WATERBERGING IN BEELD

Mogelijkheden voor inrichting en gebruik van waterretentie-gebieden in Gelderland

Cees Kwakernaak
Annoesjka Wintjes
Mieke van der Haar

Rapport 087

ALTERRA, Research Instituut voor de Groene Ruimte, Wageningen, 2000

Referaat

Kwakernaak, C., A. Wintjes en M.A. van der Haar, 2000. Waterberging in beeld, mogelijkheden voor inrichting en gebruik van waterretentiegebieden in Gelderland. Wageningen, Alterra. Rapport 087 blz. 34; 9 ref.

In het kader van de hoogwaterproblematiek heeft de provincie Gelderland aan Alterra opdracht gegeven de mogelijkheden voor waterberging langs de regionale wateren te beschrijven en te illustreren. Negen voorbeelden van mogelijke ruimtelijke maatregelen voor waterberging in combinatie met andere functies zijn verbeeld. Afhankelijk van de situatie zijn er kansen voor landbouw, natuur, waterzuivering, recreatie of wonen langs het water. Getracht is aan te sluiten bij mogelijkheden zoals die in Gelderland kunnen voorkomen. In de uitgewerkte voorbeelden is uitgegaan van een visie op de toekomstige ontwikkelingen binnen de betrokken functies en op het landschap. Het zijn allen voorbeelden van berging aan het oppervlak. Tot slot is een onderlinge vergelijking gemaakt over de effectiviteit voor waterberging in relatie tot de kosten. Dit boek is een hulpmiddel voor de communicatie over waterberging tussen de regionale en lokale partijen.

Trefwoorden: waterberging , meervoudig ruimtegebruik, waterretentie

© 2000 Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte,
Postbus 47, NL-6700 AA Wageningen.
Tel.: (0317) 474700; fax: (0317) 419000; e-mail: postkamer@alterra.wag-ur.nl

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook zonder vooraf-gaande schriftelijke toestemming van Alterra.

Alterra aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voort-vloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Alterra is de fusie tussen het Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek (IBN) en het Staring Centrum, Instituut voor Onderzoek van het Landelijk Gebied (SC). De fusie is ingegaan op 1 januari 2000.

Projectnummer 10255 [Rapport 087/J.T/07-2000]

VOORWOORD

De wateroverlast die in 1998 optrad door overvloedige regenval riep de vraag op of het waterbeheer wel voldoende is voorbereid op de toekomstige klimaatveranderingen. De discussie over meer ruimte voor water was al eerder ontstaan naar aanleiding van de hoogwaterproblemen in 1993 en 1995. Behalve meer ruimte voor de grote rivieren komt daar dus nu ook de noodzaak van berging langs de watergangen in de regionale watersystemen bij.
Het creëren van waterbergingsgebieden is meer dan alleen een zaak van het waterschap. Water vraagt steeds meer ruimte en daarmee raakt het waterbeheer de ruimtelijke ordening. Bij de daarvoor verantwoordelijke instanties, gemeenten en provincies, is behoefte aan inzicht in de aard en gebruiksmogelijkheden van dergelijke waterbergingsgebieden.

Voor u ligt een ideeënboek over het creëren van waterbergingsgebieden om regionale wateroverlast te voorkomen. Dit boek wil een hulpmiddel zijn voor de communicatie over waterberging tussen de regionale en lokale partijen. Daarvoor heeft de provincie aan Alterra-Research Instituut voor de Groene Ruimte - opdracht gegeven de mogelijkheden voor waterberging langs de regionale wateren te beschrijven en te illustreren. Omdat de ruimte schaars is in ons dichtbevolkte landje, is het uitgangspunt van de voorbeelden de meekoppeling met andere functies. Waterschappen, provincie en gemeenten kunnen met dit boek het gesprek met elkaar aangaan over waterberging als medegebruiksfunctie in het bestemmingsplan.

Het gaat in het boek vooral om het aanreiken van kansen en mogelijkheden om waterberging te koppelen met andere functies. Het gaat om tijdelijke berging in regionale watersystemen, berging ten behoeve van de grote rivieren is buiten beschouwing gelaten. Er wordt uitgegaan van een Gelderse situatie. Dat wil zeggen dat aangesloten wordt op de typische watersystemen en landschappen die Gelderland kent. De lokale situatie bepaalt natuurlijk uiteindelijk hoe invulling kan worden gegeven aan de ideeën die hier worden gepresenteerd. Daarom is ook niets opgenomen over instrumenten waarmee een en ander gerealiseerd zou kunnen worden.

We hopen dat dit boek u inspireert tot het vinden van goede inpassingen van de noodzakelijke waterbergingsgebieden en de communicatie daarover.

Provincie Gelderland, 1 juni 2000
Afdelingen water en ruimtelijke ordening
Ton Heeren
Marianne Firet

INHOUD

Voorwoord 3

1. Inleiding 7

2. Waterberging in relatie tot ontwikkelingen in Gelderland 9

3. Voorbeelden van waterberging 11

1 Meanderen door natuur 12

2 Meanderen door landbouwgebied 14

3 Overstromingsvlakte en zuiveren tegelijk 16

4 Landbouw in een retentiebekken 18

5 Natuur in een retentiebekken 20

6 Overlaatsysteem met landbouw en recreatie 22

7 Wonen en recreëren langs retentievijvers 24

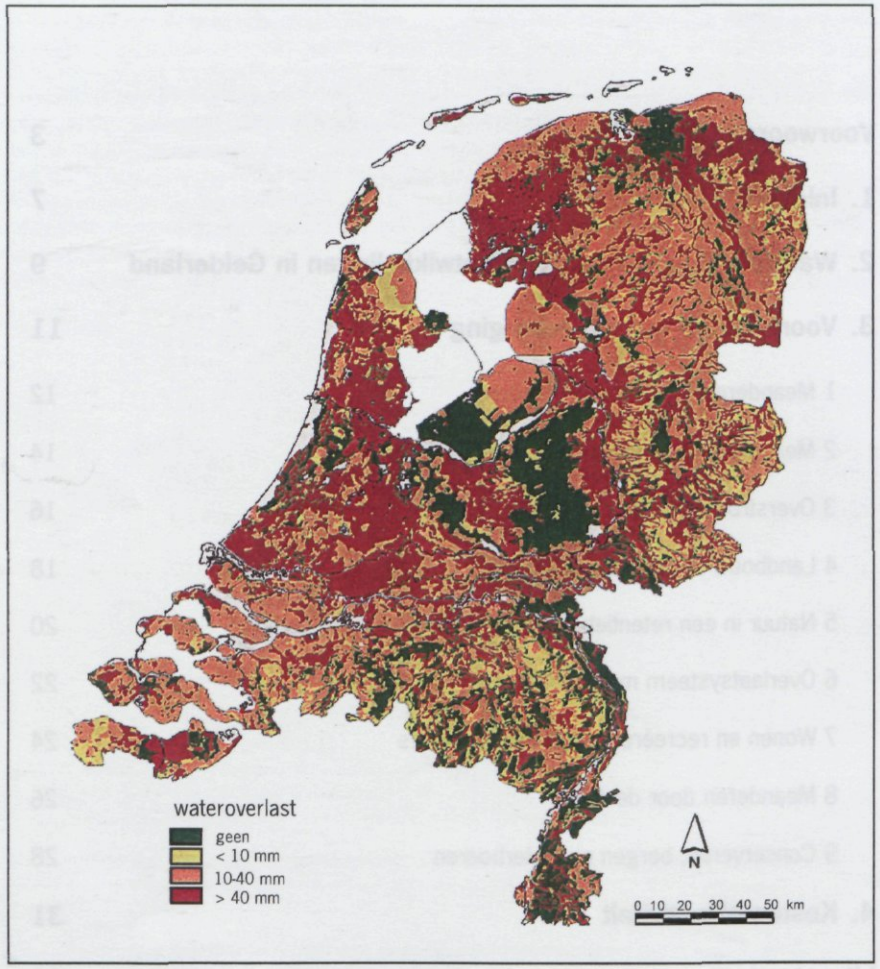
8 Meanderen door de stad 26

9 Conserveren, bergen en waterboeren 28

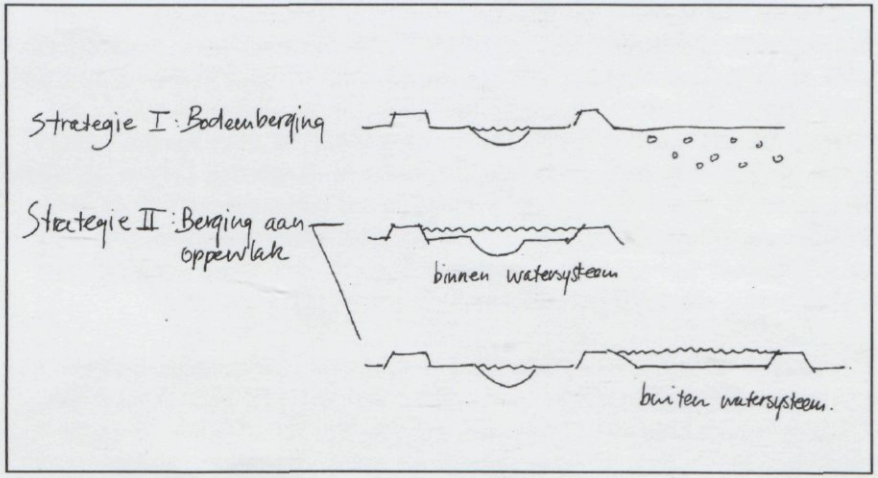
4. Kosten-effectiviteit 31

Literatuur 33

Colofon 34



Kaart 1. Omvang wateroverlast (75 mm neerslag in 24 uur). (Bron: Duel et al, 2000)



Schema 1. Strategieën om regionale wateroverlast te beperken

1. INLEIDING

Waterberging, een harde noodzaak
Het thema 'water'staat hoog op de politieke en maatschappelijke agenda. In Nederland spitst de discussie zich nu vooral toe op de problematiek van te veel water: de overstromingsrisico's langs grote rivieren en wateroverlast langs regionale wateren. Omdat klimaatscenario's uitwijzen dat er naar verwachting steeds vaker buien zullen voorkomen met extreme hoeveelheden neerslag, zoals in 1998 gebeurde in een aantal gebieden in Nederland, is er des te meer reden om maatregelen te treffen in het waterhuishoudkundig systeem. Kaart 1 geeft een beeld van de wateroverlast die zal optreden bij een extreme neerslagsituatie.

Maatregelen om het land tegen wateroverlast te beschermen zijn traditioneel vooral civiel-technisch van aard: dijken, kaden en gemalen. Deze maatregelen zijn erop gericht om de problemen uit een gebied te weren. De problemen worden daardoor niet echt opgelost, omdat de waterstanden er niet door dalen. In feite schuiven deze maatregelen de problematiek door naar 'de buren'. En dat zijn bij watersystemen de benedenstrooms gelegen gebieden.

Steeds meer groeit het besef dat er een grens komt aan de beschermende mogelijkheden van civiel-technische maatregelen. Het idee groeit dat stroomgebieden meer zelf hun problemen van wateroverlast zouden moeten opvangen, in plaats van door te schuiven naar andere gebieden en grote wateren. In opdracht van het Interprovinciaal Overleg (IPO) is nagegaan waar zoekgebieden liggen die door hun ligging en door hun ruimtegebruik mogelijkheden bieden voor het tijdelijk bergen van water bij extreme regenval (Duel et al., 2000 en IPO, 2000). De zoekgebieden zijn weergegeven op een "kansenkaart". Deze kansenkaart voor waterberging laat zien dat er in grote delen van Nederland in potentie ruimtelijke mogelijkheden bestaan om het probleem van de regionale wateroverlast op te lossen. De beschikbaarheid van de aangeduide zoekruimte is evenwel sterk afhankelijk van de combineerbaarheid met andere functies. De kansen en mogelijkheden om waterberging te combineren met andere functies vormen de rode draad door dit voorbeeldenboek.

Ruimte voor water: een oud idee met nieuwe mogelijkheden
Ruimte voor waterberging is geen nieuw principe. De uiterwaarden zijn voor ieder vertrouwd als ruimte langs de rivier die af en toe best eens mag onderlopen bij hoogwater. Maar binnendijks van de rivierdijken is waterberging geen bekend verschijnsel meer. Dat was vroeger wel anders. In het vroege voorjaar traden beken benedenstrooms altijd buiten hun oevers, en bij hoogwater in de rivier werd water via een overlaatsysteem afgeleid naar een natuurlijke laagte in een gebied. Inmiddels is de discussie weer op gang gekomen of dergelijke overstromingsgebieden en overlaatsystemen weer in ere hersteld zouden moeten worden. Achterliggende gedachte is dat het verstandiger is om problemen te sturen naar gebieden waar weinig schade is te verwachten (schade, veiligheid). Beter een onder water gezette lege polder, dan een overstroming van een bewoond gebied.

