

Technische en ecologische eisen ten behoeve van het design & construct-contract van de verbreding langs de Twentekanalen voor het onderdeel natuurvriendelijke oevers

**Jan J. Bakker (Infram)
P. Duijn (DWW)**

26-5-2003

Inhoud	3
b) (2) <u>Kanaalpeil</u>	5
b) (3) <u>Functionele eisen</u>	5
1 Oeverstroken	
2 Zwaikom	
3 Geïsoleerde poelen	
4 Grondwerk	
Bronnen	15
Bijlage 1: Waterstanden	17
Bijlage 2: Bepaling golfbelasting	18
Bijlage 3: Indelingskenmerken ecotopen t..b.v. geïsoleerde poelen	20

b) (2) Kanaalpeil

De streefpeilen (KP) zijn NAP + 10,00 m (tussen Eefde en Delden) en NAP + 16,00 m (tussen Delden en Hengelo). Door opwaaiing, spuien en oppompen, plotselinge regenval, verdamping en toevoer vanuit de beken wisselen de peilen. Bij het definitieve ontwerp van de oever wordt rekening gehouden met de volgende gemiddelde kanaalpeilen (GKP):

tussen Eefde en Delden: NAP + 10,10 m (gebaseerd op gemiddelden bij de sluis Eefde zie bijlage 1, opgeteld bij een geschatte opwaaiing vanuit zijkanaal, mond. med. W. Tukker)

tussen Delden en Hengelo: NAP + 16,10 m (gebaseerd op gemiddelden bij de sluis Delden zie bijlage 1).

N.B. Vanwege bovengenoemde oorzaken komen op beide trajecten verhogingen van de waterstanden tot maximaal GKP + 0,15 m ca. 25% van de tijd voor.

b) (3) Functionele eisen

De oevers wordt in drie soorten verdeeld: oeverstroken, geïsoleerde poelen en zwaaiikom. De oeverstroken zijn onderverdeeld in de typen 1-A2, 1-B, 1-C1 en 1-C2. Van de oeverstroken zijn voorontwerpen beschikbaar (Twentekanaal resterende oevers ON 407. Aangepast voorontwerp 18-11-1998). De poelen en de natuurvriendelijke oever bij de zwaaiikom moeten nog ontworpen worden. In onderstaand stuk wordt dan ook gesproken van verschillende niveaus van eisen, in afnemende mate van vrijheid voor de opdrachtnemer: prestatie-eis, constructie-eis, materiaaleis en uitvoeringseis.

1 **Oeverstroken**

Bij de oeverstroken is al een voorontwerp met de aan te leggen constructies beschikbaar. Constructie-eisen worden hieronder benoemd per oevertype. Materiaaleisen worden genoemd aan het einde van deze paragraaf.

1-B type: Smalle oeverstroken: plasbermen achter damwanden.

Streefbeeld

Op plaatsen waar weinig ruimte is worden plasbermen achter damwanden aangelegd. Doelsoorten zijn helofyten, aquatische macrofauna en vissen. Er wordt naar een rietzone gestreefd met een strook open water. Het riet zal zo'n 3-5 jaar na aanleg over de gehele lengte aanwezig zijn. Vissen kunnen rusten en paaien in de oever. In het riet zullen vogels broeden. Bij gereedkomen van de werkzaamheden wordt een kale oever verwacht, eventueel met spontaan gevestigde vegetatie, waarin de damwand, de natte strook, de faunavoorzieningen en het droge, zandige oevertalud zichtbaar zijn. Rond de waterlijn bevindt zich een afbreekbaar geotextiel, hieronder bevindt zich rietwortelgrond.

In aanvulling op het voorontwerp zijn er de volgende constructie-eisen:

- *Hoogte damwand: erosie en veiligheid.* Een vrijboordhoogte van 0,20 m is zeker voldoende om erosie van de achterliggende oever te voorkomen. Dit betekent een damwandhoogte van NAP + 10.30 m tussen Eefde en Delden en een damwandhoogte van NAP + 16.30 m tussen Delden en Hengelo. Omdat de damwanden ten alle tijden zichtbaar moeten zijn voor de scheepvaart wordt op regelmatige afstand 1 van de niet naar beneden geslagen wordt maar op NAP + 10.40 resp. + 16.40 gehouden. De afstand van deze planken is afhankelijk van het benodigde zicht en dient nog uitgezocht te worden. Voor wat betreft problemen tijdens het baggeren van het kanaal wordt verwezen naar het kopje tijdelijke voorzieningen.

Toelichting: de damwand wordt zo laag mogelijk aangelegd om een zo een natuurlijk mogelijke aanblik te hebben. De vrijboordhoogte is de hoogte van damwand boven het gemiddelde kanaalpeil (GKP). Die hoogte bepaalt in belangrijke mate de achter de damwand optredende hydraulische dynamiek, die veroorzaakt wordt door golfoverslag. De golfoverslag wordt bij een gegeven waterstand en vrijboordhoogte van de damwand bepaald door de hoogte van de scheepsgolven. De toelaatbare dynamiek achter de damwand wordt voor een deel bepaald door de beschikbare ruimte achter de damwand, omdat in de zone direct achter de damwand door de overstortende golven een grotere turbulentie wordt veroorzaakt dan enkele meters verderop waar door demping van

