



Waterschap Veluwe

KRW-maatregelen in de IJssel

Planstudie

Principeoplossingen



Samenwerken
aan
water

Planstudie KRW maatregelen IJssel

Achtergrondrapportage Principe ontwerp KRW maatregelen IJssel

projectnr. 236673
 versie 2.0
 21 april 2011

Auteurs: Daphne Willems, Alphons van Winden
Afbeeldingen D. Oomen
Bureau Stroming

Opdrachtgever



Waterschap Veluwe

Waterschap Veluwe
 Steenbokstraat 10
 Postbus 4142
 7320 AC APELDOORN

datum vrijgave	beschrijving revisie 0.1	goedkeuring	vrijgave
18 mrt 2011	concept	AvW	MB
21 april 2011	definitief 2.0- opm WsV verwerkt	AvW	MB

Inhoud		blz.
1	Inleiding.....	2
2	Ontwerpprincipes.....	2
2.1	Ecologische principes	2
2.2	Morfologische en hydraulische principes.....	2
2.3	Landschappelijke principes.....	3
2.4	Beheer en instandhouding	3
3	Principeschetsen	6
3.1	Oeveroptimalisatie	6
3.1.1	Gestreekte oever.....	6
3.1.2	Kribvak oever.....	10
3.2	Aanleg geulen	13
3.2.1	Lengte.....	13
3.2.2	Doorsnede	13
4	Samengevat.....	17
4.1.1	Oeveroptimalisatie	17
4.1.2	Aanleg geulen	17

1 Inleiding

Dit document geeft de principeontwerpen weer voor de KRW-maatregelen langs de IJssel. Het is een verdere uitwerking van het basisdocument Systeemanalyse en visie. De ontwerpprincipes sluiten aan op het IJsselsysteem, doordat ze logischerwijs volgen uit het eerder beschreven systeeminzicht en bijbehorende visie.

Hoofdstuk 2 beschrijft de meer algemene ontwerpprincipes voor KRW-maatregelen langs de IJssel: ecologische, morfologische en landschappelijke principes. Ook staat het stil bij onderhoud en beheer, aangezien het ontwerp de basis legt voor de toekomstige beheerinspanning.

Hoofdstuk 3 zoomt in op de maatregelen en beschrijft achtereenvolgens de mogelijke typen oeveroptimalisatie, de meestromende geulen en de eenzijdig aangetakte geulen. Daarbij komt aan bod wat de huidige situatie langs de IJssel qua oevers is, wat de consequenties zijn van de ingrepen, welke varianten van passende oeveroptimalisatie er bestaan en hoe geulen eruit zien die passen bij de dimensies van de IJssel en die de KRW-doelen optimaal faciliteren.

Hoofdstuk 4 vat ten slotte dit gehele document samen.

Bij de uiteindelijke locatiekeuze zal duidelijk worden welk oevertraject en welke geul welke dimensies en ontwerp meekrijgen. Dit vergt verdergaand maatwerk. Dit document vormt de basis voor die locatiespecifieke detailuitwerking.

2 Ontwerpprincipes

Vanuit de systeemanalyse en de visie op de ontwikkeling van het IJsellandschap ten behoeve van de KRW-doelen ontstaan een aantal ontwerpprincipes. Het betreft ecologische, morfologische en landschappelijke principes.

2.1 Ecologische principes

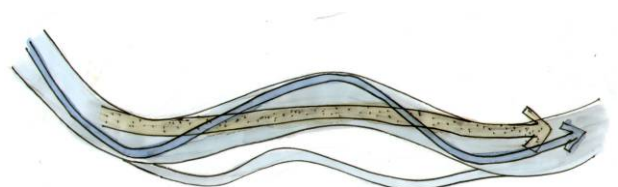
Zoals beschreven in het systeemanalyse document, ontbreekt het in het huidige IJsselsysteem aan ondiep, stromend water, beschut tegen scheepvaartgolven en met variatie in habitats om de KRW-doelen te halen. In het natuurlijke riviersysteem met zandbanken en ondieptes bestonden de hoofdstroom en nevenstroom naast elkaar. Omdat deze situatie sinds de regulering en normalisatie is verdwenen ten behoeve van de scheepvaart, bevorderen nevengeulen het ecologisch functioneren van het riviersysteem door stromend water in de uiterwaard toe te laten, buiten de vaargeul. Hieruit volgen de ontwerpprincipes vanuit de ecologie:

- Creëer ondiep, stromend water
- Creëer, o.a. variatie in habitats diepte, substraat (waterplanten, dood hout)
- Creëer stapstenen voor trekvissen (ca. 10 km)
- Waterkwaliteit: benut kwel

2.2 Morfologische en hydraulische principes

Tak geulen daar aan waar sedimenttransport niet gaat

De sedimentlast van in het rivierwater voorkomend zand en klei is het grootst in binnenbochten. Om te voorkomen dat een tweezijdig aangetakte geul snel aanslibt, is het verstandig om zo min mogelijk water met sediment de geul in te leiden. Dit kan door de instroomopening van de geul, de locatie waar de geul op de rivier aantakt en een deel van het water (inclusief sediment) de geul in stroomt, te positioneren in een buitenbocht. Zie



nevenstaande schets. Dit beperkt de beheerkosten (uitdiepen) en optimaliseert het ecologisch functioneren.

Houd rekening met de scheepvaart/ instandhouding vaargeul

Zie de uitwerking hiervan in het rivierkundige document. Er zijn vier vuistregels:

- Onttrek maximaal 3 % afvoer aan de hoofdgeul bij zomerbedvullende afvoerstandigheden.
- Werk op locaties waar in de hoofdgeul voldoende overruimte is voor aanzanding, met het oog op de scheepvaart (zie achtergrondrapport rivierkunde).
- Optimaliseer ieder ontwerp m.b.t. wateronttrekking en dwarsstromen, o.a. door middel van de drempelhoogte, en de hoek van de in- en uitstroomopening t.o.v. de hoofdstroom.
- Verleng bij het optimaliseren van de oevers te korte kribben landinwaarts, om te voorkomen dat de vrij eroderende oever de krib achterloops maakt.
- Zorg bij gestrekte oevers voor het handhaven van de normaliserende werking van de huidige oeververdediging (oeververdediging niet verwijderen beneden het niveau OLR¹+1m).

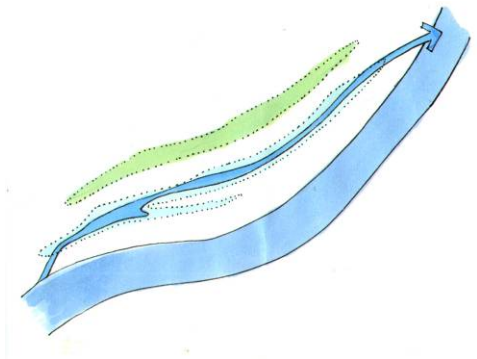
Houd rekening met de veiligheid tegen overstromingen

In principe zullen de KRW-maatregelen aanleg geulen en oeveroptimalisatie een waterstanddalend effect hebben. Door de verruiming van het stroomvoerend profiel daalt het waterpeil bij maatgevend hoogwater (MHW), en wordt de situatie langs de IJssel veiliger. Dit is geen vereiste, maar een prettige bijkomstigheid die enige ruimte biedt voor successie en passend beheer. Een uitzondering op deze regel vormen de rietoevers, die een opstuwende werking kunnen hebben. Waar dit kan spelen (benedenstrooms van rivierkm 975) wordt zodoende een in de stroomrichting verlaagde oeverzone gegraven, parallel aan het riet van enkele malen de breedte van de rietzone. Dit om opstuwung te voorkomen.

2.3 Landschappelijke principes

Gebruik historische geulenpatronen

Door aan te sluiten op de aanwezige patronen in de ondergrond, past een maatregel als vanzelf in het landschap qua maatvoering en ligging. De kans dat een geul gaat functioneren zoals gewenst, ecologisch en morfologisch, is groter wanneer een oude geulloop wordt gereactiveerd, dan wanneer er een nieuwe wordt gegraven op een willekeurige locatie. Kronkelwaarden en hanken (zo heten strangen in het systeem van de IJssel) lenen zich uitstekend als ondergrond voor het lokaliseren van 'nieuwe' nevengeulen.