Het is echter ook van belang om na te denken wat je allemaal nog meer kunt met een gebied dat wordt ingericht voor waterberging. Want enerzijds is de ruimte schaars in ons volle landje, en anderzijds bieden bepaalde actuele maatschappelijke ontwikkelingen daar juist ook aanknopingspunten voor. In het proces van plattelandsvernieuwing zoekt de landbouw bijvoorbeeld naar nieuwe vormen van productie waarbij naast consumptiegoederen ook diensten worden geleverd. Agrarisch natuurbeheer, zorgboerderijen en recreëren bij de boer zijn voorbeelden hiervan. Ook het natuurbeleid ontwikkelt zich sterk, met een accent op het realiseren van een samenhangende ecologische hoofdstructuur waarin het natuurlijk functioneren van watersystemen een belangrijk aangrijpingspunt vormt.

Mogelijke strategieën voor aanpak van wateroverlast
Er zijn twee hoofdstrategieën te onderscheiden om regionale wateroverlast te beperken met ruimtelijke maatregelen (schema 1). De eerste strategie wordt aangeduid als *'bodemberging'* of *'versterking van de sponswerking'* Daarbij gaat het erom dat het regenwater zoveel mogelijk en zo lang mogelijk in de bodem wordt geborgen, waardoor de afstroming van het regenwater naar de rivier zo traag mogelijk verloopt. Deze strategie is primair van toepassing voor de aanpak van verdroging. In combinatie met de optimalisering van het stuwbeheer kan deze strategie ook in minder natte perioden tijdelijk bijdragen aan afvlakking van piekafvoeren. In meer langdurig natte perioden evenwel is vanwege de verzadiging van de bodem weinig effect

van deze strategie te verwachten. Derhalve wordt bij een effectieve aanpak van regionale wateroverlast geopteerd voor een tweede strategie: *de tijdelijke uitbreiding van het areaal open water.*

Deze tweede strategie is dus gericht op berging aan het oppervlak. Dit vraagt om extra ruimte voor waterberging teneinde in tijden van hoge neerslag, soms in combinatie met hoge rivierstanden, wateroverlast te vermijden. Dit kan op twee manieren worden gerealiseerd. De *eerste manier* is om meer ruimte te creëren voor *berging in open water binnen het watersysteem.* Het gaat daarbij om het gedurende enige tijd vasthouden van gebiedseigen water zodat de afvoer wordt gestremd. Maatregelen zijn geconcentreerd in de laagste delen van een gebied, dus in en langs de waterlopen. Een andere optie is om hiervoor het profiel van de watergangen in het gebied te verruimen; deze optie is hier niet verder uitgewerkt. De *tweede manier* is *berging buiten het watersysteem,* dus op land. Doel is om extreme hoogwaterpieken tijdelijk te kunnen 'parkeren' in daartoe ingerichte bergingsgebieden (inundatiepolders of retentiebekkens).

Het Interprovinciaal Overleg (IPO) hanteert in de toelichting bij de kansenkaart voor waterberging de volgende getrapte benadering voor de aanpak van regionale wateroverlast:

1. Het voorkomen van wateroverlast door vroegtijdige afstemming van ruimtelijke ordening op de mogelijkheden en kwetsbaarheden van watersystemen;
2. Het herstel van veerkracht van watersystemen;
3. Reservering van ruimte voor (tijdelijke) berging van piekafvoeren, en
4. Aanpassing van de afvoercapaciteit door verhoging van de gemaalcapaciteit of andere technische verbeteringen.

In deze publicatie staan de benaderingen 2 en 3 centraal: het veerkrachtiger maken van watersystemen en het creëren van ruimte voor waterberging. Dit heeft te maken met de actuele ontwikkelingen in het ruimtelijk beleid. Deze manier om wateroverlast aan te pakken wordt op dit moment in het ruimtelijk beleid met de meeste urgentie ingevuld. Op rijksniveau zal in de Vijfde Nota Ruimtelijke Ordening naar verwachting ruim aandacht worden geschonken aan deze aanpak. Ook in het provinciaal streekplan en in reconstructieplannen wordt een ruimtelijke aanpak van wateroverlast door toename van de bergingscapaciteit voorbereid. Kortom, op alle beleidsniveau's, dus ook het locale niveau, is ruimtelijke reservering voor waterberging actueel.

Om waterberging te kunnen realiseren zullen altijd meerdere partijen nodig zijn. Waterberging verandert de inrichting van de ruimte en de mogelijkheden voor ruimtegebruik, en is tevens onderdeel van de waterhuishouding. En bij projecten waarbij je steevast meerdere partijen nodig zult hebben is een goede communicatie over aard, omvang, noodzaak en consequenties van een dergelijke maatregel essentieel. Daarbij werkt het vaak goed als je zichtbaar kunt maken wat de maatregel inhoudt, en ook wat de beperkingen en kansen voor gebruik en natuurwaarden zijn.

Leeswijzer

Wat waterberging in de praktijk kan betekenen blijkt het beste uit voorbeelduitwerkingen. Het volgende hoofdstuk bevat negen voorbeelden van mogelijke ruimtelijke maatregelen voor waterberging in combinatie met andere functies. Het zijn voorbeelden van berging aan het oppervlak. Getracht is om bij de voorbeelden aan te sluiten bij mogelijkheden zoals die in Gelderland kunnen voorkomen. In deze voorbeelden schetsen we een beeld van de mogelijke verschijningsvorm in het landschap, en gaan in op de vraag welke vormen van niet conflicterend medegebruik, naast waterberging, denkbaar zijn. De voorbeelden worden tot slot nog eens onderling vergeleken wat betreft effectiviteit voor waterberging in relatie tot de kosten.

Voorbeelden van waterberging die aan de orde komen zijn: hermeandering van beken en overstromingsvlaktes in beekdalen, inrichting van retentiebekkens en retentievijvers, inrichting van overlaatsystemen of 'groene rivieren', en een combinatie van berging bovengronds en ondergronds. Daarbij wordt telkens aangegeven welke vormen van medegebruik, naast waterberging, mogelijk zijn. Afhankelijk van de situatie zijn er kansen voor landbouw, natuur, waterzuivering, recreatie of wonen langs het water.

In de uitgewerkte voorbeelden is uitgegaan van een visie op de toekomstige ontwikkelingen binnen de betrokken functies en op het landschap. Deze ontwikkelingen worden in het volgende hoofdstuk kort geschetst.

2. WATERBERGING IN RELATIE TOT ONTWIKKELINGEN IN GELDERLAND

Ontwikkelingen in het landelijk gebied: de landbouw
De landbouw staat in de komende jaren voor grote veranderingen. Na jaren van intensivering wordt nu een omslagpunt verwacht. Een strikte mineralenhuishouding wordt noodzakelijk om de Europese nitraatrichtlijn te kunnen halen. Jongvee zal eerder worden afgestoten, mest zal tegen flinke kosten moeten worden afgevoerd naar akkerbouwgebieden. Dit leidt tot een aanzienlijke kostenverhoging in de landbouw, die in een groot aantal gevallen onvermijdelijk zal leiden tot bedrijfsbeëindiging. Zeker voor kleine bedrijven worden de perspectieven steeds minder gunstig.

De verwachting is dat de door bedrijfsbeëindiging vrijkomende landbouwgronden vooral zullen worden opgekocht door boeren in de omgeving. De grond is voor de buurman vooral interessant voor de ruwvoerproductie. Het idee dat er in Gelderland door de ontwikkelingen in de landbouw veel grond vrij zal komen, bijvoorbeeld voor natuur of waterberging, lijkt daarom niet erg waarschijnlijk.

Meer perspectief lijkt er voor het incorporeren van waterberging in de landbouwkundige bedrijfsvoering, met name in de laagst gelegen percelen. In het zandgebied zijn dat de gronden langs de beek, die vanouds een slechte ontwatering hebben, en vaak permanent als grasland in gebruik zijn. In droge tijden waren dat de gronden die nog (als 'madelanden') gebruikt konden worden. Nu zijn voor veel van deze gronden beheersovereenkomsten afgesloten, omdat ze relatief veel natuur- en landschapswaarden herbergen. De verwachting is dat combinatie van waterberging met landbouw en natuur hier mogelijk is, omdat de landbouw in deze lage gebieden toch al bewust op zoek is naar verbredingsmogelijkheden.

Ontwikkelingen in het landelijk gebied: natuur
Een hoofddoel van het Gelderse omgevingsbeleid is het ontwikkelen van een sterke, robuuste ecologische structuur. Veel natuurwaarden in Gelderland zijn gebonden aan specifieke wateromstandigheden. Vanuit kwaliteitsoverwegingen en kostenaspecten zullen volgens het Streekplan elkaar versterkende koppelingen van natuur met andere functies worden nagestreefd, zoals drinkwaterwinning of waterberging.

Herstel van beekdalen is een centraal element in de kwaliteitsimpuls voor de reconstructiegebieden, zoals beschreven in de Rijksuitgangspuntennota (RUN). Daarin wordt ingezet op ecologisch en hydrologisch herstel (kwel, hermeandering, vismigratie, waterconservering en waterberging) via een watersysteembenadering. Ingezet wordt op multifunctioneel gebruik van beekdalen, inclusief versterking van de recreatief-toeristische potenties.

Niet elke vorm van "natte" natuur vraagt om dezelfde watercondities. Schrale graslanden worden vaak gevoed door uittredend voedselarm grondwater (kwel). Beekbegeleidende broekbossen zijn daarentegen afhankelijk van het vaak voedselrijke beekwater. In het eerste geval kan de natuurfunctie moeilijk gecombineerd worden met een waterbergingsfunctie, in het tweede geval kan dat juist heel goed. Het is dus niet eenduidig te zeggen wat de mogelijkheden van waterberging zijn om de natuurdoelen te realiseren. De te hanteren natuurdoelstelling hangt natuurlijk ook af van wat je het belangrijkste vindt. Als dat waterberging is, dan zal zo nodig het natuurdoeltype moeten worden aangepast.

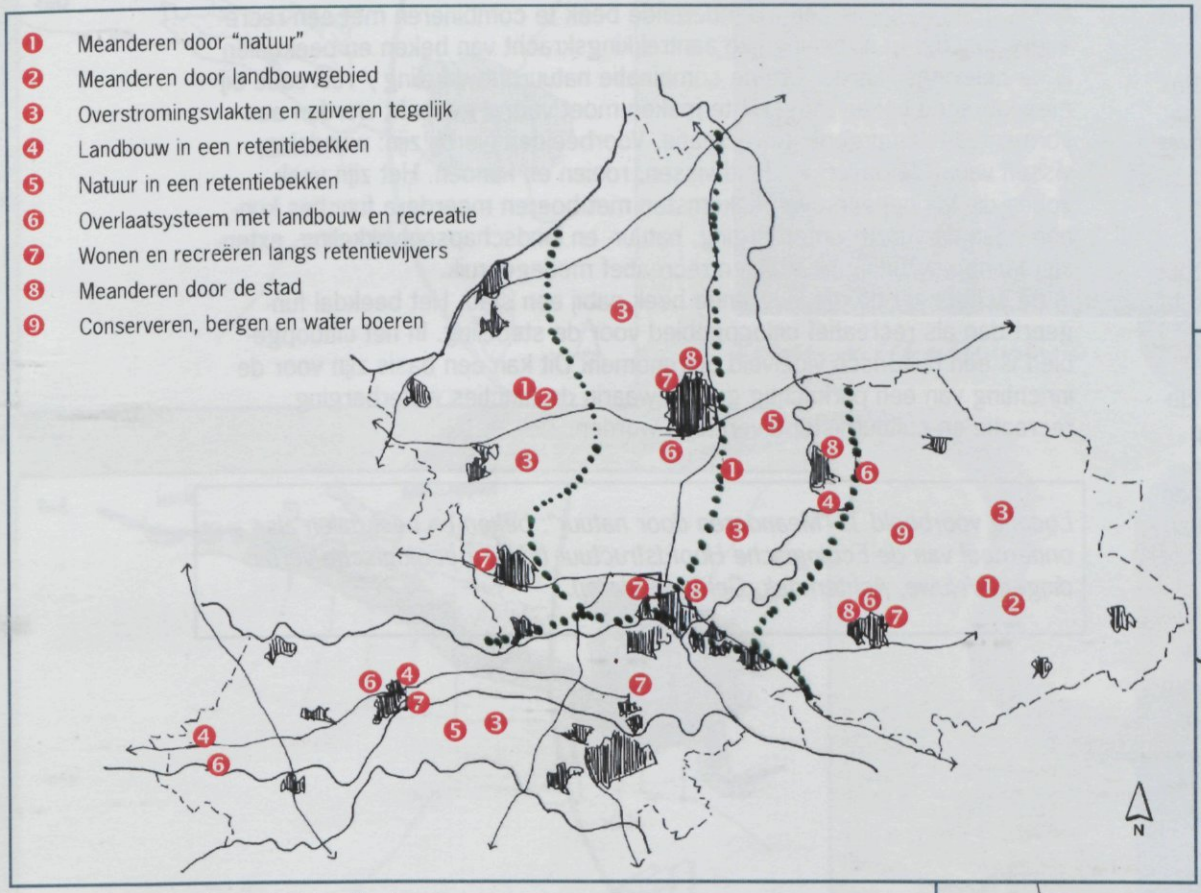
Ontwikkelingen in het stedelijk gebied
In de toekomst is steeds meer behoefte aan wonen in een groene omgeving. Water kan daar heel goed onderdeel van uitmaken.
Recreatiebehoeften rondom steden nemen ook steeds meer toe, waarbij vooral de bereikbaarheid en toegankelijkheid van het stedelijke gebied en de directe omgeving van belang zijn. Tot voor kort was het beleid erop gericht om de wateroverlast in de stad te minimaliseren door het water zo snel mogelijk via het riool af te voeren. Inmiddels is er een omslag in het denken gaande. Projecten worden ontwikkeld die gericht zijn op het zoveel mogelijk vasthouden van water in de stad. Dit kan onder meer worden gerealiseerd door vasthouden van regenwater in bergingsvijvers, het zoeken naar nieuwe gebruiksmogelijkheden van neerslagwater, en het afkoppelen van het hemelwaterriool van verhard oppervlak waardoor het regenwater de bodem in kan zijgen. Bij de ruimtelijke inrichting van nieuwe woongebieden, maar ook bij herinrichting van bestaand bebouwd gebied, wordt hieraan steeds vaker ruimte geboden. Op een wat hoger schaalniveau kan tevens

de relatie stad - land via het water versterkt worden, zowel door meer ruimte te bieden aan natuurlijke waterlopen in de stad, als aan retentiegebieden langs de stadsrand, die als parklandschap kunnen fungeren.