turbulentie de dynamiek weer afgenomen is. Dus hoe hoger de scheepsgolven en hoe smaller de achterliggende oeverzone hoe hoger het vrijboord moet zijn. Op basis van de ervaringen opgedaan met de vergelijkbare zuid-oever van het traject ter hoogte van Diepenheim (ten oosten van de Stokkemerbrug), kan het volgende gesteld worden. De toegepaste vrijboordhoogte is KP + 0,20 m. Dit op basis van een scheepsgolfhoogte van 0,30 m, waarbij de golf in de natte strook gereduceerd is tot ca. 0,1 m. De breedte van deze natte strook is minimaal (2,7 m), wordt beëindigd door een betrekkelijke steil talud vanaf GKP (1:2,4 en 1:1,5) en grenst direct aan de wegberm van de N346. Direct bij aanleg is het talud verdedigd met een tijdelijke bescherming bestaande uit een afbreekbaar geotextiel (kokos). Hieronder is rond de waterlijn rietwortel(stok)houdende grond toegepast om de beschermende oevervegetatie snel tot ontwikkeling te laten komen. Een globale beschouwing van de resultaten in de situatie na aanleg (de laatste 15 maart 2002) laat zien dat deze op hoofdlijnen voldoet. De begroeiing is goed tot ontwikkeling gekomen waarbij door de golfoverslag de zone direct achter de damwand min of meer vrij van begroeiing gebleven. Uit bovenstaande kan geconcludeerd worden: doordat: 1. de aan te leggen oever ca. 2 keer zo breed is als de hierboven genoemde oever bij Diepenheim en 2. bij de aan te leggen oever rekening wordt gehouden met een GKP dat 0,10 m hoger ligt dan het streefpeil van NAP + 10.00, is de vrijboordhoogte van 0,20 m zeker voldoende.

- *Wateruitwisseling.* Per sectie van 75 m zijn in principe slechts twee openingen van 0,1 m² nodig. Deze worden in het ontwerp van de fauna-uitstapplaatsen meegenomen. Daarnaast worden om de 25 m (dus nog twee per traject) af te sluiten openingen gemaakt door 1 damwandplank (uitgaande van planken met een breedte van 0,50 m) 0,2 m dieper te slaan of 0,2 m af te zagen. Deze zogenaamde 'noodopening' wordt afgesloten door een opzetstuk. Deze extra openingen zijn alleen nodig wanneer blijkt dat algenbloei of botulisme optreedt. Dit zal inspectie uit moeten wijzen.

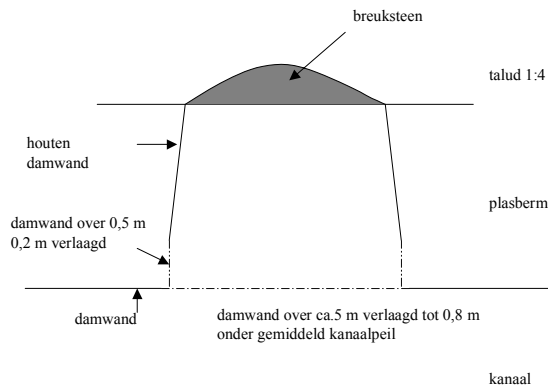
Toelichting: de wateruitwisseling tussen kanaal en natte strook dient ter verversing van het water in de beperkte ruimte van de natte strook zodat interne eutrofiëring voorkomen wordt. Bovendien bieden de openingen gelegenheid tot uitwisseling van zaden en waterorganismen tussen kanaal en oeverzone. De waterverversing wordt veroorzaakt door waterspiegelvariëaties. Deze treden heel nadrukkelijk op tijdens scheepspassages (waterspiegeldaling). In het hierboven genoemde traject ter hoogte van Diepenheim zijn de openingen aangelegd om de 60 m. Daarbij is bij het ontwerp (PLONS-berekeningen, zie bijlage 3) uitgegaan van 5% waterverversing per scheepspassage. Ondertussen is duidelijk geworden dat de wateruitwisseling in werkelijkheid gedomineerd wordt door lange golven in het kanaalpand, waardoor een vrijwel continue wateruitwisseling plaatsvindt. Deze lange golven ontstaan onder andere door het vullen en legen van de schutkolken (translatiegolven) en door varende schepen. De werkelijke verversingsgraad ligt dus veel hoger dan uitsluitend als gevolg van de waterspiegeldaling tijdens scheepspassages. De openingen kunnen dus nog kleiner of het aantal kan verminderd worden. Een kleinere wateruitwisseling zorgt ook voor een kleinere aanvoer van slib waardoor de aanslibbing in de natte strook zal afnemen. Tevens zal de achterliggende oever minder belast worden. Naast wateruitwisseling via de openingen vindt ook wateruitwisseling plaats door golfoverslag, die zich vooral voordoet bij tijdelijk verhoogd kanaalpeil.

- *Rietbegroeiing.* Over een breedte van 1 meter, rond de waterlijn, wordt een laag van tussen de 10 en 20 cm rietwortelgrond aangebracht, en wel gebiedseigen, zandig materiaal. De rietwortelgrond wordt afgedekt met verankerde kokosmat.

Toelichting: Het is de bedoeling dat de vegetatie zich zoveel mogelijk spontaan ontwikkelt, er wordt dan ook geen riet aangeplant. Omdat bescherming van het talud achter de damwand gewenst is, wordt de ontwikkeling van riet echter wel bepoedigd door het aanbrenge van rietwortelgrond.

- *Bodem.* De onderwaterbodem en de oeverlijn moeten **niet** eenvormig afgewerkt worden. Een kwelremmende kleilaag in de oeverstrook moet afgedekt worden met voedselarm, schoon zand met een laagdikte van tenminste 0,5 m cm.
- *Faunavoorzieningen.* Voor reeën en andere faunasoorten worden om de 75 meter uittreedplaatsen aangelegd. Bij deze fup's worden over een lengte van ca. 5 m de damwandplanken naar beneden geslagen tot 0,80 m onder gemiddeld kanaalpeil. Deze 0,80

m is gebaseerd op reeën. De natte strook wordt ter plaatse van die verlaging onderbroken door twee houten damwanden die haaks op de stalen damwand staan. De tussenliggende ruimte wordt als talud 1:4 afgewerkt en met breuksteen verdedigd. De hierdoor ontstane natte strook kan met twee betrekkelijk kleine gaten van ca. 0,1 m², met enkele malen de inhoud van de natte strook per dag ververscht worden. Hiervoor worden openingen gemaakt in beide houten damwanden direct aansluitend aan de stalen damwand. Er zijn dan per sectie van 75 m twee openingen van 0,1 m². Bijkomend voordeel is dat het naar binnen stromende water niet op het talud gericht is maar evenwijdig daaraan in het diepste deel van de natte strook (zie figuur 1).