Benut de variatie van de gehele IJssel als systeem

De IJssel als riviersysteem is op te delen in drie verschillende rivierdelen: een bovenloop (uniek in Nederland), een midden- en een benedenloop. Ieder traject heeft zijn eigen eigenschappen en kernkwaliteiten. Door hierop aan te sluiten, is de ecologische winst optimaal. Dit betekent dat je bovenstrooms (groot verhang, insnijdend systeem) kiest voor tweezijdig aangetakte geulen ten behoeve van rheofiele (=stroomminnende) soorten vis en macrofauna, terwijl je benedenstrooms (kleine waterstandfluctuaties, sedimentierend) liever eenzijdig aangetakte geulen aanlegt voor waterplanten en limnofiele (waterplantminnende) soorten vis en macrofauna. Om de natuurlijke variatie te benutten, is de spreiding van de KRW-maatregelen langs de rivier zo groot mogelijk.

2.4 Beheer en instandhouding

In rivieruiterwaarden spelen twee technische beheeraspecten een belangrijke rol: vegetatiebeheer en sedimentbeheer. Beide kunnen met name de veiligheid tegen overstromen negatief beïnvloeden,

¹ OLR= Overeengekomen Lage Rivierstand: afvoer van 1080 m³/sec bij Lobith

doordat de weerstand van de uiterwaard toeneemt bij hoger opgaande vegetatie, ophoging van het maaiveld en dichtslibben van geulen. In de natte zone waar de KRW-maatregelen plaatshebben (oevers, geulen) is vooral sedimentbeheer van belang. Hieronder valt ook het baggerbeheer van de vaargeul.

Uitgangspunt bij de realisatie van KRW-maatregelen is dat hierdoor de ecologische toestand van de rivier verbetert. Dat dit sterk samenhangt met het versterken van de natuurlijke waarden van de IJssel is in de systeemanalyse en visie beschreven. Processen als erosie en sedimentatie maken hier onlosmakelijk onderdeel van uit. Het is dus de bedoeling dat erosie en sedimentatie toenemen langs de IJssel, maar ook dat deze blijven binnen de toelaatbare grenzen van huidig gebruik, zoals landbouw en scheepvaart. Wanneer de locaties niet optimaal zijn en de KRW-maatregelen andere belangen dreigen te schaden, kan met het ontwerp bijgestuurd worden.

Natuurbeherende organisaties zoals Staatsbosbeheer, Natuurmonumenten, Het Geldersch Landschap en Stichting IJssellandschap zullen naar verwachting een groot deel van het toekomstige beheer verzorgen. Ook particuliere landgoederen en andere particulieren kunnen een deel hiervan voor hun rekening nemen. Particuliere inbreng bij het beheer biedt grote kansen, o.a. met betrekking tot het lokale draagvlak voor de KRW-maatregelen. Indien zich situaties voordoen waarbij particuliere grondeigenaren en/of beheerders de nieuw ingerichte oevers en geulen willen beheren, is dit een kans die gegrepen moet worden. Uiteraard zijn goede beheerafspraken met alle partijen noodzakelijk.

Oevers

De meest eenvoudige vorm van oeveroptimalisatie bestaat uit het weghalen van de oeverbestorting. Doordat het zand bloot komt te liggen, kunnen rivier- en scheepvaartgolven de oever weer eroderen. Het sediment dat hierbij vrijkomt, komt in het rivierwater terecht en zal op een andere plek bezinken. Door oeveroptimalisatie op die plaatsen toe te passen waar de vaargeul voldoende diepgang heeft, leidt extra aanzanding niet tot scheepvaartbelemmerende ondieptes dus niet tot grotere beheerinspanning.

Het landinwaarts eroderen van de oever is niet wenselijk op locaties waar andere (droge) belangen spelen. Uitgesloten zijn locaties waar dijken, brugpeilers, woningen of nevenwateren dicht bij de oever liggen. Evenmin wenselijk zijn locaties waar landbouwgrond of huidige natuurwaarden verloren dreigen te gaan door terugschrijdende erosie. Op dergelijke locaties kan erosie beperkt en sedimentatie gestuurd worden, bijvoorbeeld door de aanleg van vooroevers. Deze breken de scheepvaartgolven (rem op erosie) en bevorderen de sedimentatie achter de vooroever, dus buiten de vaargeul. Hierdoor blijft de beheerinspanning (baggerwerk) laag.

De totale sedimentlast van 35 km oeveroptimalisatie kan voor een kleine en weinig krachtige rivier als de IJssel überhaupt teveel zijn om goed af te voeren. Dit kan leiden tot een grotere baggerinspanning om de vaargeuldiepte te behouden. Om dit te verminderen kan bij het weghalen van de oeverbestorting ook een deel van het (bij de normalisatie opgebrachte) sediment verwijderd worden.

Oevers hebben na optimalisatie in principe geen beheer nodig, behalve eventueel het weghalen van opgeschoten bomen (toenemende stromingsweerstand). Bij te sterke erosie kan na bijvoorbeeld 20 jaar een oever aangevuld worden; vanuit het oogpunt van de realisatie van de KRW-doelen echter liever niet.

Geulen

Sedimentbeheer

Het is eigen aan een rivier om nevenwateren dicht te maken en één hoofdstroom te kiezen; dit is onderdeel van de natuurlijke successie waarbij geulen ontstaan (tweezijdig aangetakte geulen, aan de landzijde van een eiland in de hoofdstroom), dichtslibben (eenzijdig aangetakte geul, benedenstreams in open verbinding met de rivier) en weer verdwijnen (oxbow lakes). Het ontstaan van nevengeulen vindt niet meer van nature plaats in het systeem van de IJssel. Met de aanleg van geulen in het *winterbed* trachten we een deel van het natuurlijk systeem te herstellen, maar dat doen we op een andere locatie: van oorsprong lagen deze nevengeulen in het *zomerbed* (eilandvorming), maar dit is vanuit scheepvaart onwenselijk. Aanzanding van de geulen in het winterbed zal door de grotere afstand tot de hoofdstroom sneller plaatsvinden. Ten behoeve van de KRW-doelen is de aanwezigheid van

stromende geulen wenselijk. Dat dit beheerinspanning met zich meebrengt om de geulen bovenstrooms open te houden, is de consequentie. Dit speelt met name in het bovenstroomse deel van de IJssel, waar door netto erosie relatief veel sediment in het water opgelost is. Een andere keuze is eveneens mogelijk: wanneer een geul in natuurlijke successie langzaam dichtslibt, brengt dat weer andere natuurwaarden met zich mee (verlandingsvegetaties). Dit vormt echter niet het hoofddoel van de KRW-maatregelen.

De beheerinspanning om een geul stromend te houden, kan door slim ontwerp geminimaliseerd worden. Bij de algemene morfologische principes is aangegeven hoe sedimentatie beïnvloed kan worden door de geul op een goede locatie te positioneren opdat deze weinig sediment invangt. Bij verder detailontwerp kan aanvullend naar andere aspecten gekeken worden, zoals de hoek waaronder de geul is aangetakt op de rivier en eventuele drempels of inlaatwerken in de geulopening.

Vegetatiebeheer

Door de verruimende werking van de aanleg van een geul (de River kan tussen de winterdijken meer water afvoeren), is er als het ware 'overruimte' gecreëerd om enige vegetatieontwikkeling in de geul en op de oevers toe te laten. Dit beperkt de beheerkosten bij voorbaat: de beheerder hoeft niet bij iedere vegetatieontwikkeling in te grijpen.

Wanneer de geul in een 'accoladeprofiel' of een getrapt profiel wordt aangelegd, is er naast een nat stroomvoerend deel ook een overgangzone, die soms onder water staat, soms niet. In deze zone is de kans aanwezig op kiemen van wilgen of riet (de laatste uitsluitend benedenstrooms van rivierkilometer 975). Dit kan opstuwung bij hoogwater en zodoende beheerinspanningen met zich meebrengen. De oevers van de geulen worden zodoende aangelegd op een hoogte dat de kans hierop zeer klein is: wanneer de zone meer dan 180 dagen per jaar onder water staat, kunnen wilgen zich niet vestigen (het optimum voor wilgen ligt tussen 50-150 dagen per jaar overstroming). Voor riet geldt in het rivierengebied een hogere overstromingsfrequentie; zie kader. Door de wensen van de vegetatietypen goed te kennen, is deze met gerichte inrichting te sturen.

De vegetatieontwikkeling van andere (moeras)planten is wenselijk voor de KRW-doelen, maar een teveel kan opstuwung veroorzaken. Ook deze vegetatieontwikkeling kan met de detailinrichting in de hand gehouden worden. Dit kan bijvoorbeeld door de oevers relatief steil te maken binnen de zone met de gewenste overstromingsfrequentie.