Ook in stedelijke gebieden kan wateroverlast optreden bij extreem hoge neerslag en piekafvoeren. Binnen bestaand stedelijk gebied is veelal te weinig bergingsruimte beschikbaar. Anders dan in het landelijk gebied wordt nu nog veel overtollig regenwater via het rioolstelsel afgevoerd. De tendens bestaat om in bestaand stedelijk gebied het regenwater steeds meer af te koppelen van het rioleringssysteem, en om bij aanleg van nieuwe gebieden hier al rekening mee te houden. Met het oog op de verwachte toename van variaties in omvang en perioden van regenval betekent dit dat er meer ruimte nodig is voor water in de stad of direct daarbuiten, bij voorkeur bovenstrooms.

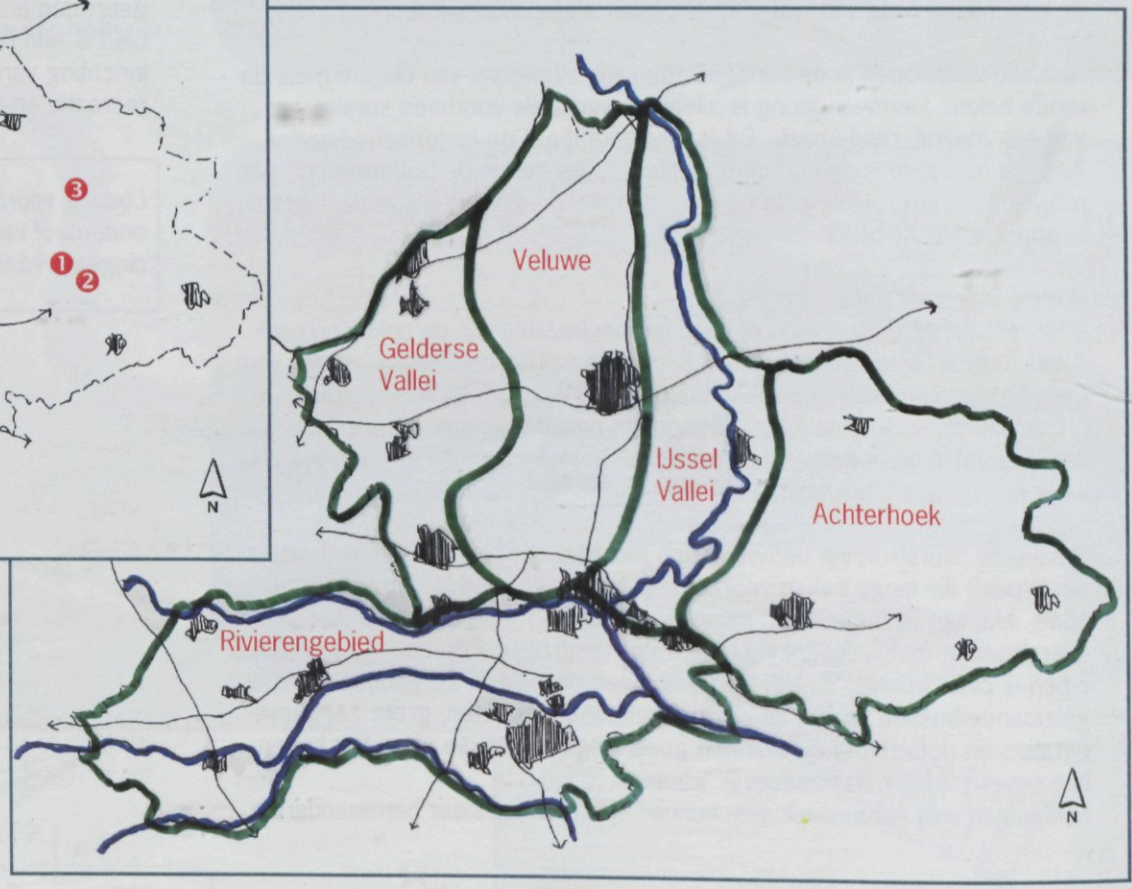
Inspelen op de landschappelijke identiteit
Met het toenemende aantal ruimteclaims groeit het besef en de behoefte om meer ruimtelijke kwaliteit na te streven in de groene ruimte. Meervoudig ruimtegebruik is de ontwerpopgave voor de toekomst. Regionale identiteit en historische aanknopingspunten zijn steeds meer gekoppeld aan de ontwerpopgave. In elke ontwerpopgave zal aan deze begrippen op een gepaste wijze inhoud gegeven worden. In Gelderland zijn de onderliggende landschapstypen belangrijke randvoorwaarden voor de inpassing van nieuwe functies. De volgende landschapstypen zijn te onderscheiden:
Rivierengebied, Gelderse Vallei, Veluwe, IJsselvallei en Achterhoek. Naast deze landschapstypen ligt er ook een relatie met de bodem, geomorfologie, stedelijke patronen, beleving van het landschap, het huidige gebruik, en -last but not least- de wensen van bewoners en belangengroepen in een gebied.

3. VOORBEELDEN VAN WATERBERGING



Voorbeelden in het landschap

Landschappen provincie Gelderland



1. Meanderen door natuur

Hermeandering en herprofilering
Veel beken zijn rechtgetrokken, verdiept en voorzien van stuwen en gemalen. Door deze 'beeknormalisaties' is de afvoercapaciteit van de waterlopen sterk toegenomen en het bergend vermogen navenant verminderd. Door hermeandering wordt de beekloop bochtiger en langer, door herprofilering wordt het beekprofiel ondieper en breder. Hermeandering en herprofilering leidt tot vertraging van de afvoer door een grotere wrijvingsweerstand over een langere route. Bovendien betekent beekverbreding meer ruimte voor water in het beekdal, waardoor tevens meer ruimte voor waterberging in het systeem ontstaat. In combinatie met hermeandering en herprofilering kunnen stuwen uit de beekloop worden verlaagd of geheel verwijderd. Door de vertraagde afvoer door hermeandering en herprofilering van de beek zal de beschikbaarheid van water in de zomer immers toenemen.

Niet alle waterlopen in de zandgebieden zijn overigens van origine meanderende beken. Hermeandering is alleen gewenst als voorheen sprake was van een meanderende beek. Dit is waarneembaar op historische kaarten, en vaak ook af te leiden uit oude meanderpatronen in de bodem en de geomorfologie. Herprofilering van waterlopen (verbreding en verondieping) kan in principe altijd worden toegepast.

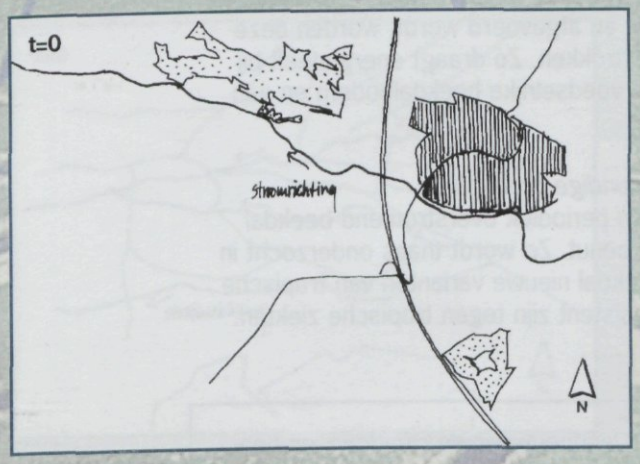
Waterberging en natuur
Door de beeknormalisaties is de ecologische kwaliteit van de beken en beekdalen sterk achteruit gegaan. In het kader van natuurontwikkeling worden sommige beken in de oude staat teruggebracht. Er ontstaat zo weer ruimte voor processen als sedimentatie en erosie in het beekdal, waardoor meer afwisseling ontstaat in de bodemsamenstelling van beek en beekdal en daarmee zal weer een grotere biodiversiteit ontstaan.

Frequente overstroming verhoudt zich niet met alle soorten natuur ('natuurdoeltypen') die langs beken voorkomen. Natuur van voedselarme milieus, zoals blauwgraslanden, kan misschien hooguit 1 maal in de 10 jaar een overstroming met (voedselrijk) beekwater verdragen. Bij andere natuurdoeltypen is overstroming niet of nauwelijks een probleem. Zo gedijen beekbegeleidende bossen (elzen- en essenbroekbos), rietvelden, grote zeggenvegetaties en dotterbloemhooilanden goed langs beken die af en toe buiten hun oever treden met voedselrijk water.
Knelpunten met natuurdoeltypen kunnen ontstaan wanneer hermeandering leidt tot overstroming met beekwater in kwelgebieden aan de rand van een beekdal.

Medegebruiksmogelijkheden
Het is goed mogelijk een meanderende beek te combineren met een recreatieve functie. Een belangrijke aantrekkingskracht van beken en beekdalen is de belevingswaarde. Om de combinatie natuurontwikkeling / recreatie bij meanderende beken mogelijk te maken moet vooral gedacht worden aan vormen van natuurgerichte recreatie. Voorbeelden hierbij zijn: wandelen, vissen vanaf de oever, wadend vissen, roeien en kanoën. Het zijn vaak zones die via beheersovereenkomsten met boeren meerdere functies kunnen gaan vervullen: waterberging, natuur- en landschapsontwikkeling, extensief landbouwkundig gebruik en recreatief medegebruik.
In de schets ligt de meanderende beek nabij een stad. Het beekdal fungeert dan als recreatief uitloopgebied voor de stedeling. In het uitloopgebied is een historisch vloeiveld opgenomen. Dit kan een basis zijn voor de inrichting van een parkachtig gebied waarin de functies waterberging, recreatie en cultuurhistorie verenigd worden.

Locatie voorbeeld 1. "Meanderen door natuur": beken en beekdalen als onderdeel van de Ecologische Hoofdstructuur (EHS) / ecologische verbindingen (Veluwe, Achterhoek, Gelderse Vallei).