Figuur 1. Schets van bovenaanzicht fauna-uitstapsplaats. [Zie voor zijaanzichten bestekstekeningen reeds aangelegde fup's achter damwanden]

- *Tijdelijke voorzieningen. Afsluiten openingen.* De openingen moeten worden afgesloten totdat het betreffende gedeelte van het kanaal uitgebaggerd is en daarnaast de rietvegetatie zich voldoende heeft ontwikkeld.

Toelichting: het slib dat momenteel nog in het kanaal ligt mag niet of nauwelijks in de plasberm terechtkomen. Tevens moet de dynamiek achter de damwand bij oplevering zo klein mogelijk zijn om de vestiging van de vegetatie te bespoedigen. Door de dienstkring zal worden gemonitord of de vegetatie zich in de juiste richting ontwikkelt, evenals ongewenste ontwikkelingen als botulisme of algenbloei. Wanneer dit laatste zich voordoet dienen de openingen geopend te worden, dit valt buiten de taak van de opdrachtnemer.

- *Tijdelijke voorzieningen. Talud.* Het talud van de natte strook moet tijdelijk verdedigd worden door middel van een licht, afbreekbaar geotextiel (zie materialen). Dit doek dient op de bodem worden vastgezet. Een strook van 2 à 3 m breed in lengte richting waarvan 1/3 boven en 2/3 onder gemiddeld kanaalpeil is voldoende. De afwerking van het talud dient plaats te vinden tussen 1 februari en 15 april. Bij afwerking buiten deze periode dient de opdrachtnemer erosie gedurende een jaar na oplevering te herstellen.

Toelichting: een tijdelijke bescherming van het talud van de natte strook is gewenst om erosie van het nog onbegroeide talud te voorkomen. Omdat er gebruik wordt gemaakt van rietwortelhoudende grond zal de rietvegetatie zich spoedig ontwikkelen. Erosie vindt alleen plaats als het kanaalpeil boven gemiddeld is en er dan af en toe golven over de damwand slaan, of als er zware regenbuien optreden. De hydraulische belasting in de natte strook is daarmee gering en een licht geotextiel zal derhalve voldoen. Om naast Riet ook planten als Lisdodde en

Geleis de kans te geven het geotextiel te penetreren is het aan te bevelen een lichte kokoskoek toe te passen.

1-A2 type: Brede oeverstroken: plasbermen achter bestorte dammen

Streefbeeld

Op plaatsen waar meer ruimte is worden plasbermen achter breukstenen dammen aangelegd. Doelsoorten zijn waterplanten, helofyten, aquatische macrofauna en amfibieën. Er wordt gestreefd naar een mix van open water met waterplanten en een helofytenzone langs de oever. De ondiepe stroken kunnen zich spontaan ontwikkelen en zullen na 3-5 jaar plaats bieden aan een gevarieerde aquatische macrofauna, aan rustende en broedende vogels, en mogelijk ook aan amfibieën.

Bij gereedkomen van de werkzaamheden wordt een kale oever verwacht, waarin de bestorte dam, de natte strook, en het droge oevertalud zichtbaar zijn.

In aanvulling op het voorontwerp zijn er de volgende constructie-eisen:

- **Hoogte dam.** Oevertype 1A2 bestaat uit een onverankerde damwand die 0,60 m onder GKP eindigt. Vanaf dat niveau begint een dammetje met een grondkern en met taluds onder 1:2 en met een kruinhoogte van GKP + 0,65 m. De grondkern heeft een hoogte van GKP + 0,15 m. Het dammetje wordt verdedigd met een laag breuksteen op een geotextiel. Het achterliggende oevertalud mag niet verdedigd worden, maar geprofileerd worden met gebiedseigen, voedselarm zand (zie grondwerk).

Toelichting: het dammetje moet hoog genoeg zijn om de golfoverslag tot een minimum te beperken om zowel hydraulische dynamiek, troebeling als een teveel aan slib en voedingsstoffen, welke factoren de groei van waterplanten belemmeren, te voorkomen. Anderzijds moeten de dammen zo laag mogelijk aangelegd worden om een zo natuurlijk mogelijk aanblik te hebben. Om de golfbelasting te bepalen zijn met DIPRO een aantal berekeningen gemaakt (zie bijlage 2). Op basis van deze berekeningen en op basis van expert-opinion mag verwacht worden dat incidenteel de oploop groter is dan de voorgestelde hoogte van 0,50 m. Dit betekent dat er zo nu en dan enig golfoverslag te verwachten is. Bij de berekeningen is uitgegaan van maximale (90% van de grenssnelheid) vaarsnelheden. Bij geringe snelheidsvermindering nemen de opgewekte golfhoogten en daarmee de golfoverslag snel af. De hoogte GKP +0,50 lijkt dus voldoende, temeer dat de eventuele overslag via de bestorting vrij rustig de achterliggende natte strook in zal stromen. Omdat de dat de waterstanden soms voor enige tijd (bij elkaar opgeteld ca. 25 % van de tijd) hoger zijn (tussen GKR en GKP + 0,15 m), wordt een hoogte van KP +0,65 m aangehouden. Het dammetje heeft een niet doorlatende grondkern (dus geen zand) om de plasberm te isoleren van het kanaal, zodat zo weinig mogelijk voedselrijk kanaalwater in de plasberm komt.