Riet is gebaat bij laag dynamische omstandigheden (geen sterke waterstandschommelingen, maar ook geen vast peil) en prefereert een slikbodem. Het vereist een algemene overstromingsduur van 40-300 dagen per jaar; in het rivierengebied zelfs 200-365 dagen per jaar om de concurrentie met wilg te kunnen winnen. Riet verdraagt regelmatige zomeroverstromingen slecht: het kiemt en verjongt zichzelf veelal op een droogvallende bodem in de lente- en zomerperiode. Evenmin verdraagt het het ontbreken van een winteroverstroming: hoogwater beschermt tegen bevriezing en zorgt voor regelmatige afvoer van nutriënten (voedingsstoffen uit het afsterven van het eigen riet). Dit voorkomt verlanding en ophoging met een verstikkende strooisellaag. Riet verdraagt geen intensieve begrazing (vertrapping en vraat door runderen en ganzen).

Zachthoutoobos (met name wilgen) ontstaat bij een overstromingsduur van 50-150/200 dagen per jaar, veelal bij een hoog nutriëntenaanbod. Bij een hogere overstromingsduur verdringt het. Het kiemt op plaatsen waar in de periode van zaadverspreiding (half mei- half juni) een open, vochtige bodem beschikbaar is, en vraat door dieren afwezig. Begrazing beperkt de kieming (grazers houden van de jonge klimplantjes van de wilg). Wanneer de bodem in die periode onder water staat, krijgt wilgenzaad kieming geen kans. Wilgenkieming kan zeer wijdverspreid zijn! Terwijl rietmoeras over kan gaan in zachthoutoobos (als er open plekken ontstaan tussen de riethalmen kan een wilgenzaadje dat al benutten), zal het andersom niet snel gebeuren.

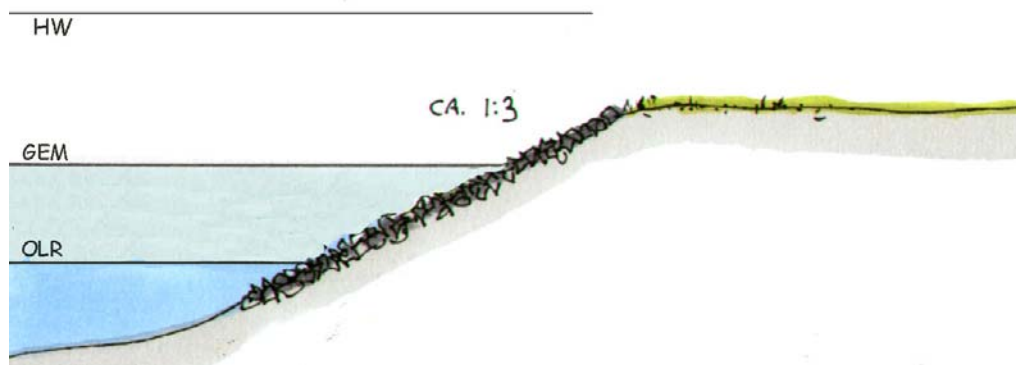
3 Principeschetsen

3.1 Oeveroptimalisatie

Binnen de oeverzones zijn in de huidige situatie drie typen te onderscheiden: gestrekte oevers, kribvakoevers tussen lange kribben (>10m) en kribvakoevers tussen korte kribben (<10m).

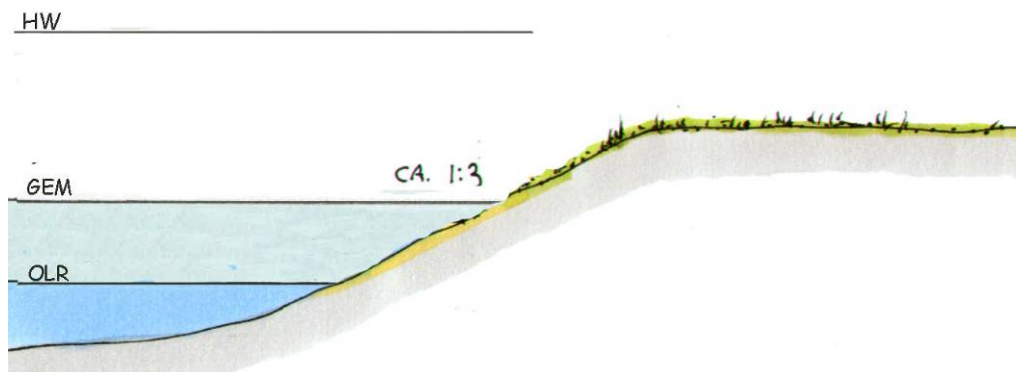
3.1.1 Gestrekte oever

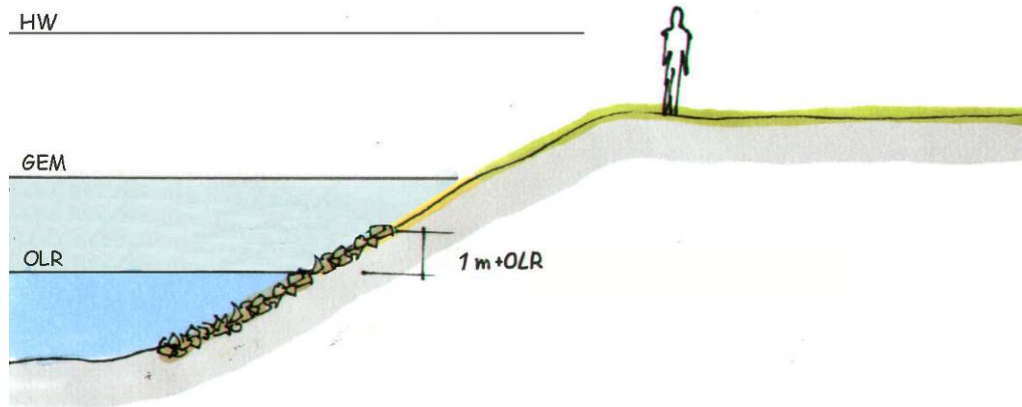
In de huidige situatie bestaan de gestrekte oevers veelal uit een aangebracht normaalprofiel met een talud van ca. 1:3, versterkt met steenstort deels boven en deels onder de gemiddelde waterlijn.



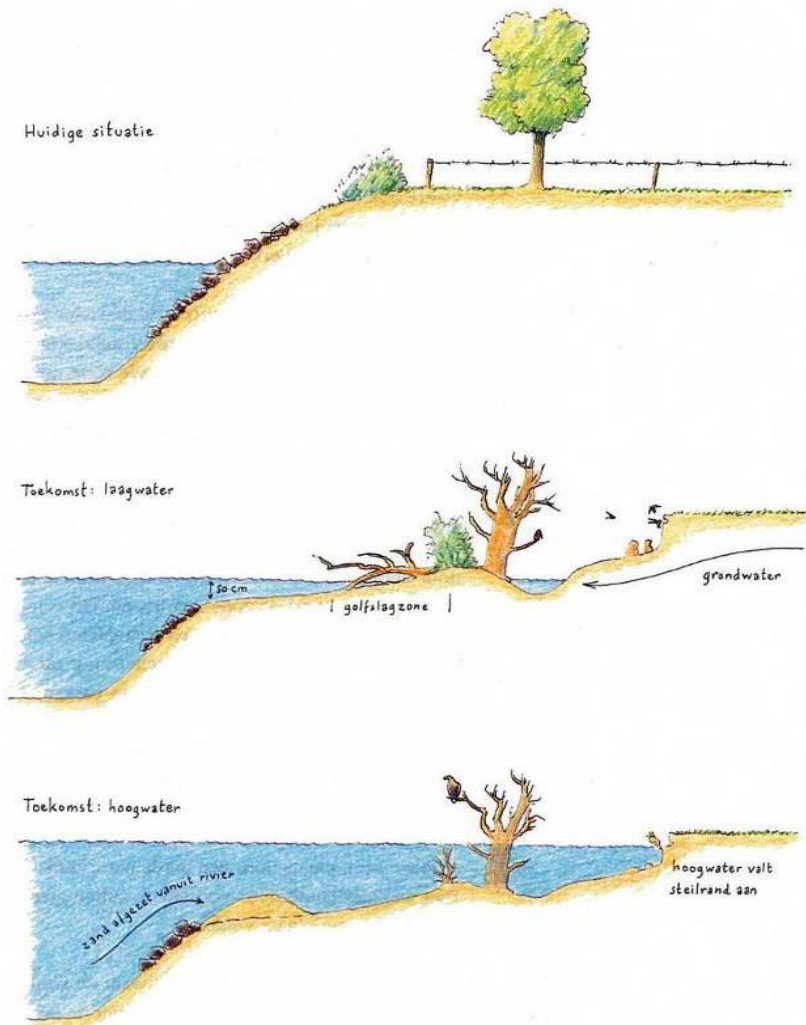
Figuur 1A: huidige situatie gestrekte oever

Door de steenstort te verwijderen ontstaat een meer natuurlijke situatie, waarbij de rivier de oever door erosie en sedimentatie verder zal gaan vormen. Dit betekent dat de oever zal terugschreden (zeker in de eerste jaren) en er na verloop van tijd een geleidelijker profiel ontstaat, met een talud van 1:10 of zelfs 1:20 (figuur 1D). Op enige hoogte boven de gemiddelde waterlijn ontwikkelt zich in het oeverprofiel veelal een steilrand. Om te voorkomen dat de scheepvaartgeul eveneens erodeert, kan het op bepaalde trajecten noodzakelijk zijn om de steenstort onder een nader te bepalen hoogte te handhaven (1C). Als vuistregel wordt een hoogte van 1m aangehouden boven de overeengekomen laagwaterlijn (OLR) waaronder de stortsteen blijft zitten. Afhankelijk van de lokale situatie (bovenstrooms of benedenstrooms, binnenbocht of buitenbocht) kan voor een andere hoogte worden gekozen.