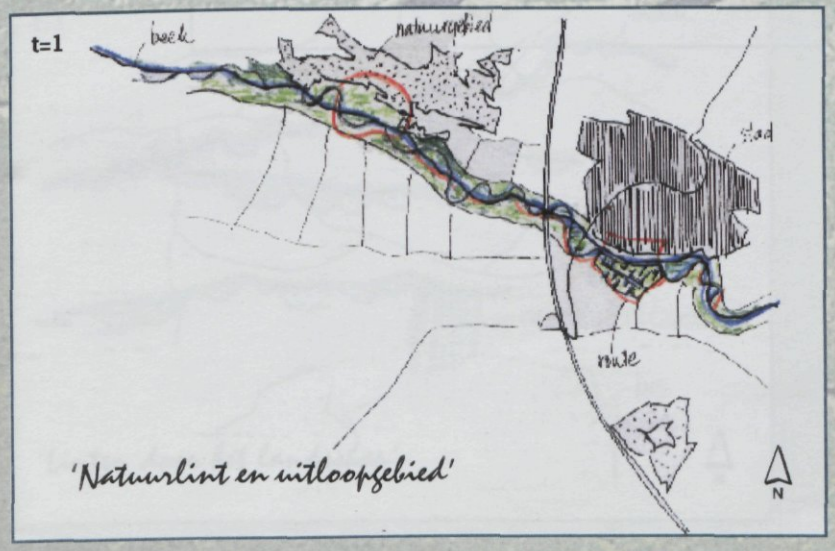
1. Meanderen door natuur





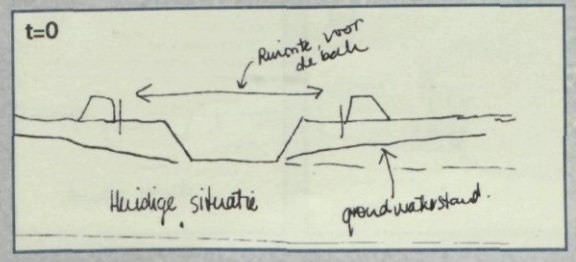
Roeien in het natuurlint

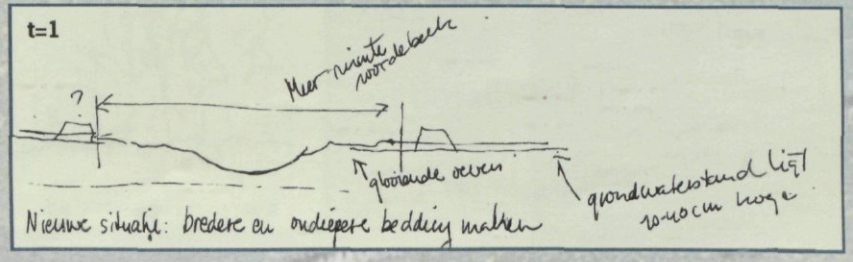


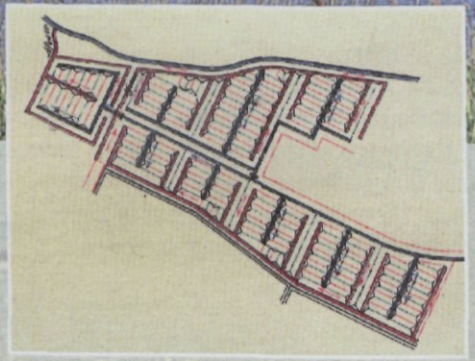


'Natuurlint en uitloopgebied'









Historische vloeivelden opwaarderen

2. Meanderen door landbouwgebied

In voorbeeld 1 is reeds de betekenis van hermeandering en herprofilering voor waterretentie geschetst. Het verbrede beekdal wordt in voorbeeld 2 niet ingericht voor beekbegeleidende natuur, maar voor de productie van nieuwe teelten op natte gronden.

Energie- en vezelteelt
Beekdalen vormen een hoogproductieve groeiplaats voor energiegewassen. Dit zijn gewassen die worden verbrand in een centrale en omgezet in bio-energie. Op de zwaardere beekleemgronden gaat het dan vooral om soorten als riet, wilg en populier. Deze groeien uitstekend op vochtige en voedselrijke beekdalbodems, die periodiek (ondiep) mogen onderlopen. In de ruimte tussen de (nieuwe) kronkelende beek en de (oude) rechtgetrokken beek kan vooral energiebos groeien, op de oevers riet. Aansluitend aan het beekdal kan landbouwgrond eveneens benut worden voor de energieteelt. Het gaat om gewassen die nattere omstandigheden verdragen, en niet afhankelijk zijn van meststoffen en bestrijdingsmiddelen. Van energiegrassen zoals Switchgrass en Miscanthus kunnen delen benut worden voor productie van hoogwaardige vezels, en het restmateriaal voor de opwekking van energie. Dit verhoogt het economisch rendement aanzienlijk. Of op deze wijze energieproductie, in combinatie met vezelteelt, economisch interessant wordt als nieuwe tak in de landbouw wordt op dit moment onderzocht in de Overijsselse gemeente Hardenberg.
Wanneer verschillende energiegewassen afwisselend in de ruimte worden geteeld ontstaat een landschappelijk gevarieerd energielint. Ook door de tijd heen ontstaat variatie in het landschap omdat afhankelijk van het gewas om de 5, 15 of 25 jaar wordt geoogst.

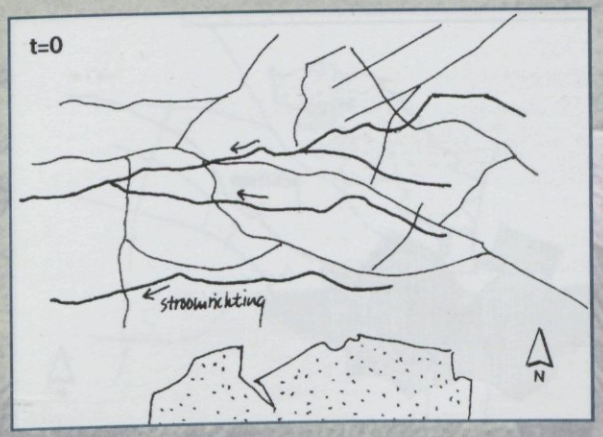
Energieteelt of natuur
Grofweg geldt dat het energetisch rendement van vegetaties omgekeerd evenredig is aan het ecologisch rendement: de bijdrage aan de biodiversiteit. Switchgrass heeft een zeer hoge energieopbrengst maar een zeer lage biodiversiteit. Omgekeerd is de energieopbrengst van eikenbos laag, maar de biodiversiteit hoog. Broekbossen met els leveren met gemiddeld 12 ton droge stof per ha weliswaar minder energie op dan energiegrassen, maar dragen flink bij aan de biodiversiteit en aan een aantrekkelijk landschap. Bij energieteelt uit hout is koppeling met beekgebonden natuur (broekbos) dus een reële mogelijkheid.

Energieteelt en milieukwaliteit
Veel natte gronden in de zandgronden zijn overbemest. Energiegewassen nemen veel voedingsstoffen op uit het water en de bodem voor biomassaproductie. Doordat het gewas geoogst en afgevoerd wordt, worden deze voedingsstoffen aan het beekmilieu onttrokken. Zo draagt energieteelt bij aan een gewenste verschraling van de voedselrijke beekdalbodem en aan verbetering van de waterkwaliteit.

Andere mogelijkheden voor landbouwkundige productie
Behalve voor energiegewassen kan een periodiek overstromend beekdal ook voor andere natte teelten worden benut. Zo wordt thans onderzocht in hoeverre het mogelijk is om in een beekdal nieuwe varianten van tropische gewassen zoals rijst te kweken, die resistent zijn tegen tropische ziekten. Het beekdal, ingericht als sawah.

Locatie voorbeeld 2. "Meanderen door landbouwgebied": midden- en benedenstroomse delen van beken en beekdalen in agrarisch gebied (Achterhoek, Gelderse Vallei).

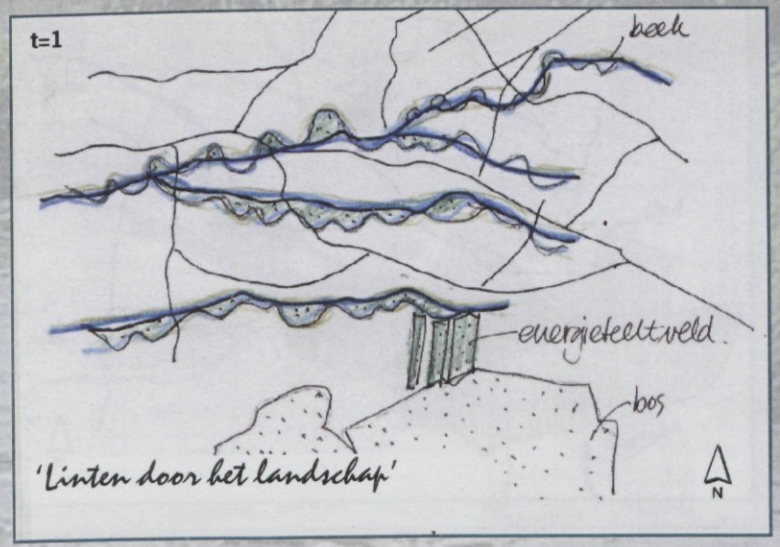
2. Meanderen door landbouwgebied





Natte teelten





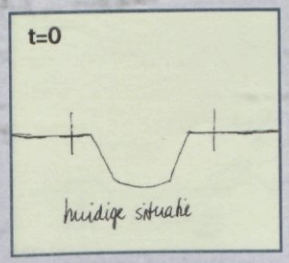
'Linten door het landschap'





Het beekdal ingericht als sawa







3. Overstromingsvlakte en zuiveren tegelijk

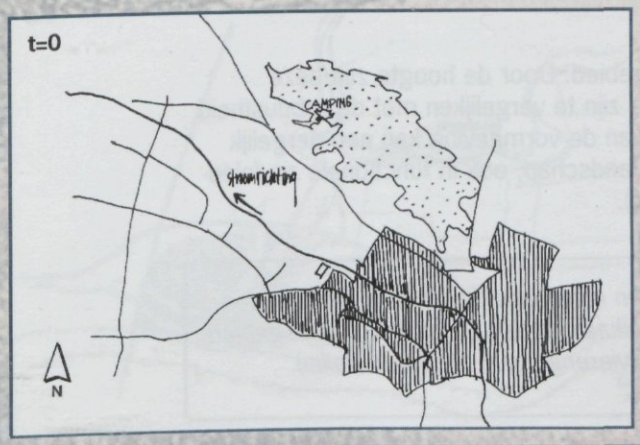
Overstromingsvlakte
Een overstromingsvlakte is een vlak laag gelegen gebied van enkele hectares groot in de nabijheid van een waterloop, dat bij piekafvoer vanzelf ('ongecontroleerd') onder water loopt. Hierdoor fungeert de vlakte als natuurlijk bergingsgebied, waardoor de piekafvoer naar de rivier tijdelijk wordt vertraagd en afgetopt.

Berging en zuivering
In voorbeeld 3 zijn twee situaties weergegeven: een lozingspunt van een rioolwaterzuiveringsinstallatie en een rioollozingspunt van een camping. Op deze punten is extra bergingsruimte nodig omdat twee waterstromen bij elkaar komen. Ook wordt het beekwater daar extra belast met stikstof en fosfaat.
Voor een aantal vegetaties, zoals rietmoeras, moerasbos en natte ruigte, zijn periodieke overstromingen een voorwaarde. Dergelijke vegetaties kunnen benut worden als helofytenfilter voor de nazuivering van het voedselrijke water. Een voorwaarde voor een effectieve combinatie van retentie en waterzuivering is een voldoende verblijftijd van het ingelaten water in het zuiveringsmoeras (ten minste zeven dagen). Dit kan worden gereguleerd met een stelsel van lage kades.
Om ook effectief te kunnen functioneren als bergingsgebied bij piekafvoeren dient het moerassysteem ruim gedimensioneerd te zijn. Het deel dat het dichtst langs de beek ligt fungeert continu als zuiveringssysteem; de verder van de beek af gelegen delen fungeren vooral als bergingssysteem, met als nevenfunctie zuivering.

Mogelijkheden voor medegebruik
Zuiveringsmoerassen in de vorm van rietmoeras en moerasbos zijn het meest effectief als deze periodiek geoogst worden. Nutriënten die zijn opgenomen voor de groei worden op deze manier afgevoerd. Dit maakt de combinatie van waterzuivering en energieteelt goed mogelijk. Wilgen en riet zijn soorten die in overstromingsvlaktes benut zouden kunnen worden voor een gecombineerd gebruik van waterzuivering en energieteelt. Het stelsel van kaden biedt bovendien mogelijkheden voor recreatieve ontsluiting voor wandelaars, fietsers en vissers. Daarbij dient te worden aangetekend dat er onder bepaalde omstandigheden geuroverlast kan optreden.

Locatie voorbeeld 3. "Overstromingsvlakte en zuiveren tegelijk": langs een waterloop nabij een lozingspunt van rioolwater.