- **Wateruitwisseling.** Er komen geen openingen in de dam. Bij ongewenste ontwikkelingen als botulisme of algenbloei zullen alsnog openingen in de dam gemaakt kunnen worden. Hiervoor is inspectie noodzakelijk.
- **Bodem.** Een waterafdichtende voedselrijke kleilaag in de oeverstrook is ecologisch gezien ongewenst omdat die de ontwikkeling van waterplanten in de weg kan staan. Om deze negatieve effecten te minimaliseren moet deze kleilaag afgedekt worden met voedselarm, schoon zand met een laagdikte van tenminste 0,15 m. Er mag geen rietwortelgrond in de plasberm gestort worden aangezien een dichte rietvegetatie de groei van waterplanten belemmert. Ook vindt er geen aanplant van riet of andere planten plaats. De onderwaterbodem en de oeverlijn moeten niet eenvormig en glad afgewerkt worden, zie grondwerk. Rond de waterlijn zijn flauw hellende of vlakke stukjes gewenst ten behoeve van amfibieën.

1-C1 type: kaden

- Langs kades buiten de bebouwde kom worden ook om de 75 m fauna-uitstapplaatsen aangebracht. Zie voor het ontwerp hiervan het oevertype 1B, maar dan zonder openingen.

1-C2 type: aanliggende taludverdediging

- De aanliggende taludverdediging wordt uitgevoerd tot een hoogte van GKP +0,4 m. De verdediging dient uitgevoerd te worden als doorgroeiconstructie. Hierboven moet een tijdelijke verdediging in de vorm van een 1 m breed licht geotextiel (300 g/m²) aangebracht worden. Dit doek moet met krammen worden vastgelegd.

Toelichting: dit oevertype verschilt ten opzichte van het vorige (1A2) type alleen in het niet aanwezig zijn van een natte strook. Belastingen en oploop zijn dan ook identiek aan die van het dammetje. De voorgestelde hoogte van de aanliggende taludverdediging (KP +0,4 m) is dus niet voldoende om alle golfoploop op te vangen. Maar dit hoeft ook niet perse. Meestal zal de hoogte voldoende zijn en als het talud boven de bestorting goed begroeid is zal het laatste stuk van de golfplooptong geen problemen veroorzaken. De vegetatie zal het boven de bestorting liggende talud op een natuurlijke wijze verdedigen. Omdat direct na aanleg het talud boven de verdediging onbegroeid is, is het zinnig om hier met het in type 1B genoemde kokosdoek een tijdelijke verdediging aan te brengen. Een 1 m brede strook doek vanaf bovenkant bestorting zal voldoende zijn.

Voor alle oevertypen zijn de volgende materiaaleisen van kracht:

- *damwand*. De materiaalkeuze wordt in een ander deelproject gedaan, hier wordt uitgegaan van damwandplanken van 0,5 m breed.
- *rietwortelhoudende grond*. De rietwortelhoudende grond die toegepast wordt in oevertype 1-B moet in een zone boven GKP -0,20 m worden aangebracht. De rietwortelstokken onder dat niveau zullen vanwege zuurstofgebrek slecht aanslaan. Een eenmaal ontwikkelde rietvegetatie zal zich ook onder water uitbreiden. Om de rietwortelstokken niet te veel te beschadigen moet een laagdikte van 0,10 - 0,20 m worden aangehouden en de wortelhoudende grond voorzichtig worden behandeld. De rietwortelgrond moet gehaald worden van de oude oever (zie Bureau Daslook, 1998). Hiervoor mag slechts de onderste halve meter gebruikt worden, het hogere, droge riet bevat teveel ruigtesoorten. De rietwortelgrond moet nat bewaard worden in een vijverdepot.
- *bestorting dam*. De toe te passen breuksteen sortering moet 10-60 kg zijn. De dichtheid is tenminste 2550 kg/m³ (RAW-eis). De laagdikte moet berekend worden volgens het Handboek Natuurvriendelijke Oevers, Belasting en sterkte, bijlage 1. (CUR-publicatie 201, 1999).
- *fup's*. De vrijkomende houten damwandplanken dienen te worden hergebruikt voor de damwanden van de fup's loodrecht op de oever.
- *geotextielen*. Tijdelijke bescherming van het talud van de natte strook achter de damwand is gewenst om erosie van het nog onbegroeide talud te voorkomen. Het textiel wordt geacht zeker 2 jaar en maximaal 5 jaar werkzaam te zijn. Deze termijn komt grofweg overeen met de ervaring opgedaan bij het oeverproject ter hoogte van Diepenheim. Voor de overige eisen zijn de standaard RAW-bepalingen van kracht. De opdrachtnemer moet de daarin genoemde aspecten uitwerken en hiermee aantonen dat de geotextielen voldoen. Een permanent, zwaarder en sterker geotextiel is nodig tussen grondnam en breuksteen van oevertype 1-A2. Ook hiervoor geldt dat de standaard RAW-bepalingen van kracht zijn en dat de opdrachtnemer de daarin genoemde aspecten uit moet werken om hiermee aan te tonen dat de geotextielen voldoen.

2 Zwaaiikom

Streefbeeld

De zwaaiikom (km 40.01 – 40.24) wordt omgevormd tot een brede natuurvriendelijke oever. Door de beschikbare breedte (breedste stuk is ongeveer 50 m) is een heel scala aan vegetatietypen mogelijk, van watervegetatie tot struweel. Hierdoor zal de oever na 3-7 jaar niet alleen habitat bieden aan een gevarieerde aquatische macrofauna en rustende en paaiende vissen, maar ook aan terrestrische macrofauna, zonnende amfibieën en aan rustende en broedende vogels van verschillende vegetatietypen. Recreanten kunnen er vissen en van de natuur genieten. De zwaaiikom wordt gescheiden van het kanaal door een dam waar regelmatig water over heen slaat.

