

Spongiteit, een kwestie van volhouden

Spongiteit, een kwestie van volhouden

Vasthouden is beter dan tegenhouden: een verkenning

**A. Corporaal
H. Geerlink
H. Huyskens
J. Waaijenberg
G. de Groot**

Alterra/DLG-rapport 422

Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte, Wageningen, 2002

REFERAAT

A. Corporaal, H. Geerdink, H. huyskens, J. Waaijenberg en C. de Groot, 2002. *Spongiteit, een kwestie van volhouden. Vasthouden is beter dan tegenhouden: een verkenning*. Wageningen, Alterra en Dienst Landelijk Gebied. Alterra-rapport 422. 68 blz.; 10 fig.; 116 ref.

In opdracht van de Provincie Overijssel hebben ALTERRA en Dienst Landelijk Gebied verkend of het begrip spongiteit voor de praktijk van waterbeleid en waterbeheer toepasbaar is. Spongiteit is een indicator die duidt op de eigenschap van een stroomgebied om neerslag op te vangen, te bergen en deze vervolgens weer vertraagd af te voeren. Er zijn ruim 60 maatregelen gesignaleerd die voor de spongiteit van toepassing blijken. Enkele bleken zeer effectief, zonder nadelig effect op het huidige grondgebruik. Voor beleidsmakers en bestuurders een interessante uitkomst nu het platteland zo in het teken van reconstructies staat. Op grond van de studie blijkt dat de vrijkomende ruimte van de op te heffen waterlopen te transformeren is in landschapselementen. Door die elementen aaneen te smeden met bestaande landschapselementen wordt enerzijds het blauw-groene landschap-pelijke netwerk versterkt, maar biedt het anderszins ook door inschakeling van boeren een bredere inkomensbasis conform het model boeren-voor-natuur. Deze uitkomst kan een plek krijgen in gebiedsprocessen als reconstructie. Een uitgebreider vervolgonderzoek wordt aanbevolen om de praktische betekenis als indicator voor beheerders, beleidsmakers en bestuurders inzake beoordelingen van plannen, bijvoorbeeld waar het straks gaat om de implementatie van de Kaderrichtlijn Water en planvorming inzake het (deel)stroomgebiedenbeheer.

Trefwoorden: spongiteit, hydrotypen, stroomgebied, modern waterbeheer, transformatie, boeren-voor-natuur, fluviale strategie.

ISSN 1566-7197

Dit rapport kunt u bestellen door € 18,- over te maken op banknummer 36 70 54 612 ten name van Alterra, Wageningen, onder vermelding van Alterra-rapport 422. Dit bedrag is inclusief BTW en verzendkosten.

© 2002 Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte,
Postbus 47, NL-6700 AA Wageningen.
Tel.: (0317) 474700; fax: (0317) 419000; e-mail: info@alterra.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 voorafgaande schriftelijke toestemming van Alterra.

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

Inhoud

Woord vooraf	7
1 Inleiding	9
1.1 Opdracht	9
1.2 Opzet rapport	9
2 Spongiteit	11
2.1 Begripsdefinitie	11
2.2 Neerslag en afvoer	11
2.3 Hydrodynamiek	12
2.4 PD als nieuwe maat voor spongiteit	12
2.5 Spongiteit op landschapsniveau	12
3 Ontwikkelingen in 100 jaar waterbeheer	15
3.1 Algemeen	15
3.2 Terugblik op 100 jaar waterhuishouding in Overijssel	15
3.3 Verdrogingsbestrijding	16
3.4 Hoogwaterbestrijding	16
4 Waterbeleid en -beheer gebaseerd op de spongiteitsbenadering	19
4.1 Zoekrichting	19
4.2 Maatregelen en de effecten op spongiteit en hydrodynamiek	20
5 Van idee naar bruikbaarheid	23
5.1 Algemeen	23
5.2 Clusters van mogelijke maatregelen	23
5.3 Kwalificatie van de mogelijke maatregelen	24
5.4 Kwantificering van twee maatregelen	26
6 Beleidsimplicaties en koersen	29
6.1 Stroomgebieden-strategie	29
6.2 Toepassing in gebiedsprocessen	32
6.3 Transformatie en economiseren	32
7 Eindconclusie en aanbevelingen	34
7.1 Conclusies	35
7.2 Aanbevelingen:	35
8 Samenvatting	37
Literatuur	39

Bijlagen

1 Berekeningsbijlage	49
1.1 Algemene toelichting	49
1.2 Overzicht maatregelen	49
1.3 Stroomgebiedenstructuur	51
1.4 Keuze hydrotype	53

1.5	Opbouw van de bovengrond	55
1.6	Wat is SWAP	56
1.8	Uitkomsten van het model	58
1.9	Conclusies uitkomsten hydrotype 12	62
2	Blik op Overijssel	65
2.1	Verondiepen waterlopen	65
2.2	Dempen waterlopen	65

Woord vooraf

De Provincie Overijssel streeft naar een veerkrachtig watersysteem om zo een optimale waterhuishouding te krijgen. Dit vereist ook inzicht in de opname- en doorgiftecapaciteit voor water naar de ondergrond (spongiteit). Deze spongiteit is door ontbossing, waterhuishoudkunge werken, landbouwkundig gebruik en bebouwing door de eeuwen heen geleidelijk aan afgenomen. Er is echter alle reden om de spongiteit weer te vergroten. Daardoor ontstaan goed functionerende watersystemen, die duurzaam zijn en tevens goedkoop in beheer. Dergelijke systemen bufferen, vertragen, reinigen en beschermen.

Meer inzicht in de bijdrage die vergroting van de spongiteit kan leveren aan het beter functioneren van watersystemen is gewenst. Dit geldt niet specifiek voor Overijssel, maar voor alle hoger gelegen zandige delen van Nederland. De provincie Overijssel heeft in haar *Waterhuishoudingsplan* beloofd het onderzoek naar vergroting van spongiteit te bevorderen. Dit rapport is de eerste invulling van die belofte. Het maakt duidelijk wat onder spongiteit wordt verstaan en wat mogelijk is om de spongiteit van het aardoppervlak te vergroten. De resultaten gaan we gebruiken om spongiteit een grotere rol bij de ruimtelijke inrichting van de provincie te geven.

Drs. J. ter Burg,
Hoofd Eenheid Water en Bodem
Provincie Overijssel.

1 Inleiding

1.1 Opdracht

Dit rapport is geschreven in opdracht van de provincie Overijssel.

De opdracht luidt: “Verken het begrip spongiteit. Let hierbij op de mogelijke gebruikswaarde als indicator voor modern waterbeheer, ten behoeve van zowel beleidsmakers en bestuurders als waterbeheerders”.

1.2 Opzet rapport

Het rapport is zo opgezet dat eerst het begrip spongiteit nader wordt toegelicht.

Vervolgens komt aan de orde hoe spongiteit zich verhoudt met de actualiteit van hoogwaterbestrijding en antiverdroging.

Aansluitend wordt een doorkijk gegeven naar toepassing van het begrip spongiteit in het beleid. Met voorbeeldberekeningen, waarvan de uitkomsten allemaal in de bijlagen opgenomen zijn, is de effectiviteit van enkele maatregelen getoetst.

Op grond van de conclusies tenslotte wordt duidelijk dat een diepgaandere uitwerking van het idee achter en het begrip van spongiteit in de nabije toekomst wenselijk is.

2 Spongiteit

2.1 Begripsdefinitie

Het idee en woord “spongiteit”, aangeduid met het teken " Φ " (spreek uit: phi), komt van Corporaal.

Definitie:

Spongiteit is de eigenschap van een (deel)stroomgebied om regenwater op te vangen, vast te houden en deze daarna weer vertraagd af te voeren.

Spongiteit is een holistisch¹ begrip waarin de totale hydrologische samenhang van een stroomgebied tot uitdrukking komt.

Deze holistische benadering past in deze tijd waarin de natuurlijkheid en natuurlijke samenhang van watersystemen en stroomgebieden een uitgangspunt is in het waterbeheer van de 21^e eeuw.

De spongiteit is groot als een gebied veel neerslag kan opvangen zonder dat dit meteen leidt tot hoge piekafvoeren.

Gebieden waarin de gevallen neerslag meteen tot afvoer leidt hebben een lage spongiteit.

2.2 Neerslag en afvoer

Gevallen neerslag zal, als het eenmaal het aardoppervlak heeft bereikt, onder invloed van de zwaartekracht haar weg willen vervolgen richting het grondwater (inzigging).

Met welke hoeveelheid en met welke snelheid dit gebeurt is afhankelijk van vele factoren zoals grondsoort, helling, intensiteit neerslag, gebruik en inrichting van het aardoppervlak.

Het grondwater treedt in lager gelegen delen weer uit als kwel en komt vervolgens tot afvoer.

Hoe meer water via het grondwater tot afvoer komt, hoe trager het systeem is; des te groter is de spongiteit.

Het water wat niet via het grondwater wordt afgevoerd, stroomt via het maaiveld naar de lagere delen. Er stroomt een groter deel van de neerslag af via het maaiveld bij o.a. een grote inziggingsweerstand, een kleine horizontale weerstand aan het maaiveld, hogere regenintensiteiten.

Hoe meer oppervlakkige afvoer richting de afwateringsmiddelen, des te sneller het systeem is; des te kleiner de spongiteit.

¹ Holistisch = alles in samenhang beschouw(en)d.

2.3 Hydrodynamiek

De hydrodynamiek is de verhouding tussen de gemiddeld hoogste en laagste afvoeren van het betreffende watersysteem gemeten over een jarenlange periode.

Elk stroomgebied heeft een bepaalde afvoer karakteristiek die voornamelijk bepaald wordt door de verhouding snelle/trage afvoer.

De afvoer kent vaak een bepaalde jaarlijkse schommeling, met periodieke uitschieters naar boven en beneden. Veel neerslag zorgt voor een afvoerpuls, aanhoudende droogte voor lage afvoeren. Over lange perioden bezien heeft elk stroomgebied zo een eigen pulserend karakter, die we hier hydrodynamiek noemen.

Hoe groter de schommelingen, hoe groter de hydrodynamiek. Kenmerkend voor de hydrodynamiek is dat naarmate het pulserend karakter heftiger is er zowel relatief veel pieken als dalen zijn. De basisafvoer is dan relatief gering. Omgekeerd geldt dat een hoge basisafvoer weinig extremen in de vorm van pieken en dalen geeft.

2.4 PD als nieuwe maat voor spongiteit

PD staat de Plateau Drainage. Het PD-getal is een soort index waarmee de mate van spongiteit wordt aangegeven. Hoe groter de verhouding trage/snelle afvoer, hoe groter de spongiteit, hoe hoger het PD-getal. Het is een getal dat onafhankelijk is van de grootte van het stroomgebied.

De verhouding trage/snelle afvoer is per stroomgebied verschillend en wordt bepaald door vele factoren. Een aantal van die factoren worden door natuurlijke omstandigheden bepaald, zoals grondsoort, klimaat en de natuurlijk aanwezige vegetatie.

Wanneer die natuurlijke omstandigheden zich in een stroomgebied voordoen, is er sprake van een maximale spongiteit, uitgedrukt als P_{dmax} .

In de meeste stroomgebieden hebben zich in de loop der tijd wijzigingen voorgedaan in die natuurlijke omstandigheden. Verstedelijking, landbouw en ontginning hebben het afvoergedrag van de stroomgebieden beïnvloed. Ook de spongiteit is hiermee afgenomen.

De huidige spongiteit wordt uitgedrukt als $P_{dact}(ueel)$.

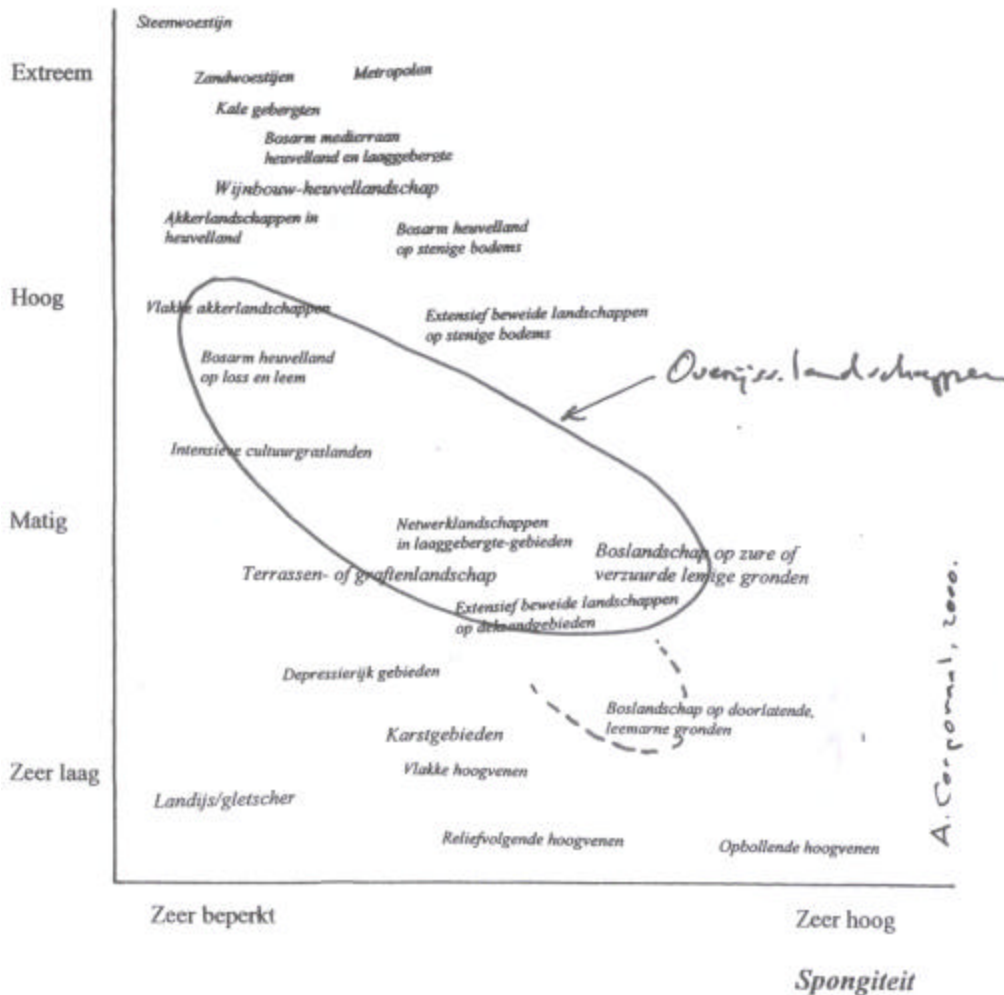
Er moet nader worden onderzocht hoe dit PD-getal kan worden berekend/gemeten.

2.5 Spongiteit op landschapsniveau

In de bijgaande figuur 1 is een overzicht van Europese landschappen gegeven waarin spongiteit en hydrodynamiek als eigenschap respectievelijk kenmerk staat aangegeven. Zo vormen opbollende hoogvenen (zeer hoge spongiteit) een contrast met kaal mediterraan gebergte (zeer lage spongiteit).

Spongiteit als eigenschap en hydrodynamiek als kenmerk van Europese landschappen

Hydrodynamiek



Figuur 1: Spongiteit en hydrodynamiek van Europese landschappen. Binnen de cirkel liggen Overijsselsche landschappen die alle een matig tot hoge hydrodynamiek hebben. De landschappen met veel akkers, weinig bos en intensief grondgebruik scoren daarbij het slechtst en juist daar dient de spongiteit weer sterk verhoogd te worden. In vergelijking hiermee hebben meer natuurlijke landschappen een veel hogere spongiteit en heuvelrijke gebieden in het zuiden vaak een veel lagere.

3 Ontwikkelingen in 100 jaar waterbeheer

3.1 Algemeen

Ons denken over modern waterbeheer is volop in beweging als gevolg van recente overstromingen en bijna-rampen.

Er zijn in de loop der jaren een aantal verschuivingen in ons denken over goed waterbeheer opgetreden:

van monofunctioneel waterbeheer m.n.ten behoeve van de landbouw naar Integraal waterbeheer met ook aandacht voor andere functies;

van een technocratische benadering (we passen het watersysteem aan aan de situatie) naar water als ordenend principe.

Toch richten we ons in het waterbeheer nog steeds voornamelijk op de extreme situaties, zoals in dit hoofdstuk wordt geïllustreerd.

De spongiteitsbenadering kan hierin de laatste stap zijn op weg naar een waterbeheer dat dichter aansluit bij het natuurlijk karakter van stroomgebieden: Een benadering die niet is gebaseerd op extremen in neerslag en de bijbehorende afvoeren, máár op de 'spons'-eigenschappen van het stroomgebied.