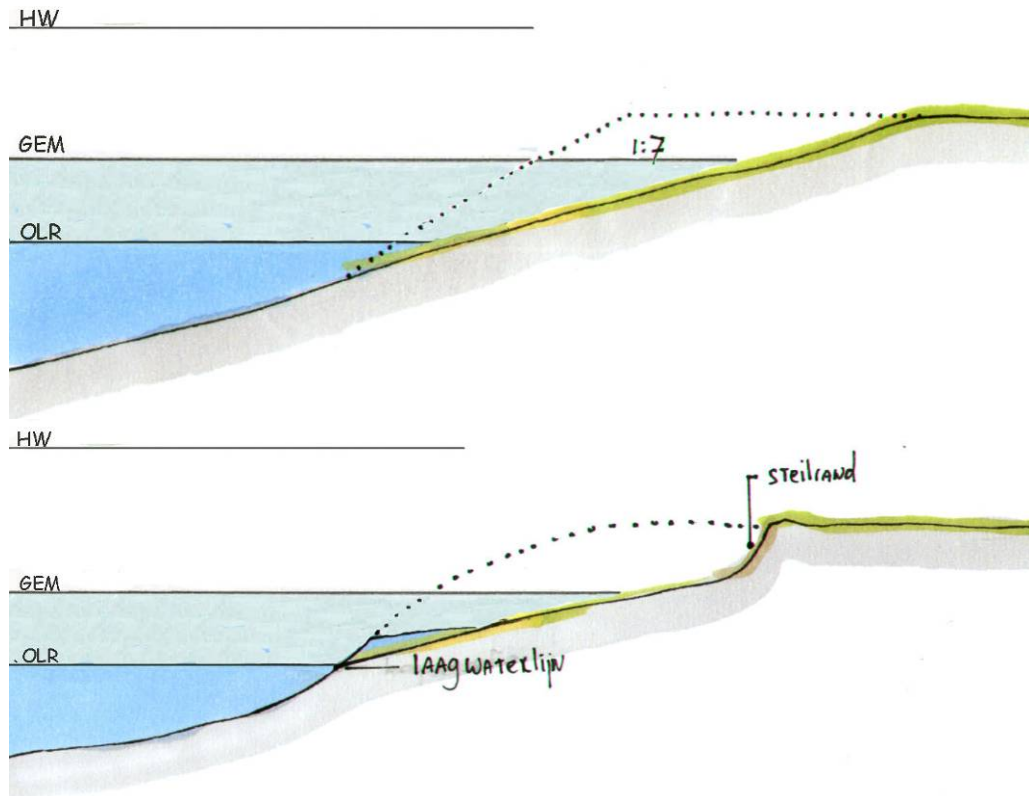


Figuur 1B en C: situatie gestrekte oever kort na (al dan niet deels) verwijderen stortsteen.



Figuur 1D: na het verwijderen van de oeverbescherming gaat de rivier de oever vormen. Dit resulteert na verloop van tijd (tientallen jaren) in een keur aan habitats voor waterplanten en vissen (geïsoleerde en geheel of deels aan de rivier gekoppelde wateren, gevoed door kwel uit het achterland) en macrofauna (grote variatie in habitats, waaronder dood hout). De ontstane flauw oplopende stranden breken de golfslag, tijdens hoogwaters ontstaan steilranden als aanvullend habitat voor bijvoorbeeld haften.

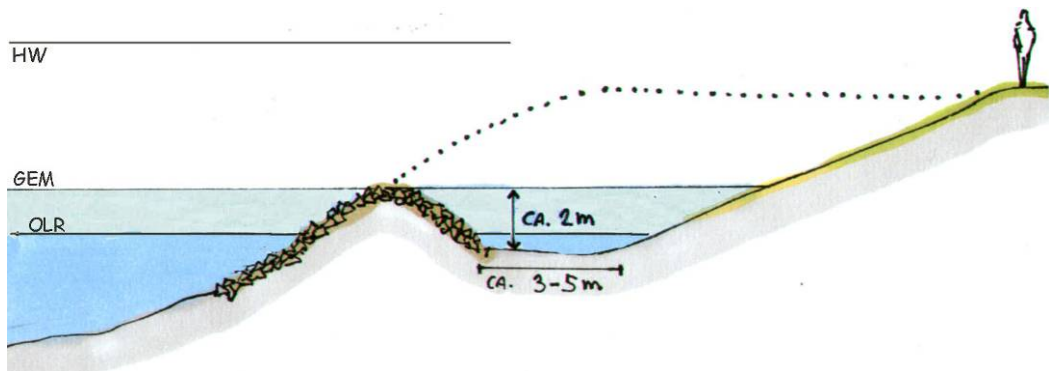
Om te voorkomen dat teveel sediment in de vaargeul terecht komt, is het mogelijk om een deel van het huidige normaalprofiel vast aan te passen. Door deze bijvoorbeeld op 1:7 te leggen, krijgt de rivier wel de kans zelf de oever te vormen, maar wordt het proces wat versneld en de sedimentlast beperkt (figuur 1E). Hierbij kan ervoor gekozen worden, de vorming naar een golfbrekend strand met landinwaarts gelegen steilrand alvast in gang te zetten (1F). Met het oog op habitatvariatie heeft dit de voorkeur.



Figuur 1E en F: situatie gestrekte oever na aanpassen talud (twee varianten)

Nadeel van het slechts ontsteden van gestrekte oevers tot 1 meter boven OLR, is dat gedurende enkele maanden per jaar het rivierwater nog steeds tegen de stenen oever aanstaat. In het bovenstroomse deel van de IJssel (Gelderse toren) betreft dit 85 dagen per jaar en bij Deventer 97 dagen, maar dat loopt snel op verder stroomafwaarts. Bij Wijhe betreft het 230 dagen, bij de Herxerwaard 247 dagen en ten slotte bij Zalk staat de stenoever ter hoogte van OLR+1 meter 335 dagen per jaar boven water. In deze (zomer)periode is er langs deze geoptimaliseerde oevertrajecten niets verbeterd aan de leefomstandigheden voor de KRW-soorten.

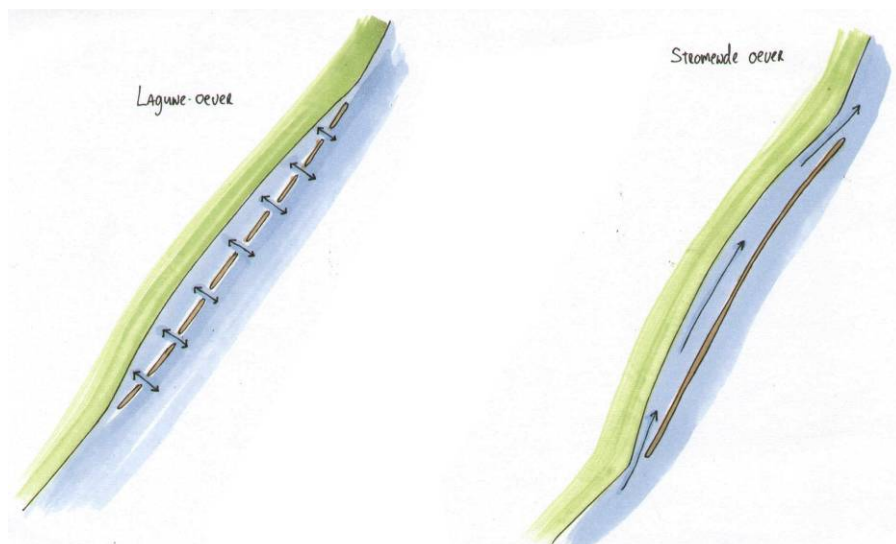
Andere optimalisatievormen hebben zodoende de voorkeur bij gestrekte oevers. Een optimalisatie van het ontstaan van de voor de KRW-doelen zo belangrijke abiotische omstandigheden, is het aanleggen van een vooroever. Wat uiteindelijk langs natuurlijke weg zou ontstaan na enkele decennia, namelijk een golflag- en stromingsluw, ondiep waterhabitat (zie figuur 1D), is nu direct beschikbaar. Bij een gestrekte oever, ligt deze vooroever er eigenlijk al. Het enige dat gecreëerd moet worden, is een opening in de strekdam en een verlaging van het maaiveld direct daarachter (figuur 1G en 1H). Een waterdiepte van (maximaal) 2 meter bij gemiddelde rivierwaterstand is optimaal voor waterplantengroei; tot die diepte kan licht doordringen tot op de bodem. De rivier zelf is bij de gemiddelde waterstand ruim 4 meter diep. Dit betekent bij OLR een waterdiepte van 60 cm bovenstrooms in het systeem (ter hoogte van Gelderse toren), 75 cm bij Deventer en bij Zalk nog 1,75 cm. Bij de laagst gemeten waterstand (7 m +NAP Lobith) staat er zelfs bovenstrooms nog 10 cm water in de zone achter de vooroever.