Prestatie-eis

De oevers kunnen zich spontaan ontwikkelen. Bij oplevering wordt een kale oever verwacht, waarin zichtbaar zijn:

- een vooroeververdediging in de vorm van de dam uit het 1-A2 type in het verlengde van de kanaaloevers. De dam die de zwaaiikom van het kanaal scheidt zal lager moeten zijn dan die van het 1-A2 type oever omdat het water bij passerende schepen regelmatig over de dam moet kunnen slaan. De hoogte is dan ook GKP + 0,45 m. De overgang naar de aangrenzende dam op GKP +0,65 m vindt geleidelijk over 10 meter plaats. Daarnaast zijn er V-vormige openingen in de dam aanwezig. Het percentage waterverversing moet vergelijkbaar zijn met het 1-B-type (5% per scheepspassage). De dynamiek moet voldoende zijn om verlanding te voorkomen;
- een natte plas;
- een de zandoever met een profiel variërend van 1:4 tot 1:20;
- tijdelijke voorzieningen om recreanten te weren;

Toelichting: als voorzieningen voor recreanten zal na enkele jaren een visstoep met een toegangspad worden aangebracht. Deze voorzieningen worden aan één zijde van de zwaaiikom aangebracht, de andere zijde dient te worden afgesloten voor publiek. Dit valt buiten dit bestek. Recreanten moeten tot die tijd geweerd worden uit het terrein om de nieuwe oever niet te beschadigen. De tijdelijke voorzieningen moeten tenminste twee jaar voldoen.

- eventueel spontaan gevestigde vegetatie.

Er ligt geen slib op de bodem.

De volgende ecotopen en eco-elementen moeten zich kunnen ontwikkelen in de volgende percentages/lengte:

Ecotoop	Eco-element	Percentage/ lengte
Ondiep water zonder waterplanten (Oz)	Ondiep water met zandbodem	5-10
Ondiep water met waterplanten (Ow)	Ondiep water met waterplanten in pionierstadium, Sterk ontwikkelde watervegetatie	5-10
Ondiep water met natuurlijke helofytenvegetatie (Oh-1)	Soortenrijke helofytenvegetatie in ondiep water	20-30
	Soortenrijke helofytenvegetatie rond de waterlijn	10-20
Open terrein in oeverzone (Ok)	Glooiende kale oever	10-20
	Steilrand	0-20 meter
Laag gelegen moerasruigte (Lr)	Laag gelegen moerasruigte met opslag	10-20
Hoog gelegen ruigte (Hr)	Hoog gelegen natuurlijke ruigte met opslag	10-20
Hoog gelegen natuurlijk (hoe natuurlijk zal dit worden? grasland (Hg-1)	Hoog gelegen soortenrijk grasland	5-10

Voor de abiotische randvoorwaarden die bij deze ecotopen horen wordt verwezen naar het kanaalecotopenstelsel (Peters 1999).

Er zijn twee overige eisen:

- materiaaleis: er vindt er geen aanplant van Riet of andere planten plaats;
- uitvoeringseis: de onderwaterbodem en de oeverlijn moeten niet eenvormig afgewerkt worden, zie grondwerk. Rond de waterlijn zijn flauw hellende of vlakke stukjes gewenst ten behoeve van amfibieën.

3 Geïsoleerde poelen

Streefbeeld

Deze poelen liggen evenwijdig aan het kanaal (km 41.5 – 42.2) en worden alleen gevoed door kwel- en regenwater. De voedselrijkdom van dit water is laag, bijzondere waterplantenvegetaties kunnen zich ontwikkelen. Door de verwachte goede waterkwaliteit en de lage dynamiek zijn de poelen met name geschikt voor een gevarieerde aquatische macrofauna, voor amfibieën en mogelijk voor rustende en broedende vogels. Langs het water bevinden zich soortenrijk grasland en rietland, met soorten kenmerkend voor een meso- tot eutroof milieu. Er is geen verstoring door recreanten.

Prestatie-eis

Bij oplevering wordt een geaccidenteerd, kaal (eventueel met spontaan gevestigde vegetatie, zandig terrein verwacht, waarin poelen zichtbaar zijn. Er mag geen voedselrijke of vervuilde grond aangebracht worden, of grond met zaden en plantendelen van voedselrijke omstandigheden. Geïsoleerde poelen vallen onder het ecotoop Ox Overig water. Omdat dit ecotoop te weinig differentiatie mogelijk maakt en er voor kleine, geïsoleerde wateren is geen ecotopensysteem voorhanden is, is gebruik gemaakt van indelingskenmerken uit het Kanalen-ecotopenstelsel (KES), het Rijkswateren Ecotopenstelsel Aquatisch (RWESAquatisch) en het Rijkswateren Ecotopenstelsel Oevers (RWESOevers) (zij bijlage 3). De volgende ecotopen en eco-elementen moeten zich kunnen ontwikkelen in de volgende percentages:

Ecotoop	Eco-element	Percentage
Ondiep water zonder begroeiing (Oz)	Ondiep water met zandbodem	5-10
Ondiep water met waterplanten (Ow)	Waterplanten in pionierstadium	20-30
	Sterk ontwikkelde waterplantenvegetatie	20-30
Ondiep water met natuurlijke helofytenvegetatie (Oh-1)	Soortenrijke helofytenvegetatie in ondiep water	10-15
	Soortenrijke helofytenvegetatie rond de waterlijn	10-15
Laag gelegen moerasruigte (Lr)	Laag gelegen moerasruigte met opslag	5-10
Hoog gelegen ruigte (Hr)	Hoog gelegen natuurlijke ruigte met opslag	5-10
Hoog gelegen natuurlijk grasland (Hg-1)	Hoog gelegen soortenrijk grasland	5-10

Bij oplevering zijn tijdelijke voorzieningen aanwezig om recreanten te weren, zodat de nieuwe oever niet beschadigd wordt.

Er zijn twee overige eisen:

- materiaaleis: er mag geen rietwortelgrond in de poel gestort worden; dit belemmert de groei van waterplanten. Ook vindt er geen aanplant van Riet of andere planten plaats;
- uitvoeringseis: de onderwaterbodem en de oeverlijn moeten niet eenvormig afgewerkt worden, zie grondwerk. Rond de waterlijn zijn flauw hellende of vlakke stukjes gewenst ten behoeve van amfibieën.