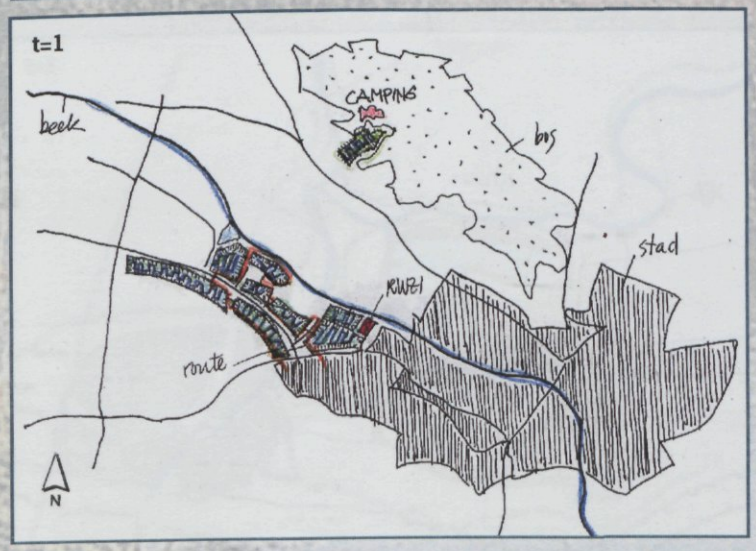
3. Overstromingsvlakte en zuiveren tegelijk

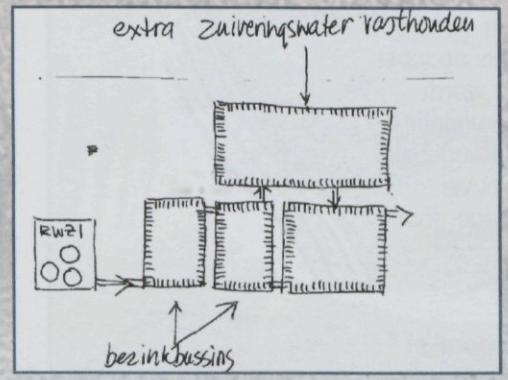




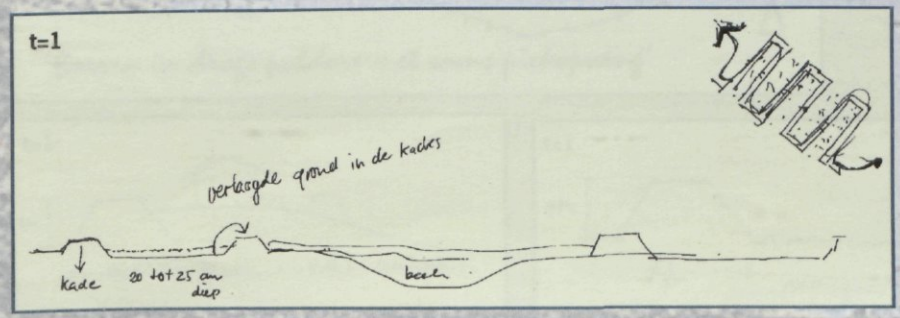


Helofytenfilters zijn toegankelijk voor wandelaars











Winterbeeld



Zomerbeeld

4. Landbouw in een retentiebekken

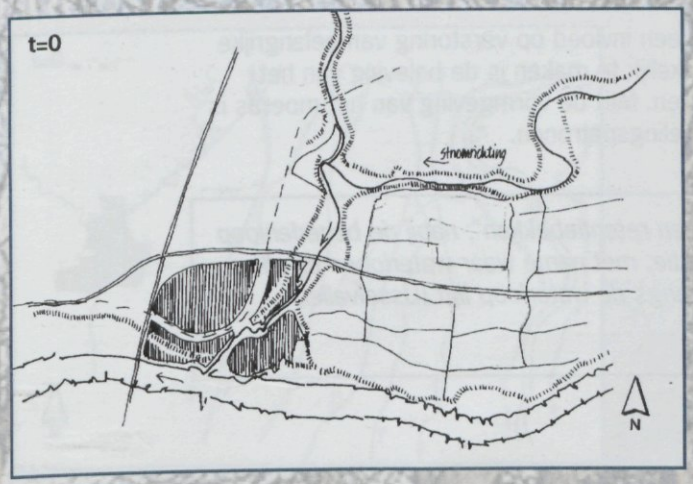
Retentiebekken
Waar waterlopen door een stad lopen kan wateroverlast optreden bij extreem hoge neerslag en piekafvoeren. Binnen bestaand stedelijk gebied is veelal te weinig bergingsruimte beschikbaar. In die situaties zal extra bergingsruimte nodig zijn in het aangrenzend landelijk gebied bovenstrooms van de stad. Een retentiebekken, ook wel aangeduid als inlaatpolder, is een laag gelegen gebied dat bewust ('gecontroleerd') onder water kan worden gezet bij extreme piekafvoeren. Het bekken, met een oppervlak van zo'n 500 ha, is door hoge kades (3m) omgeven en voorzien van inlaatwerken om vulling van het gebied op het juiste moment en met de juiste hoeveelheid water te kunnen regelen. Het leeglopen van het bekken kan worden geregeld met behulp van stuwen en kleppen, als het verhang van de polder naar de omgeving voldoende groot is. Anders moet het water worden uitgemalen.
Retentiebekkens zijn inundatiegebieden die zo lang mogelijk droog worden gehouden en pas onder water worden gezet bij extreme piekafvoeren, wanneer doorbraak van kades en dijken dreigt of wateroverlast wordt verwacht in nabij gelegen stedelijk gebied. Voor een effectieve benutting als noodberging is het noodzakelijk dat precies op het goede moment water wordt ingelaten. Het gebied dient zo te zijn ingericht dat schade door inundatie aan gebouwen en gewassen minimaal is. Eventueel binnen het retentiebekken voorkomende gebouwen dienen verhoogd of omkaad dan wel verplaatst te worden naar bijvoorbeeld de hoge kades teneinde schade door overstroming te vermijden.

Landbouw in een retentiebekken
De mogelijkheden voor landbouw in een retentiebekken hangen vooral af van de verwachte frequentie van overstroming. Perspectieven zijn er nog voor gebruik als grasland, zij het zonder bedrijfsgebouwen, indien het bekken gemiddeld 1 keer in de 10 jaar wordt gebruikt voor waterberging. Er dient voor de bestemming van een polder als retentiebekken, en aanvullend ook voor daadwerkelijk gebruik van de polder voor inundatie, een adequate financiële regeling te worden getroffen met de boeren voor compensatie van gederfde inkomsten en voor beperkingen in de bedrijfsvoering. Omdat ook in de bestaande situatie bij extreme afvoeren in een dergelijk laag gebied vaak al inundatie (maar dan ongecontroleerd) kan optreden, verandert er door inrichting als retentiebekken in de praktijk soms niet eens veel voor de landbouw. De beperkingen in het agrarisch gebruik vanwege de waterretentiefunctie kunnen het aantrekkelijk maken om naast waterberging ook andere neveninkomsten te verwerven, bijvoorbeeld inkomsten uit natuur- en landschapsonderhoud.

Landschappelijke inpassing
De hoge kaden omgeven een groot gebied. Door de hoogte zijn deze kaden nadrukkelijk waar te nemen. Ze zijn te vergelijken met de robuustheid van dijken langs rivieren. Afhankelijk van de vormgeving kan een dergelijk element ook iets toevoegen aan een landschap, ook in functionele zin (nieuwe uitkijkpunten, nieuwe woonmilieus).

Locatie voorbeeld 4. "Landbouw in een retentiebekken": nabij de benedenloop, met name waar waterlopen bij elkaar komen en waar stedelijk gebied langs de waterloop ligt (IJsselvallei, Rivierengebied, Gelderse Vallei).

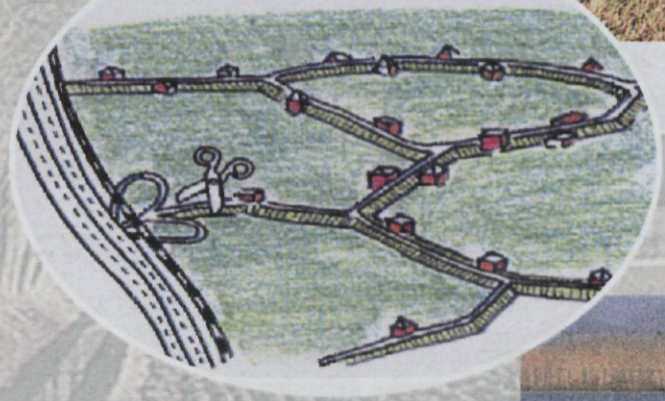
4. Landbouw in een retentiebekken

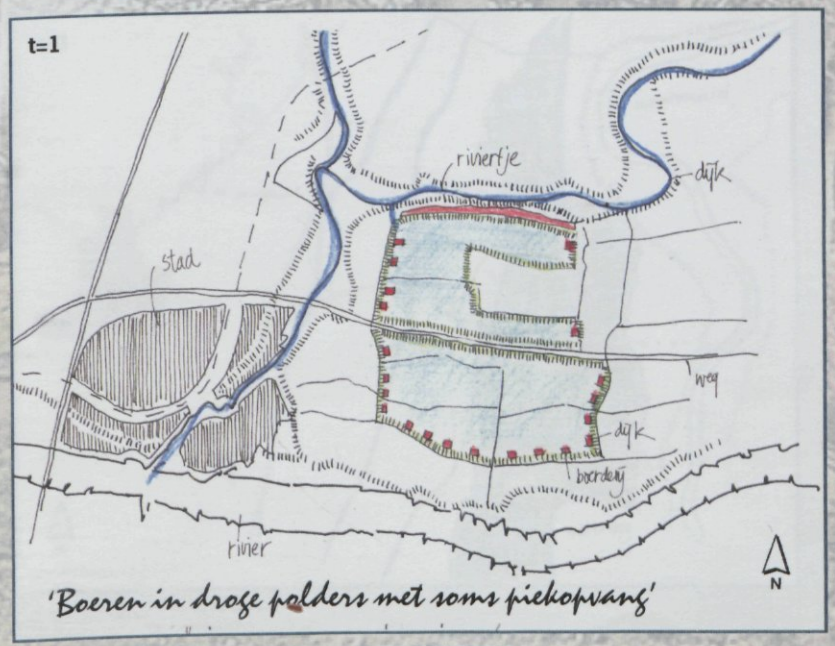


droog



Wonen langs de dijken

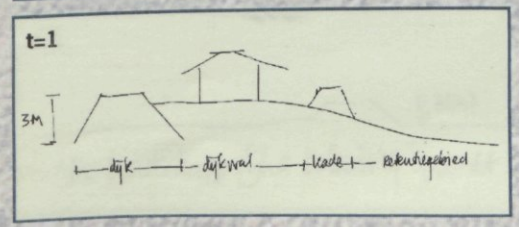


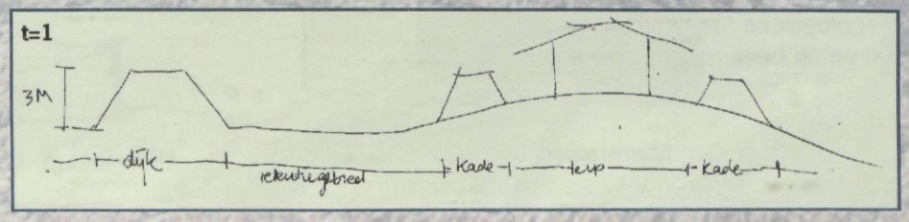


'Boeren in droge polders met soms piekopvang'



wateropvang





5. Natuur in een retentiebekken

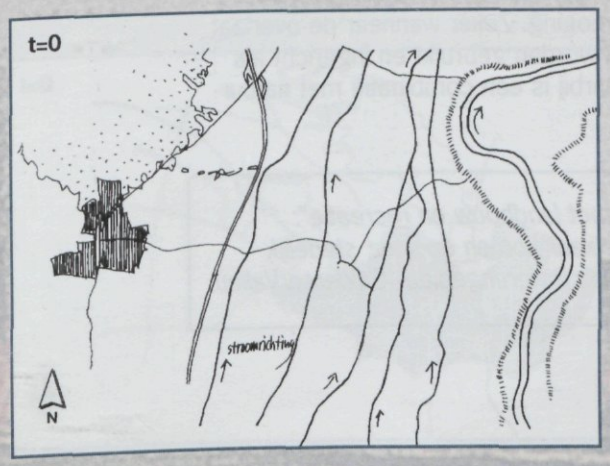
Retentiebekken
Laagten in het landschap nabij de uitstroming van een waterloop in de rivier bieden goede mogelijkheden voor inrichting als retentiebekken, maar hebben vaak ook belangrijke ecologische potenties. Het zijn grote gebieden (ca. 1000 ha) met van nature hoge grondwaterstanden, die door kaden (1 à 2 m), oeverwallen of dekzandruggen omzoomd zijn, en voorzien zijn van kunstwerken om water te kunnen inlaten en zo nodig weer te laten weglopen.