3.2 Terugblik op 100 jaar waterhuishouding in Overijssel

Grote delen van Overijssel stonden in het winterhalfjaar tot rond 1860 onder water, enerzijds in verband met stagnantie van water op plateaus en geïsoleerde kommen en anderzijds vanwege inundatie door kleine en grote rivieren (laagten en slenken, beekdalen, uiterwaarden en boezemgebieden) en opwaaiing door stormen (mondingsgebieden). Vaak werd het water geleidt naar plekken waar het van nature niet kon komen, of werd het juist veel langer vastgehouden achter dieken, stouwen of leidijken. Naar schatting kon ruim tweederde van Overijssel gedurende korte of lange tijd veranderen in een blauwe vlakte. Op plekken met stagnant water trof men een begroeiing aan met heideachtigen, pijpestrootje en veenmossen (water was van nature zuur), op plekken met inundatie en in boezemgebieden ging het meestal om graslanden (water was van nature gebufferd).

Geleidelijk zijn grote gebieden die 's winters altijd langdurig onder water stonden omgevormd tot een zeer uitgebreid slotenstelsel, de duizenden hectares werden duizenden kilometers.....

In het tijdvak met de stagnante watervlakten was er een relatief langdurige aanvulling op het grondwatersysteem. Men mag aannemen dat toen de basisafvoer relatief groot is geweest en de kwaliteit van het oppervlaktewater sterke overeenkomst vertoonde met het (dieper) grondwater.

De spongiteit was destijds hoog: $PD_{act} \cong PD_{max}^2$.

Tot in de jaren zestig (op sommige plaatsen in Nederland zelfs 80) zijn op allerlei schaal nog ‘verbeteringswerken’ uitgevoerd. Bovendien is ook nog heel lang de detailontwatering volledig zo ingericht dat hogere waterstanden vrijwel niet meer konden voorkomen: alle plekken met enige plasvorming werden door waterlopen aangesneden. Per saldo is er een waterlopenstelsel gecreëerd met aanzienlijk ruimtebeslag en allerlei onbedoelde neveneffecten, zoals aanzienlijke verdroging op zowel gebieden met een landbouwproductiefunctie als een natuurfunctie.

De afvoer via runoff en snelle drainage is relatief groot geworden en de basisafvoeren zijn drastisch verlaagd.

De spongiteit is hierdoor kleiner geworden: $PD_{act} < PD_{max}$

De extremen in afvoer zijn hierdoor vergroot. Vervolgens richtte het beleid zich op de gevolgen van die extremen (droogte en wateroverlast).

3.3 Verdrogingsbestrijding

In het afgelopen decennium is men begonnen om met anti-verdrogingsmaatregelen dergelijke effecten weer op te heffen. Een van de doelstellingen van de overheid was om het areaal aan verdroogd natuurgebied in 2000 met 25% te verminderen ten opzichte van 1985.

Verdeeld over de provincies is er in totaal al ongeveer €125 miljoen geïnvesteerd in de Regeling Gebiedsgerichte Bestrijding Verdroging.

Uit de 3^e voortgangsrapportage van GEBEVE-projecten blijkt inmiddels dat in 11% van de totaal op de verdrogingskaart 2000 aangegeven gebieden projecten zijn of worden gerealiseerd.

Door het ontbreken van een meetnet is het niet verantwoord uitspraak te doen over het inmiddels gerealiseerde totale areaal verdrogingsherstel.

De verdrogingsproblematiek heeft mede geleid tot de ontwikkeling van het instrumen-tarium Waternood. Hierbij wordt niet uitgegaan van vaste ontwerp-normen, maar wordt via een afweging per functie en locatie getracht een gewenst grondwaterregime te realiseren. Bij de afweging in Waternood zou spongiteit een rol van betekenis moeten krijgen.

3.4 Hoogwaterbestrijding

In het kabinetsstandpunt ‘Anders omgaan met water’ wijst het kabinet erop dat een omslag in denken over water noodzakelijk is teneinde Nederland de komende eeuw, wat dit water betreft, voldoende veilig, leefbaar en voldoende aantrekkelijk voor bewoners en investeerders te houden.

De directe aanleiding voor het kabinetsstandpunt over waterbeheer in de 21^e eeuw (WB21) is volgens het voorwoord van staatssecretaris De Vries (paars II) de “zorg

² PD_{act} = de actuele spongiteit was ongeveer gelijk aan PD_{max} = maximale spongiteit.

over het toenemend hoogwater in de rivieren, wateroverlast en de versnelde stijging van de zeespiegel”.

Die zorg richt zich op de effecten van vier tendensen: Stijging van de zeespiegel, stijgende rivierafvoeren, daling van de bodem en toename van de neerslag.

Een citaat uit het kabinetsstandpunt:

“Voor de aanpak van het veiligheidsprobleem en de vermindering van wateroverlast kiest het kabinet de volgende hoofdlijnen:

-
- een nieuwe aanpak voor veiligheid en wateroverlast die stoelt op drie uitgangspunten:
 1. anticiperen in plaats van reageren
 2. niet afwentelen van waterhuishoudkundige problemen door het volgen van een drietrapstrategie vasthouden-bergen-afvoeren en het niet afwentelen van bestuurlijke verantwoordelijkheden;
 3. meer ruimte naast techniek”

Veiligheid en beperken wateroverlast prioriteit.

Zeespiegelstijging, bodemdaling en klimaatverandering zijn processen die niet of nauwelijks tot stilstand kunnen worden gebracht. De toename van de rivierafvoeren kunnen slechts deels door internationale afspraken worden beperkt. Dat houdt dus in dat we voor het verwerken van een groot deel van de extra afvoer die via Rijn en Maas ons land binnenkomt een strategie moeten ontwikkelen. Daarom is WB21 sterk gericht op de bestrijden van de nadelige gevolgen van die extra afvoer; dus op vergroten van de veiligheid en het beperken van de wateroverlast.

WB21 richt zich dus primair op die extreme situaties.

Paragraaf 3.3 in het kabinetsstandpunt handelt over het volgen van de drietrapstrategie. Om wateroverlast te voorkomen moeten we gevallen neerslag zoveel mogelijk vasthouden. Zodra het water tot afvoer komt, moeten we de afvoerpieken verkleinen door het water te bergen. Het overige water moet goed kunnen worden afgevoerd.

Naast het volgen van de drietrapstrategie worden vermindering verdroging, verbetering waterkwaliteit en terugdringen verzilting als mededoelstellingen genoemd.

De huidige opvattingen over hoogwaterbestrijding hebben dus duidelijk een andere koers dan in de voorafgaande periode. Enkele voorbeelden:

De Commissie WB21 schreef dat “te veel water in het stedelijk en landelijk gebied en te weinig water voor de landbouw en natuur wordt maar ten dele veroorzaakt door de knelpunten in de watersector zelf. De oorzaak moet ook worden gezocht in de manier waarop in Nederland de afgelopen vijftig jaar ruimtelijk is ingericht en in een steeds intensiever gebruik van de grond voor landbouw, natuur en verstedelijking.”

De Raad voor het Landelijk Gebied onderstreepte dit onlangs ook duidelijk: “Versnelde bovenstroomse afvoer leidt tot benedenstroomse overlast, watertekorten en teveel van water zijn oorzakelijk met elkaar verbonden”.

Dit betekent ook dat bestrijding van hoogwater door alleen maar aanpassingen van voorzieningen in de benedenloop, zoals dijkverhoging, winterbedverbreding en -verdieping, maar een deel van het probleem oplossen. Hoogwaterbestrijding moet zich ook richten op inrichting en beheer van bovenstroomse delen. Men moet leren denken in hectares bovenstrooms herinrichten in plaats van alleen in cm's dijkverhogingen.....

4 Waterbeleid en -beheer gebaseerd op de spongiteitsbenadering

4.1 Zoekrichting

We concluderen dat er met de spongiteitsbenadering een relatie te leggen is tussen het huidige anti-verdrogingsbeleid en het zich ontwikkelende hoogwaterbestrijdingsbeleid.

Ons idee gaat daarbij uit naar het volgende, zonder dit al in maat en getal te kunnen uitvoeren:

Elk gebied heeft zijn eigen PD-maximum. Als de actuele toestand afwijkt van dat PD-maximum, kunnen maatregelen worden getroffen om de PD gunstig te beïnvloeden.

De PD-max kan in kaartbeelden worden weergegeven. Omdat het PD-getal onafhankelijk is van de grootte van een stroomgebied kan dit voor iedere kaartschaal.

Ook kan in kaartbeelden de PDact worden weergegeven evenals het verschil tussen PDmax en PDact.

Op basis van deze informatie kunnen strategieën worden ontwikkeld om de spongiteit te vergroten.

De keuze is bijvoorbeeld:

- het vergroten van de spongiteit in brede zin, of
- het streven naar het maximum van enkele geselecteerde stroomgebieden, of
- het inzetten van maatregelen in gebieden waar naar verhouding de effecten het grootst zijn.

Kortom, er zijn allerlei strategieën denkbaar om de gewenste spongiteit te krijgen.

In de praktijk wordt de keuze van het toe te passen strategie naast hydrologische afwegingen tevens bepaald door bestuurlijke afwegingen.

In dit rapport worden derhalve de mogelijke strategieën niet uitgewerkt.

Het lijkt dus mogelijk om een beleidsmatige aansturing van de waterhuishouding te ontwerpen die gebruik maakt van die spongiteits-benadering waardoor er een eenduidige relatie wordt gelegd tussen bestuurlijke doelstellingen, de schaal van stroomgebieden, en te nemen maatregelen.

Deze beleidsmatige aansturing moet daarbij wel aansluiten bij de fysieke systeemhiërarchie en de in WB21 geïntroduceerde principiële volgorde van vasthouden³, en daarna successievelijk vertragen⁴, bergen en afvoeren⁵.

³ vasthouden = conserveren, water IN het bodemprofiel opgeslagen houden

⁴ vertragen = verwant met vasthouden, maar dan al OP het profiel of IN een watergang

⁵ De Provincie Overijssel verstaat onder vasthouden: conserveren, inclusief vertragen; die definitie is hier niet gevolgd. Overigens is er op het vlak van die definities nog steeds discussie, maar we vinden deze nota niet de meest geëigende plek daar uitvoerder op in te gaan.

In het resterende deel van deze quick scan richt zich op het verkennen van de samenhang tussen mogelijke maatregelen en de effecten op de spongiteit en hydrodynamiek.

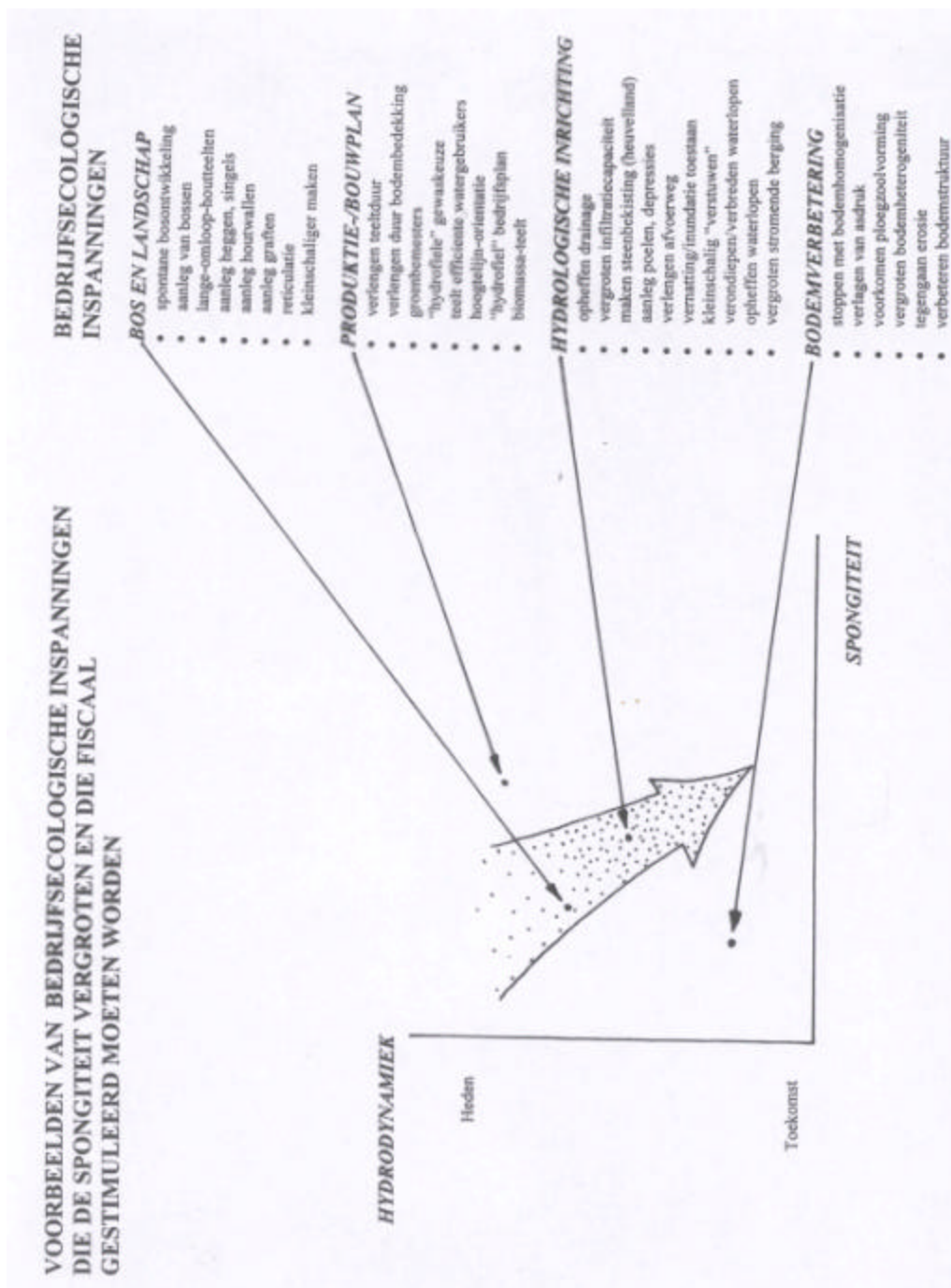
Het toepassen van de waterbeheerprincipes vasthouden, vertragen, bergen en afvoeren moet niet willekeurig in het gehele stroomgebied gebeuren. De zones waarin de hydrologische effecten van genoemde principes optimaal zijn liggen clinaal⁶ verdeeld ten opzichte van het afvoerpunt aan het einde van het stroomgebied. Bij elke opsplitsing van een stroomgebied in een deelstroomgebied herhaalt zich deze clinale verspreiding.

Deze quick scan tracht tevens een relatie te leggen tussen de maatregelen en de relatie met bovengenoemde principes.

4.2 Maatregelen en de effecten op spongiteit en hydrodynamiek

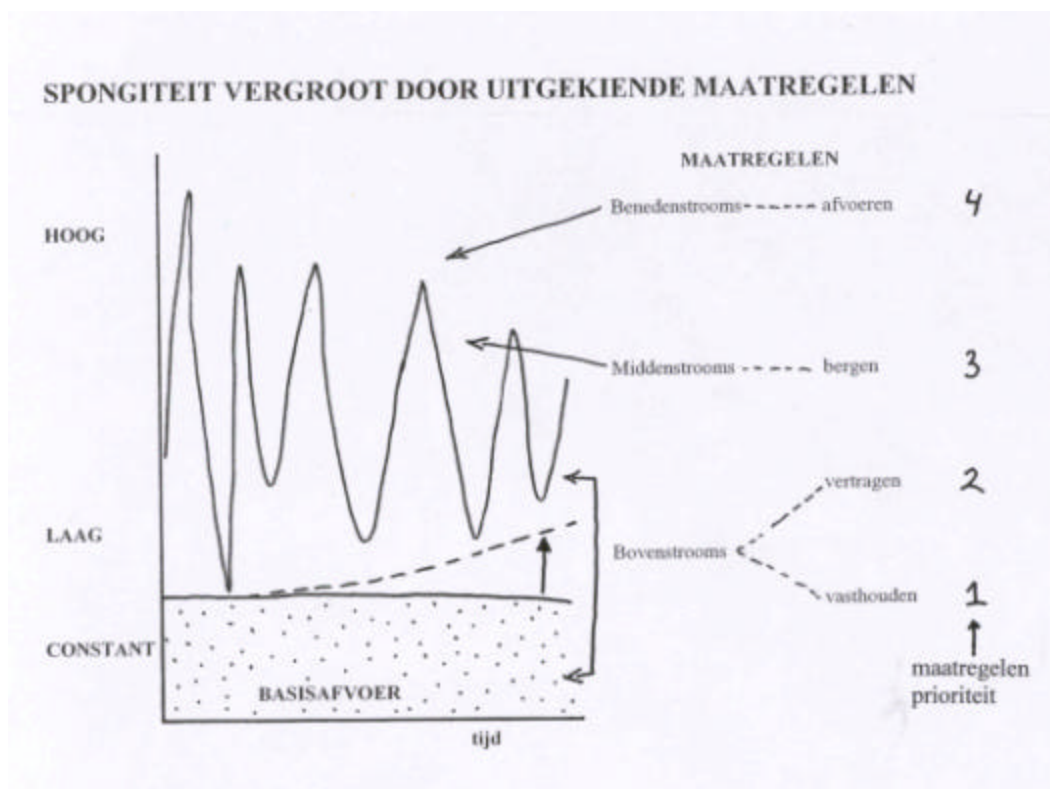
Alle denkbare maatregelen die gericht zijn op het beïnvloeden van de waterhuishouding zijn te verdelen in maatregelen met positieve en negatieve effecten op de spongiteit. Die maatregelen zijn te kwalificeren als "zeer" positief tot "zeer" negatief, bijvoorbeeld via een nog te ontwerpen inschaling.