4 Grondwerk

Voor alle bovenstaande projecten gelden de volgende uitvoeringseisen:

- Kleine oneffenheden in het terrein zorgen voor een variatie in het microklimaat: kleine verschillen in temperatuur, vochtigheid en blootstelling aan de wind bieden mogelijkheden aan verschillende dieren en planten, wat een verrijking van de natuur ter plekke is. Egaliseren, frezen en glad harken dienen dus achterwege te blijven.
- Een natuurlijke onderwaterbodem heeft kuilen en bulten en de oeverlijn golft. Deze onregelmatigheden veroorzaken plaatselijk een geringe erosie en sedimentatie zodat zich allerlei habitats ontwikkelen die de ontwikkeling van een soortenrijk planten- en dierenleven stimuleren. Enkele diepere kuilen (0,5 m diep) kunnen dienst doen als slibvang.
- Verder dient voorkomen te worden dat de grond dichtslaat waardoor de spontane vestiging van planten moeizaam verloopt. Werkzaamheden die dit voorkomen zijn:
 - achteruit te werken;
 - het mes van de graafbak in stekende stand te houden en liefst een gladde bak te gebruiken;
 - niet over het gehele terrein te rijden maar een werkstrook te maken op de plaats die later nog afgegraven wordt.
- Het opgeleverde graafwerk dient over het algemeen niet afwerkt worden met voedselrijke grond, maar kaal te blijven, zodat een soortenrijke vegetatie van voedselarme zandgronden ontstaat. Inzaaien is niet toegestaan. Op enkele plekken, waar nu de meest bijzondere (zie Bureau Daslook, 1998) begroeiing voorkomt, dient deze begroeiing afgegraven en teruggezet te worden. Het beste is om de complete zode te verplaatsen (vegetatie + grond tot 25 cm beneden maaiveld). De zoden moeten na afgraving direct op vergelijkbare plekken teruggezet worden. Voor de afwerking van de voor erosie meest kwetsbare gedeelten (het bovenste deel van het talud van de oevers en de strook direct naast de weg) dient afdekgrond gebruikt te worden van plaatsen waar nu vegetaties van voedselarme grond staan. De concentratie aan zaden en wortelstokken is het grootst tot 25 cm beneden maaiveld. De grond moet direct gebruikt worden en mag niet in een depot gezet worden, omdat dan de kiemkracht van de aanwezige zaden sterk afneemt. Mocht dit niet mogelijk zijn in verband met de volgorde van werkzaamheden, dan dient de grond niet in lagen dikker dan 1 meter, niet in de winter en niet langer dan 3 maanden in depot gezet te worden. Als basis voor de afwerking moet het rapport "Een vegetatiekartering van oeverstroken langs delen van de Twenthekanalen" met vegetatiekaarten (Bureau Daslook, 1998) gebruikt worden. In dit rapport staat nauwkeurig omschreven welke vegetaties het meest bijzonder zijn en voor terugzetten in de vorm van zoden in aanmerking komen, en welke grond in principe geschikt is om te gebruiken als afdekgrond voor nieuw aangelegde bermen en taluds. Ook is hierin vermeld welke grond beslist niet gebruikt moet worden: grond afkomstig van de verpachte stroken grasland. Deze grond moet tot een halve meter diep worden afgegraven en afgevoerd.
- Op plekken waar een nieuw talud gegraven wordt tot in de kwelsloot:: maak dit talud aan de teen bij de kwelsloot zo vlak mogelijk. Een andere mogelijkheid is een getrappt talud waarbij de trede op gemiddeld zomerpeil moet liggen. Het is verder van belang om zorgvuldig om te gaan met kwelsloten waar wettelijk beschermde soorten in voorkomen. Er mag niet in de sloot zelf niet gegraven worden, noch mag er zand in de kwelsloten terecht komen
- De afwerking dient tussen 1 januari en 15 april (niet tijdens vorst) gedaan te worden te zijn zodat de zoden niet teveel uitdrogen, de vegetatie snel aanslaat en erosie voorkomen wordt.
- In dit verband is het ook van belang dat de aannemer werkt volgens de gids "Werkgids Natuurtechniek" en dat er een goede begeleiding in het veld is.

De inhoud van de volgende rapporten dienen als aanvulling op deze eisen:

- voor de herkomst en behandeling van donorgrond en -riet:

Boedeltje, 1998. Een vegetatiekartering van oeverstroken langs delen van de Twenthekanalen. Bureau Daslook in opdracht van RWS, Directie Oost-Nederland.

- voor de abiotische gegevens van de ecotopen:

Peters, J. 1999. KanalenEcotopenstelsel. Een ecotopenstelsel voor zoete en brakke scheepvaartkanalen. Grontmij Zuid, Eindhoven in opdracht van DWW Delft. ISBN 9036952417.

- voor het grondwerk:

CUR & IKC Natuurbeheer, 1996. Werkgids Natuurtechniek. ISBN 90 376 0052 2.

Bronnen

Bureau Daslook, 1998. Een vegetatiekartering van oeverstroken langs delen van de Twenthekanalen. Bureau Daslook in opdracht van RWS, Directie Oost-Nederland.

Buijtenen, W. van 2002. Specificatie DIPRO+. Versie 3.1. IKM engineering, Gouda, i.o.v. RWS DWW.

CUR & IKC Natuurbeheer, 1996. Werkgids Natuurtechniek. ISBN 90 376 0052 2.

CUR, 1999. Natuurvriendelijke oevers. Aanpak en toepassingen. CUR publicatie 200, Stichting CUR, Gouda

CUR, 1999. Natuurvriendelijke oevers. Belasting en sterkte. CUR publicatie 201, Stichting CUR, Gouda

Grontmij, 1994. De Twenthekanalen natuurvriendelijk... Plan voor versterking van de ecologische functies. In opdracht van RWS Directie Oost-Nederland.