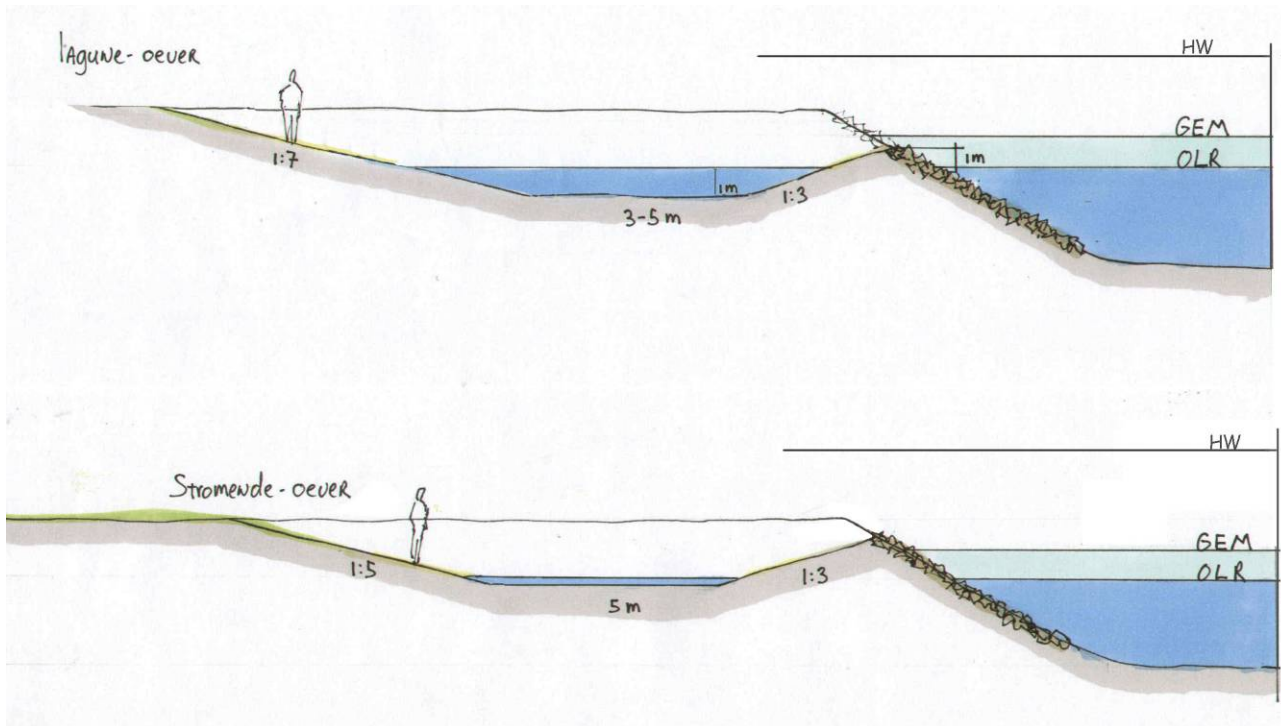
Figuur 1G: een natuurvriendelijk ingerichte gestrekte oever met 'vooroever'

Er zijn twee varianten van deze vooroeverconstructie als optimalisatie van gestrekte oevers die bijdragen aan de KRW-doelstellingen: een lagunevariant en een stromende variant, zie figuur 1H-K. De lagunevariant kenmerkt zich door weinig stroming, en zal vooral in het benedenstroomse deel van de IJssel goed tot zijn recht komen. De zone achter de vooroever wordt een water- en moerasplantenhabitat, met voldoende uitwisseling voor (jonge) vis en macrofauna met de hoofdstroom. De oorspronkelijke gestrekte oever is enigszins verlaagd, wat de uitwisseling tussen neven- en hoofdgeul verder versterkt (regelmatige overstroming). De uitwerking van de maatvoering van de openingen worden afgestemd met de rivierkundige randvoorwaarden; als richtlijn is aangehouden iedere 10-20 meter een opening van 1-2 meter breed.

In het geval van de stromende variant is de oorspronkelijke gestrekte oever niet verlaagd, maar blijft op zijn plaats. Hierdoor neemt de stroomsnelheid in de geul achter de oever toe: doordat er geen water over de gestrekte oever de geul instroomt, ontstaat er een hoogteverschil met bijbehorend verhang tussen het bovenstroomse punt dat in contact staat met de rivier en het benedenstroomse punt. Een stromend habitat, dat goed tot zijn recht komt in het bovenstroomse deel van de IJssel, waar het natuurlijke verhang het grootst is.



Figuur 1H en I: bovenaanzicht van een gestrekte oever met 'vooroever'; links de lagunevariant, rechts de stromende variant



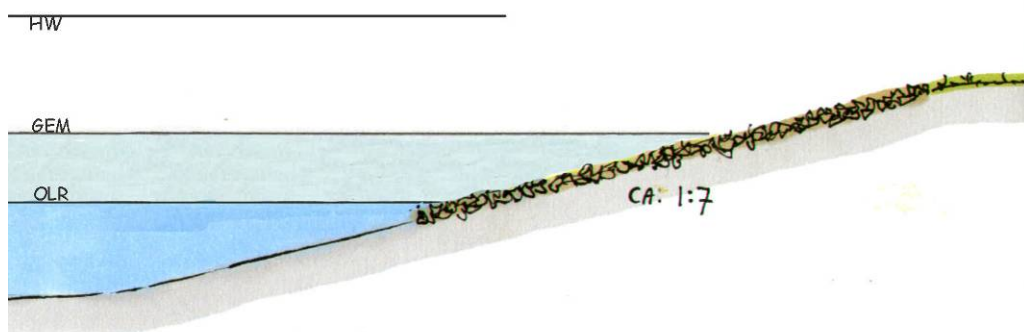
Figuur 1J en K: doorsnede van een gestrekte oever met 'vooroever'; de lagunevariant en de stromende variant

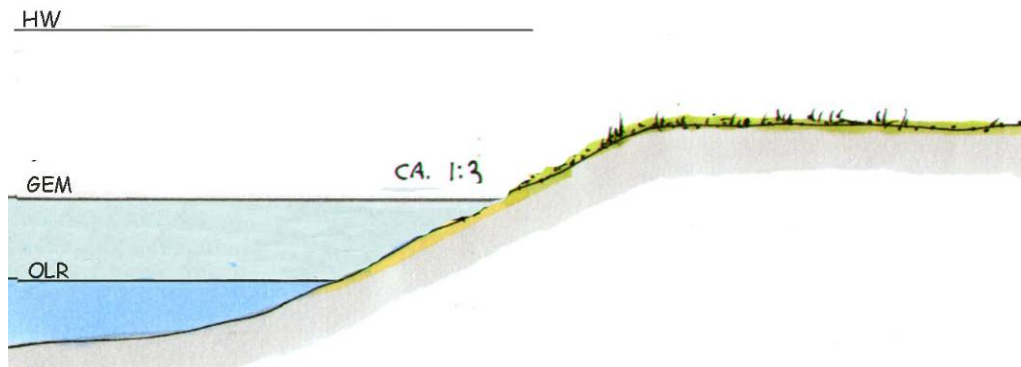
3.1.2 Kribvak oever

In de huidige situatie bestaan er twee varianten van de oevers tussen de kribben, de zogenaamde kribvakoevers: die tussen lange (>10 m), en die tussen korte (<10 m) kribben (zie figuren 2A en B). Dit type oevers is veelal niet onder normaalprofiel aangelegd; wanneer dit wel het geval is, behandelen we ze in deze studie als gestrekte oevers (zie figuur 1D).