⁶ clinaal = in zones op elkaar aansluitend, geleidelijk in elkaar overgaand



Figuur 2: Effect van vergroting van de spongiteit in de hydrodynamiek. Door bedrijfseconomische inspanningen, die de groene omgeving aangaan en die op de bedrijfsvoering van toepassing zijn of die relevant zijn voor waterhuishouding en bodem, wordt de spongiteit vergroot waardoor de hydrodynamiek afneemt.

De spongiteit is met allerlei maatregelen te vergroten. Het is logisch dat dan de hydrodynamiek te beperken is. Met een uitgekiend pakket maatregelen, zowel ruimtelijke als temporele, worden afvoerpieken gedempt, afvoerdalen gevuld en de basisafvoer vergroot.



Figuur 3: Basisafvoer en hydrodynamiek. Wanneer de voorgestelde maatregelen in de voorgestelde volgorde ingezet worden, wordt de basisafvoer vergroot en wordt het pulserende karakter beperkt.

We stellen dat de typen maatregelen overigens ieder een bepaald optimaal domein hebben: bovenstrooms inzetten op vasthouden en vertragen, middenstrooms naast vast houden en vertragen op bergen en benedenstrooms op afvoeren.

Bovendien is aan te geven welke maatregelen het beste passen bij elk waterbeheersprincipe.

Maatregelen die bijdragen aan het 'vasthouden' en 'vertragen' hebben een vergrotend effect op de spongiteit. Ook het 'bergen' werkt positief. Afvoermaatregelen daarentegen werken spongiteitsverlagend.

De actuele spongiteit is te verhogen door maatregelen te treffen in volgorde van vasthouden, vertragen, bergen en afvoeren tot het gewenste niveau bereikt is.

5 Van idee naar bruikbaarheid

5.1 Algemeen

Uit oogpunt van te ontwikkelen strategieën en het kiezen van de goede maatregelen is het wenselijk dergelijke relaties te doorzien en zichtbaar te maken. In hoofdstuk 5 zijn veel maatregelen op basis van *best professional judgement* getoetst aan hun bijdrage aan de ‘waterbeheersprincipes’ en op hydrologische effectiviteit en haalbaarheid. Deze toets is dus nog kwalitatief van aard.

Vervolgens zijn twee maatregelen doorgerekend met het rekenprogramma SWAP om na te gaan of de effecten van de maatregelen op de spongiteit zijn te kwantificeren. De twee geselecteerde maatregelen zijn doorgerekend voor een voor Overijssel representatief waterhuishoudkundig gebied (Hydrotipe 12, zie bijlage 1).

5.2 Clusters van mogelijke maatregelen

In de volgende paragraaf is een overzicht van maatregelen opgenomen waarbij is aangegeven tot wat voor soort categorie ze behoren en in welk compartiment van het stroomgebied ze passen.

Er zijn 8 clusters onderscheiden die betrekking hebben op steeds weer andere aspecten van het grond/watersysteem.

Per cluster verschilt het aantal relevante maatregelen behoorlijk, waarbij opgemerkt wordt dat we de maatregelen voor de hydraulische inrichting die aan de orde kunnen zijn in of langs de grotere rivieren onderbelicht gelaten hebben, hetgeen ook geldt voor waterbeheer in de stedelijke omgeving..

Maatregelenoverzicht (PDm)	
Clusters	Aantal
1 Bos en landschap	14
2 Productie en bouwplan	5
3 Hydrologische inrichting	14
4 Hydraulische inrichting	15
5 Bodem en reliëf	11
6 Bouwen	4
7 Apparatuur	1
8 Waterkwaliteit	1
Totaal	65

Het overgrote deel heeft betrekking op direct fysiek ingrijpen of beïnvloeden (39), een kleiner deel verloopt via beïnvloeding van de groene structuur (14) en een nog kleiner aantal via het bouwplan of productie van gewassen (5). De effectiviteit van de verschillende maatregelen pakt overigens -naar voorlopige schatting- weer heel anders uit. Uit allerlei studies naar rivierbeheer tijdens extreme neerslagperioden

komt bijvoorbeeld naar voren dat reliëf morfologie en geologie van een stroomgebied heel erg zwaar doortikken in het riviergedrag. Maar we weten ook dat de aard van de gebiedsinrichting en het grondgebruik ook erg belangrijk zijn, vandaar de aandacht voor veel detail.

De meeste maatregelen moeten nog rekenkundig getoetst worden op hydrologische effectiviteit en daarna op de haalbaarheid.

In dit verband zijn natuurlijk ook nog allerlei andere kanten onbelicht gebleven als mate van acceptatie, haalbaarheid in relatie tot doelgroepen en ruimte voor maatregelen, inpasbaarheid op bedrijfsniveau, enz. Het voert te ver dit hier allemaal uitgebreid te evalueren.

5.3 Kwalificatie van de mogelijke maatregelen

Hieronder volgt de maatregelen-set met geschat de mate van hydrologische effectiviteit (HE) en haalbaarheid (HA).

Het zijn ruim 60 maatregelen en verreweg de meeste maatregelen in kader van spongiteit hebben betrekking op vasthouden en vertragen, en minder op bergen en afvoeren⁷. Alle compartimenten van het stroomgebied zijn voor maatregelen van toepassing, maar juist bovenstrooms en middenstrooms relatief veel. Bovendien blijkt er een duidelijke overeenkomst te zitten tussen de aard van de maatregelen en het compartiment. Zo is boven- en middenstrooms de spongiteit goed te vergroten door vasthouden en vertragen.

Va=vasthouden, Ve=vertragen, B=bergen, A=afvoeren HE=hydrologische, HA=Haalbaarheid Score: 0 = niet, niet van toepassing, 1 = laag, beperkt, slecht of weinig, 2 = matig 3 = hoog, veel of goed						
Maatregel						
	Va	Ve	B	A	HE	HA
Bos en landschap						
Aanleg "nieuwe" kampen bevorderen	X				1	1
Spontane bosontwikkeling	X	X			2	1
Aanleg van bossen	X	X			2	2
Aanleg loofbossen	X	X			2	2
Aanleg naaldbossen	X	X			2	2
Aanleg struweel	X	X			1	2
Verlengen omloop bossen	X	X			1	3
Inwendige structuur bos verhogen	X	X			1	3
Realiseren reticulate ⁸ elementen	X	X			1	3
Kleinschaliger maken	X	X			2	2
(re-)activeren van hoogveengroei	X	X			2-3	1
Waterloop-singels/-wallen aanleggen		X			1	1
Laten ontstaan van broekbossen	X	X	X		3	2
Wetlandontwikkeling realiseren		X	X		3	1

⁷ In deze studie is niet ingezoomd op de grote rivieren waarvan inmiddels ook erg veel maatregelen in kader van ruimte voor de rivier voorgesteld zijn.

⁸ Reticulaat= vlechtwerkachtig opgebouwd uit fijne lijnvormige landschaps- en bouselementen

Productie en bouwplan						
Biomassateelt	X	X			1	2
Groenbemesters	X	X			1	3
Teeltduur verlengen	X	X			1	2
Hydrofiele gewassen telen		X	X		1	1
Efficiënte watergebruikers telen		X			1	1
Hydrologische inrichting						
Infiltratie vergroten	X				2	3
Opheffen /verwijderen drainage	X				2-3	1
Watergangen opheffen /afkoppelen	X	X			3	2
Regenwater stad laten infiltreren	X	X			2	2
Poelen aanleggen	X	X	X		1	2-3
Watergangen verondiepen		X			1	2-3
Watergangen verbreden mits ondieper		X			2	2-3
Terreindepressie isoleren		X	X		3	1-2
Wateronttrekking wijzigen		X	X		1	1-2
Inundatie toestaan		X	X		2	1
Inundatie stimuleren		X	X		3	1
Ontpolderen			X		1-2	1-2
Natte berging creëren			X	X	2	1
Wadies als groen-blauw in woonwijk			X	X	3	3
Ontwikkelen van vloeivelden /-velden			X	X	2-3	2
Hydraulische inrichting						
Profiel /oeverfixatie opheffen	X				1-2	1-2
Aanbrengen van microstuwtjes in haarvaten	X	X			2-3	3
De-normalisatie		X			1	2
Aanleg cascadestuwen		X			2	3
Aanleg van wades/voordes in beken		X			2	3
Veerkracht beek herstellen		X			2	2
Submerse en emerse vegetatie stimuleren		X			1	2-3
Reliëfversterking stimuleren in zomerbed		X			1	1-2
De-kanalisatie		X			2	1
In meanderzones "niets doen"		X			2	1-2
Reliëfversterking in winterbed /overstromingszone		X			1	2
Realiseren van natuurlijke obstructies		X	X	X	2	1
Nevengeul(en) aanleggen		X	X	X	1	1
Verwijderen stuwen		X	X	X	2	1-2
Meandering bevorderen			X	X	2	1
Bodem en reliëf						
Bodem heterogeniseren	X				1-2	1
Bodemhomogenisatie opheffen	X				2	2
Bodemverstuiving voorkomen	X				1	3
Ploegzoolvorming voorkomen /opheffen	X				2	2
Bodemstructuur verbeteren	X	X			2	2
Aanleg graften	X	X			2	2
Horizontaal ploegen (hoogtelijn volgen)	X	X			1-3	2
Ploegen achterwege laten (mulchen)	X	X			1	1
Oppervlakteverharding beperken	X	X			2	2
Bodemverdichting /verkorsting voorkomen	X	X			2-3	2
Bodemerosie (door water) tegen gaan		X			2	3
Bouwen						
Bouwen boven grondwater stimuleren			X		0	1
Op terpen ed bouwen in opvanggebieden			X	X	3	2

Bouwen zonder kruipruimtes			X	X	3	2
Apparatuur						
Asdruk machines verlagen	X				1	3
Waterkwaliteit						
Scheiden van stedelijk en landelijk water				X	0	2-3
Totalen	32	46	19	10		

Ten aanzien van de effectiviteit en haalbaarheid de volgende opmerkingen:

HE hydrologische effectiviteit; de mate waarin de maatregel effect heeft op de hydrologische situatie.

Vrij veel maatregelen zijn hydrologisch matig tot zeer effectief, ongeveer de helft heel beperkt.

Echte succesmaatregelen zijn de volgende: realisatie van allerlei landschapselementen in een samenhangend netwerk, verminderen allerlei vormen van drainage, creëren van obstructies in beek/riviertje, plasvorming toelaten en inundatie stimuleren, ontstarren (= veerkracht herstellen⁹) en ontstuwen, bosontwikkeling stimuleren.

HA haalbaarheid; de mate waarin (geschat) de maatregel geaccepteerd zal worden.

Een beperkt deel van de maatregelen is zonder problemen haalbaar; een veel groter deel is matig tot moeilijk haalbaar. Dit is terug te voeren op: acceptatie, inpasbaarheid in de bedrijfsvoering en de economiseerbaarheid.

5.4 Kwantificering van twee maatregelen

Uit de lijst maatregelen zijn in deze quick scan twee maatregelen met het model SWAP doorgerekend:

- wijzigen van de slootafstand
- slootbodembedpte.

De keuze op deze twee is gebaseerd op de mate van kwantificeerbaarheid en de actualiteit. Met name het verondiepen van sloten is een maatregel die veel wordt toegepast. Vergroting van de slootafstand (demping) wordt zelden toegepast, maar is een maatregel die op voorhand erg effectief lijkt voor het vergroten van de spongiteit. De berekening zijn uitgevoerd voor een bovenloop, middenloop en benedenloop van een Sallandse wetting.

De berekeningen staan beschreven in de bijlage 1.

Hier wordt slecht in het kort weergegeven wat de uitkomsten van de berekeningen zijn.

⁹ ontstarren door: kunstmatige oeverbescherming, damwanden, steenstorten e.d. weghalen, zodat door de stroming van het water weer natuurlijke oevervormen kunnen ontstaan; op den duur ontstaat er een dynamisch evenwicht tussen de oevervorm, het natte profiel en de hoeveelheid af te voeren water.

Bovenstrooms

- Dempen van de helft van het aantal sloten leidt tot een grotere verlaging van de afvoer via het slotenstelsel dan het verondiepen van alle sloten met 0,25 m.
- Voor vasthouden van water is het dempen van de helft van het aantal waterlopen veel gunstiger dan het verondiepen met 0,25 m. In beide gevallen treedt er geen plasvorming op.
- De grondwaterstanden komen in alle gevallen niet boven de 0,50 m minus maaiveld. Er is blijkbaar ruimte om nog meer waterlopen te dempen.

Middenstrooms

- Hier vindt, in tegenstelling tot bovenstrooms, wel plasvorming plaats.
- Bij gemiddeld 1 dag per jaar vindt bij verondiepen grotere plasvorming plaats dan bij dan bij dempen: 9 mm gedurende 0,8 dag t.o.v. 2 mm gedurende 0,1 dag.
- Bij extreme situaties vindt er, ongeacht de slootdichtheid, eenzelfde hoeveelheid plasvorming plaats van 65 mm. Het dempen van de helft van de waterlopen resulteert echter wel in het langer aanwezig zijn van de plassen op het land: 35 i.p.v 26 dagen.
- Ten opzichte van de grondwaterafvoer is het aandeel mogelijke oppervlakte-afvoer* zeer groot.
- Gemiddeld 1 dag per jaar is dit aandeel bij verondiepen een factor 4 groter. Bij dempen geldt een factor 1,3 groter.
- In extreme situaties is het aandeel mogelijke oppervlakkige-afvoer een factor 11 tot 16 groter dan de grondwateruitstroming.
Hieruit wordt duidelijk dat bij bestrijding van hoogwater het toestaan van plasvorming als zeer efficiënt is. Welke mate van plasvorming acceptabel is voor landbouw zonder beperkingen is een punt van nader onderzoek. Aan de hand van de uitkomsten van dit onderzoek is de hoeveelheid oppervlakte-afvoer technisch te sturen.
- De grondwaterstanden komen in alle gevallen niet boven de 0,40 m minus maaiveld.

Benedenstrooms

- Verschillen in grondwaterafvoer vergelijkbaar met boven- en middenstrooms.
- Het aantal dagen plasvorming is met gemiddeld 1 dag per jaar beperkt.
- Plasvorming in extreme situaties is met 24 tot 35 dagen aanzienlijk, vergelijkbaar met middenstrooms.

In het algemeen kan voor dit areaal geconcludeerd worden dat zoveel mogelijk bovenstrooms dempen van watergangen zeer positieve effecten heeft op de afvoer en dat het accepteren van plas-dras-situaties in alle gevallen zeer positief doorwerkt op de afvoer. Hierdoor wordt enerzijds de grondwatertoevoer vergroot, de basisafvoer vergroot en kortstondige piekbelasting verminderd.

6 Beleidsimplicaties en koersen

6.1 Stroomgebieden-strategie

In hoofdstuk 5 is weergegeven welke maatregelen bijdragen aan het vergroten van de spongiteit.

Het is thans een kwestie om samenhangende maatregelpakketten samen te stellen. Deze pakketten hangen nauw samen met verkozen strategieën.