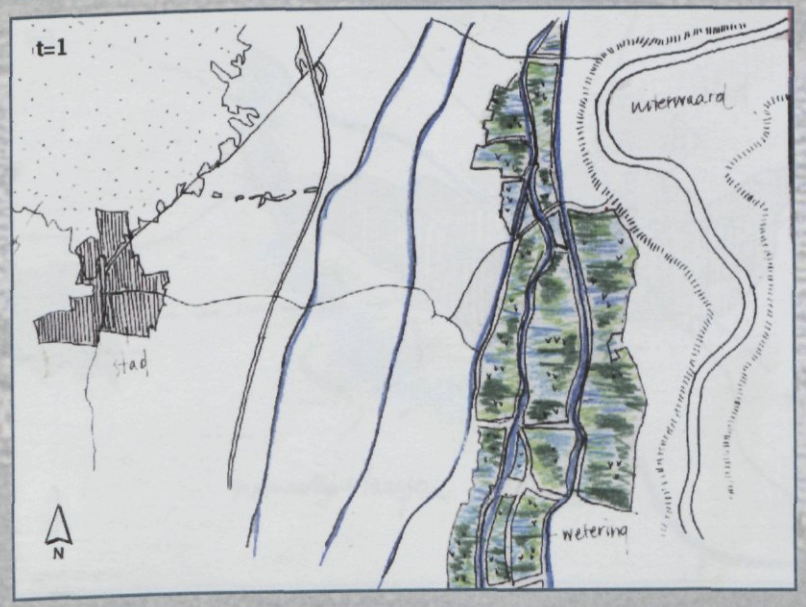
Natuur in een retentiebekken
In vergelijking met een retentiebekken met landbouwkundig gebruik (voorbeeld 4) staat het retentiebekken met nevenfunctie natuur in de winter meestal ondiep onder water, terwijl het grondwater in de zomer enkele decimeters onder maaiveld staat. Alleen bij gebruik van het bekken voor inundatie staat het retentiebekken tijdelijk blank. De functiecombinatie 'retentiebekken met natuur' kent dus drie gezichten: 's winters water tot aan het maaiveld, 's zomers droog en bij extreme afvoerpieken onder water.
Vaak treedt er kwel op in het bekken, afkomstig van grondwater uit het omringend zandgebied of uit de rivier. Als het grondwater afkomstig is van een aangrenzend hoger gelegen infiltratiegebied is het kwelwater veel voedselarmer dan wanneer het gebied grenst aan de dijk van een rivier. Dan gaat het vooral om voedselrijk kwelwater dat als dijkkwel uit de rivier binnenstroomt.
Over de kansen voor natuur in inundatiepolders zijn nog geen uitgebreide ervaringen opgedaan. Gezien de voedselrijkdom van dergelijke gebieden en van het in te laten water, en gelet op de grote onregelmatigheid van overstroming, zal het vooral gaan om 'robuuste' natuur: vochtige kleibossen en rietland, die floristisch gezien minder interessant zal zijn maar die meer betekenis zal hebben als leefgebied voor fauna.

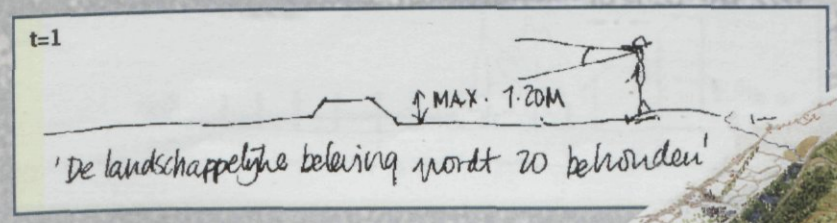
Ingepast in het landschap
In het hier uitgewerkte voorbeeld ligt het retentiebekken op de plek waar voorheen een moeras was. Vóór de ingrepen door de mens stagneerde door het geomorfologisch patroon hier veel water. Door de retentiefunctie aan het historisch moeras toe te voegen ontstaat een nieuw moeras met riet en moerasbos. Dit kan verder uitgroeien tot een ecologische stapsteen in de verbinding tussen de rivier met zijn uiterwaarden en de beek met het achterliggend zandgebied. Hier kan extensief agrarisch gebruik worden gecombineerd met de functies natuur en waterberging in een retentiebekken.
De aanleg van lage kades heeft geen invloed op verstoring van belangrijke zichtlijnen. Door de kades toegankelijk te maken is de beleving van het gebied door passanten te vergroten. Met de vormgeving van het moeras is goed in te spelen op oude verkavelingspatronen.

Locatie voorbeeld 5. "Natuur in een retentiebekken": nabij de benedenloop in een gebied met een natuurfunctie, met name waar waterlopen bij elkaar komen en waar stedelijk gebied langs de waterloop ligt (IJsselvallei, Gelderse Vallei).

5. Natuur in een retentiebekken









zomer



winter



hoogwater



6. Overlaatsysteem met landbouw en recreatie

Overlaatsysteem
Wanneer een piekafvoer in de waterloop samenvalt met extreme hoogwaterstanden in de rivier is de kans op overstroming en wateroverlast groot. De waterloop kan dan namelijk het water niet in de rivier kwijt. Zeker in de nabijheid van een stad is dit risico maatschappelijk niet acceptabel. Het risico kan worden verkleind door in deze situatie een deel van het water uit de waterloop bovenstrooms van de stad af te leiden via een daarvoor bestemd noodafvoersysteem ('by-pass'). Via dit systeem wordt het water om de stad heen afgevoerd naar de rivier.

Een oude maatregel nieuw leven ingeblazen
Deze ruimtelijke maatregel werd vroeger op verschillende plaatsen reeds toegepast bij hoogwaterproblemen in de rivieren, maar is momenteel niet meer in Nederland in gebruik vanwege de toegenomen druk op de grond. Daardoor zal het vaak niet eenvoudig zijn om oude overlaatsystemen in ere te herstellen of om nieuwe te ontwikkelen.
Toch wordt een dergelijke noodvoorziening op dit moment weer voorbereid voor de bestrijding van de hoogwaterproblematiek in de grote rivieren, en wordt dan vaak aangeduid als 'groene rivier'. Ook voor vermindering van de wateroverlast langs beken en kleine rivieren kan een overlaatsysteem functioneel zijn.
Een overlaatsysteem is landschappelijk te herkennen als een grotendeels onbebouwde geulvormige laagte in het landschap, zoals een oude beekloop, die begint met een inlaatwerk in de kade langs de beek en afloopt naar de rivier. De overlaat wordt aan twee zijden afgegrensd door een natuurlijke hoogte (dekzandrug, oeverwal) of een kade van ca. 1 meter hoogte, om de bebouwing langs de overlaat te beschermen. Lokale wegen die de overlaat doorkruisen mogen overstromen, maar voor doorgaande wegen moeten voorzieningen worden getroffen. Normaal gesproken staat de overlaat droog, maar bij gebruik staat de overlaat een halve meter onder water. Daarom wordt zo'n overlaatsysteem ook wel aangeduid als 'groene rivier', die eigenlijk fungeert als een binnendijkse uiterwaard. De breedte van de overlaat hangt af van het debiet dat bij hoogwater in de beek via het systeem moet worden afgevoerd. Bij een beek of kleine rivier gaat het om enkele honderden meters breedte.
Mogelijkheden voor meervoudig gebruik
Voor een dergelijk overlaatsysteem of 'groene rivier' moet geregeld worden dat er geen bebouwing komt, en dat plaatselijk aanwezige bebouwing wordt omkaad of verwijderd. Het land dat behoort tot de overlaat kan dan periodiek onder water lopen zonder dat (grote) schade wordt aangericht. Grondgebonden landbouw (met name grasland) is goed mogelijk, zij het zonder opstallen of opstallen op een verhoging. Zeker wanneer de overlaat nabij stedelijk gebied ligt kan het gebied worden gebruikt en ingericht als recreatief uitloopgebied van de stad. Daarbij is een combinatie met natuur- en landschapsbeheer goed denkbaar.

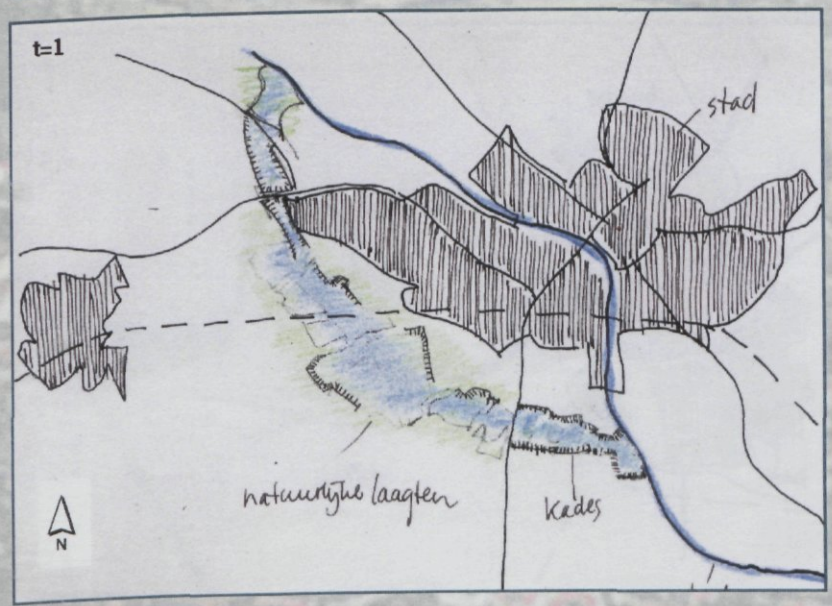
Locatie voorbeeld 6. "Overlaatsysteem met landbouw en recreatie": in de benedenloop waar waterlopen bij elkaar komen en waar stedelijk gebied langs de waterloop ligt (IJsselvallei, Rivierengebied, Gelderse Vallei).

6. Overlaatsysteem met landbouw en recreatie





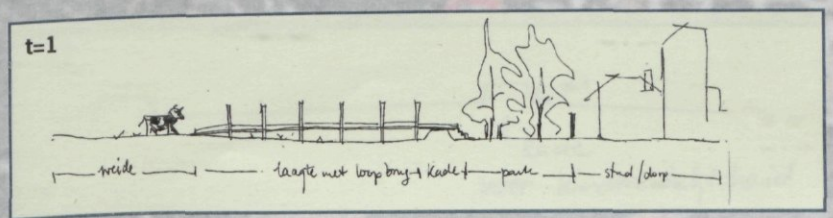








De laagten zijn toegankelijk voor recreatie



7. Wonen en recreëren langs retentievijvers

Retentievijvers
Wanneer verhard oppervlak van het rioolstelsel is afgekoppeld kan het regenwater worden afgeleid naar de bodem, waar het in een infiltratiesysteem kan uitzakken naar het grondwater. Daarnaast kan regenwater ook worden opgevangen en tijdelijk geborgen in een retentievijver. Dat is een open waterpartij zoals een vijver of een plas, waarin het waterpeil mag fluctueren. De retentievijver moet daartoe overgedimensioneerd worden aangelegd, dat wil zeggen met brede langzaam oplopende oevers. Regenwater dat niet via het riool wordt afgevoerd, maar door afkoppeling van het rioolstelsel via het oppervlak afstroomt, wordt naar de retentievijver geleid. Bij voorkeur gebeurt dat via een rietzone, broekbos of natte infiltratiestrook ('wadi') om tijdens de transportroute door vastlegging van stoffen in de vegetatie en de bodem een betere waterkwaliteit te krijgen. Om effectief te kunnen functioneren als retentiesysteem zijn de vijvers voorzien van brede glooiende oevers. Bij hevige regenval staat het water tot op de oever van de vijver.

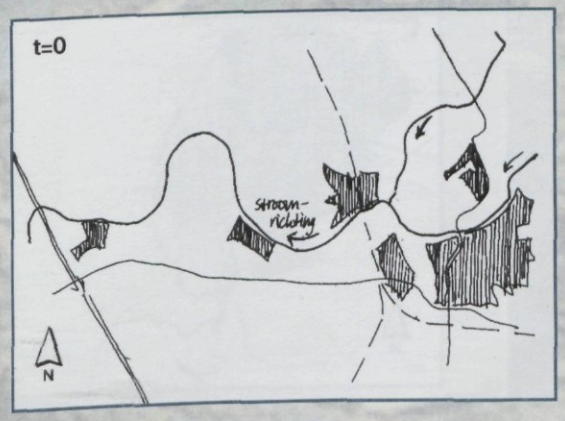
Wonen en recreëren langs en op water
Water in de stad kan veel doelen dienen. Wanneer meer water wordt vastgehouden en opgeslagen, zoals in een retentievijver, loopt het rioolstelsel veel minder vol. Hierdoor dalen de kosten voor waterzuivering aanzienlijk en vindt geen watervervuiling door overstort van rioolwater plaats. Het water uit de retentievijver kan weer worden hergebruikt, bijvoorbeeld voor gebruik in de wasmachine of als sproeiwater in de tuin. Woonmilieus met of aan het water worden door de consument in het algemeen hoog gewaardeerd. Water vormt een mooi décor voor wandelingen en een hoog gewaardeerd element in parken, en is bij uitstek een speelplaats voor kinderen. Wel zijn voorzieningen nodig om de veiligheid van spelende kinderen langs het water te garanderen. Retentievijvers als onderdeel van groenstructuren, recreatieruimte, speelvoorzieningen en parken, dragen bij aan een hoogwaardig woonmilieu. Water geeft een gevoel van ruimte en wijdsheid. Ook leidt de ligging aan het water tot een hogere marktwaarde van een woning.