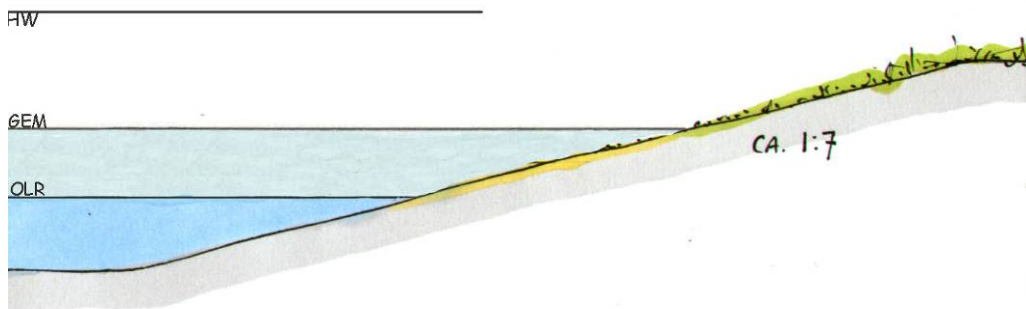
Figuur 2A en B: voorbeelden van korte en lange kribben met bijbehorende kribvakken langs de IJssel





Figuur 2C en D: huidige situatie kribvakoever; bij B is een normaalprofiel aangelegd, waarmee de situatie vergelijkbaar wordt met een gestrekte oever (voor opties: zie aldaar)

Ook bij dit type oevers is het de eerste stap de aanwezige steenstort te verwijderen, opdat de rivier weer invloed krijgt op het habitat (figuur 1E en 1F)



Figuur 2E: situatie kribvakoever kort na het verwijderen van de stortsteen

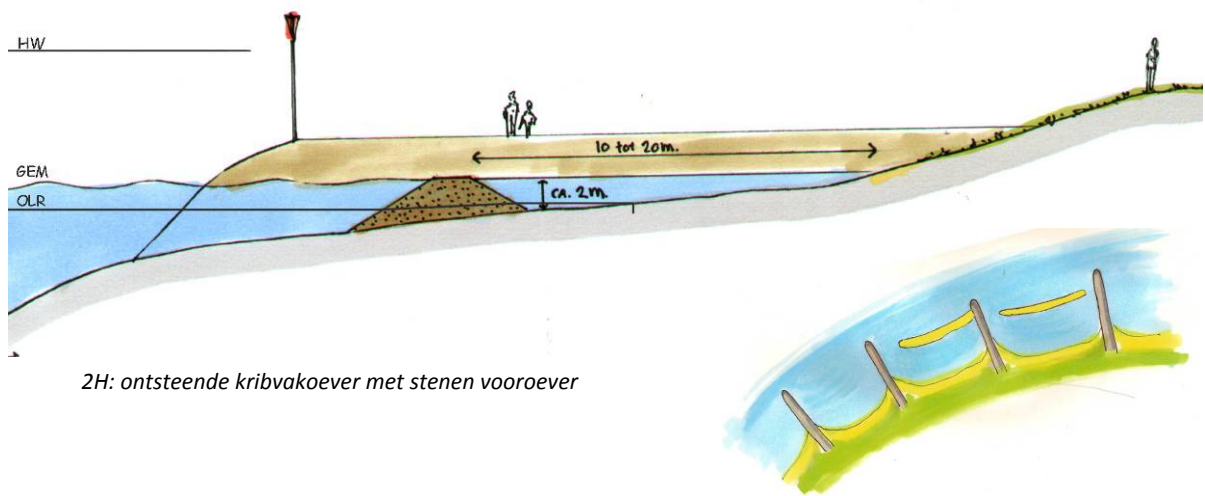


Figuur 2F: ontstane kribvakoever bij Welsum (bron: Staatsbosbeheer)

Doordat de kribvakoevers niet onder normaalprofiel zijn neergelegd, is het bij lange kribben niet nodig het talud aan te passen zoals bij gestrekte oevers. Wel heeft het vrijgeleide sediment te lijden onder scheepvaartgolven, waardoor aanvankelijk de meerwaarde voor KRW-doelsoorten gering zal zijn. Na verloop van tijd heeft de oever zich gevormd en herbergt deze vele habitats (zie figuur 1D). Dit proces kan versneld worden door de aanleg van een grindige vooroever, waarbij direct bij de uitgangssituatie al een golfslagluwe zone ontstaat. Bijkomend voordeel is, dat het vrijkomende sediment van de afkalvende oever niet de scheepvaartgeul bereikt, maar direct achter de vooroever neerslaat. Hierdoor kan de baggerinspanning op de hoofdvaartgeul beperkt blijven.

Bij korte kribben is het talud vaak wel neergelegd onder een normaalprofiel van 1:3. Hier zal het naast het aanpassen van het talud over het algemeen nodig zijn om de kribben achterwaarts te verlengen, om

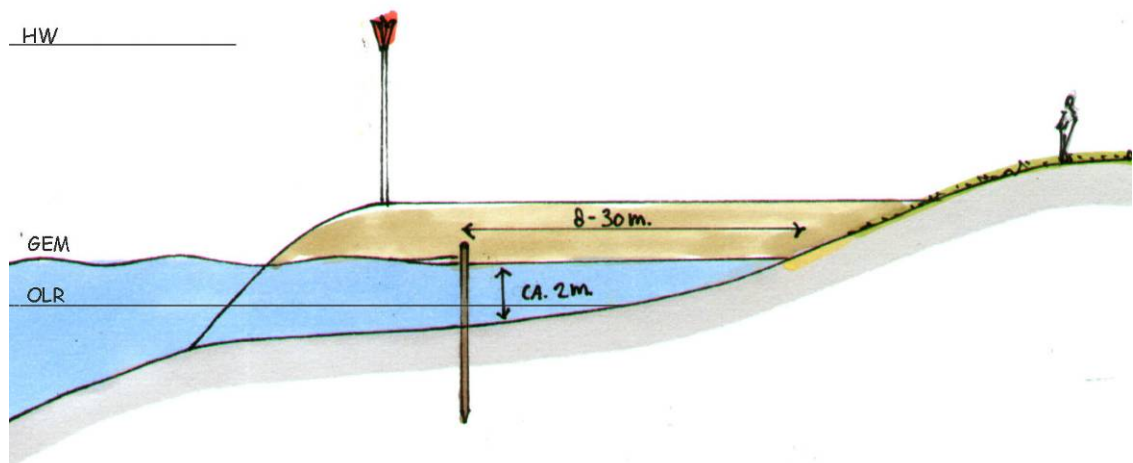
achterloopsheid te voorkomen.



2H: ontsteende kribvakoever met stenen vooroever

Een lagune kan aangelegd worden met de stortsteen die vrijkomt van de voorheen verharde oever. Om voldoende waterhabitat te creëren, is deze ingreep zinvol bij kribvakken vanaf 20 meter diep. Er ontstaat dan een lagune van minimaal 10 meter diep.

Bij ondiepere kribvakken (10-20 meter diep) is een andere optie beschikbaar, de golfbreker in de vorm van een palenrij. Deze is smaller waardoor er meer ruimte over blijft voor de lagune zelf. Een waterdiepte van (maximaal) 2 meter bij gemiddelde rivierwaterstand is optimaal voor waterplantengroei; tot die diepte kan licht doordringen tot op de bodem. De rivier zelf is bij de gemiddelde waterstand ruim 4 meter diep.



Figuur 2I: ontsteende kribvakoever met lagune achter houten palenrij

3.2 Aanleg geulen

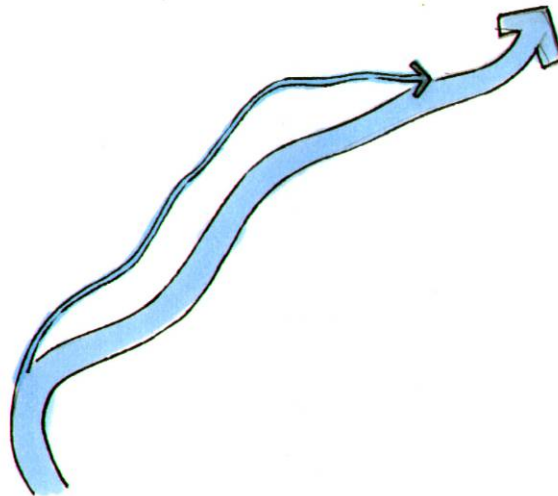
Bij het creëren van nevenwateren in de vorm van geulen zijn er varianten mogelijk in de lengte, de natte en droge doorsnede en de vorm. De vorm, zoals het al dan niet aanbrengen van een drempel bij de instroomopening van de geul, vergt maatwerk en laat zich niet in algemene principes duiden. Dit varieert afhankelijk van de ligging in de rivier en het riviertraject. De lengte en doorsnede laten zich wel in algemene ontwerpprincipes vangen.

