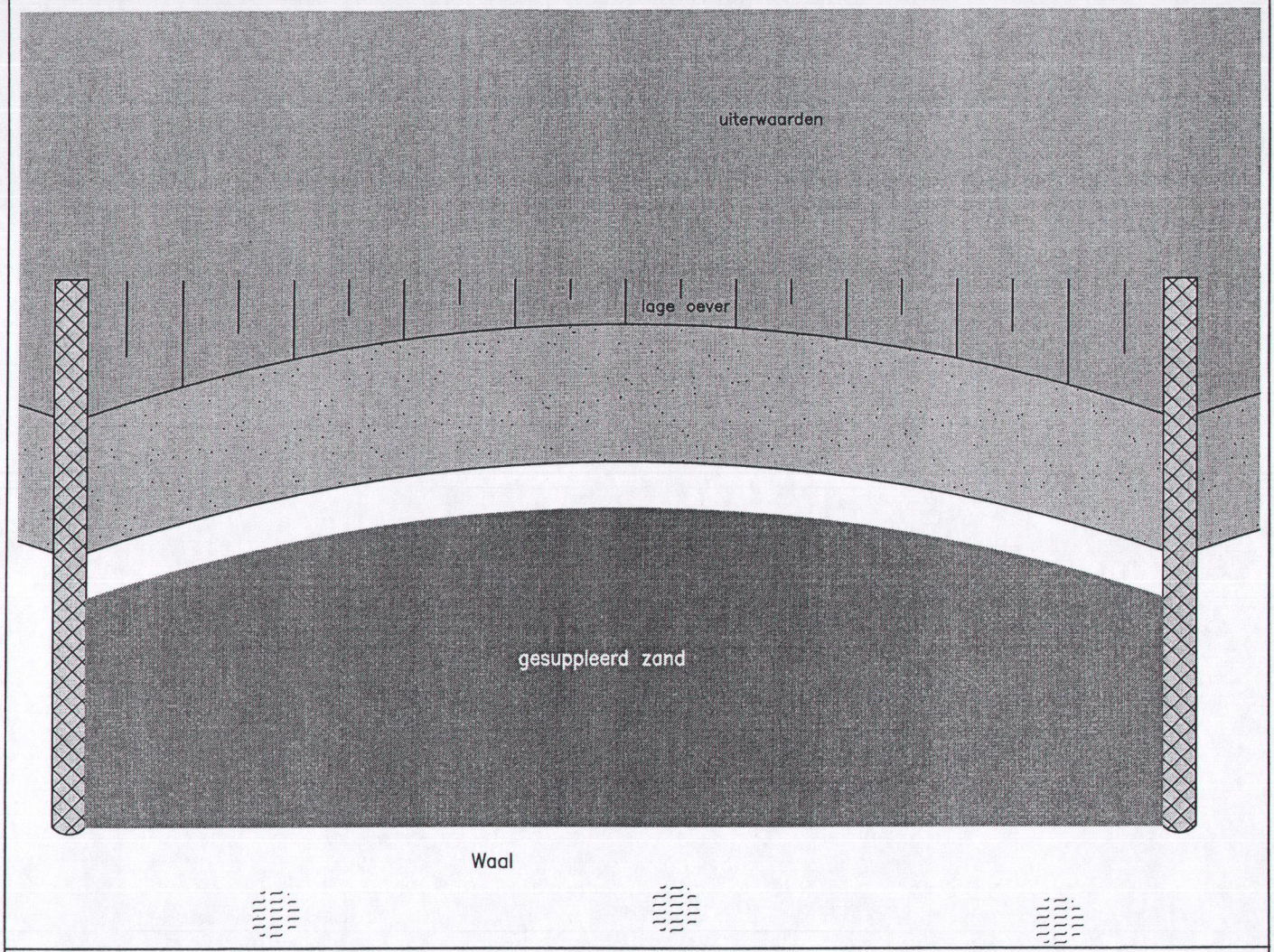
water
infrastructuur
milieu
bouw

Centraalsuppletie

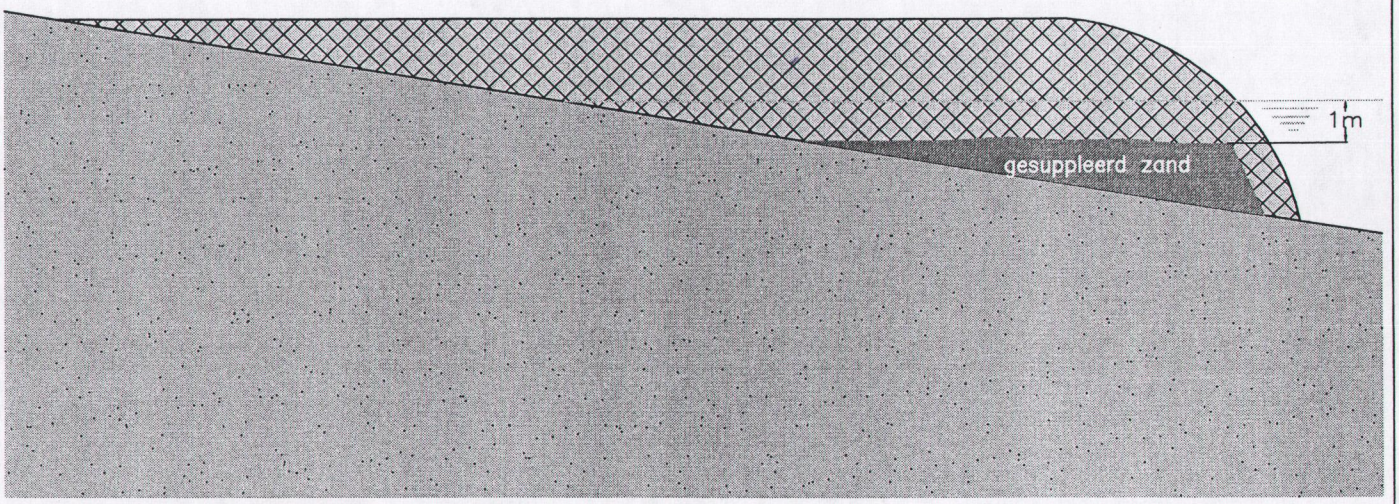
opdrachtgever : Rijkswaterstaat dir. Oost–Nederland
projectnaam : Zandsuppletie in kribvakken langs de Waal
projectcode : RW898.1