Haye, M.A.A. de la, 1997. Waterplanten in natte stroken; pioniers of blijvertjes. Habitatieisen versus oeverontwerp. RWS-DWW rapportnr. W-DWW-97-026.

Liebrand, C.I.J.M., 1996. Aanleg en beheer van rivierdijken. Terugkeer van soortenrijk grasland door gerichte maatregelen. Vakgroep Terrestrische Oecologie en Natuurbeheer van de Landbouwuniversiteit Wageningen in opdracht van Polderdistrict Groot Maas en Waal en de Provincie Gelderland.

Lorenz, Carolin, 2001. Rijkswateren-Ecotopen-Stelsels. Oevers. Witteveen + Bos i.o.v. RWS RIZA.

Molen, D.T. van der, H.P.A. Aarts, J.J.G.M. Backx, E.F. M. Geilen & M. Platteeuw, 2000. Rijkswateren-Ecotopen-Stelsels. Aquatisch. RWES-rapport nr. 5. ISBN 9036953367.

Peters, J. 1999. KanalenEcotopenstelsel. Een ecotopenstelsel voor zoete en brakke scheepvaartkanalen. Grontmij Zuid, Eindhoven in opdracht van DWW Delft. ISBN 9036952417.

Soesbergen M., M.A.A. de la Haye, P. Klok en M. Graafland, 1999. De waterbodempkwaliteit van natte stroken langs kanalen. DWW, Delft. Rapportnr. W-DWW98-084.

Daarnaast zijn de resultaten gebruikt van het promotie-onderzoek van Boedeltje, o.a. uit de volgende publicaties:

Boedeltje, 1999. De watervegetatie in ondiepe oeverstroken langs de Twenthekanalen in relatie tot het milieu. In opdracht van RWS Directie Oost Nederland.

Boedeltje, G., A.J.P. Smolders, J.G.M. Roelofs and J.M. van Groenendaal, 2001. Constructed shallow zones along navigation canals: vegetation establishment and change in relation to environmental characteristics. Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems 11:453-471 (2001).

Bijlage 1: Waterstanden (bron: dienstkring Twentekanalen-IJsseldelta)

365 dagen x 24 uur = 8.760 uur

8760 x 2 jaar = 17.520 uur

dikke lijn = gemiddeld kanaalpeil (GKP)

stippellijn = streefpeil (KP)

Waterstand tov NAP	Aantal uren in 2001/2002	
	Eefde boven	Delden beneden
936 - 940	13	0
941 - 945	6	0
946 - 950	6	0
951 - 955	8	0
956 - 960	11	0
961 - 965	6	0
966 - 970	19	0
971 - 975	32	0
976 - 980	27	0
981 - 985	33	6
986 - 990	201	94
991 - 995	1080	921
996 - 1000	3471	3797
1001 - 1005	6375	7048
1006 - 1010	4731	4074
1011 - 1015	1183	1089
1016 - 1020	86	152
1021 - 1025	2	30
1026 - 1030	0	10
1031 - 1035	0	6
1036 - 1040	0	1
Totaal	17290	17228

Waterstand tov NAP	Aantal uren in 2001/2002	
	Delden boven	Hengelo beneden
1581 - 1585	5	1
1586 - 1590	33	20
1591 - 1595	274	159
1596 - 1600	1155	855
1601 - 1605	3273	2766
1606 - 1610	5267	5270
1611 - 1615	4542	4911
1616 - 1620	1948	2547
1621 - 1625	609	750
1626 - 1630	100	94
1631 - 1635	22	22
1636 - 1640	0	5
1641 - 1645	2	1
1646 - 1650	0	1
Totaal	17230	17402

Gem. w.stand 1609 1610

Gem. w.stand 1003 1003

Bijlage 2: Bepaling golfbelasting

Om de golfbelasting op de dam (1-A2-type) en het oevertalud (1-C2-type) te bepalen is met DIPRO een aantal berekeningen gemaakt. Hiertoe is het profiel om redenen van vereenvoudiging op twee manieren geschematiseerd en is met een drietal scheepstypen de simulaties uitgevoerd. Als vaarsnelheid is voor de berekeningen aangehouden de 'praktische' maximum vaarsnelheid overeenkomend met 0,9 maal de grenssnelheid (VL). Dit zijn dus redelijk uitzonderlijk hoge vaarsnelheden, waarbij als regel verwacht mag worden dat de schepen in werkelijkheid minder snel varen. De schepen werden daarbij geacht in het midden van het kanaal te varen. Reden hiervan is dat verwacht mag worden dat de schepen normaal gesproken langzamer dan de topsnelheid zullen varen als ze gedwongen worden uit de as van het kanaal te gaan varen. Uitgangspunt is verder dat lokaal en incidenteel enig overslag geen probleem oplevert.

Kanaalprofiel

Breedte tussen de damwanden: 51 m

Gemiddelde diepte 1: 4,00 m

Gemiddelde diepte 2: 3,60 m

Schepen:

Rijn-Hernekanaalschip met maatgevende afmetingen (RHK), motorschip (MS) en sleepboot

	RHK-geladen	RHK-leeg	MS-geladen	MS-leeg	Sleepboot
Lengte [m]	110	110	80	80	20
Breedte [m]	11,4	11,4	9,5	9,5	5
Diepgang voor [m]	3,5	1,6	2,5	0,5	2
Diepgang achter [m]	3,5	1,8	2,5	1,5	2
Vaarsnelheid [m/s] 0,9VL bij h = 4 m	2,7	3,4	3,3	3,7	4,0
Vaarsnelheid [m/s] 0,9VL bij h = 3,6 m	2,4	3,2	3,0	3,5	3,8