3.2.1 Lengte

Met de binnen de opdracht gespecificeerde aantallen kilometers eenzijdig en tweezijdig aan te takken nevengeulen/strangen, zijn enkele lange of veel korte geulen te realiseren. Vanuit de ecologie gaat in principe de voorkeur uit naar lange geulen (1-2 km). Een lange geul biedt namelijk plaats voor variatie in habitats, zoals verschillen in stroomsnelheid, substraat en diepte. Trekvissen hebben echter regelmatig een stapsteen nodig, waar zij kunnen uitrusten/ foerageren alvorens door te zwemmen. De afstand die ze kunnen overbruggen tussen twee rustplaatsen verschilt per vissoort, maar met een frequentie van iedere 10 km een rustzone zijn alle soorten bediend. Dit zou pleiten voor meer kortere geulen. Echter, langs de IJssel vinden allerlei andere projecten plaats, zoals binnen de NURG en PKB projecten, waar eveneens geulen gerealiseerd worden. Hierdoor is de keuze voor enkele lange geulen gerechtvaardigd. Wanneer de geul korter is dan de lengte van de rivier, bijvoorbeeld door het afsnijden van een bocht, is er een groter verhang beschikbaar, waardoor hogere stroomsnelheden gerealiseerd kunnen worden. Dit is gunstig voor stroomminnende vis- en macrofaunasoorten.

Een dergelijke bochtafsnijding hoeft niet te interfereren met het uitgangspunt dat de bovenstroomse aantakking van de geul op de rivier in de buitenbocht gerealiseerd wordt (zie §2,2.). Als de geul zelf in de binnenbocht ligt, kan de aantakking al in de buitenbocht beginnen; zie de figuren bij §2.2 en § 2.3 en figuur 3A.

Figuur 3A: lange nevengeulen hebben de voorkeur



3.2.2 Doorsnede

Voor de KRW-doelen worden twee typen geulen aangelegd; eenzijdig en tweezijdig aangetakte. De twee typen stellen ieder eigen randvoorwaarden aan de doorsnede.

I. Randvoorwaarden bij de aanleg van een tweezijdige aangetakte nevengeul

Ecologisch:

- het verhang en het aan de hoofdgeul te onttrekken debiet is dermate hoog, dat het water in de geul vrijwel altijd stroomt, maximaal een maand per jaar niet.
- deze stroomsnelheid is idealiter 0,5-1 meter per seconde; minimaal 0,2.
- het profiel van de geul heeft een groot aanbod aan oeveroppervlakte, met variatie in diepte, in substraat (grover/ fijner materiaal, dood hout, waterplanten) en in stroomsnelheden.

Morfologisch:

- vanuit de scheepvaartbelangen mag de geul niet teveel water onttrekken aan de hoofdgeul (maximaal 3%) en geen ongewenste dwarsstromingen veroorzaken.
- passend bij de maatvoering van de IJssel en haar nevenwateren.

II. Randvoorwaarden eenzijdig aangetakte geul/strang:

Ecologisch:

- de geul is uitsluitend benedenstrooms aangetakt, opdat waterverversing plaatsvindt (via kwel en/of relatief schoon rivierwater vanaf benedenstrooms) en fauna-uitwisseling plaatsheeft, maar er bij normale omstandigheden geen sediment in de geul komt.
- de geul stroomt in principe niet mee met de rivier, behalve bij hoge waterstanden. Dit is maximaal een maand per jaar het geval.
- het profiel van de geul heeft een groot aanbod aan oeveroppervlakte, met variatie in diepte, in substraat (grover/ fijner materiaal, dood hout, waterplanten) en in stroomsnelheden.

Morfologisch:

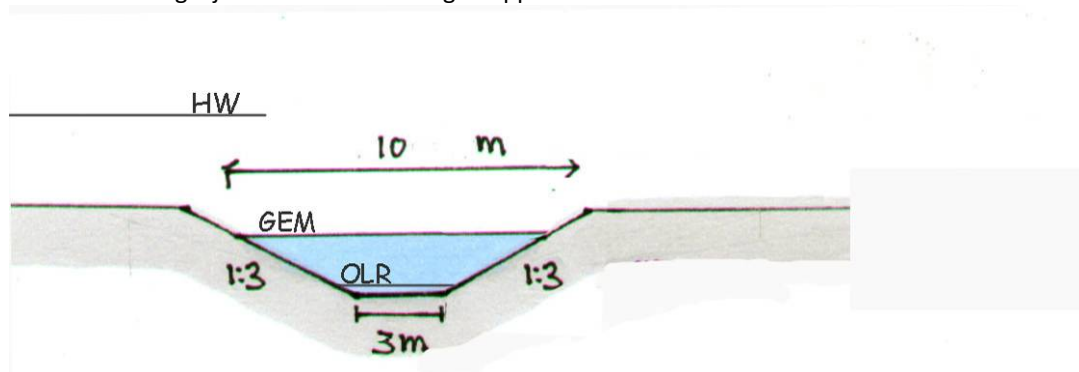
- geen.

Landschap:

- passend bij de maatvoering van de IJssel en haar nevenwateren.

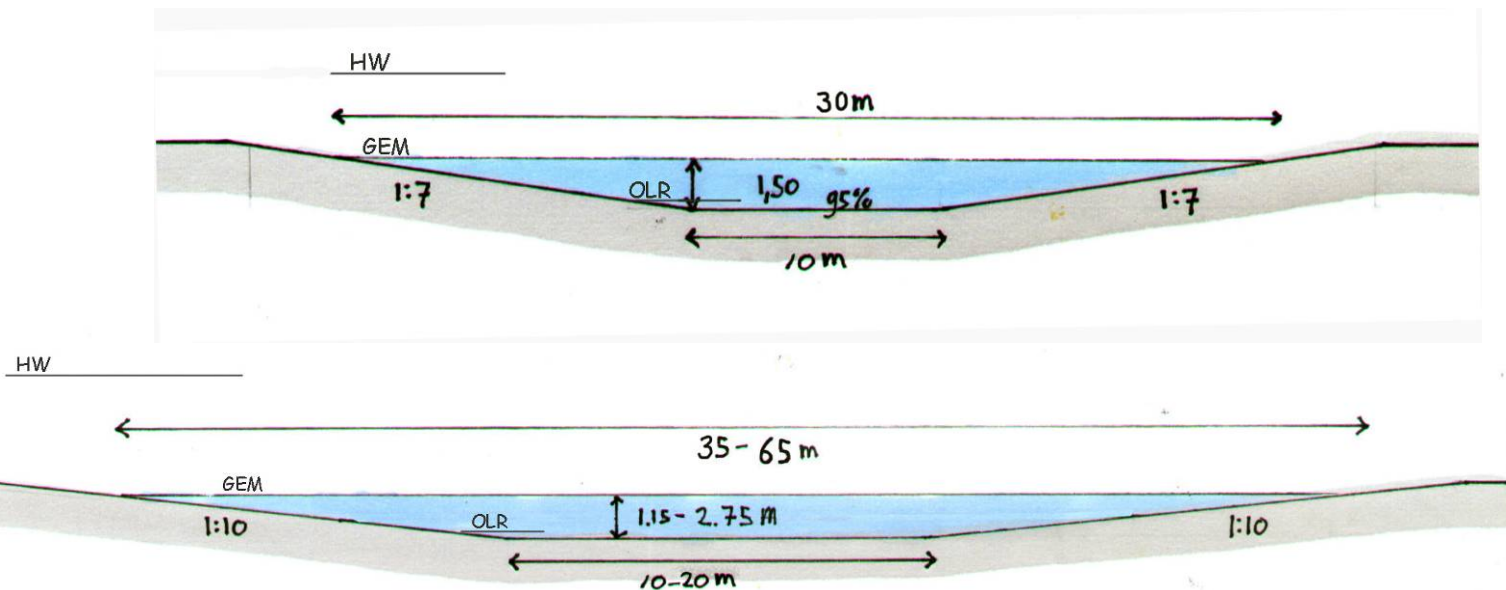
Vanuit deze randvoorwaarden is het mogelijk de uiterste grenzen te verkennen, om van daaruit de optimale geul te destilleren. Hierbij is de tweezijdig aangetakte geul de lastigste, omdat er terdege rekening gehouden moet worden met scheepvaartbelangen/ morfologie.