Get. : Hekman
Gez. :
Dat. : 07–09–1999

Bovenaanzicht
schaal 1 : 1250



Schematisch zijaanzicht
horizontale schaal 1 : 500
verticale schaal 1 : 200



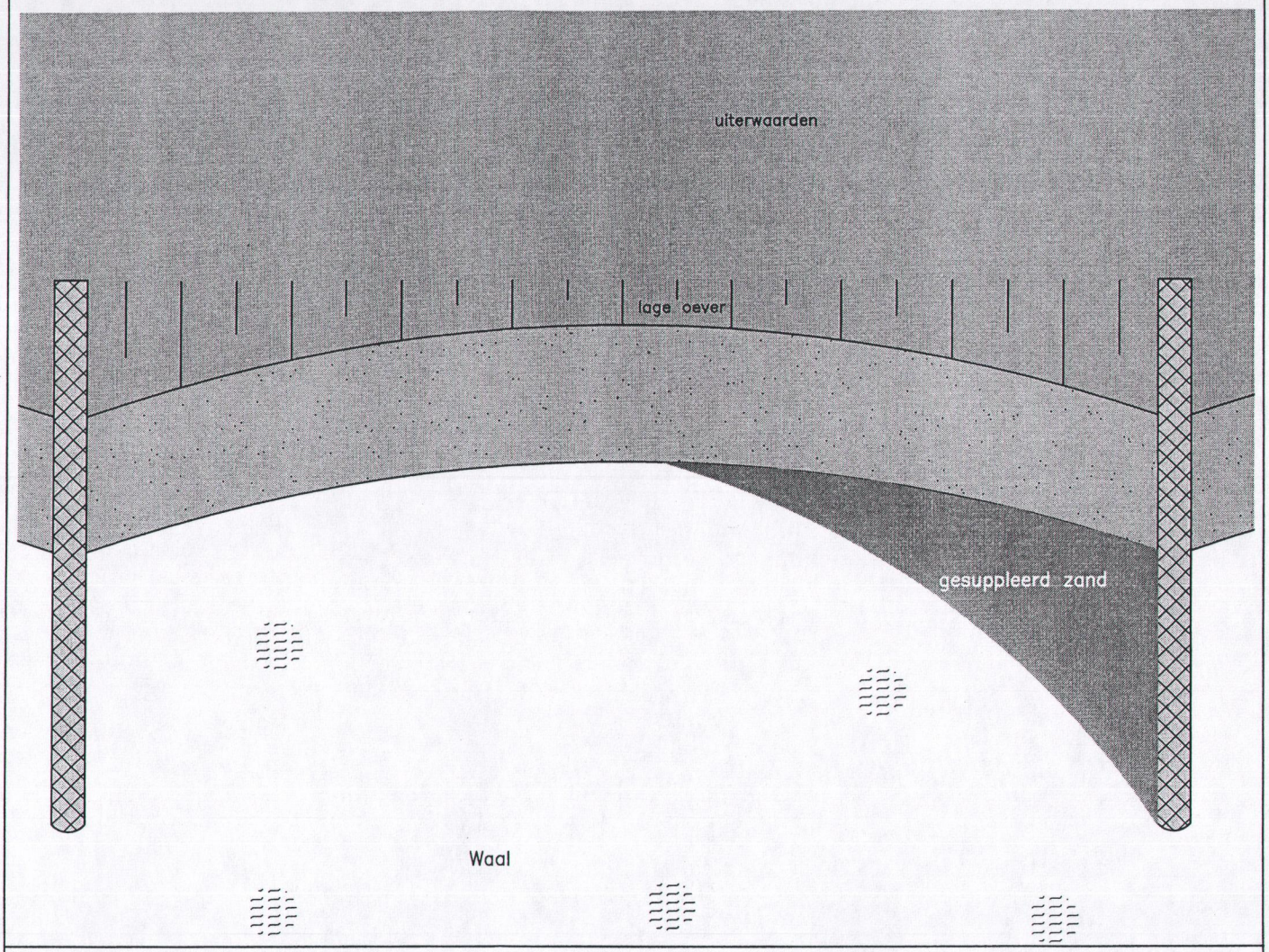
Raadgevende ingenieurs
Witteveen + Bos
Deventer
Almere
Breda
Den Haag
Maastricht
water
infrastructuur
milieu
bouw

Waterbodem suppletie

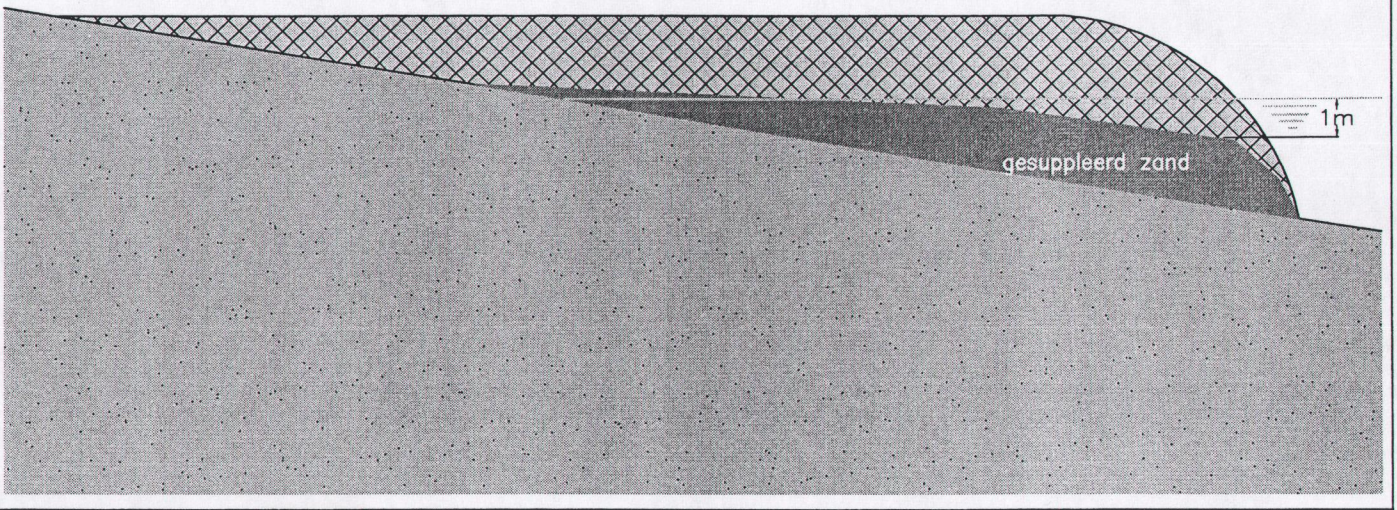
opdrachtgever : Rijkswaterstaat dir. Oost–Nederland
projectnaam : Zandsuppletie in kribvakken langs de Waal
projectcode : RW898.1