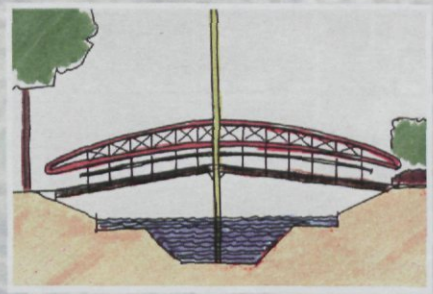
Waterneutraal bouwen
In nieuw stedelijk gebied geldt als uitgangspunt het 'waterneutraal bouwen'. Dit principe is erop gericht dat er geen extra belasting (kwalitatief en kwantitatief) in het watersysteem optreedt als gevolg van verstedelijking. Mogelijke maatregelen zijn een gescheiden riolering met afvoer van hemelwater naar retentievijvers en infiltratiewerken, en scheiding van schoon- en vuilwatersystemen. In principe gelden deze uitgangspunten voor zowel grote woonwijken als kleine buitenplaatsen.
In bestaand stedelijk gebied worden maatregelen gericht op toename van de waterbergingscapaciteit meer geleidelijk uitgevoerd, vaak gekoppeld aan andere projecten, zoals uitvoering van onderhoudswerken aan wegen en riolering.

Locatie voorbeeld 7. "Wonen en recreëren langs retentievijvers": in stedelijk gebied.

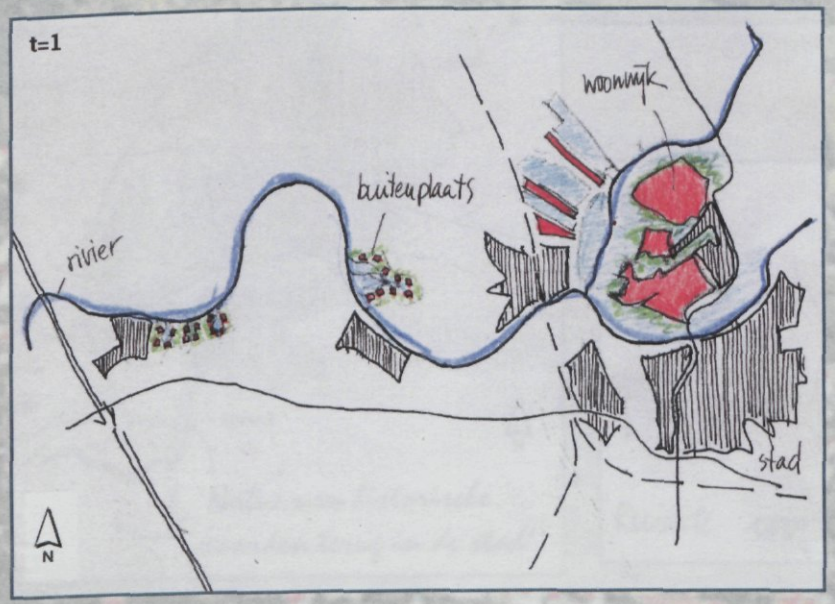
7. Wonen en recreëren langs retentievijvers

Groenstructuren, recreatieroutes, speelvoorzieningen, parken, waterberging: ze zijn samengevoegd tot een woonmilieu





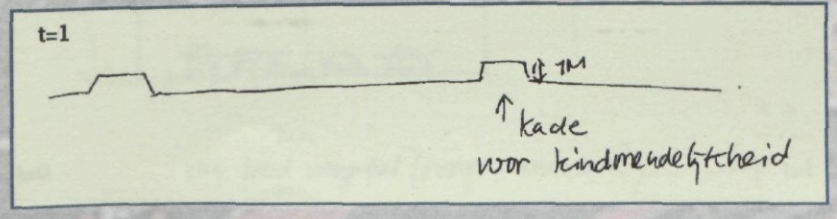


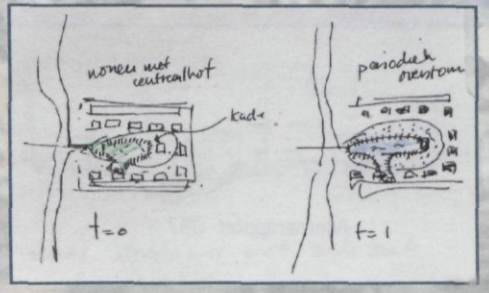














8. Meanderen door de stad

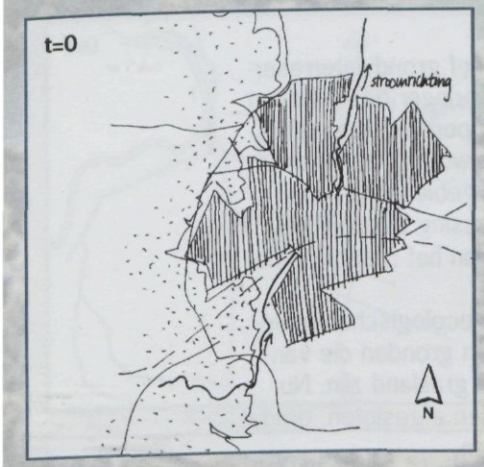
Hermeandering en herprofilering
Vaak vormt stedelijke bebouwing een onderbreking in een ecologische verbinding tussen natuurgebieden ter weerszijden van de bebouwing. Bij een natte ecologische verbinding zoals via een beekdal kan dit worden opgeheven door de beek en het beekdal binnen de stad op meer natuurlijke wijze in te richten. Daarbij is te denken aan hermeandering van de beek, verbreding van het beekdal (dat bij piekafvoer mag onderlopen) of het herstellen van gedempte beken.

Beekbegeleidende natuur in de stad
Hermeandering en profielverbreding in stedelijk gebied kan een "drager" vormen voor natuur- en landschapswaarden in de stad. Langs de kronkelende beek in een breed beekdal kan een robuuste groenstructuur ontstaan waardoor de blokkerende werking van de stad in een doorgaande ecologische verbinding langs het water wordt opgeheven. In het kader van de realisatie van de ecologische hoofdstructuur (EHS) zijn ook verbindingszones gepland in stedelijk gebied. Beken bieden een uitgelezen mogelijkheid om deze verbindingen te realiseren. Het gaat namelijk om, enkele tientallen meters brede, doorlopende groenzones langs waterlopen. Het is ruimte die benut kan worden om meanderende beken en overstromingsvlaktes in te richten. Hiervoor zijn extra subsidiegelden beschikbaar.

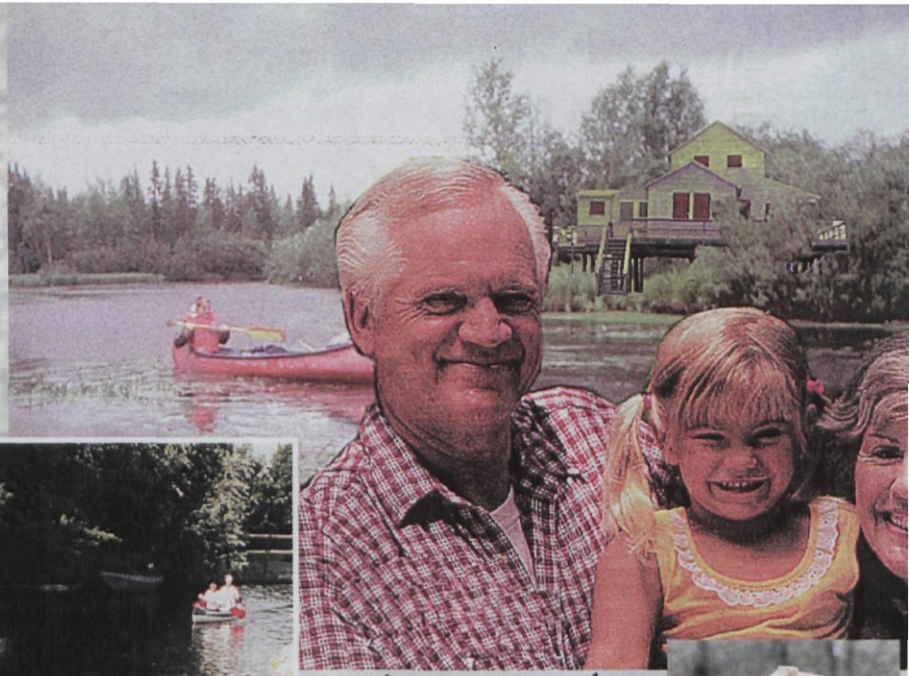
Een natuurlijk beeksysteem als woon- en recreatieruimte
In het verbrede beekdal van de meanderende beek kunnen hoogwaterpieken worden opgevangen en afgevoerd, waardoor de risico's van wateroverlast in de stad verminderen. Profielverbreding, hermeandering en beekdalverbreding in stedelijk gebied kan zich heel goed terug verdienen. Een dergelijke natuurlijke natte groenzone is landschappelijk aantrekkelijk en daardoor zeer geschikt als stedelijke recreatieruimte. Het brede beekdal met de kronkelende beek is een zeer aantrekkelijk landschapselement voor stedelijke recreatie (wandelen, vissen, roeien) en biedt ook ruimte voor langeafstandsrecreatie. Het nieuwe beekdallandschap kan een forse impuls geven aan stads- en dorpsvernieuwing, en aan hoogwaardige nieuwbouw. Te denken valt aan wonen op palen in het beekdal, of wonen aan de rand met zicht op de beek.

Locatie voorbeeld 8. "Meanderen door de stad": in beekdal met stedelijke bebouwing met boven- en benedenstrooms gelegen natuurgebied langs de beek (Veluwe, Achterhoek, Gelderse Vallei).

8. Meanderen door de stad



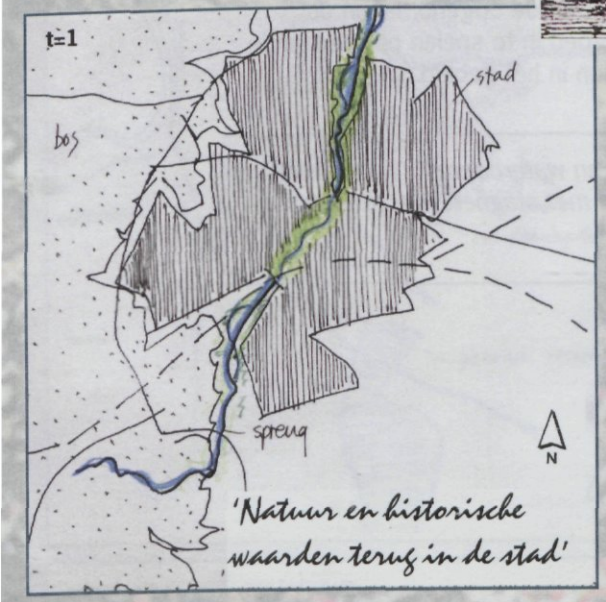




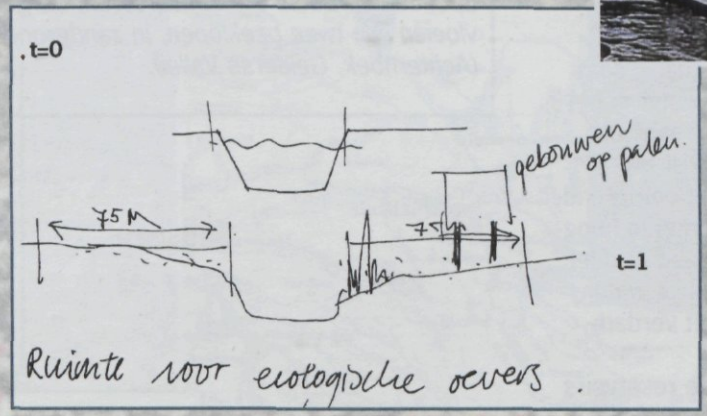


Wonen op palen





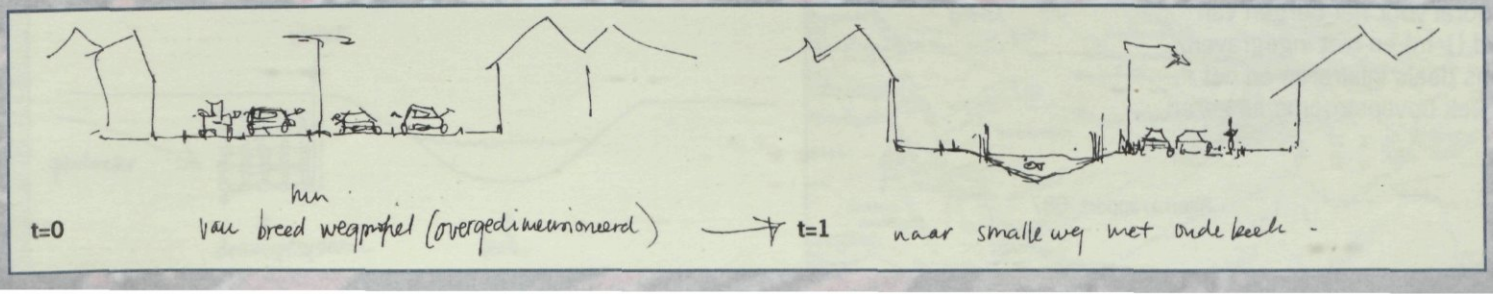
'Natuur en historische waarden terug in de stad'



Ruimte voor ecologische oevers.