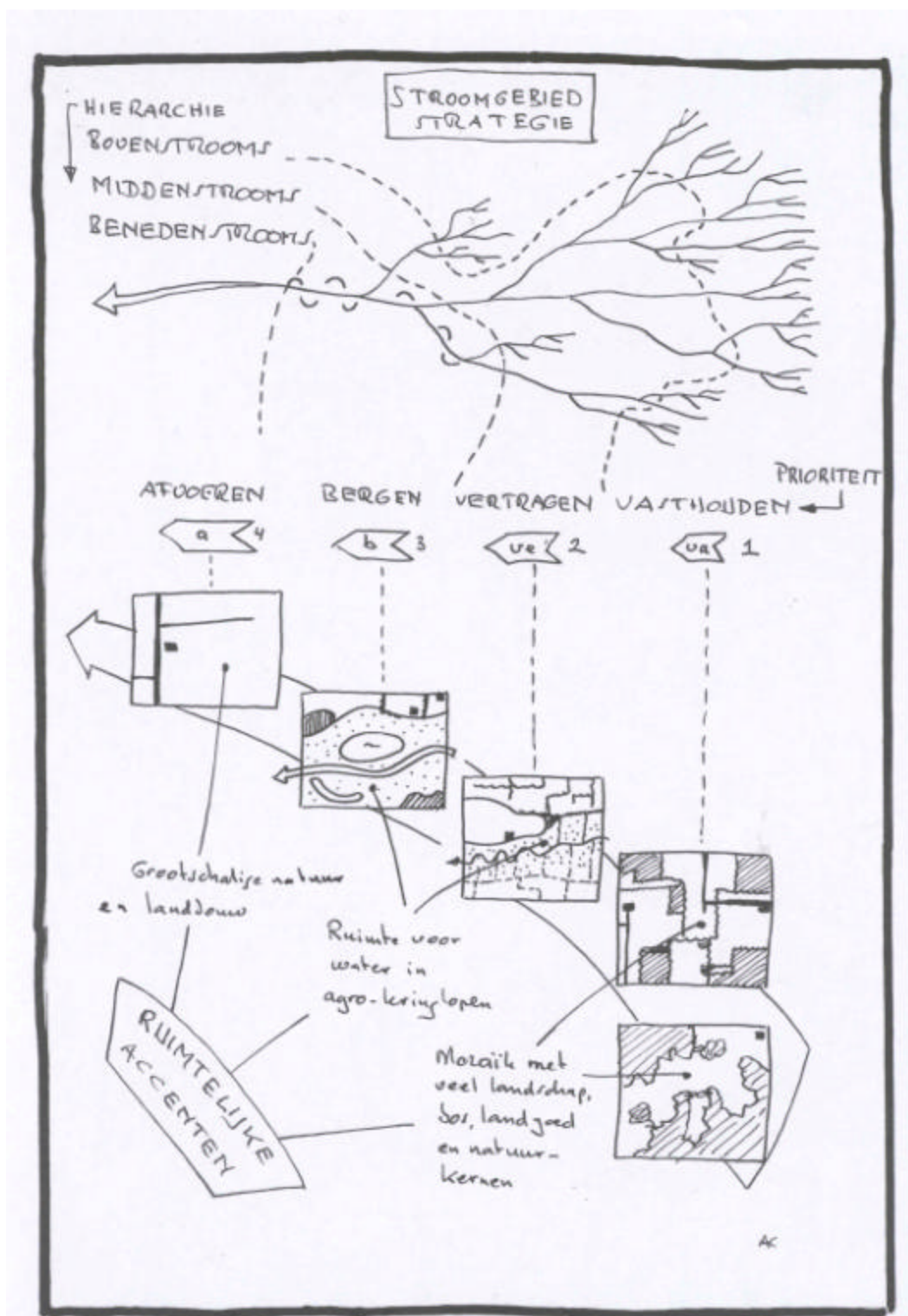
In het waterbeheer wordt tegenwoordig het principe gehanteerd dat zo veel mogelijk gebiedseigen water wordt vastgehouden en gebruikt. Moderne waterbeheerders denken volgens de lijn bovenstrooms vasthouden, middenstrooms vertragen en bergen, en tenslotte benedenstrooms pas afvoeren.

Het beleid moet ruimte geven aan de consequenties van deze maatregelpakketten. Die ruimte moet zodanig worden ingericht en beheerd dat nieuwe waterproblemen niet meer optreden en oude opgeheven worden.

Hieronder wordt een voorbeeld gegeven hoe samenhangende pakketten maatregelen kunnen worden samengesteld die bij kunnen dragen aan het "landschap van de toekomst"¹⁰. De pakketten komen voort uit te onderscheiden koersen die tot dat landschap kunnen leiden: de blauwe, de groene en de rode koers. Per koers signaleren we per positie in het stroomgebied/landschap waar de geselecteerde maatregelen het beste passen.

¹⁰ landschap van de toekomst = aanduiding van de denkbeeldige toestand van het platteland in de verre toekomst.

KWALITEIT	KOERSEN met relevantie voor de spongiteit		
<i>Plaatsbepaling en karakter van zone</i>	<i>Blauwe koers</i>	<i>Groene koers</i>	<i>Rode koers</i>
<i>1 bovenstrooms, robuust landschap, open vlakken, grote venen en reservaten</i>	Water maximaal vasthouden door waterlopen en drainage op te heffen en infiltratie te maximaliseren	EHS, bossen behouden en nieuwe aanleggen, idem landgoederen ; landschapsgericht boeren	In stedelijk gebied wordt maximaal vasthouden en bodeminfiltratie gerealiseerd; vervuiling naar ondergrond wordt voorkomen
<i>2 middenstrooms-hoog, veel fragiel groen</i>	Vertraagde waterafvoer door veerkrachtige vorm en via agro-kringlopen gemaximaliseerd Plasvorming accepteren	Accent op natuur- en watergerichte bedrijven en weinig landschapsgerichte bedrijven; steeds meer ruimte voor marktconforme bedrijven	Wonen is nauw met water verbonden, beken hebben daar een veerkrachtig karakter; bronnen worden gekoesterd
<i>3 middenstrooms-laag, combinatie van fragiel en robuust groen</i>	Ruimte geven aan afvoervertraging en waterberging; plasvorming en inundatie accepteren watersystemen ontstarren en ontstuwen	Veel ruimte voor watergerichte bedrijven, minder natuur- en landschapsgericht; en weer meer marktconforme	Voor water wordt ruimte gecreëerd en water inspireert vormgeving en functie van de stedelijkheid
<i>4 benedenstrooms, rijk aan contrasten</i>	Veel ruimte geven aan waterberging en tenslotte ongehinderde afvoer; systemen ontstarren en ontstuwen	Accent op marktconforme en watergerichte bedrijven, grote bosbedrijven (bulkhout) en wilde rivier/beeknatuur	Bebouwing wijkt voor water of heeft speciale aanpassingen; er zijn allerlei parken met speciaal tijdelijke of permanente waterfuncties



Figuur 4: Transformatie van de ruimte is het eindresultaat van allerlei sectorale wensen die geordend moeten worden volgens de stroomgebiedenstrategie

6.2 Toepassing in gebiedsprocessen

Er zijn momenteel gebiedsprocessen in gang gezet waarin de spongiteit op een of andere manier een belangrijke rol kan krijgen.

Bij die processen, denk bijvoorbeeld aan Reconstructieprojecten, komt er een nieuwe impuls op het platteland die het mogelijk maakt op zoek te gaan naar situaties waarin maatregelen zijn toe te passen. Wanneer de maatregelen een extra ruimtebeslag met zich brengen is het zinvol op zoek te gaan naar mogelijkheden voor meervoudig ruimtegebruik. Wanneer de effecten van de maatregelen doorwerken op de landbouwproductiviteit is het van groot belang na te gaan of er ook instrumenten zijn of kunnen worden gevonden om zulke effecten te economiseren. Het gaat te ver hier uitgebreid op in te gaan maar er zijn inmiddels goede aangrijpingspunten in literatuur bekend (zie *Corporaal, Stortelder*).

Het zou ook goed zijn om met de suggesties van dit onderzoek rekening te houden in op te stellen "watervisies en deelstroomgebiedsvisies" die er ingevolge de Kaderrichtlijn komen. Deze visies zijn integraal van opzet en houden rekening met de fysieke en maatschappelijke context.

Concreet vinden we dat de volgende maatregelen vanwege hun overwegend gunstige score interessant zijn om op voorhand op te nemen in de reconstructie en ook door te vertalen in alle watervisies: bosontwikkeling, realisatie van allerlei landschapselementen, verminderen allerlei vormen van drainage, creëren van obstructies in beken/riviertjes, laten inunderen en plasvorming toelaten, ontstarren van beken en ontstuwen, alle gesitueerd conform de koersen.

Opm.: dit zijn maatregelen voor het rurale gebied; dergelijke moeten ook nog gegenereerd worden voor het urbane omdat daar de waterproblemen ook evident zijn en omdat er in veel gevallen bovendien een negatieve betrekking is tussen stad en land.

6.3 Transformatie en economiseren

De berekeningen (zie bijlage 1) wijzen uit dat opheffen van waterlopen in boven- en middenstroomse gebieden in totaal zo'n 2000 hectare kunnen opleveren zonder nadelige gevolgen voor het grondgebruik. We vinden het voor de hand liggen die ruimte niet om te zetten in productiecapaciteit maar te betrekken bij de invulling van meervoudig ruimtegebruik, bijvoorbeeld de combinatie van "ruimte voor landschap". Kortweg: op te heffen waterlopen in midden- en bovenstroomse gebieden worden omgevormd tot nieuwe, groene landschapselementen, goed voor het watersysteem, goed uit oogpunt van landschap(secologie), maar ook goed uit bedrijfseconomisch opzicht als die ruimte geëconomiseerd wordt.

Puur rekenkundig zijn door die transformatie een groot aantal "landschapsgerichte bedrijven" te genereren. Uitgaande van de 2000 ha is dat een aantal van 600 stuks die alle 10% van hun grond laten bestaan uit landschapselementen.

Als we de reeds bestaande groene elementen in het areaal kleinschalig landschap erbij betrekken en de transformatie uitvoeren, dan mag men voorzichtig inschatten dat er vele honderden bedrijven nieuwe kansen krijgen door zoveel mogelijk waterlopen op te heffen; het aantal van 600 is dan aan de lage kant. En die bedrijven blijken op grond van ander onderzoek zo een beter perspectief te hebben dan in het autonome perspectief.

Een ander punt is de doorwerking op systeemniveau. Wanneer de bovengenoemde transformatie gerealiseerd wordt, dan heeft dit ook benedenstrooms effect: aanvoer wordt bovenstroomser immers vertraagd.

Realiseren van de voorgestelde maatregelen werkt cumulatief gunstig door in beneden-stroomse richting en betekent dat daar met minder ruimtebeslag voor water rekening gehouden hoeft te worden dan zonder die maatregelen. Bovendien betekent het dat "ruimte voor water" daar economiseerbaar is en inzetbaar is voor transformatie naar "watergerichte bedrijven".

Wanneer we de onnatuurlijke inrichting transformeren en die ruimte benutten om andere bedrijfstvormen (landschaps- en watergericht) mogelijk te maken, dan leidt deze aanpak tot een grotere duurzaamheid voor vele honderden bedrijven.

7 Eindconclusie en aanbevelingen

We willen de verkenning afsluiten met een aantal conclusies en aanbevelingen.

7.1 Conclusies

- De term spongiteit is goed te gebruiken voor “vasthouden (en vertragen), bergen, afvoeren” uit WB21.
- Door waterhuishoudkundige maatregelen in de afgelopen 50 jaar is het aandeel van de oppervlakteafvoer (surface-runoff) groter en het aandeel van grondwaterafvoer kleiner geworden.
- Succesvolle maatregelen om de spongiteit te vergroten zijn o.a. verminderen allerlei vormen van ont- en afwatering en toestaan van plasvorming, verondiepen slootbodems, bosontwikkeling, realisatie van een netwerk van landschapselementen.
- Uit berekeningen blijkt dat door het dempen van de helft van het aantal sloten in het gebied tussen Salland en Twente, de piekafvoeren sterk afnemen en dat toch voldaan wordt aan het gewenste grondwaterregime voor de landbouw. In iets mindere mate geldt dit effect ook bij het verondiepen van de sloten.
- In Overijssel ligt een groot deel van de waterlopen verkeerd: ca. 30% van de waterschapsleidingen ligt in droge gebieden.
- De ruimte van overbodige waterlopen is om te zetten in landschapselementen. In bedrijfseconomisch opzicht biedt dit ruimte voor landschapsgerichte bedrijven: verbrede landbouw.

7.2 Aanbevelingen:

- Hieronder volgen een aantal aanbevelingen.
- Bij de afweging in Waternood zou spongiteit een rol van betekenis moeten krijgen.
- Er zijn alleen voor het gebied tussen Salland en Twente hydrologische berekeningen uitgevoerd. Het is wenselijk om ook voor de rest van Overijssel soortgelijke berekeningen uit te voeren.

- Het is zinvol om vanuit het water een strategie uit te stippelen die naast het sectorale element (water) aandacht besteed aan hiermee verbonden ruimtelijk beleid inzake milieu, natuur, landschap, stedenbouw, landbouw en de economische en bestuurlijke kant daarvan.
- Over de gevolgen van plasvorming op de gewasgroei, mineralenbalans, de bedrijfsvoering en de bedrijfseconomische kant hiervan is meer duidelijkheid gewenst.
- Er moet nog veel aandacht besteed worden aan de hydrologische stad-land relatie.
- Het is zinvol om de uitkomsten van deze studie een plek te geven in het denken over het "Landschap van de toekomst" dat mede gebaseerd is op modern waterbeheer.
- Het is zinvol om de effecten van maatregelen op de waterhuishouding en op (deel)stroomgebiedniveau met elkaar in relatie te beschouwen, waarbij naast de fysieke aspecten heel uitdrukkelijk wordt stilgestaan bij andere waarden.

Verder willen we nog enkele opmerkingen kwijt die naar aanleiding van onze bevindingen relevant zijn:

- Bedrijven die zich meer op water/landschap of natuur richten hebben, blijkt op grond van onderzoek elders, een beter perspectief dan de gangbare landbouwbedrijven.
- De methodiek "RWSR" signaleert een aantal hiaten waarin de benadering met spongiteit een functie kan vervullen in relatie tot: retentie, grondwaterconservering en grondwa-terstandverloop, reductie van de piekafvoer en verhoging van de basisafvoer.
- De projectgroep "Normering regionale wateroverlast" heeft advies uitgebracht aan haar opdrachtgevers: *V&W*, *UvW* en *IPO*. Deze normeringen zijn overgenomen door de provincie in het concept "WB21 – stroomgebiedsvisie Vecht-Zwarte Water". De projectgroep stelt dat er basisnormen moeten komen die inhouden dat 5% van de oppervlakte grasland 1 keer per 10 jaar onder water mag staan. Waterbeheersplannen van de Overijsselse waterschappen gaan uit van een aanzienlijk lagere frequentie van stagnantie. De nieuwe normering van de projectgroep past goed in het vergroten van de spongiteit zoals *ALTERRA* en *DLG* dat met deze studie ook concluderen.

Tenslotte

Een deel van de uitkomsten kan al direct plek krijgen in gebiedsprocessen als reconstructie, in bij het uitwerken van de kaderrichtlijn water, in het proces van INTERREG-3B, bij allerlei GeBeVe-projecten en in de aansturing vanuit de Provincie op andere overheden.

8 Samenvatting

In opdracht van de Provincie Overijssel hebben Dienst Landelijk Gebied (Overijssel) en ALTERRA een verkenning uitgevoerd om het idee "spongiteit" als indicator herkenbaar te maken.

De **spongiteit** zou in de toekomst uitgedrukt moeten worden in een getal, het PD-getal, aangeduid met Φ . Elk gebied met een grote PD heeft een beperkte hydrodynamiek, dus gedempte afvoergolven. Omgekeerd geldt ook: gebieden met slechte spongiteit kennen, weers- en klimaatafhankelijk, een sterk fluctuerende afvoergedrag met veel watertekorten en -overlast.

Uit de actuele Overijsselse hydrologische en hydraulische situatie blijkt dat er veel redenen zijn om op termijn de waterhuishouding te verbeteren, waarbij het begrip spongiteit een rol kan spelen.

Uit een overzicht van ruim 60 maatregelen is een stel maatregelen voorgesteld om mee verder te gaan, rekening houdend met criteria als: hydrologische effectiviteit en haalbaarheid.

Op grond van deze verkenning scoren de volgende maatregelen goed: realisatie van allerlei landschapselementen in een samenhangend netwerk, verminderen van drainage en vergroten van de onderling slootafstand, creëren van obstructies in beken en riviertjes, laten inunderen en plasvorming toelaten, veerkracht beken herstellen en grotere riviertjes, ontstarren en ontstuwten, bosontwikkeling stimuleren.

Met een meer verdiepende studie in dit verband kon het volgende voor de drie compartimenten bovenstrooms, middenstrooms en benedenstrooms worden aangetoond:

Bovenstrooms

Demping van alle watergangen is zeer gunstig uit hydrologisch en hydraulisch opzicht; het levert in het studiegebied naar schatting maximaal 900 ha ruimtewinst op die vrij komt om getransformeerd te worden.

Uit oogpunt van inrichting concluderen we dat bovenstrooms in van nature meest droge gebieden niet via kunstmatige waterlopenstelsels mag worden onttrokken; hier geldt het motto: **nee, tenzij.....**

Het natuurlijke patroon van venen, slenken, stroten¹¹ en beken is voldoende om een optimaal grond- en oppervlaktewatersysteem te hebben zonder dat er sprake is van

¹¹ stroot, stroten = lijnvormige terreindepressie of slenk waarin geen (droogdal) of wel een klein beekje stroomt.

wateroverlast; de dan alsnog optredende droogte dient men te accepteren en niet ongedaan te maken door aankoppeling op gebiedsvreemde watersystemen.

Middenstrooms

Dempen van watergangen is wederom uit hydrologisch en hydraulisch oogpunt gunstig en levert naar schatting maximaal 1000 ha ruimtewinst op die getransformeerd kan worden.

Uit oogpunt van inrichting concluderen we dat middenstrooms slechts in beperkte mate waterlopen gewenst zijn. Hierbij geldt dat in het middenstrooms-hoge deel nadelige gevolgen door plasvorming slechts kortstondig zijn en middenstrooms-laag langere perioden met plasvorming optreden.

Benedenstrooms

Dempen van watergangen levert hydrologisch effecten op die leiden tot sterk toenemende plasvorming, terwijl verondiepen van de watergangen - zij het minder - ook zulke effecten hebben. Om dat effect te voorkomen in gebieden met een landbouwkundige productiefunctie dient men de afvoercapaciteit intact te laten.