Get. : Hekman
Gez. :
Dat. : 08–09–1999

Bovenaanzicht
schaal 1 : 1250



Schematisch zijaanzicht
horizontale schaal 1 : 500
verticale schaal 1 : 200



Raadgevende ingenieurs
Witteveen + Bos

Deventer
Almere
Breda
Den Haag
Maastricht

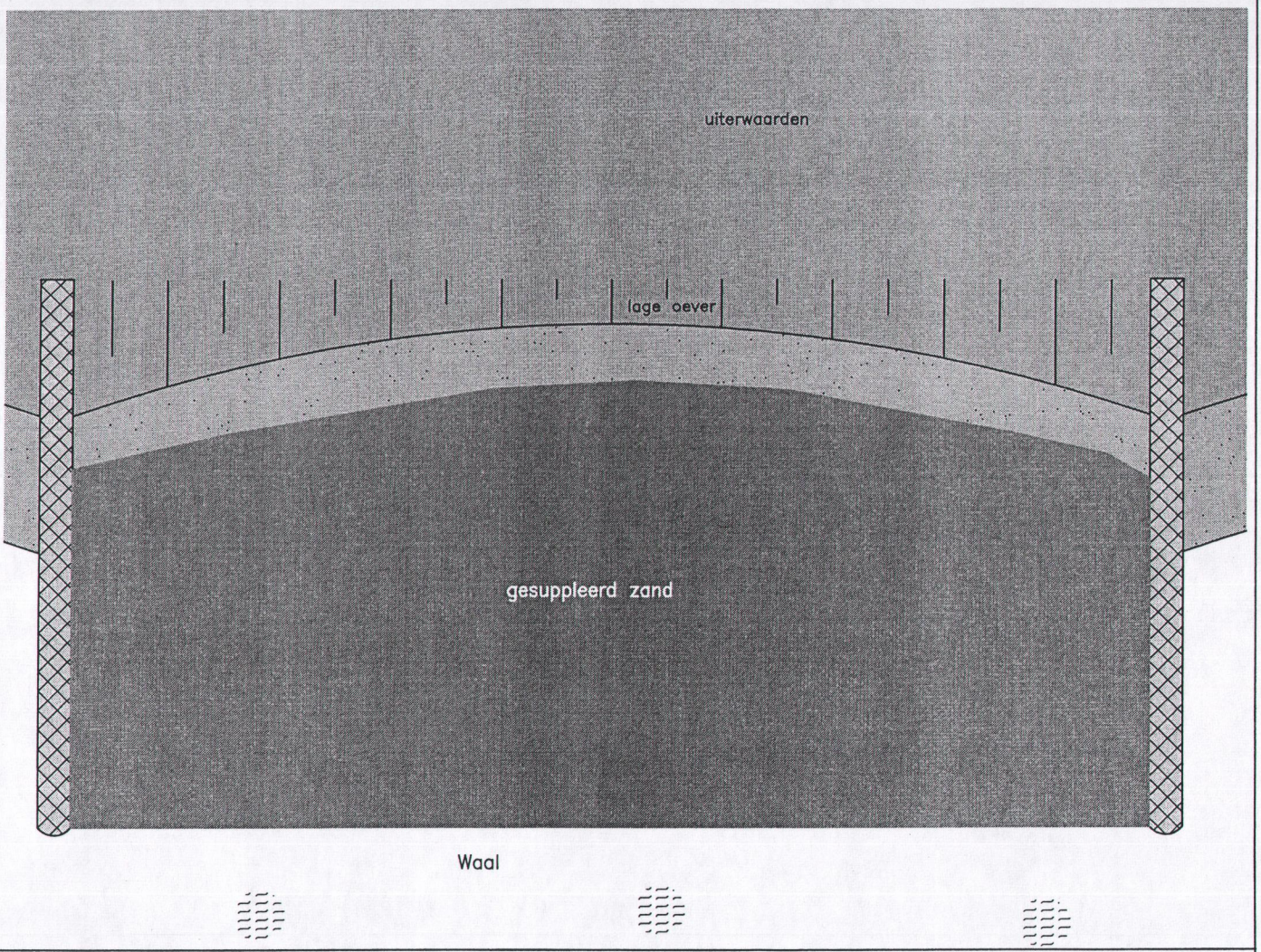
water
infrastructuur
milieu
bouw

Hoeksuppletie

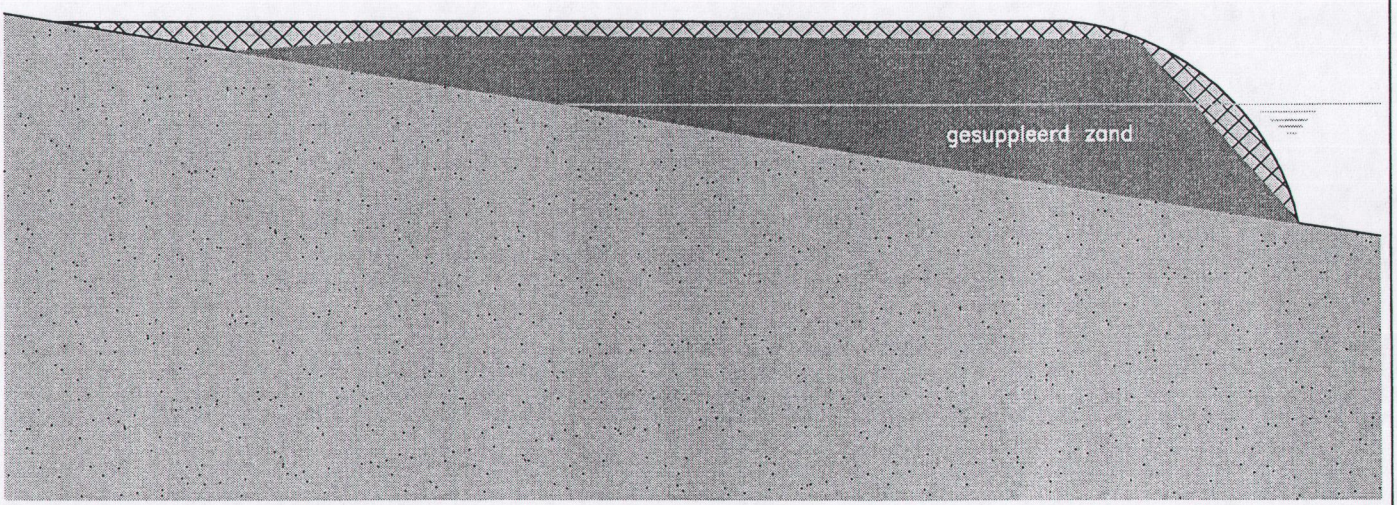
opdrachtgever : Rijkswaterstaat dir. Oost–Nederland
projectnaam : Zandsuppletie in kribvakken langs de Waal
projectcode : RW898.1