9. Conserveren, bergen en waterboeren

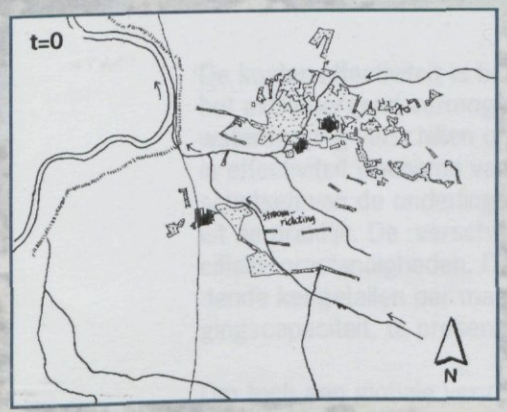
Waterconservering en waterberging
In veel zandgronden treedt verdroging van natuur op, en de landbouw lijdt een aanzienlijk productieverlies door watertekorten in de zomer. Om daarvoor een structurele oplossing te vinden lopen tal van studies en proefprojecten. Uit een studie naar de mogelijkheden van een oppervlaktewaterreservoir in combinatie met een grondwaterreservoir in de Achterhoek lijkt een koppeling van waterconservering en waterberging mogelijk. Water conserveren is het tijdelijk opslaan van een overschot aan water om op een ander moment het water te kunnen gebruiken. Water bergen is het tijdelijk uitbreiden van het areaal open water om afvoerpieken te verminderen. Ondergronds water opslaan vergroot de bergingscapaciteit aanzienlijk, met name in hellende gebieden met een slecht doorlatende ondergrond. Door de ondergrondse opslag van het oppervlaktewater treedt weinig verdampingsverlies op.

Werking
In de middenloop van een beek nabij het punt waar twee beeklopen samenvloeien komen vanouds vaak overstromingen voor. Daar is dus de behoefte aan waterberging groot. Maar ook voor het opbouwen van een voorraad water is die plek gunstig, omdat de aanvoer van water zich daar concentreert. In dit voorbeeld worden berging en conservering gecombineerd. Waar de beeklopen bijeen komen worden deze afgedamd. Een eerste reservoir, dat vooral dient voor waterconservering, wordt vanaf het afdampunt ondiep ingegraven (0,5m) en bekaad (1 m), waardoor het water in het reservoir deels boven en deels onder maaiveld staat. Onder dit reservoir wordt een ondergronds drainagesysteem aangelegd. Daarin wordt het water uit het erboven gelegen reservoir opgeslagen, en ontstaat een grondwaterreservoir. Door de aanleg van diepgelegen buisdrainages met in hoogte instelbare uitmondingen kan de aangelegde grondwatervoorraad flexibel worden aangesproken, bijvoorbeeld voor levering van drinkwater of water voor natuur. Het voordeel van het grondwaterreservoir is dat het verdampingsverlies klein is.
Meer stroomopwaarts worden meerdere ruim gedimensioneerde reservoirs aangelegd, eveneens met een daaronder gelegen drainagesysteem, die alleen vollopen bij piekafvoeren. Deze dienen vooral voor het bergen van afvoerpieken. Deze reservoirs zijn alleen bekaad (1 m) en niet ingegraven. Het water in deze retentiebassins kan vervolgens deels infiltreren en het drainagesysteem vullen. De reservoirs en de beek bovenstrooms fungeren in combinatie met het totale drainagesysteem als een infiltratiesysteem van oppervlaktewater.

Meervoudig ruimtegebruik
Het lijkt uit berekeningen mogelijk om een dergelijk actief grondwaterreservoir te kunnen benutten voor winning van drinkwater, wanneer beschikt kan worden over een ondiep (1,25 m) reservoir met een oppervlakte van 5% van het aanvoergebied. Ook het opgeslagen water kan worden benut voor aanvoer van gebiedseigen water in nabijgelegen natuurgebieden en voor bevloeiing van landbouwgrond. Bij een dergelijke toepassing behoort wel een aangepaste vorm van landgebruik bovenstrooms van het reservoir, dat afgestemd is op de functie drinkwater ('waterboeren').
De reeks van waterreservoirs biedt potenties voor een ecologische verbinding langs beken. Vaak gaat het in de zandgebieden om gronden die vanouds een slechte drainage hebben, en vaak permanent grasland zijn. Nu zijn voor veel van deze gronden beheersovereenkomsten afgesloten, omdat ze relatief veel natuur- en landschapswaarden herbergen.
In de schets is een potentiële historische vloeiweide opgenomen in de reeks van reservoirs. Met de lage kades is goed in te spelen op bestaande verkavelingsstructuren en historische waarden in het gebied.

Locatie voorbeeld 9. "Conserveren, bergen en waterboeren": nabij samenvloeien van twee beeklopen, in zandgronden met stagnerende ondergrond (Achterhoek, Gelderse Vallei).

9. Conserveren, bergen en waterboeren

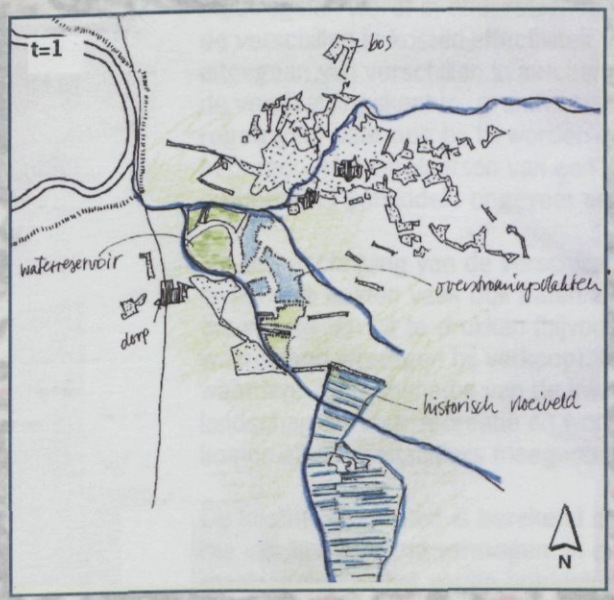






Biologisch boeren op een waterreservoir

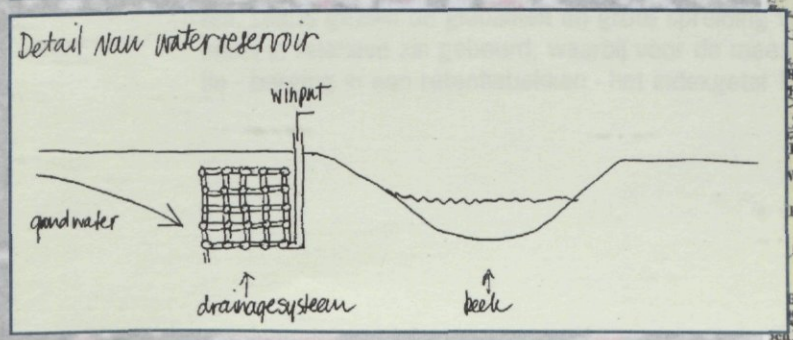
Overstromingsvlaktes met lage kaden omgeven



Historische vloeivelden opwaarderen







4. KOSTEN-EFFECTIVITEIT

De kosten-effectiviteit is berekend door de investeringskosten te delen door het extra bergend vermogen. De beschreven ruimtelijke maatregelen voor waterberging verschillen onderling sterk in benodigde investeringskosten en in effectiviteit (toename van het waterbergend vermogen). Om een beeld te schetsen van de onderlinge verschillen is gebruik gemaakt van voorbeelden uit de praktijk. De verschillen worden veroorzaakt door allerlei gebiedsspecifieke omstandigheden. Daarom is het niet mogelijk om hier algemeen geldende kengetallen per maatregel, uitgedrukt in guldens per m^3 extra bergingscapaciteit, te presenteren.

Om toch een globale vergelijking mogelijk te maken van de verschillende maatregelen wordt in onderstaande vergelijking een indicatie gegeven van de verschillen in kosten-effectiviteit van maatregelen. Daarbij is uitsluitend uitgegaan van verschillen in inrichtingskosten en dienen eventueel benodigde verplaatsingskosten, grondverwervings- en beheerskosten (en schaderegelingen) daar nog bij te worden opgeteld. Dit kan gaan om aanzienlijke bedragen. Het verplaatsen van een agrarisch bedrijf inclusief woonhuis kost bijvoorbeeld gemiddeld ongeveer een miljoen gulden.

Uit de beschrijving van de verschillende maatregelen komt naar voren dat er behalve kosten vaak ook baten zijn. Dit zijn in sommige gevallen baten die in geld zijn uit te drukken (bijvoorbeeld opbrengsten uit teelten of meerwaarde van woningen bij verkoop). In veel gevallen gaat het om immateriële waarden, zoals toename van de kwaliteit van een gebied voor natuur en landschap, of voor recreatie en wonen. De eventuele baten zijn niet in de kosten-effectiviteitscijfers meegenomen.

De kosten-effectiviteit is berekend door de kosten te delen door de toename van het bergend vermogen. In onderstaande tabel zijn de voorbeeldmaatregelen uit het vorige hoofdstuk onderscheiden naar kosten-effectiviteit. Dat is gezien de globaliteit en grote spreiding van de kostenramingen enkel in relatieve zin gebeurd, waarbij voor de meest effectieve bergingsoptie - berging in een retentiebekken - het indexgetal 1 is gekozen. Door het ontbreken van praktijkgegevens is het nog niet mogelijk om voor voorbeeld 9 een indicatie te geven van de inrichtingskosten in relatie tot de effectiviteit van waterberging.

maatregel	**relatieve kosten-effectiviteit**
Retentiebekken vb. 4,5	1
Overlaat / groene rivier vb. 6	5
Hermeandering landelijk gebied vb. 1,2	20
Retentievijver vb. 7	70
Hermeandering stedelijk gebied vb. 8	80
Overstromingsvlakte vb. 3	100

LITERATUUR

- Duel, H., C. Kwakernaak, T. Segeren en L. Stuyt (2000). Indicatieve zoekgebieden voor waterberging in polders en beekdalen. Uitgave WLIDelft Hydraulics, Alterra en IPO. Delft.
- Eker, Mark, Wolter Elbersen, Barbara de Klerk, Robbert de Koning, Nicoline van der Windt en Annoesjka Wintjes (1999). Switch on! Met de eerste prijs bekroonde inzending voor "Levende energie, ontwerpprijsvraag voor energieteelt in het landschap". Wageningen, Amsterdam, Oosterbeek.
- Interprovinciaal Overleg (2000). Ruimte voor de aanpak van regionale wateroverlast. Uitgave IPO, Den Haag.
- Klijn, J.A. en C. Kwakernaak (2000). Bekenland in beweging; handreiking voor een kwaliteitsimpuls. Uitgave Alterra, Nieuwland Advies, Ministerie van LNV en Ministerie van VROM. Wageningen.
- Provincie Gelderland (1996). Streekplan Gelderland. Stimulans voor ontwikkeling, ruimte voor kwaliteit en zorg voor omgeving. Arnhem.
- Spek, Theo, Frits David Zeiler en Edwin Raap (1996). Van de Hunnepe tot de zee. De geschiedenis van het waterschap Salland. IJsselacademie. Kampen.
- Van der Windt, Nicoline, Annoesjka Wintjes, Wolter Elbersen en Cees Kwakernaak (2000). Van stek tot stekker; 14 kansen voor energieteelt in Harderberg. Wageningen, Amsterdam, Oosterbeek.
- Verslag der Staatscommissie benoemd bij Koninklijk Besluit van 5 mei 1893 no. 16 tot het instellen van een onderzoek omtrent bevloeiingen (1897). Den Haag.

Beeldinspiratie is afkomstig uit de volgende tijdschriften en publicaties

- Atlas van Nederland (1986). Stichting Wetenschappelijke atlas van Nederland.
  's-Gravenhage. Delen: Ruimtelijke ordening en Dorpen.
- Djoser 99
- Emissies en afval in Nederland: jaarrapport en ramingen. (2000), 1.
- EUROJOULE, Oostwaardhoeve Slootdorp
- Grote Topografische Atlas van Nederland 1 :50.000, Oost Nederland (1989), Wolters-Noordhoff Atlaspodukties
- Mens en natuur: tijdschrift ter bevordering van het milieubesef. (2000), no. 1.
- Natürschutzarbeit in Mecklenburg-Vorpommern. (1999), 1.
- Natuurreservaten: tweemaandelijks tijdschrift van de Belgische Natuur en Vogelreservaten v.z.w. (2000), 1.
- Regulus: bulletin de la Ligue Luxembourgeoise pour l'Etude en la Protection des Oiseaux. (1999), 4.
- Stadt und Grün; das Gartenamt. (2000), no. 3.
- Flying Camera Eindhoven Airport (Karel Tomei)
- Water: nieuwsbrief over integraal waterbeheer. (2000), no. 62.
- Waterschap; veertiendaags tijdschrift voor waterschapsbestuur en waterschapsbeheer. (2000), 5 en 6.
- Zuid-Hollands landschap; uitgave van de Stichting Het Zuid-Hollands landschap. (2000), 1.