In geval van andere functies die zich goed verdragen met "water op het land" is de afvoerfunctie verder te beperken. In combinatie met periodieke hoge afvoeren uit bovenstroomser delen zijn die gebieden eveneens benutten voor tijdelijke berging alvorens het af te voeren.

Per saldo vraagt modern waterbeheer benedenstrooms naar verhouding minder ruimte voor water(functies) indien men bovenstrooms de maatregelen met de juiste prioriteit toepast.

Als we de reeds bestaande groene elementen in het areaal kleinschalig landschap betrekken bij de transformatie, dan is in te schatten dat er in de zandgebieden van Overijssel vele honderden bedrijven nieuwe kansen krijgen door zoveel mogelijk waterlopen op te heffen; het aantal van 600 is dan aan de lage kant. En die bedrijven blijken op grond van ander onderzoek een beter perspectief te hebben dan qua oppervlakte dezelfde in het autonome perspectief.

Er wordt op grond van een aantal overwegingen geconcludeerd dat het concept spongiteit in waterhuishoudkundig en waterstaatkundig opzicht een eigen plek en functie verdient.

Een deel van de uitkomsten kan al direct plek krijgen in gebiedsprocessen als reconstructie, in bij het uitwerken van de kaderrichtlijn water, in het proces van INTERREG-3B, bij allerlei GeBeVe-projecten en in de aansturing vanuit de Provincie op andere overheden.

Literatuur

Arcadis Heidemij, 1997. De Vechtvisie: stap voor stap naar een duurzame Vecht. Arnhem.

Baalen, S.J.A. van, F.J.Stoppelenburg en A.C.Garritsen, 1997. Kennisoverzicht instrumentarium verdrogingsbestrijding. Een verkenning van de toepassing van de behoefte naar modellen en informatiesystemen voor de planvorming voor gebiedsgerichte verdrogingsbestrijding. NOV-rapport 13-1. Lelystad.

Bakel, P.T.J van., A.J. de Draal, G.D.Geldof, D.J.Marsman, L.M.Remesal van Merode en J.Luijendijk, 1995. Verstedelijking en verdroging. NOV-rapport 4. Lelystad.

Bakel, J. van, J.Hoogendoorn, J. Luijendijk & J.Peerboom, 2001. Hoogwaterreductie vanuit regionale stroomgebieden: samenhang of tenstelling. H2O.

Beusekom, C.F. van, J.M.J.Farjon, F.Foekema, B.Lammers, J.G. de Molenaar en W.P.C.Zeeman, 1995. Handboek grondwaterbeheer voor Natuur, Bos en Landschap van de studiecommissie WNBL. SDU. Den Haag.

Bierkens, M.F.P, 1995. Huidig en toekomstig onderzoek naar de ruimtelijke en temporele variabiliteit van het freatisch grondwaterniveau. Wageningen.

Bleumink, J.A. en J.C.Buys, 1996. Boeren met water, verdrogingsbestrijding op agrarische bedrijven. NOV-rapport 18-2. Lelystad.

Bloemendaal, F.H.J.L, en J.G.M Roelofs, 1988. Waterplanten en waterkwaliteit. KNNV. Utrecht.

Bolt, F.J.E. van der, A.A.Veldhuizen en P.J.T. van Bakel, 2000. Verhogen van de basisafvoer van de Drentse Aa. Verkennen van mogelijke maatregelen. Alterra-rapport 173. Wageningen.

Bommel, K.H.M. van, J.R.Hoekstra, L.C.P.M.Stuyt, A.J.Reinhard, D.Boland en A.L.Gerritsen. Blauwe diensten. LEI-DLO. Den Haag

Bouwman, J.M.M, 1994. Problematiek, normen en knelpunten bij ontwerpen waterbeheersingsplannen. DLG. Utrecht.

Bouwman, J.M.M., 1998. Waterhuishoudkundige wensen van functies. Landinrichting 38.

Broekhuizen, R. van, L.Klep, H.Oostindie en J.D. van der Ploeg, 1997. Atlas van het vernieuwend platteland. Tweehonderd voorbeelden uit de praktijk. Misset. Doetichem.

Coördinatiecommissie uitvoering Wet Verontreiniging Oppervlaktewateren WVO, 1988. Ecologische normdoelstellingen voor Nederlandse oppervlaktewateren.

Commissie Waterbeheer 21^e eeuw, 2000. Waterbeleid voor de 21^e eeuw. Geef water de ruimte en de aandacht die het verdient. Den Haag.

Commissie voor hydrologisch Onderzoek, 1986. Verklarende hydrologische woordenlijst. Rapport 16. CHO-TNO. Delft.

Corporaal,A., H.Geerlink, S.Groen en K.Kloosterman, 1993. Water-Winst. Studie naar combinatie van ontwikkeling van natuur en landschap, en drinkwaterwinning op de langere termijn. Zwolle.

Corporaal,A. 1994. Vecht en Regge, meanders van smaragd. Plattelandsvernieuwing met duurzaam ecologisch en economisch rendement; een gebiedsperspectief. Ministerie van LNV (consulentschap NBLF, intern rapport). Zwolle.

Corporaal,A. 1995. Fiskwaliteit, ecologisch en fiscaal economiseren van de groene ruimte. Ministerie van LNV, directie Oost. Deventer.

Corporaal,A. 1996. Het PD-getal, ooit van spongiteit gehoord? Water vasthouden en tegenhouden, perspectieven op stroomgebiedschaal. Ministerie van LNV, directie Oost. Deventer.

Corporaal,A. 1998. Retentie in Overijssel. Een casus dijkverbetering en hydrologische netwerk. Ministerie van LNV, directie Oost. Deventer.

Corporaal, A. 1999a Belastingvoordeel wegens sponswerking. In: Nieuwsbrief Water en Land, no. 7. Stichting Natuur en Milieu. Utrecht.

Corporaal, A. 1999b. Pompen en verzuipen: van spongiteit naar instrumentatie. Bijdrage aan symposium over regionale waterstaatsproblematiek, UT. Enschede.

Corporaal, A, 2000a. "Fisquality", a proposal for a tax bonus to improve hydro-ecological resilience of river catchments. In: Smits, A.J.M., P.H.Nienhuis and R.S.E.W.Leuven. New approaches to river management. Backhuys Publishers. Leiden.

Corporaal, A, 2000b. Van waterschapslasten naar waterschapslusten..... Gelijknamige bijdrage in Meeuwissen, M en R. Nij Bijvank (red.), Verslag van symposium Hoog Nederland op waterbasis. Deventer.

Corporaal, A., R.A.M. Schrijver en A.H.T.Stortelder, 2001. Boeren met ruimte voor water, landschap en natuur in Olst-Wesepe. Een quick scan naar meer mogelijkheden voor boeren om bedrijfsmatig rekening te houden met ruimte voor waterberging..... Alterrapport 421. Wageningen.

Dahm, R. & A. Roelevink, 2001. Watersysteembeschrijving en modellering van het Zwarte Water en effectbepaling in relatie tot toekomstige peilveranderingen op het IJsselmeer. Afstudeerrapport. KUN Nijmegen.

Dienst Landelijk Gebied, 2001. Regeling Gebiedsgerichte Bestrijding Verdroging (GeBeVe). 3^e Voortgangsrapportage. Utrecht.

Dormans, M.P., H.T.Geerlink, G. de Groot, K.Kloosterman en F.Ringenaldusse, 1998. Retentie achter Ramspol. Quick scan naar de mogelijkheden voor waterstandverlagende maatregelen tijdens hoge afvoeren in Overijssel. Dienst landelijk Gebied, Zwolle.

Engelbert, A., 2001. Ontstuwung van de Overijsselsche Vecht: technische en maatschappelijke haalbaarheid onder de loop. Rapport academic professional KUN Nijmegen.

Engelen, G.B., J.M.J. Gieske en S.O.Los, 1988. Grondwaterstromingsstelsels in Nederland. SBB-rapport 1988-36. Zeist-Driebergen.

Geilen,N, B.Pedroli, K. van Looy, L.Krebs, H.Jochems, S.van Rooij en Th. Van der Sluis, 2001. Intermeuse: the Meuse reconnected. Final report of IRMA/SPONGE project 9. RIZA, Arnhem, ALTERRA, Wageningen.

Gerritsen, A.L en C. Kwakernaak, 2002. Behoud veenweidegebied. Een verkennende studie naar kosten, landschappelijke effecten en uitvoering van drie strategieen voor de veenweidegebieden. Alterra-rapport 595. Wageningen.

Gool, C.R. van, C.L.G.Groen, J.Runhaar en A.R. van Amstel, 1990. Verdroging van natuur in Nederland. Deel 1: inventarisatie van de omvang van het probleem. Landschap 7.

Goot, E.I. van der, 1994. Gebied zonder grenzen? Een onderzoek naar de mogelijkheden van grensoverschrijdende samenwerking wat betreft het integraal waterbeheer in het stroomgebied van de Dinkel.

Gorter, L en R.Hoekstra, 2001. Huidige landbouw niet geschikt voor waterberging. Studie naar meervoudig ruimtegebruik in Noord-Holland. H2O, jaargang 24.

Griffioen, C.J.H en R.H. Pitlo, 1991. Stromingsmodel voor begroeide waterlopen. Waterschapsbelangen 10-91.

Grontmij, 1995. Modellering watersysteem Oost-Gelderland. De Bilt.

- Grontmij, 2000a. Blauwdruk Oost-Nederland. Arnhem.
- Grontmij, 2000b. Waterverkenningen stroomgebied Baakse Beek. Houten.
- Grontmij en Vista, 1998. Ruimte voor Rijntakken, bouwsteen natuur. RVR-rapport 9809, Rijkswaterstaat-DON. Arnhem.
- Haak, A.M., 1985. Inventarisatie grondwatergegevens in de provincie Overijssel. Rapport OS 85-06. TNO.
- Haans, K., 2001. Herkomst en distributie van IJzer (Fe) in het stroomgebied van de Overijs-selsche Vecht en het Zwarte Water. Afstudeerrapport. KUN Nijmegen.
- Heide, R van der, en Meulenpas, R.H.H., 2000. Ecologische perspectieven voor de Baakse Beek. KUN Nijmegen.
- Heusinkveld, H. & C.M. Volker, 1997. Tussen status quo en vernieuwing. Draagvlak voor natuur, landschap en milieu bij agrariërs in Noordoost-Twente. SC-DLO rapport 582.
- Hilbers, D., 2001. Bos voor veiligheid. De actuele en potentiële waterstaatkundige betekenis van bos in het stroomgebied van de Overijsselsche Vecht. Rapport academic professional KUN Nijmegen.
- Huinink, J.T.M, 1994. Bodemgeschiktheidstabellen voor landbouwkundige vormen van bodemgebruik. IKC-Landbouw. Ede.
- Jansen, P.C., F. de Vries en J.Runhaar, 1998. Grondwaterkarakteristieken van bodemeenheden. Toelichting bij de aanpassingen ten behoeve van de provincie Gelderland, waterschap Rijn en IJssel en waterschap Vallei en Eem. DLO-SC, Wageningen.
- Jong, J. de & H. ter Maat, 2001. Laterale parelsnoeren. Ruimtelijke alternatieven voor riviermoereassen in kommen i.p.v. uiterwaarden. Afstudeerrapport. KUN Nijmegen.
- Kamer, S.P.G. van der, R.Postma, E.C.L.Marteijn en C.Bakker, 1998. On the way to total water management for large rivers in the netherlands. In: Nienhuis, P.H., R.S.E.W. Leuven en A.M.J.Ragas, 1998. New concepts for sustainable management of river basins. Backhuys Publishers. Leiden.
- Keulen, M. van, en J.A.H.P. Vermulst, 1997. Waterconservering in Nederland. Lelystad.
- Kemmers, R.H., 1993. Ecohydrologie. Concepten en methoden van een interdisciplinair vakgebied. SC-Wageningen.

Kloosterman, F.H., J.P.M. Witte, R. van der Meijden en C.L.G. Groen, 1993. Landelijke Hydrologische Systeemanalyse. Deelrapport 2. Midden-Nederland. TNO-rapport OS 93-41.

Kommers, G.J. en IJland, M.C. 2000. Geen beheer biedt meer. Een onderzoek naar de gevolgen van het achterwege laten van maaionderhoud van waterlopen voor de grond-waterstand in verdroogde gebieden in Overijssel. Afstudeerrapport. KUN Nijmegen.

Koster, J. de., 2000. Ecologische effecten van retentie en spongiteit. KUN/OU. Nijmegen.

Kroonenberg, A. van den, 2000. Stroming naar de IJssel. Studie naar invloed van regionale zijdelingse toestroming op het afvoerterloop van de IJssel. Larenstein (IAHL), Velp.

Kwakernaak, C., 1996. Waterberging binnendijks. Een verkenning van de effectiviteit en haalbaarheid van ruimtelijke maatregelen gericht op vermindering van de hoogwaterproblematiek. Wageningen.

Lambrechts, A.C.W., S.P. de Jong, M.J.G. Kaats en J. Heijs, 1997. Leidraad aan- en afkoppelen. H2O.

Lever, G.P.H., C.J.G. van der Most en P.W. Olijhoek., 2000. Een eigen kijk op ooibos. Een aanzet tot het bepalen van de potenties langs de IJssel en de Waal. Afstudeerrapport. KUN Nijmegen.

Lobrecht, A.H., 1997. Dynamische sturing van watersystemen. Ontwerp en beheer van regionale watersystemen. STOWA 97-35. Utrecht.

Luijendijk, J., J. Hoogendoorn, J. Peerboom & A. Blonk, 2001. Modellering van het watersysteem: hoogwater in perspectief.

Massop, H.Th.L., L.C.P.M. Stuyt, P.J.T. van Brakel, J.M.M. Boumans & H. Prak, 1997. Invloed van de oppervlaktewaterstand op de grondwaterstand. SC-DLO (ALTERRA). Rapport 527.1. Wageningen.

Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, 2001. Op weg naar een schone land- en tuinbouw. Informatienummer van de "Mestkrant 2001". Den Haag.

Ministerie van verkeer en waterstaat, 1985. Omgaan met water, naar een integraal waterbeleid. SDU. Den Haag.

Ministerie van verkeer en waterstaat, 1994. Integraal beheersplan Overijsselsche Vecht, Meppelerdiep, Kanaal Almelo-de Haandrik. Arnhem.

Ministerie van verkeer en waterstaat, 1997. Waterkader. Vierde nota waterhuishouding. Den Haag.

Ministerie van verkeer en waterstaat, 2000a. Anders omgaan met water. Waterbeleid in de 21^e eeuw. Den Haag.

Ministerie van verkeer en waterstaat, 2000b. Ruimte voor rivier. Den Haag.

Ministerie van VROM, 1998. INTERREG Rijn-Maas-Activiteiten. Den Haag.

Nienhuis, P.H., R.S.E.W. Leuven en A.M.J.Ragas, 1998. New concepts for sustainable management of river basins. Backhuys Publishers. Leiden.

Pedroli, G.B.M en R.Postma, 1998. Nature rehabilitation in european river ecosystems: three cases. In: Nien-huis, P.H., R.S.E.W. Leuven en A.M.J.Ragas, 1998. New concepts for sustainable management of river basins. Backhuys Publishers. Leiden.

Peerboom, J.M.P.M, 1990. Waterhuishoudkundige schadefuncties op grasland. Staring Centrum. Wageningen.

Peters, M. en D. van Rens, 2000. Wat water overlaat. Historisch geografisch onderzoek van overlaten in Nederland. Lelystad.

Peters, M en D. van Rens, 2001. No-regret-ontwerp Baakse Beek; optimaal ruimtegebruik in relatie tot verdroging en vernatting. Afstudeerrapport. KUN Nijmegen.

Peters, M, Scholl. O en G.J.Akkerman, 2001. Determination of the modified abiotic situation in the Meuse Basin after flood protection measures. Intermeuse-report 5. Royal Haskoning ordered by RIZA. Nijmegen.

Pitlo, R.H., 1983. Stromingsweerstand in begroeide waterlopen. Waterschapsbelangen 68.

Prak, H., 1996. Regeling Gebiedsgerichte Bestrijding Verdroging (GeBeVe). 1^e Voortgangsrapportage. Ministerie van LNV (DBL). Utrecht.

Prak, H. en J.C.H.M.Kessels, 1997. Regeling Gebiedsgerichte Bestrijding Verdroging (GeBeVe). 2^e Voortgangsrapportage. Dienst Landelijk Gebied. Utrecht.

Projectgroep Waterbeheer 21^e eeuw, 2002. Nederland leeft leeft met water. Nieuwsbrief. Jaargang 1, januarinummer. Amsterdam.

Projectgroep Waternood, 1998. Grondwater als leidraad voor het oppervlaktewater. Een op het grondwater georiënteerde aanpak voor inrichting en beheer van het oppervlaktewa-tersysteem. Dienst Landelijk Gebied & Unie van Waterschappen. Utrecht. Den Haag.