Get. : Hekman
Gez. :
Dat. : 08–09–1999

Bovenaanzicht
schaal 1 : 1250



Schematisch zijaanzicht
horizontale schaal 1 : 500
verticale schaal 1 : 200



Raadgevende ingenieurs
Witteveen + Bos

Deventer
Almere
Breda
Den Haag
Maastricht

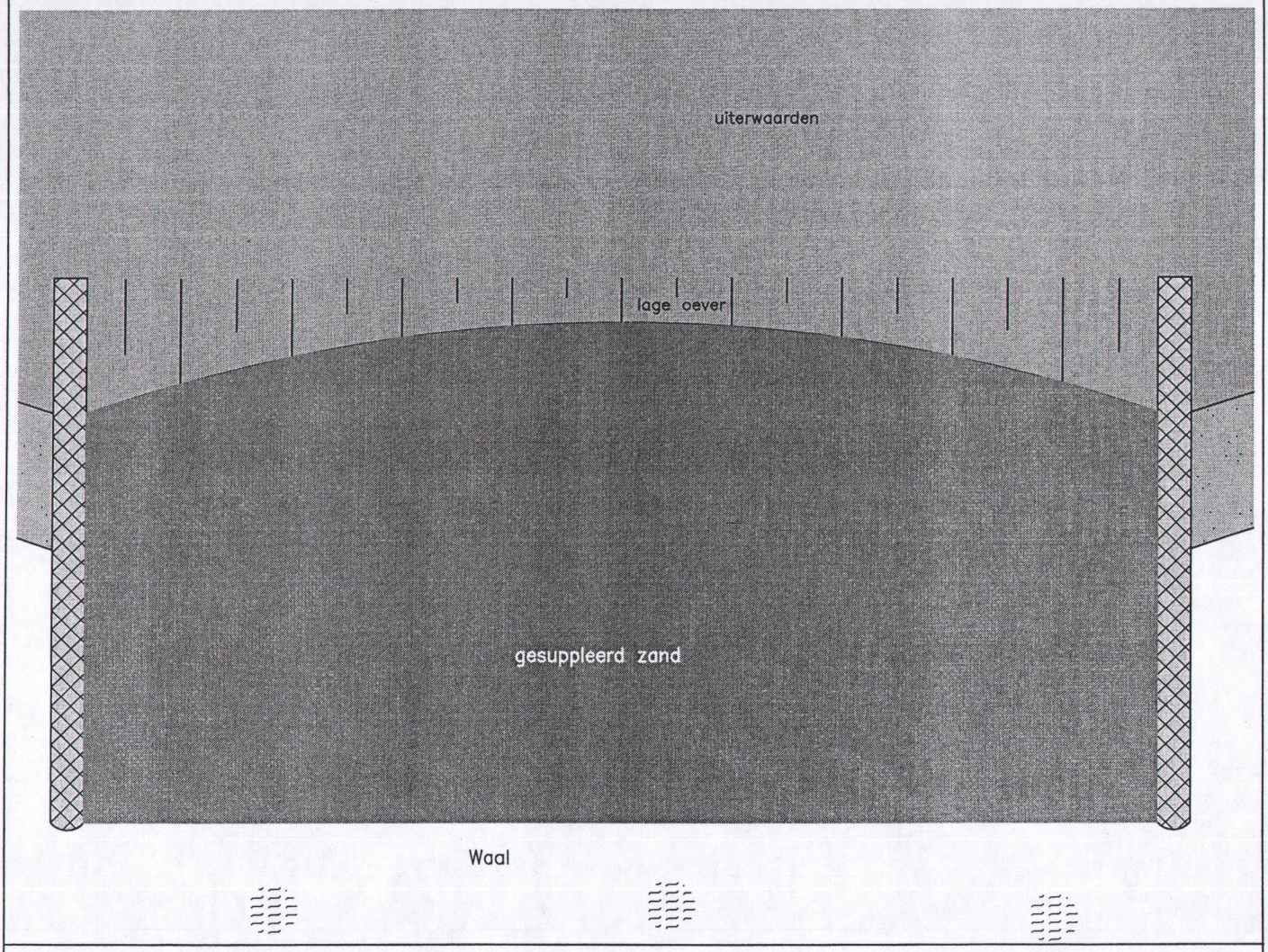
water
infrastructuur
milieu
bouw

Opvulsuppletie

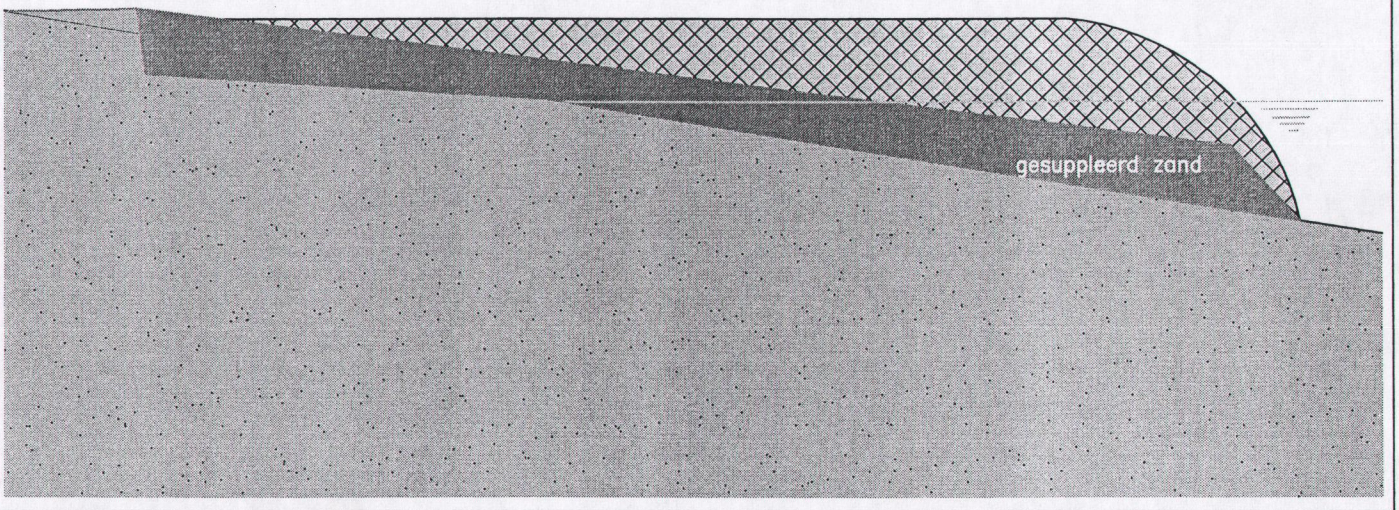
opdrachtgever : Rijkswaterstaat dir. Oost–Nederland
projectnaam : Zandsuppletie in kribvakken langs de Waal
projectcode : RW898.1