DIPRO rekenresultaten Twentekanalen

Schepen											maatgeven 5d
	1	2	3	4	5	1 *)	2	3	4	5	
Vaarweg	ondiepe schematisatie					diepe schematisatie					
Grenssnelheid	2,984	3,774	3,620	4,113	4,514	2,706	3,498	3,344	3,838	4,242	4,514
Vaarsnelheid	2,690	3,400	3,260	3,700	4,060	2,440	3,150	3,010	3,450	3,820	4,060
Fvls	0,900	0,900	0,900	0,900	0,900	0,900	0,900	0,900	0,900	0,900	0,900
Ys	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
Urm	1,062	0,778	0,831	0,660	0,643	****	0,778	0,832	0,657	0,682	1,062
Ure	1,062	0,778	0,831	0,660	1,071	****	0,778	0,832	0,657	1,137	1,137
Dhm	0,377	0,336	0,345	0,310	0,439	****	0,312	0,320	0,288	0,501	0,501
Dhe	0,377	0,336	0,345	0,310	0,732	****	0,312	0,320	0,288	0,834	0,834
Zmax	0,377	0,336	0,345	0,310	0,732	****	0,312	0,320	0,288	0,834	0,834
Hf	0,414	0,369	0,380	0,341	0,776	****	0,343	0,352	0,316	0,884	0,884
lf	0,012	0,011	0,011	0,010	0,023	****	0,010	0,011	0,009	0,027	0,027
Hi	0,105	0,109	0,146	0,077	0,387	****	0,086	0,114	0,063	0,325	0,387
Ti	1,398	1,767	1,694	1,923	2,110	****	1,637	1,564	1,793	1,985	2,110
Lwi	3,105	4,960	4,560	5,874	7,072	****	4,257	3,887	5,107	6,261	7,072
Tt	1,919	2,425	2,325	2,639	2,896	****	2,247	2,147	2,461	2,725	2,896
Lt	6,024	9,624	8,847	11,400	13,720	****	8,260	7,542	9,909	12,150	13,720
Umax	0,284	0,510	0,079	0,555	2,191	****	0,473	0,452	0,518	2,277	2,277
D50-Hi	0,023	0,024	0,033	0,017	0,087	****	0,019	0,025	0,014	0,073	0,087
D50-zm	0,127	0,113	0,116	0,105	0,247	****	0,105	0,108	0,097	0,281	0,281

Schepen	
	1 Rijn-Hernekanaalschip geladen
	Rijn-Hernekanaalschip
	2 ongeladen
	3 Motorschip geladen
	4 Motorschip ongeladen
	5 Sleepboot

*) Geen resultaten omdat dit schip in de ondiepe schematisatie aan de grond loopt

Bijlage 3: Indelingskenmerken ecotopen t..b.v. geïsoleerde poelen

Ecotoop	Eco-element	Hydro-dynamiek	Morfo-dynamiek	Beheer/gebruik	Bodem type
Ondiep water, zand	Ondiep water	0	3	3	z
	Waterplanten in pionierstadium	0	3	3	z
	Sterk ontwikkelde waterplantenvegetatie	0	3	3	z
Soortenrijke helofytenvegetatie in ondiep water	Soortenrijke helofytenvegetatie in ondiep water	1s	3	3	z
Laag gelegen grasland	Soortenrijk grasland	5	3	3	z
Soortenrijke moerasruigte	Laag gelegen moerasruigte met opslag	5	3	3	z
Hooggelegen ruigte	Hoog gelegen natuurlijke ruigte met opslag	6	3	3	z
Hooggelegen natuurlijk grasland	Hoog gelegen soortenrijk grasland	6	3	3	z

Toelichting:

Voor kleine, geïsoleerde wateren is geen ecotopensysteem voorhanden. Er is daarom gebruik gemaakt van indelingskenmerken uit het Kanalen-ecotopenstelsel (KES), het Rijkswateren Ecotopenstelsel Aquatisch (RWESAquatisch) en het Rijkswateren Ecotopenstelsel Oevers (RWESOevers). De beschrijving van de soorten die in deze ecotopen kunnen voorkomen, m.a.w. een uitgebreidere beschrijving van het streefbeeld, zal dan ook iets afwijken van ecotopen en eco-elementen genoemd in deze stelsels. Voor de beschrijvingen kan het best worden teruggegrepen naar het KES.

Hydrodynamiek

0 (uit RWES aquatisch) = Ondiep water: bij gemiddeld zomerpeil en gemiddeld winterpeil tussen 0,3 m en 1 m diep;

1s (uit RWES oevers) = Natte zone rond of onder de waterlijn, waarbij nooit sprake is van een vochttekort; gemideld zomerpeil van 0-0,3 m diep;

5 = Drassige oever direct grenzend aan de waterlijn, waarbij nooit sprake is van een vochttekort, gem. grondwaterstand 0,3-0,5 m beneden maaiveld;

6 = Vochtige terrestrische zone verder af van de waterlijn, waarbij nooit sprake is van vochttekort, gem. grondwaterstand 0,5-1,2 m beneden maaiveld.

Morfodynamiek

3 = Laag dynamisch; de bodem komt nauwelijks in beweging onder invloed van stroming of golven.

Gebruik/beheer

3 = Natuurgericht beheer

Het beheer is erop gericht om de ecotopen zich zo te laten ontwikkelen dat een gevarieerde en soortenrijke flora en fauna ontstaat. Als er niet beheerd wordt zal het streefbeeld nooit gehaald worden. Het beheer zal pas 2 jaar na aanleg ingang gezet moeten worden. Voor de laag gelegen moerasruigte betekent dit 1 x per 2 jaar gefaseerd maaien en afvoeren van het maaisel, voor de laaggelegen en hooggelegen soortenrijke graslanden 2 maal per jaar maaien en afvoeren van het maaisel. Het water zal afhankelijk van verlanding, nu en dan gebaggerd moeten worden. Hiervoor is monitoring noodzakelijk.

Bodemtype

z = Zandbodem