Provincie Overijssel, 1997. Plan van aanpak natuurlijke inrichting beken. Gebiedsgericht beleid Noordoost-Twente, Zwolle.

Provincie Overijssel, 2000. Streekplan 2000+. Prov. Overijssel, Zwolle.

Provincie Overijssel, 2001. Verdrogingsbestrijding in Overijssel, door schade en schaarste wijs. Provincie Overijssel en Dienst Landelijk Gebied. Zwolle.

Querner, E.P. en P.J.T. van Bakel, 1984. Description of second level water quantity model, including results. ICW Wageningen.

Raad voor het landelijk gebied, 1998. Overvloed en schaarste: water als geld. Advies over de gevolgen van klimaatsverandering, zeespiegelrijzing en bodemdaling voor het landelijk gebied. RLG 98/5. Amersfoort.

Roelofs, J.G.M., 1989. Aanvoer van gebiedsvreemd water: omvang en effecten op oecosys-temen. Proceedings symp. KUN. Nijmegen.

Rolf, H.M.L, J.Runhaar en J.M.J. Gieske, 1993. Milieubeleidsindicator verdroging. Fase Iia, ontwikkeling van de methode en toepassing op acht locaties in Brabantse natuurterreinen. TNO-GG, Delft.

Rooij. S.A.M., F.Klijn en L.W.G.Higler, 2000. Ruimte voor rivier, ruimte voor natuur. Fase 1: verkenning. Alterra en WL/delft hydraulics. Wageningen.

Runhaar, H, R. van Ek, F. Klijn, R. Ruijtenberg en R.Stuurman, 1998. Gewenste grondwatersituatie Natuur. Bepaling van de optimale grondwatersituatie op provinciale schaal. Landschap 15/4.

Rijksplanologische Dienst, 1995. Plannen met stromen. RPD. Den Haag.

Samborska, E., 2000. Evaluatie van de resultaten van het ecologisch herstel in het rivierengebied in Nederland. KUN Nijmegen.

Smits, A.J.M., P.H.Nienhuis and R.S.E.W.Leuven, 2000. New approaches to river management. Backhuys Publishers. Leiden.

Sluijs, P. van der, en H.C. van der Heesen, 1989. Veranderingen in de berekening van de GHG en de GLG. Landinrichting, 29. Utrecht.

Sluis, T., van der, S.A.M. van Rooij en N. Geilen, 2001. Meuse-Econet. Ecological networks in flood-protection scenarios: a case study for the river Meuse. Intermeuse-report 4. RIZA, Alterra. Arnhem en Wageningen.

Schmidt, G., 1997. Aquatisch-ecologisch onderzoek Rünenbergerbeek/Goorbach (Twente) in de periode 1970-1995. Waterschap Regge en Dinkel. Almelo.

Schmidt, G., 1999. De selectie van stromende waterparels in Twente. De aquatische natuurwaarden van de twentse beken. Waterschap Regge en Dinkel. Almelo.

Schmidt, G. & M. Geerink, 1997. De effecten van stroming op het substraatpatroon en de verspreiding van macrofauna in de Boven-Dinkel. Waterschap Regge en Dinkel. Almelo.

Stortelder, A.H.F, R.A.M. Schrijver, H. Alberts, A. van den Berg, R.G.M. Kwak, K.R. de Poel, J.H.J. Schaminee, I.M. van den Top en P.A.M. Visschedijk, 2001. Boeren voor natuur. De slechtste grond is de beste. Alterra-rapport no 312. Wageningen.

TauwMilieu, 1994. Ecologisch kansrijke gebieden in Noordoost-Twente. Deventer

TauwMilieu, 2001. Herstel watersysteem Dinkel. Deventer.

Unie van Waterschappen, 1996. Water centraal, waterbeheer in de volgende eeuw. Rapport van de denktank. Den Haag.

Unie van Waterschappen, 1999. Waterschapsbelastingen in de 21^e eeuw. Eindrapport van de commissie onderzoek financiering. UVW. Den Haag.

Ven, F.H.M. van de, en B.R. Voortman, 1985. De waterbalans van een stedelijk gebied: ervaringen in twee meetgebieden in Lelystad. H2O 1985.

Verdonschot, P.F.M., 2000 (evj). Natuurlijke levensgemeenschappen van de Nederlandse binnenwateren. Rapport EC-LNV (reeks).

Vista, 1996. Marstempo. Gebiedsvisie Salland, een verkenning van de mogelijkheden voor natuur, bos en landschap. Utrecht.

Warmerdam, P.M.M., 1989. Afvoerhydrologie. Catchment Hydrology K150-104. WUR. Wageningen.

Wassink, W.Th., 1999. Beekdallandschappen. Een morfologisch onderzoek in de zandgebieden van Nederland. Thesis. Utrecht.

Waterschap Regge en Dinkel & Dienst Landelijk Gebied, 1998. De Regge, blauwe slagader in Twente. Almelo en Zwolle.

Werkgroep HELP-tabel, 1987. De invloed van de waterhuishouding op de landbouwkundige productie. LD-mededeling 176. Utrecht.

Werkgroep Herziening Cultuurtechnisch Vademecum, 1988. Cultuurtechnisch Vademecum. Utrecht.

Willems, D., 2000. Hydrodynamiek en levende rivierduinen langs de Overijsselsche Vecht. KUN Nijmegen.

WL/Delft Hydraulics, 1999. Hydraulische effecten van RVR-bouwsteen Natuur. Opdracht-gever Ministerie van LNV. Wageningen.

WLO-Werkgroep Integraal Waterbeheer, 1991. Water in balans. Reeks landschapsstudies no. 15. Pudoc. Wageningen.

Worm, P.B., P.T.J. van Bakel en E.J.Jansen, 1996. Effecten van systeemvreemd water. NOV-rapport 10. Lelystad.

Wosten, J.H.M., G.J.Veerman en J.Stolte, 1994. Waterretentie- en doorlatendheidskarakteristieken van boven- en ondergronden in Nederland: de Staringreeks. Wageningen.

Ypma, K.W., H.T.L.Massop en J. van Os, 1999. Watersysteemverkenning Noord-Nederland. Invloed van veranderingen in de waterhuishouding op drie ruimtegebruik scenario's. Wageningen.

Bijlage 1 Berekeningsbijlage

1.1 Algemene toelichting

In deze bijlage wordt aandacht besteedt aan de rekenkundige uitwerking van twee maatregelen die een verhogend effect hebben op de spongiteit.

De bijlage begint met een overzicht van de maatregelen die in hoofdstuk 5 zijn weergegeven. Per maatregel is aangegeven in welk compartiment van het stroomgebied ze effectief zijn.

De berekeningen zijn uitgevoerd met het programma SWAP en toegepast in een voor Overijssel representatief hydrotype.

Na het maatregeloverzicht is een beschrijving van de Overijsselse stroomgebiedenstructuur gegeven.

Vervolgens is onderzocht voor welk hydrotype de berekeningen uitgevoerd moeten worden.

De conclusies zijn per compartiment van het stroomgebied beschreven, evenals de toepassing binnen Overijssel.

1.2 Overzicht maatregelen

In onderstaande tabel wordt een compleet overzicht gegeven van maatregelen die voor spongiteit relevant beschouwd worden. De maatregelen zijn gegroepeerd in clusters naar overeenkomstigheid, en naar strategie en plek in het compartiment van een stroomgebied.

Het ligt voor de hand dat de tabel niet voor nu en altijd limitatief kan zijn, bovendien zijn "ruimte-voor-rivier"-maatregelen aan onze grote rivieren buiten beschouwing gebleven.

Hydrologische en hydraulische maatregelen							
Va=vasthouden, Ve=vertragen, B=bergen, A=afvoeren; Bostro=bovenstrooms, Mistro=middenstrooms, Bestro=benedenstrooms							
Maatregel	Strategie				Compartiment		
	Va	Ve	B	A	Bostro	Mistro	Bestro
Bos en landschap							
Aanleg "nieuwe" kampen met akkers bevorderen	X					X	X
Spontane bosontwikkeling	X	X			X	X	X
Aanleg van bossen	X	X			X	X	X
Aanleg loofbossen	X	X			X	X	X
Aanleg naaldbossen	X	X			X	X	X
Aanleg struweel	X	X			X	X	X
Verlengen omloop bossen	X	X			X	X	X

Inwendige structuur bos verhogen	X	X			X	X	X
Realiseren reticulate ¹² elementen	X	X			X	X	
Kleinschaliger maken	X	X			X	X	
(re-)Activeren van hoogveen	X	X			X		
Waterloop-singels/-wallen aanleggen		X			X	X	
Laten ontstaan van broekbossen	X	X	X		X	X	X
Wetlandontwikkeling realiseren		X	X			X	X
Productie en bouwplan							
Biomassateelt	X	X			X	X	X
Groenbemesters	X	X			X	X	X
Teeltduur verlengen	X	X			X	X	X
Efficiënte watergebruikers telen		X			X	X	
Hydrofiele gewassen telen	X	X	X			X	X
Hydrologische inrichting							
Infiltratie vergroten	X				X		
Opheffen/verwijderen drainage	X				X	X	
Watergangen opheffen/afkoppelen	X	X			X	X	
Regenwater stad laten infiltreren	X	X			X	X	
Poelen aanleggen	X	X	X		X	X	X
Wateronttrekking wijzigen	X	X	X		X	X	
Watergangen verondiepen		X			X	X	X
Watergangen verbreden mits ondieper		X			X	X	X
Inundatie toestaan		X	X			X	X
Inundatie stimuleren		X	X			X	X
Ontpolderen			X				X
Natte berging creëren			X	X		X	X
Wadies als groen-blauw in woonwijk			X	X		X	X
Ontwikkelen van vloeiveelden/-velden			X	X		X	X
Hydraulische inrichting							
Profiel/oeverfixatie opheffen	X				X	X	X
Aanbrengen van microstuwten in "haarvaten"	X	X			X		
De-normalisatie		X			X	X	
Aanleg van cascadestuwten		X			X	X	
Aanleg van wades/voordes in beken		X			X	X	
Veerkracht beek herstellen		X			X	X	X
Submerse en emerse vegetatie stimuleren		X			X	X	X
Reliëfversterking stimuleren in zomerbed		X				X	X
De-kanalisatie		X				X	X
In meanderzones "niets doen"		X				X	X
Idem in winterbed/overstromingszone		X				X	X
Realiseren van natuurlijke obstructies		X	X	X	X	X	X
Nevengeul(en) aanleggen		X	X	X		X	X
Verwijderen van stuwen		X	X	X		X	X
Meandering bevorderen			X	X		X	X
Bodem en reliëf							
Bodem heterogeniseren	X				X	X	
Bodemhomogenisatie opheffen	X				X	X	
Bodemverstuving voorkomen	X				X	X	
Ploegzoolvorming voorkomen/opheffen	X				X	X	X
Bodemstructuur verbeteren	X	X			X	X	
Aanleg graften	X	X			X	X	

¹² Reticulaat = vlechtwerkachtig opgebouwd uit fijne lijnvormige landschaps- en bouselementen

Horizontaal ploegen (hoogtelijn volgen)	X	X			X	X	
Ploegen achterwege laten (mulchen)	X	X			X	X	
Oppervlakteverharding beperken	X	X			X	X	
Bodemverdichting/verkorsten voorkomen	X	X			X	X	X
Bodemerosie tegen gaan		X			X	X	X
Bouwen							
Bouwen boven grondwater stimuleren			X			X	X
Op terpen e.d. bouwen in opvanggebieden			X	X			X
Bouwen zonder kruipruimtes			X	X		X	X
Apparatuur							
Asdruk machines verlagen	X					X	X
Waterkwaliteit							
Scheiden van stedelijk en landelijk water				X	X	X	X
Totalen	30	42	13	5	39	53	36

1.3 Stroomgebiedenstructuur

Een groot deel van Overijssel bestaat uit vrij afwaterende gebieden. Kenmerkend voor deze gebieden zijn afwateringstelsels die bestaan uit gevorkte structuren. Via allerlei 'natuurlijke' waterlopen stroomt het water naar een samenvloeiingspunt. Het geheel van deze structuur is een beekdalstelsel.

Beekdalstelsels vormen het min of meer natuurlijke drainagesysteem van de zandgronden. Via de beekdalstelsels worden de neerslagoverschotten afgevoerd. Water bereikt het beekdalstelsel in de vorm van neerslag, door afstroming van oppervlaktewater of via het uittreden van grondwater.

Het grondwatersysteem in het beekdalstelsel bestaat grotendeels uit wegzijgings- en kwelgebieden. Tussen deze gebieden ligt een randzone waar de wegzijging en kwel op jaarbasis ongeveer nul is.

Vanuit dit gegeven is een stroomgebied in te delen in bovenstrooms, middenstrooms, en benedenstrooms. Van bovenstrooms naar benedenstrooms neemt de voeding door het diepe grondwater toe.

De grondwaterstanden in de **bovenstroomse** gebieden liggen veelal beneden de drainagebasis. Hierdoor wordt bijna geen water via de sloten afgevoerd. Het neerslagoverschot wordt grotendeels via de ondergrond afgevoerd: wegzijging. De grondwatertrappen VI en VII zijn kenmerkend voor deze gebieden.

In de **middenstroomse** gebieden ligt een drainagestelsel dat regelmatig water afvoert. De totale afvoer door dit stelsel is ongeveer gelijk aan het neerslagoverschot. Dit betekent dat er per saldo geen kwel of wegzijging is. Deze gebieden worden dan ook wel eens de intermediaire gebieden binnen het stroomgebied genoemd. De Gt V. en Gt III komen hier veel voor.

In de **benedenstroomse** gebieden ligt een drainagestelsel dat veel water afvoert. Deze hoeveelheid is groter dan het neerslagoverschot. Kenmerkend voor deze gebieden is het aanwezig zijn van kwel. De grondwatertrappen I, II en het natte deel van Gt III komen hier veel voor. De Gt IV wordt hier ook veel aangetroffen als resultaat van een intensiever ontwateringstelsel.



Figuur 5: overzicht met stroomgebieden, bemalen en vrij afstromende gebieden in Overijssel

Naast de vrij afwaterende gebieden komen in Overijssel ook bemalen gebieden voor. Deze gebieden beschikken over een afwateringstelsel welke duidelijk door menselijk handelen is ontstaan. Via vele rechte waterlopen en stuwen stroomt het water naar het laagste deel van het gebied waar een gemaal het water uitslaat. Door de relatief lage ligging t.o.v. de omgeving komt er kwel voor. De grondwaterstanden zijn sterk te beïnvloeden met het peilbeheer. De grondwatertrappen liggen in de richting van de Gt II* en Gt IV.

1.4 Keuze hydrotype

Om Overijssel in te delen in gebieden op basis van de interactie grondwater en oppervlaktewater kan gebruik worden gemaakt van hydrotypen. De indeling in hydrotypen is ontstaan door een samenwerking tussen DLG en DLO-Staring Centrum. Hydrotypen zijn klassen die op vergelijkbare wijze reageren qua effect op de grondwaterstand na verandering van de stand van het oppervlaktewater. Belangrijkste uitgangspunt bij dit classificatiesysteem is de geohydrologische opbouw. In het rapport wordt de invloed van de oppervlaktewaterstand op de grondwaterstand per hydrotype doorgerekend m.b.v. het grondwatermodel MODFLOW. Hierbij wordt het effect berekend op de grondwaterstand van een verhoging van 50 cm van de oppervlaktewaterstand 31 dagen na de ingreep. Het effect is berekend op afstanden van 10, 30 en 60 m vanuit de (beheersbare)waterloop. Er is gewerkt met gridcellen van 1 x 1 km².

Binnen Overijssel komen 16 hydrotypen voor (zie figuur 6). Hieronder staan de opbouw en waarden van de geohydrologische parameters voor de 16 onderscheiden hydrotypen weergegeven.