Get. : Hekman
Gez. :
Dat. : 08–09–1999

Bovenaanzicht
schaal 1 : 1250



Schematisch zijaanzicht
horizontale schaal 1 : 500
verticale schaal 1 : 200



Raadgevende ingenieurs
Witteveen Bos

Deventer
Almere
Breda
Den Haag
Maastricht

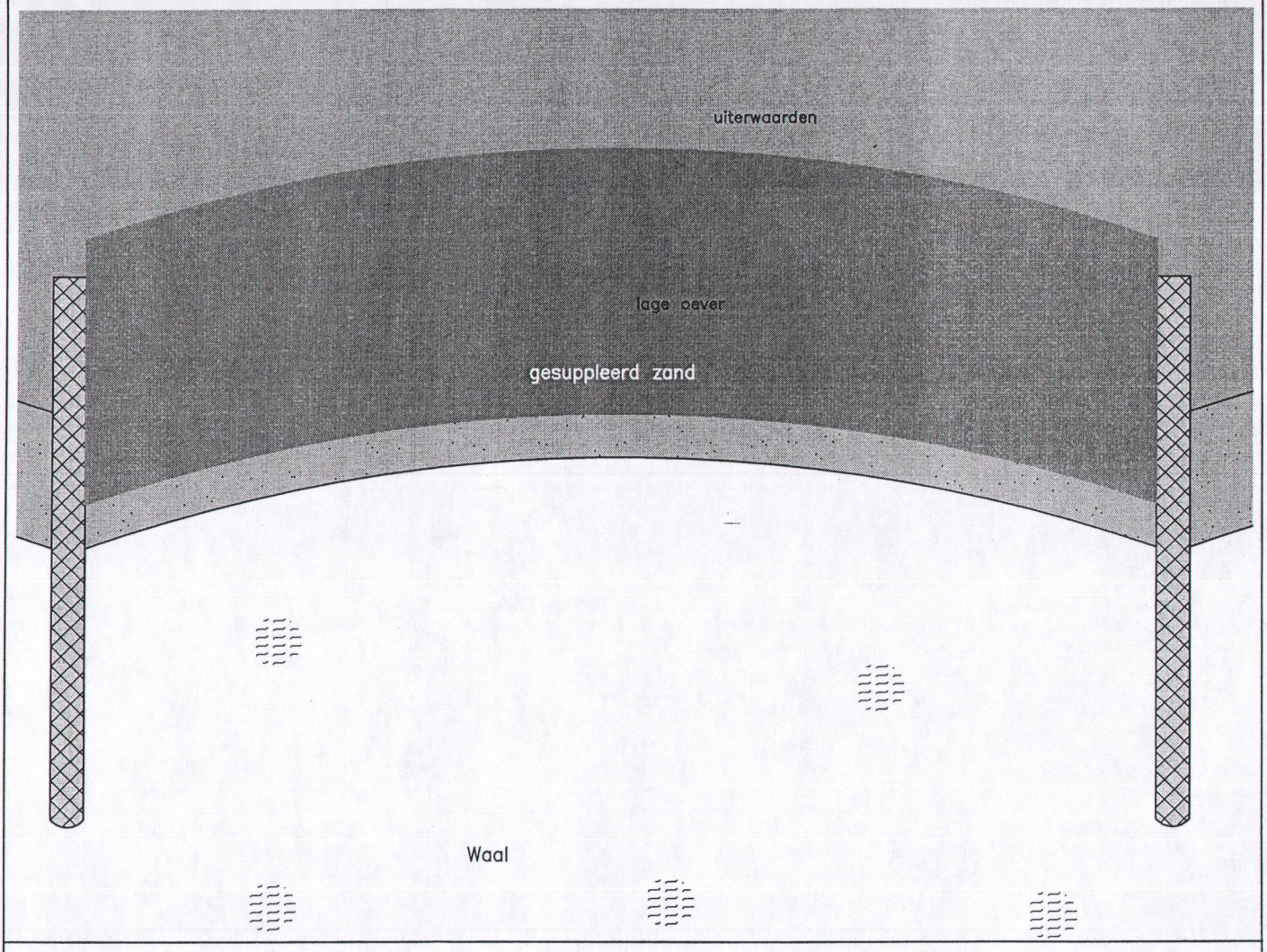
water
infrastructuur
milieu
bouw

Steilrandsuppletie

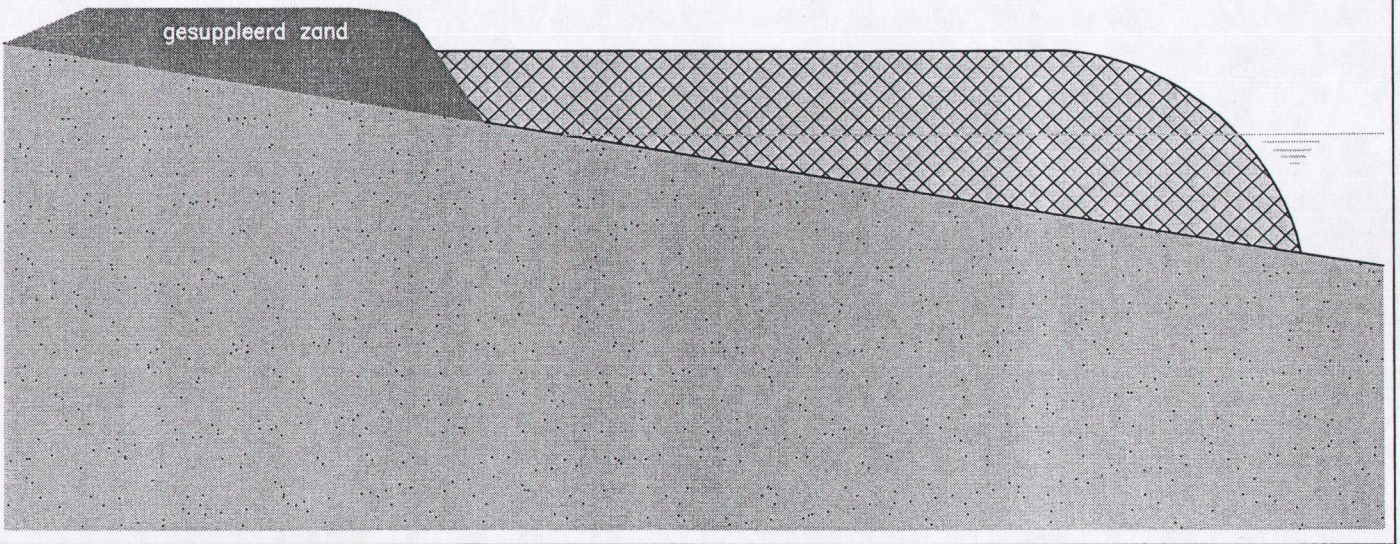
opdrachtgever : Rijkswaterstaat dir. Oost–Nederland
projectnaam : Zandsuppletie in kribvakken langs de Waal
projectcode : RW898.1