Vanuit de morfologische effecten op het zomerbed is het wenselijk de onttrekking van water aan de hoofdgeul te minimaliseren door een smalle geul te maken met steile oevers, die nog juist voldoet aan de randvoorwaarde vrijwel altijd stromend water (zie figuur 3B). In een dermate klein profiel is het echter niet mogelijk om ook het benodigde oppervlakte te bieden voor voldoende variatie in habitats.



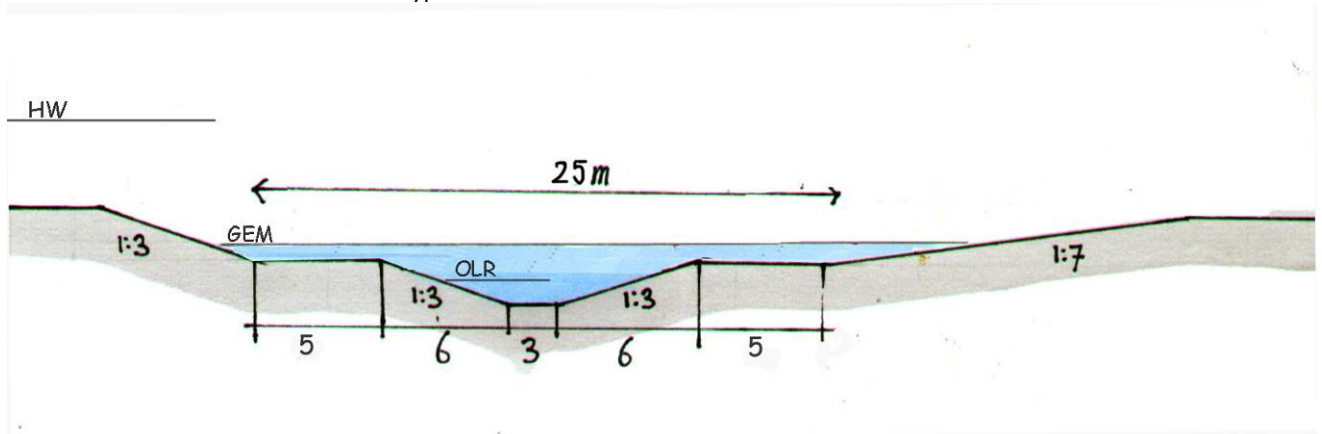
Figuur 3B: de smalle geul met steile oevers; deze is, vanwege de geringe morfologische effecten in het zomerbed, optimaal (weinig wateronttrekking), maar ecologisch voldoet hij niet (te weinig habitat gecreëerd voor flora en fauna)

Vanuit de ecologie is het wenselijk een zo breed mogelijke geul te maken, met flauwe oevers en een brede natte doorsnede (zie de figuren 3C en D). Deze geul bevat 95-100% van de tijd stromend water en heeft veel variatie in diepte en oevertypen. Het ruimtebeslag is echter zeer groot, en door de grote wateronttrekking aan de hoofdgeul is dit vanuit de morfologie van het zomerbed niet realiseerbaar.



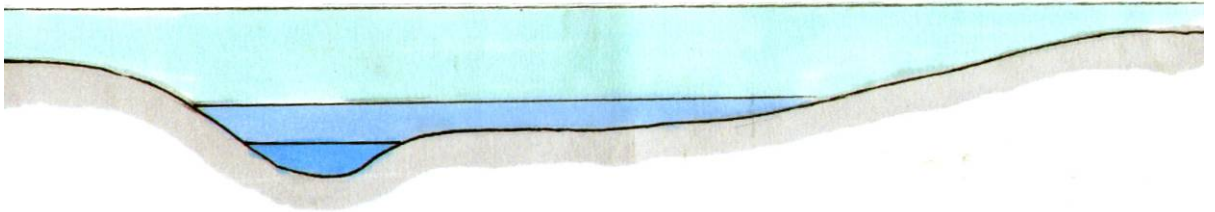
en D: de brede geul en een extra brede versie, beide met flauwe oevers; deze is ecologisch optimaal (veel variatie, altijd stromend water), maar morfologisch voldoet hij niet (te veel wateronttrekking aan de hoofdgeul)

Een hybride versie tussen deze beide uitersten, de smalle en de brede geul die ieder één van de randvoorwaarden optimaliseren, is de getrapte geul (figuur 3E). Door een smal en steil nat profiel te maken, is dit geultype morfologisch geoptimaliseerd, aangezien hij bij lage waterstanden weinig water onttrekt. Dit is ook ecologisch gunstig, want hierdoor bevat de geul 95-100% van de tijd stromend water. De ecologische optimalisatie bestaat uit het tweede deel van het profiel, dat grote delen van het jaar ook onder water zal staan. Hier liggen flauwe oevers, met variatie in diepte en taludhelling, en daarmee variatie in substraattypen en stroomsnelheden.



Figuur 3E: de getrapte geul met een steil en smal laagwaterbed met daarboven brede en flauwe oevers; deze is ecologisch geoptimaliseerd (veel variatie, altijd stromend water), en morfologisch geoptimaliseerd (weinig wateronttrekking aan de hoofdgeul bij laagwater).

Verdere optimalisatie van de getrapte geul leidt naar het uiteindelijke ontwerpprincipe van tweezijdig aangetakte nevengeulen: het accolade profiel. Hierbij is de smalle natte doorsnede niet in het midden gelegd, maar naar de zijkant van de geul. Hierdoor ontstaat nóg meer variatie, namelijk een steilere oever. Dit sluit aan bij de natuurlijke situatie in rivierbochten, waarbij de binnenbocht flauw is (sedimenterend) en de buitenbocht steiler (eroderend).



Figuur 3F: de accolade geul met een steil en smal laagwaterbed met daarboven brede en flauwe oevers én een steilere oever; deze is ecologisch geoptimaliseerd (veel variatie, altijd stromend water), en morfologisch geoptimaliseerd (weinig wateronttrekking aan de hoofdgeul bij laagwater).

Van locatie tot locatie zal nagegaan moeten worden wat voor het hier voorgestelde profiel bij oplopende waterstanden de onttrekking is. Het diepe deel kan zodanig smal gehouden worden dat de onttrekking bij lage rivierafvoer relatief laag blijft. Bij toenemende rivierafvoer neemt de onttrekking dan steeds verder toe. Met name bij de hogere waterstanden zal de stroomsnelheid in de geul gaandeweg afnemen. Dit is echter slechts in een beperkt deel van het jaar het geval.

Bij de eenzijdig aangetakte geul speelt het aspect van wateronttrekking aan de hoofdgeul niet. Hier kan zodoende naar een optimalisatie in het landschap gezocht worden, variërend tussen de brede geul (figuren 3C en D), de getrapte (3E) en de accoladegeul (3F).

4 Samengevat

4.1.1 Oeveroptimalisatie

Uitgaande van de in hoofdstuk 2 beschreven ontwerpprincipes, leidt het principe-ontwerp bij ieder oevertype (gestrekte oever, korte en lange kribvakoever) tot een andere set aan ingrepen om optimalisatie voor de KRW-doelen te realiseren. Zie de tabel. Binnen de drie typen bestaan bovendien varianten, afhankelijk van de ligging van de oever in het systeem:bovenstrooms of benedenstrooms.

Type oever	Ingrep					
	Oever bescherming verwijderen	Profiel talud aanpassen/verflauwen	Onderwater steen aanbrengen (1 m +OLR)	Geul achterlangs creëren	Vooroever (grind/ hout) aanleggen	Kribben achterwaarts verlengen
Gestreckte oever	X	X	X	Optie		
Kribvak korte krib	X	X				X
Kribvak lange krib	X				Optie	

4.1.2 Aanleg geulen

Ook bij de geulen zijn de ontwerpprincipes leidend voor de principe ontwerpen en de maatvoering. Van de gepresenteerde varianten is een brede geul passend voor de eenzijdig aangetakte nevengeul langs de IJssel, terwijl de getrapte/ accoladegeul goed zal functioneren voor de tweezijdig aangetakte geulen.

Zowel voor de oevers als de geulen geldt dat het uiteindelijke ontwerp maatwerk is, en per locatie uitgewerkt is/ zal worden. Zie hiervoor het document 'locatiekeuze en principeontwerp'.