Legenda geohydrologische schema's hydrotypen

k = doorlaatfactor (m/d)

D = dikte van de laag

c = verticale weerstand (d)



Watervoerde laag



Dekzandlaag



Hydrologische basis (c > 5000 d, geen stroming)



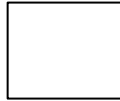
Waterscheidende laag (alleen verticale stroming verondersteld)

Hydrotype 11

$k = 25,8 \text{ m/d}$
 $D = 40 \text{ m}$

Hydrotype 12

$k = 1,5 \text{ m/d}$
 $D = 7,5 \text{ m}$



$k = 22,0 \text{ m/d}$
 $D = 38 \text{ m}$

Hydrotype 13

$k = 1,5 \text{ m/d}$
 $D = 1 \text{ m}$

**Hydrotype 21**

$k = 1,7 \text{ m/d}$
 $D = 0,9 \text{ m}$



$c = 88 \text{ d}$
 $D = 0,3 \text{ m}$



$k = 12,8 \text{ m/d}$
 $D = 42 \text{ m}$

Hydrotype 31

$k = 1,7 \text{ m/d}$
 $D = 2,75 \text{ m}$



$c = 182 \text{ m/d}$
 $D = 2,8 \text{ m}$



$k = 15,9 \text{ m/d}$
 $D = 98 \text{ m}$

Hydrotype 33

$k = 3,7 \text{ m/d}$
 $D = 7,5 \text{ m}$



$c = 102$
 $D = 2,6$



$k = 17,9$
 $D = 51$

Hydrotype 34

$k = 13,5 \text{ m/d}$
 $D = 14,4 \text{ m}$



$c = 1367 \text{ d}$
 $D = 9,4 \text{ m}$



$k = 18,2 \text{ m/d}$
 $D = 69 \text{ m}$

Hydrotype 42

$c = 200 \text{ d}$
 $D = 1,1 \text{ m}$



$k = 23,0 \text{ m/d}$
 $D = 53 \text{ m}$

Hydrotype 51

$c = 5 \text{ d}$
 $D = 1,5 \text{ m}$



$k = 1,0 \text{ m/d}$
 $D = 2,3 \text{ m}$



$c = 393 \text{ d}$
 $D = 0,3 \text{ m}$



$k = 15,0 \text{ m/d}$
 $D = 10 \text{ m}$



$c = 1257 \text{ d}$
 $D = 13 \text{ m}$

Hydrotype 52

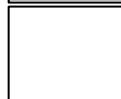
$c = 117 \text{ d}$
 $D = 0,5 \text{ m}$



$k = 14,0 \text{ m/d}$
 $D = 8 \text{ m}$



$c = 335 \text{ d}$
 $D = 1,9 \text{ m}$



$k = 25,9 \text{ m/d}$
 $D = 27 \text{ m}$



$c = 2498 \text{ d}$
 $D = 9 \text{ m}$

Hydrotype 55

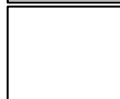
$c = 5,5 \text{ d}$
 $D = 1,5 \text{ m}$



$k = 1,1 \text{ m/d}$
 $D = 2,1 \text{ m}$



$c = 371 \text{ d}$
 $D = 0,3 \text{ m}$



$k = 22,8 \text{ m/d}$
 $D = 217 \text{ m}$



$c = 15000 \text{ d}$
 $D = 30 \text{ m}$

Hydrotype 56

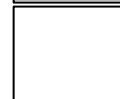
$c = 171 \text{ d}$
 $D = 1,1 \text{ m}$



$k = 12,1 \text{ m/d}$
 $D = 7 \text{ m}$



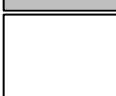
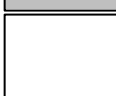
$c = 285 \text{ d}$
 $D = 1,3 \text{ m}$



$k = 25,0 \text{ m/d}$
 $D = 60 \text{ m}$



$c = 33500 \text{ d}$
 $D = 10 \text{ m}$

Hydrotype 58  c = 200 d D = 1,6 m  k = 19,4 m/d D = 16,4 m  c = 1140 d D = 6,1 m  k = 22,0 m/d D = 64 m  c = 95100 d D = 16 m	Hydrotype 61  c = 13 d D = 3,1 m  k = 1,0 m/d D = 3,5 m  c = 871 d D = 0,3 m  k = 23,4 m/d D = 27 m	Hydrotype 62  c = 1750 d D = 7,5 m  k = 20,6 m/d D = 18,8 m  c = 1323 d D = 10,0 m  k = 10,6 m/d D = 159 m
Hydrotype 64  c = 1400 d D = 5,0 m  k = 26,5 m/d D = 72 m  c = 20000 d D = 26,5 m  k = 22,5 m/d D = 57 m		

1.5 Opbouw van de bovengrond

Om de opbouw van de bovengrond te beschrijven, is een indeling gemaakt van de bodemtypen die in Overijssel voorkomen. Hierin zijn de zandgronden, veengronden en kleigronden onderscheiden. Van de hydrotypen die in Overijssel te vinden zijn, is een selectie gemaakt van de typen die op een groot oppervlak voorkomen (zie onderstaande tabel).

Hydrotype	Bodemtype
11	Zandgrond
12	Zandgrond
13	Zandgrond
21	Veengrond
33	Zandgrond
34	Zandgrond
42	Zandgrond
58	Veengrond

Vervolgens is bepaald welke bodemtypen voorkomen in elk hydrotype en welke bodemtypen representatief zijn voor boven-, midden- en benedenstroomse profielen. Voor hydrotype 12, die verder is uitgewerkt, zijn in onderstaande tabel de bodemtypen te zien.

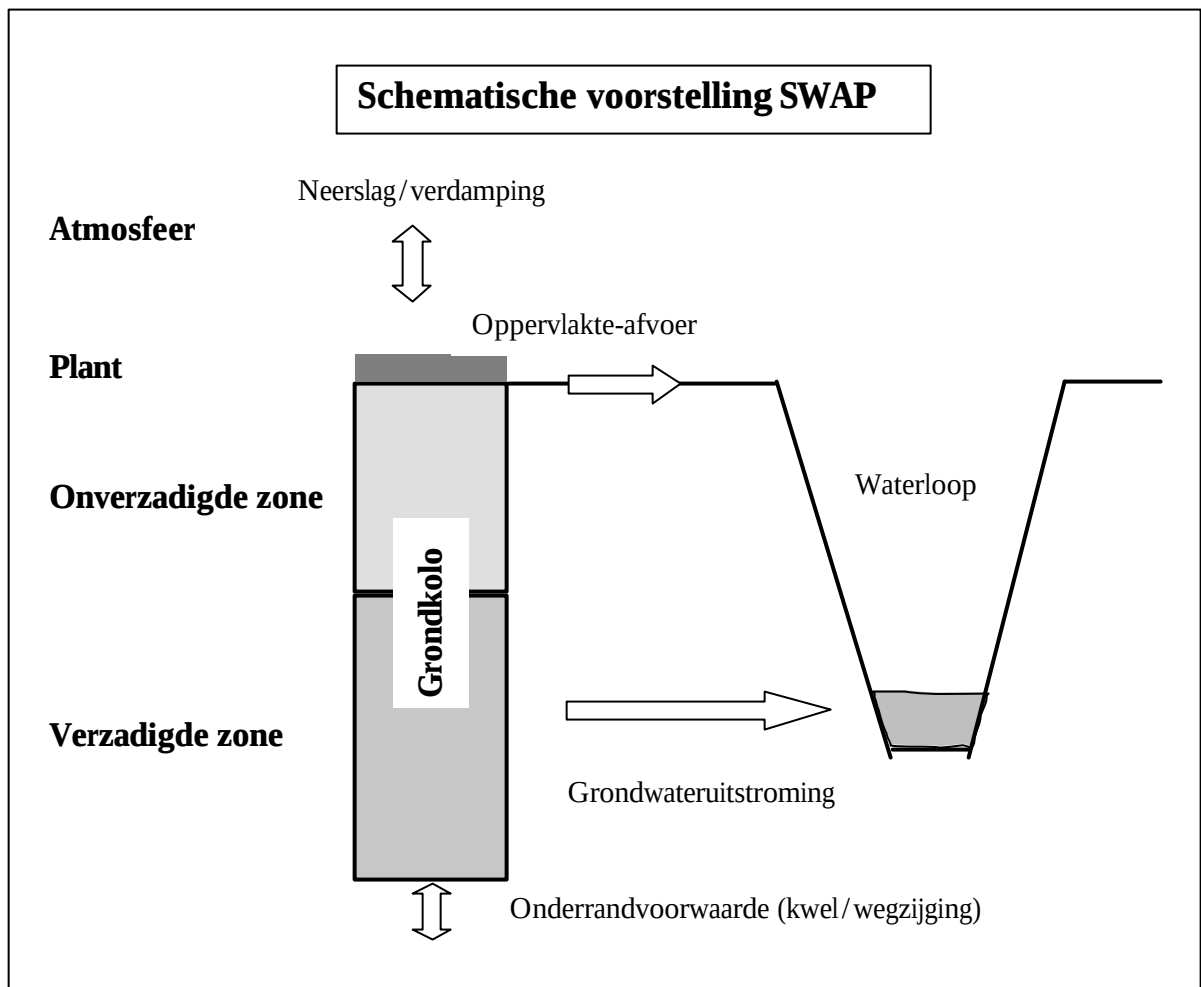
Aan de hand van de zandmediaan (korrelgrootte) en het leemgehalte zijn de bodemlagen ingedeeld in de staringreeksen.

HYDROTYPE 12	Bodemkaart 1 :10.000
Bovenstrooms	Hn33
Middenstrooms	tZn33
Benedenstrooms	tZg35

1.6 Wat is SWAP

Om te bepalen wat de invloed is van een ingreep in het oppervlaktewaterstelsel op de spongiteit is gekozen voor het model SWAP. SWAP is een simulatiemodel voor het bodem-water-atmosfeer-plantsysteem (Soil Water Atmospher Plant). Het model simuleert het verticale transport van water, opgeloste stoffen en warmte in zowel de onverzadigde als de verzadigde zone. De berekening vindt plaats op een volledig niet-stationaire wijze waarbij de volledige Richard-vergelijking iteratief wordt opgelost. Het model is ontworpen voor toepassing op lokaal niveau (eendimensionaal) en gedurende het gehele groeiseizoen.

In figuur 7 staat het model schematisch weergegeven.



Figuur 7. Schematische voorstelling SWAP

Invoer van gegevens in het model

In het model is een reeks ingevoerd van 8 jaar.

De meteogegevens en gewasgegevens zijn voor elk profiel hetzelfde. Het drainagestelsel, bodemprofielbeschrijvingen en onderrandvoorwaarden verschillen per profiel.

De meteogegevens bestaan uit dagelijkse waarnemingen van temperatuur, radiatie, luchtvochtigheid, wind en regen. De verdamping wordt berekend uit de radiatie, temperatuur, luchtvochtigheid en wind.

De waarden die voor het drainagestelsel gebruikt worden, zijn onder andere: slootafstand, drooglegging, intreeweerstand, bodembreedte en talud. Er zijn twee verschillende drainageniveaus ingevoerd. Het eerste niveau is een waterschapsleiding, het tweede niveau een kavelsloot.

Voor de gewasgegevens worden standaard waarden gebruikt voor gras.

De bodemprofielen in SWAP worden ingevoerd aan de hand van de Staringreeksen. Het profiel wordt opgedeeld in lagen van verschillende diktes. Voor de onderrandvoorwaarden wordt in SWAP ingevoerd of er sprake is van wegzijging of

kwel. Deze waarden kunnen op verschillende manieren worden ingevoerd. In dit geval zijn de onderrandvoorwaarden het hele jaar door vastgezet op één waarde.

1.8 Uitkomsten van het model

De uitkomsten van het model SWAP zijn verwerkt in tabellen en grafieken.

In de tabel is te zien wat de invloed is van het vergroten van de slootafstand en het verhogen van de drooglegging op de grondwaterafvoer, de toename van de plasvorming, de plasvorming en het aantal dagen plasvorming bij de maximale situatie (gemiddeld 1 dag per jaar) en de extreme situatie (oktober 1998). In de tabel zijn ook de effecten te zien op de grondwaterafvoer waarbij de grondwaterstand aan maaiveld staat en op de GHG en GLG.

Hydrotype 12

		Max. situatie (gemiddeld 1 dag/jaar)			Extreme situatie (oktober 1998)		
Bovenstrooms	Slootafstand (m)	100		200	100		200
	Drooglegging (m)	0,75	1,00	1,00	0,75	1,00	1,00
Grondwaterafvoer (mm / etm)		0,2	0,1	0,1	3,1	3,3	2,3
Grondwaterafvoer bij gws = mv (mm / etm)		4,5	6,1	3,3	4,5	6,1	3,3
Toename plasvorming (mm / etm)		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Plasvorming (mm)		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Aantal dagen plasvorming		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
GHG (cm-mv)		97,0	106,0	99,0	97	106	99,0
GLG (cm-mv)		147,0	154,0	153,0	147,0	151,0	153,0
Middenstrooms	Slootafstand (m)	100		200	100		200
	Drooglegging (m)	0,75	1,00	1,00	0,75	1,00	1,00
Grondwaterafvoer (mm / etm)		2,2	1,8	1,5	5,2	6,3	3,5
Grondwaterafvoer bij gws = mv (mm / etm)		4,6	6,1	3,1	4,6	6,1	3,1
Toename plasvorming (mm / etm)		7,0	0,0	2,0	45,0	17,0	27,0
Plasvorming (mm)		9,0	0,0	2,0	56,0	24,0	56,0
Aantal dagen plasvorming		0,8	0,0	0,1	26	16	35
GHG (cm-mv)		52,0	77,0	62,0	52,0	77,0	62,0
GLG (cm-mv)		109,0	118,0	114,0	109,0	118,0	114,0
Benedenstrooms	Slootafstand (m)	50		100	50		100
	Drooglegging (m)	0,75	1,00	1,00	0,75	1,00	1,00
Grondwaterafvoer (mm / etm)		4,7	3,7	3,5	11,2	13,4	7,2
Grondwaterafvoer bij gws = mv (mm / etm)		9,2	12,0	6,1	9,2	12,0	6,1
Toename plasvorming (mm / etm)		13,0	0,0	6,0	78,0	72,0	80,0
Plasvorming (mm)		13,0	0,0	10,0	100,1	72,0	100,2
Aantal dagen plasvorming		1,3	0,0	1,1	24	13	35
GHG (cm-mv)		50	76	54	50	76	54
GLG (cm-mv)		82	99	96	82	99	96

Bovenstrooms

Maximale situatie

Bij een vergroting van de slootafstand van 100 naar 200 meter stijgt de grondwaterstand ± 10 cm, tot ± 100 cm-mv. De invloed op de grondwaterafvoer is gering.

Bij verhoging van de drooglegging van 100 naar 75 cm stijgt de grondwaterstand ± 20 cm, tot ± 80 cm-mv. De invloed van op de grondwaterafvoer is gering.

Extreme situatie

Bij een vergroting van de slootafstand van 100 naar 200 meter stijgt de grondwaterstand ± 15 cm, tot ± 30 cm-mv. De grondwaterafvoer neemt met 30 % af.

Bij verhoging van de drooglegging van 100 naar 75 cm stijgt de grondwaterstand ± 20 cm, tot ± 20 cm-mv. De grondwaterafvoer neemt met 5 % af.

Middenstrooms

Maximale situatie

Bij een vergroting van de slootafstand van 100 naar 200 meter, stijgt de grondwaterstand ± 20 cm, tot ± 55 cm-mv. De grondwaterafvoer neemt 15 % af.

Bij verhoging van de drooglegging van 100 naar 75 cm, stijgt de grondwaterstand ± 40 cm, tot ± 40 cm-mv. De grondwaterafvoer neemt met 20 % toe.

Extreme situatie

Bij een vergroting van de slootafstand van 100 naar 200 meter, stijgt de grondwaterstand ± 5 cm, tot ± 5 cm boven maaiveld. De grondwaterafvoer neemt 40 % af.

Bij verhoging van de drooglegging van 100 naar 75 cm, stijgt de grondwaterstand ± 5 cm, tot ± 5 cm boven maaiveld. De grondwaterafvoer neemt met 20 % af.

Benedenstrooms

Maximale situatie

Bij een vergroting van de slootafstand van 50 naar 100 meter, stijgt de grondwaterstand ± 30 cm, tot ± 40 cm-mv. De grondwaterafvoer neemt 5 % af.

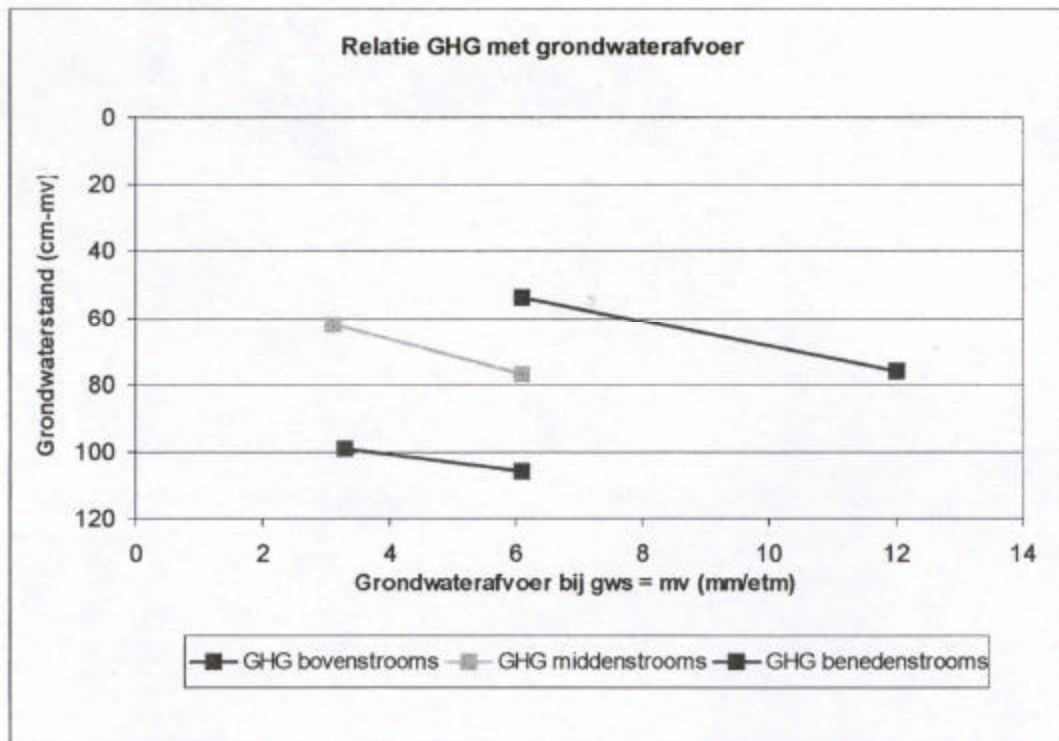
Bij verhoging van de drooglegging van 100 naar 75 cm, stijgt de grondwaterstand ± 35 cm, tot ± 35 cm-mv. De grondwaterafvoer neemt met 30 % toe.