Get. : Hekman
Gez. :
Dat. : 08–09–1999

Bovenaanzicht
schaal 1 : 1250



Schematisch zijaanzicht
horizontale schaal 1 : 500
verticale schaal 1 : 200



Raadgevende ingenieurs
Witteveen + Bos

Deventer
Almere
Breda
Den Haag
Maastricht

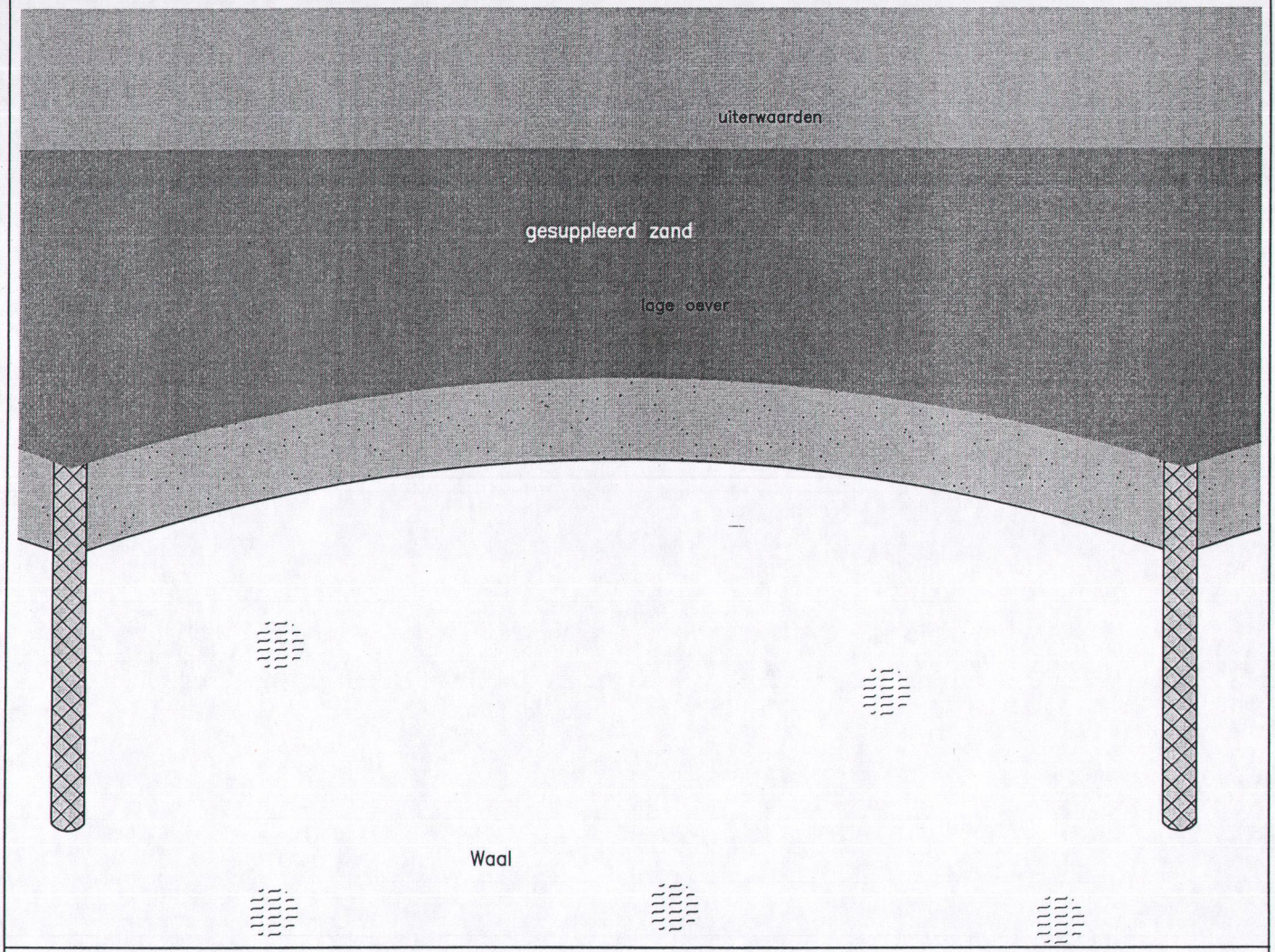
water
infrastructuur
milieu
bouw

Oeversuppletie

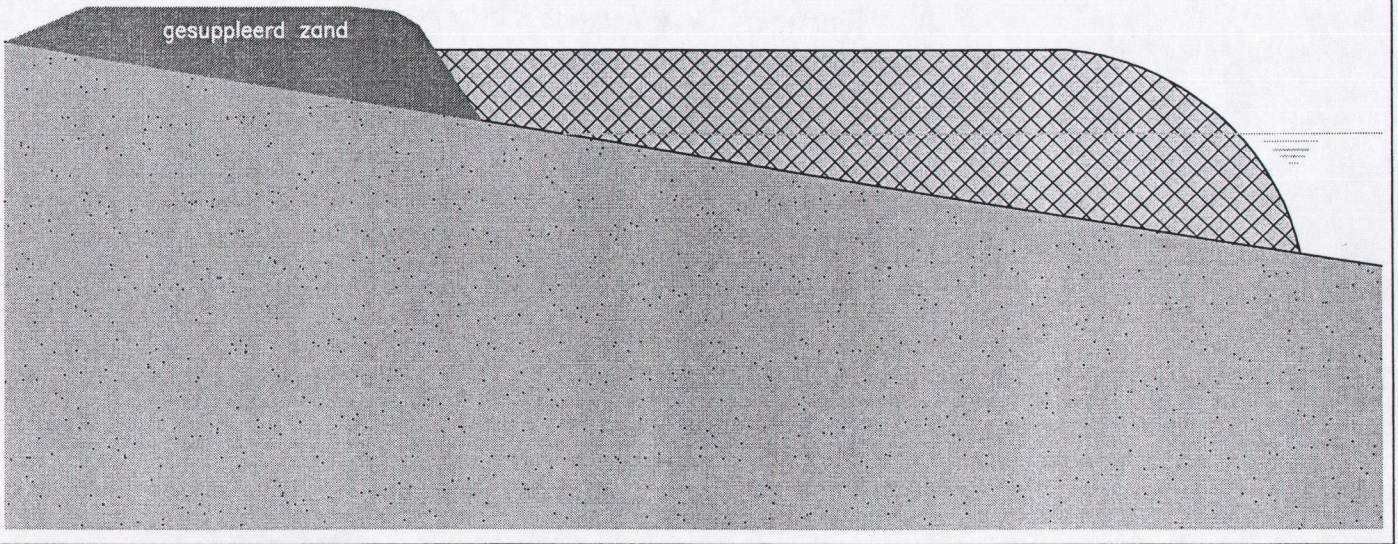
opdrachtgever : Rijkswaterstaat dir. Oost–Nederland
projectnaam : Zandsuppletie in kribvakken langs de Waal
projectcode : RW898.1

Get. : Hekman
Gez. :
Dat. : 08–09–1999

Bovenaanzicht
schaal 1 : 1250



Schematisch zijaanzicht
horizontale schaal 1 : 500
verticale schaal 1 : 200



Raadgevende ingenieurs
Witteveen + Bos

Deventer
Almere
Breda
Den Haag
Maastricht

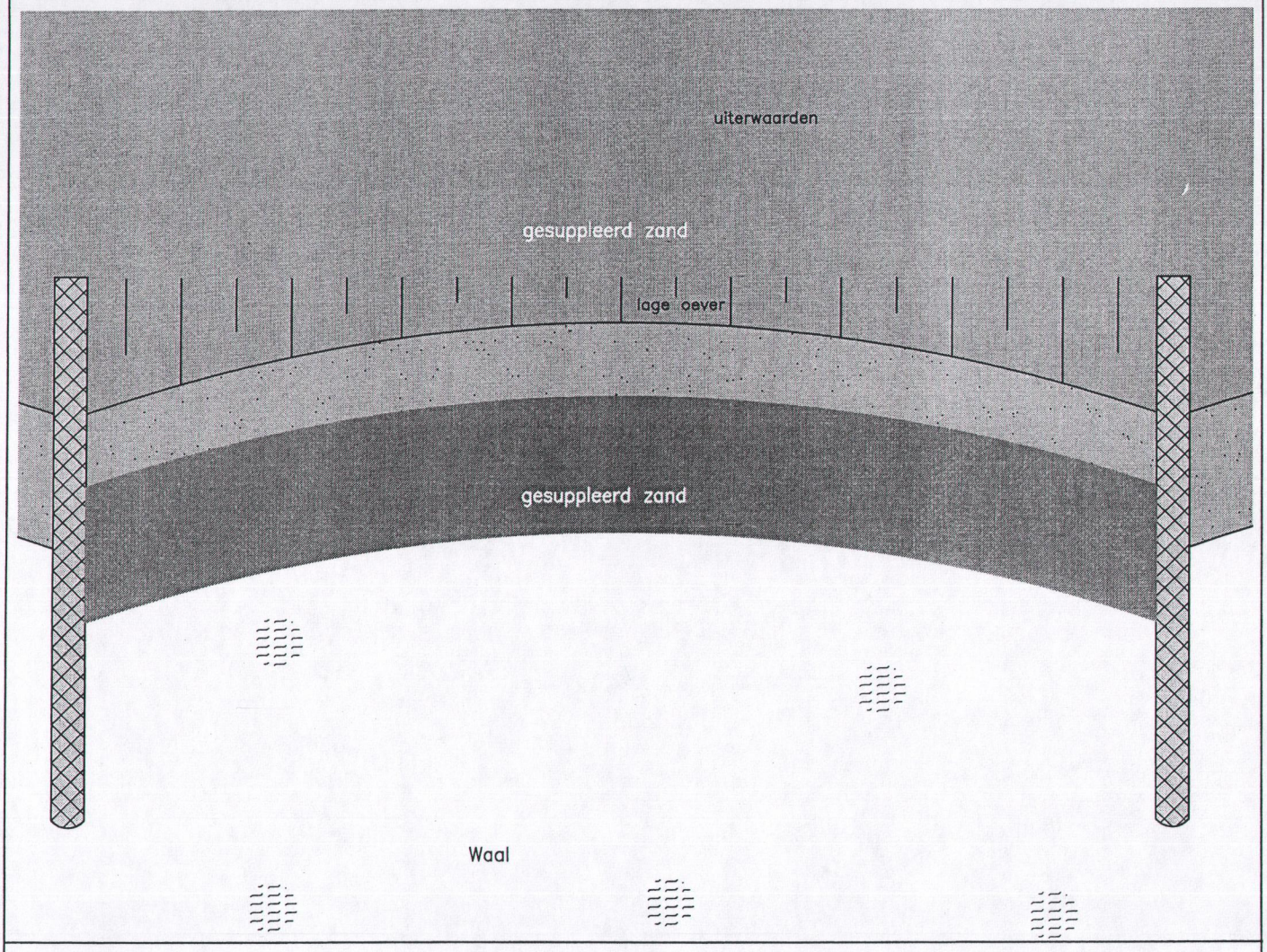
water
infrastructuur
milieu
bouw

Rivierduin/oerverwalsuppletie

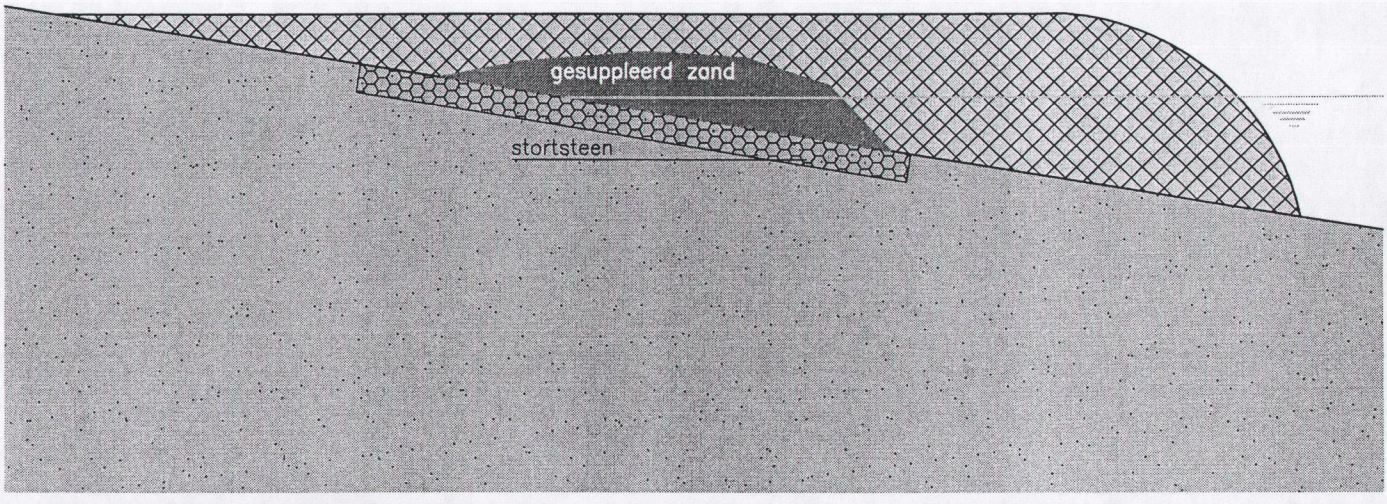
opdrachtgever : Rijkswaterstaat dir. Oost-Nederland
projectnaam : Zandsuppletie in kribvakken langs de Waal
projectcode : RW898.1

Get. : Hekman
Gez. :
Dat. : 08-09-1999

Bovenaanzicht
schaal 1 : 1250



Schematisch zijaanzicht
horizontale schaal 1 : 500
verticale schaal 1 : 200



Raadgevende ingenieurs Bos Witteveen Deventer Almere Breda Den Haag Maastricht water infrastructuur milieu bouw	Suppletie verharde oever opdrachtgever : Rijkswaterstaat dir. Oost–Nederland projectnaam : Zandsuppletie in kribvakken langs de Waal projectcode : RW898.1	Get. : Hekman Gez. : Dat. : 08–09–1999