Extreme situatie

Bij een vergroting van de slootafstand van 50 naar 100 meter, stijgt de grondwaterstand ± 5 cm, tot ± 10 cm boven maaiveld. De grondwaterafvoer neemt 50 % af.

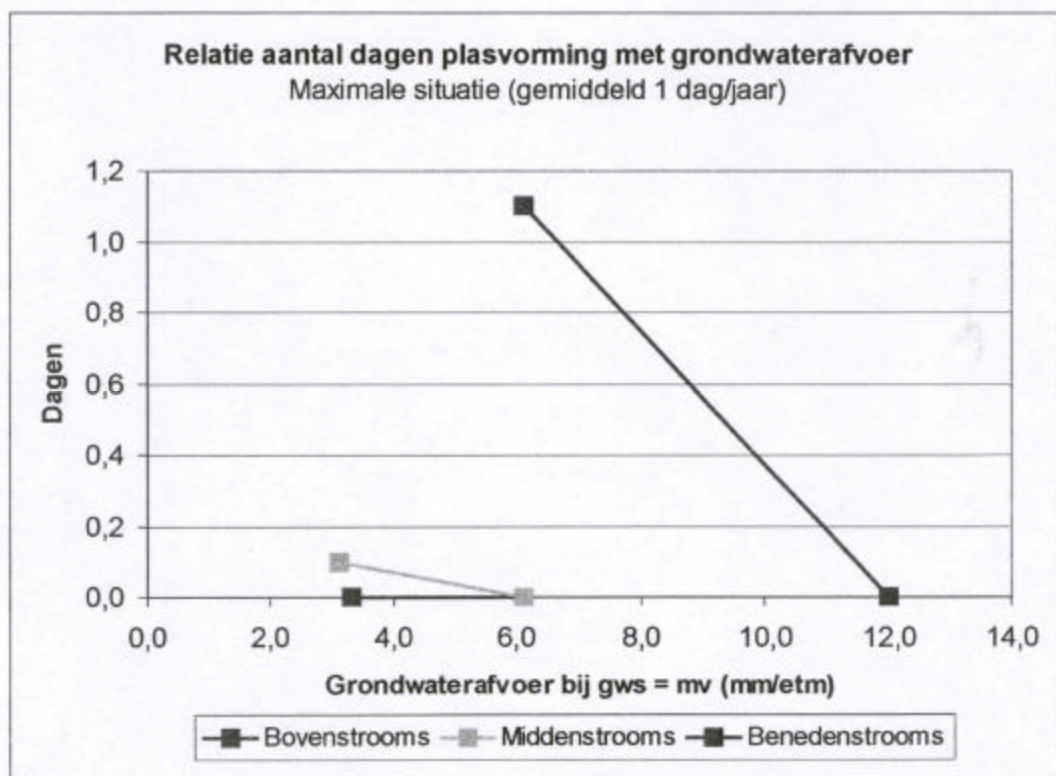
Bij verhoging van de drooglegging van 100 naar 75 cm, stijgt de grondwaterstand ± 5 cm, tot ± 10 cm boven maaiveld. De grondwaterafvoer neemt met 20 % af.

De relaties tussen de grondwaterafvoer, waarbij de grondwaterstand aan maaiveld staat en de GHG zijn ook uitgezet in een grafiek. Deze grondwaterafvoer kan gezien worden als de capaciteit van het systeem. In de grafiek is te zien dat wanneer de capaciteit van het systeem wordt gehalveerd, door het vergroten van de slootafstand, de GHG 10 tot 20 cm stijgt.



Figuur 8 : Grafiek Relatie GHG met grondwaterafvoer

Ook de relaties tussen de grondwaterafvoer, waarbij de grondwaterstand aan maaiveld staat en het aantal dagen plasvorming bij de maximale situatie, zijn in een grafiek uitgezet. In de grafiek is te zien dat bij de halvering van de capaciteit van het systeem, door het vergroten van de slootafstand, het aantal dagen plasvorming toeneemt van 0,1 tot 1 dag bij de maximale situatie.



Figuur 9: Grafiek Relatie aantal dagen plasvorming met grondwaterafvoer

1.9 Conclusies uitkomsten hydrotype 12

De effecten worden gerelateerd aan de uitgangssituatie. Deze uitgangssituatie komt ongeveer overeen met de huidige situatie.

Bovenstrooms

- Dempen van de helft van het aantal sloten leidt tot een grotere verlaging van de afvoer via het slotenstelsel dan het verondiepen van alle sloten met 0,25 m.
- Voor vasthouden van water is het dempen van de helft van het aantal waterlopen veel gunstiger dan het verondiepen met 0,25 m. In beide gevallen treedt er geen plasvorming op.
- De grondwaterstanden komen in alle gevallen niet boven de 0,50 m minus maaiveld. Er is blijkbaar ruimte om nog meer waterlopen te dempen.

Middenstrooms

- Hier vindt, in tegenstelling tot bovenstrooms, wel plasvorming plaats.
- Bij gemiddeld 1 dag per jaar vindt bij verondiepen grotere plasvorming plaats dan bij dan bij dempen: 9 mm gedurende 0,8 dag t.o.v. 2 mm gedurende 0,1 dag.
- Bij extreme situaties vindt er, ongeacht de slootdichtheid, eenzelfde hoeveelheid plasvorming plaats van 65 mm. Het dempen van de helft van de waterlopen resulteert echter wel in het langer aanwezig zijn van de plassen op het land: 35 i.p.v 26 dagen.

- Ten opzichte van de grondwaterafvoer is het aandeel mogelijke oppervlakte-afvoer* zeer groot.
 - Gemiddeld 1 dag per jaar is dit aandeel bij verondiepen een factor 4 groter. Bij dempen geldt een factor 1,3 groter.
 - In extreme situaties is het aandeel mogelijke oppervlakkige-afvoer een factor 11 tot 16 groter dan de grondwateruitstroming.
Hieruit wordt duidelijk dat bij bestrijding van hoogwater het toestaan van plasvorming als zeer efficiënt is. Welke mate van plasvorming acceptabel is voor landbouw zonder beperkingen is een punt van nader onderzoek. Aan de hand van de uitkomsten van dit onderzoek kan de hoeveelheid oppervlakte-afvoer technisch gestuurd worden.
- De grondwaterstanden komen in alle gevallen niet boven de 0,40 m minus maaiveld.

Benedenstrooms

- Verschillen in grondwaterafvoer vergelijkbaar met boven- en middenstrooms.
- Het aantal dagen plasvorming is met gemiddeld 1 dag per jaar beperkt.
- Plasvorming in extreme situaties is met 24 tot 35 dagen aanzienlijk, vergelijkbaar met middenstrooms.

Voor het gehele stroomgebied geldt dat de plasvorming aanleiding is geweest tot het vergroten van de afvoercapaciteit/intensiteit van het waterlopenstelsel.

Ps: Uit de berekeningen blijkt dat zowel verondiepen als dempen een groter effect hebben op de GHG dan op de GLG. In werkelijkheid is dit vaak niet het geval. Er komen in Overijssel situaties voor waar 10 cm GHG verlaging 40 cm GLG verlaging tot gevolg hebben gehad. Een aantal oorzaken voor deze discrepantie zijn:

- In het model wordt de drooglegging het hele jaar constant gehouden.
- De onderrandvoorwaarde is hier het hele jaar constant. In werkelijkheid heeft de flux aan de onderrand vaak een sinusoïde vorm.
- Bij verlaging van de GHG vindt veelal niet alleen lokaal plaats maar vaak over grotere gebieden. Hierdoor verandert met name in het middenstroomse gebied de onderrandvoorwaarde.
- De hoeveelheid berging lijkt in de Staringreeksen overschat, waardoor de fluctuatiegrootte van het grondwater aan de kleine kant is.

* Het model is zo opgezet dat oppervlakte-afvoer (runoff) niet kan plaatsvinden. Alle neerslag wordt nu gedwongen via de (onder)grond naar de waterloop te stromen. Gevolg hiervan is plasvorming. Deze plasvorming is daarmee tevens een maat is voor een oppervlakkige-afvoer indien die wel zou worden toegestaan.

Bijlage 2 Blik op Overijssel

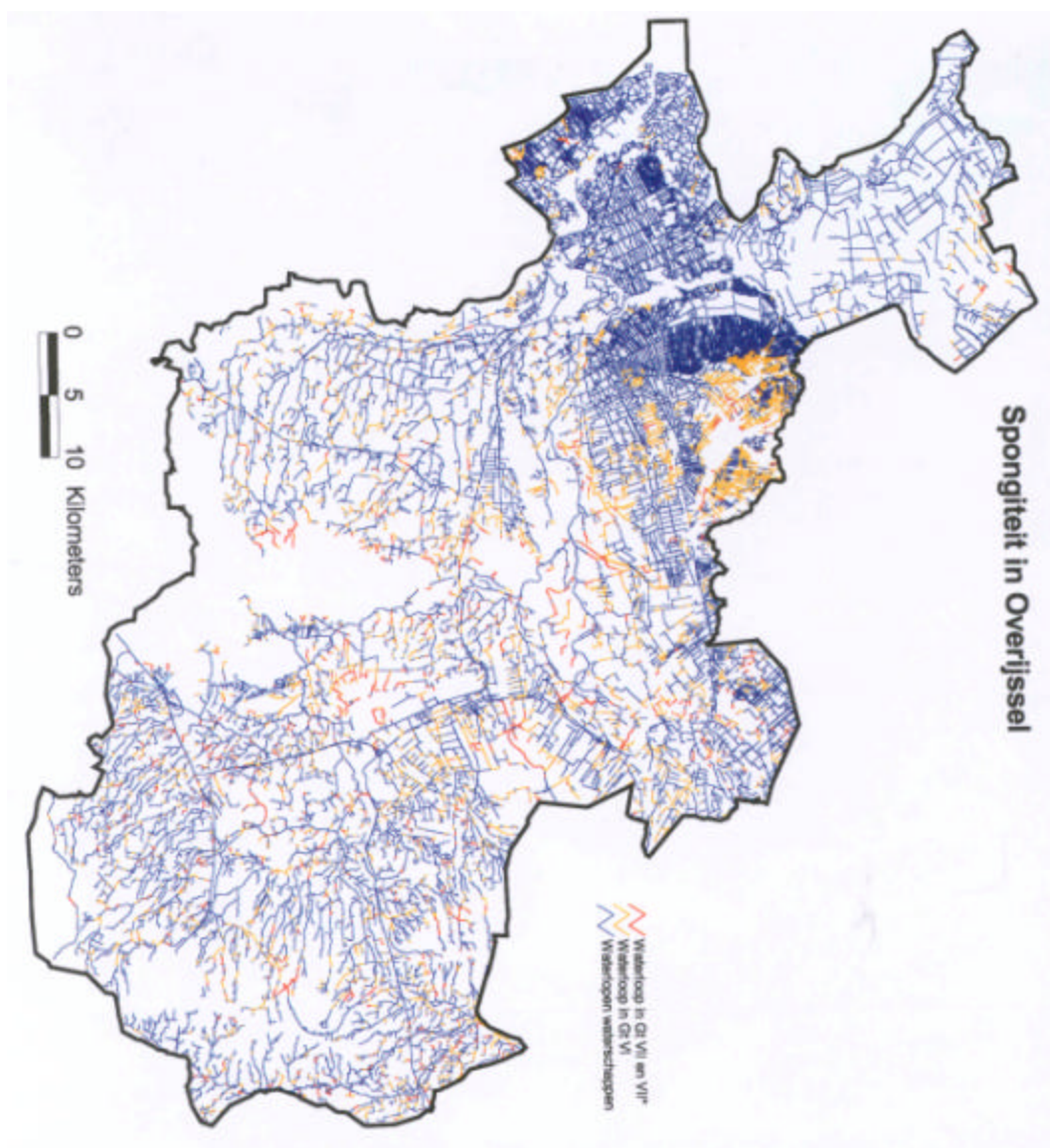
In de voorgaande paragrafen is het spongiteitprincipe doorgelicht a.d.h.v. berekeningsuitkomsten van SWAP. Met dit programma zijn twee varianten doorgerekend: het verondiepen van waterlopen (kleinere drooglegging) en het dempen van waterlopen (vergroten slootafstand). De vraag die hierbij onbeantwoord bleef is in hoeverre deze twee maatregelen in praktijk toepasbaar zijn in Overijssel. In dit hoofdstuk zal op deze vraag worden ingegaan.

2.1 Verondiepen waterlopen

In vroegere tijden waren grote delen van Overijssel te nat om optimale landbouw te kunnen bedrijven. Vanaf pakweg de jaren vijftig van de vorige eeuw zijn daarom veel waterhuishoudkundige werken uitgevoerd om de situatie voor de landbouw te verbeteren. Kavelsloten en drainage zijn vanaf die tijd veelal ontworpen door gebruik te maken van drainageformules van Hooghoudt en Ernst. Voor waterschapsleidingen werden ontwateringeisen opgesteld. Een veelgebruikt uitgangspunt hierbij was: 50 cm drooglegging bij Q en geen inundatie bij 2Q. Q is hierbij de maatgevende afvoer die ca. 1 à 2 dagen per jaar optreedt. 2Q is een afvoer die ca. 1 à 2 dagen per 100 jaar optreedt. Deze ontwateringeisen richten zich vooral op hoge afvoeren en hadden vaak smalle diepe waterlopen als gevolg. Sinds het verschijnen van Waterlood is er een trend waarneembaar om bij ontwerpen van waterlopen rekening te houden met droogleggingen bij lage afvoeren. Verondiepen (en verbreden) van waterlopen worden dan ook binnen Overijssel frequent toegepast.

2.2 Dempen waterlopen

Uit hoofdstuk 3 blijkt dat naast verondiepen ook het dempen cq vergroten van de slootafstand een effectief middel kan zijn om enerzijds verdroging en anderzijds hoogwaterproblematiek te bestrijden. Per hydrotype kan een optimale slootafstand met bijbehorende drooglegging worden bepaald. Het is zinvol om te kijken of dit optimum in praktijk ook wordt gehaald. Om een eerste indruk op te verkrijgen is in het kader van dit onderzoek gekeken naar waterlopen in droge gronden. Daartoe is de grondwatertrappenkaart gecombineerd met waterschapsleidingen. De waterlopen in Gt VII en VII* hebben een GHG die dieper ligt dan 80 cm. Voor het ter plaatse bereiken van een optimaal grondwaterregime zijn deze waterlopen daarom overbodig. Voor waterlopen in Gt VI (GHG tussen 40 en 80 cm-mv) geldt deze overbodigheid in iets mindere mate. Op figuur 10 zijn alle waterlopen geselecteerd die in een vlak liggen met een grondwatertrap (Gt) VI, VII en VII*. In onderstaande tabel is de figuur 10 cijfermatig vertaald.



Figuur 10. Zie § 2.2

Gt	Oppervlakte (ha)	Percentage	L waterlopen (m)	Percentage	m waterloop per ha
-	43.856	13%	725.446	-	-
I	875	0%	20.761	0%	23
II	16.350	5%	401.990	5%	45
II*	15.014	4%	1.568.716	18%	83
III	36.005	11%	421.790	5%	37
III*	38.133	11%	2.422.878	28%	40
IV	26.042	8%	1.021.507	12%	39
V	26.220	8%	433.891	5%	17
V*	19.361	6%	480.347	6%	11
VI	69.021	20%	1.429.806	17%	21
VII	29.880	9%	264.586	3%	9
VII*	20.830	6%	69.293	1%	3
	341.587	100%	9.261.011	100%	

Enkele opvallende zaken:

- Overijssel kent maar liefs een dikke 9000 kilometer aan waterlopen (en dit is zonder de kavelsloten);
- Stel dat deze waterlopen gemiddeld zo'n 5 meter breed zijn (van insteek tot insteek, zonder schouwpad) dan is hiermee zo'n 4500 ha gemoeid (1,3 % van het totale oppervlakte van Overijssel);
- 21% van deze waterlopen liggen in droge gronden met een Gt VI of VII;
- Deze 21% waterlopen liggen in een gebied ter grote van zo'n 120.000 ha (31% van Overijssel);
- Stel dat die 21% waterlopen een gemiddelde breedte hebben van 5 m dan is hier zo'n 900 ha mee gemoeid;

