

## **nofdp transnational study**

for both river systems Dommel & Mark  
crossing the border between Belgium and the Netherlands

Report Fase 3: de ontwikkeling van het EcoDSS voor het  
bepalen van de effecten van waterberging en  
vasthouden op landbouw en natuur.

prepared by HydroLogic, Leanne Reichard, 2005

# Provincie Noord-Brabant

## Fase 3 van de nofdp Transboundary Studies: de ontwikkeling van het EcoDSS voor het bepalen van de effecten van waterberging en vasthouden op landbouw en natuur

### Eindrapport

november 2005

---

P060

HydroLogic BV  
Watermanagement & ICT  
Postbus 2177  
3800 CD Amersfoort  
Tel: 033 4753535  
Email: [info@hydrologic.nl](mailto:info@hydrologic.nl)  
Web: [www.hydrologic.nl](http://www.hydrologic.nl)



## Samenvatting

In het kader van de Transnational Studies, onderdeel van het NOFDP-project, is het EcoDSS ontworpen met de volgende doelstellingen:

- Het bepalen van locaties waar vanuit de landbouw en natuur gezien, vasthouden van water een geschikte maatregel is.
- Het bepalen van locaties waar vanuit de landbouw en natuur gezien, bergen van water een geschikte maatregel is
- Het zijn van een hulpmiddel voor het communiceren met betrokkenen
- Het gelijktijdig gebruiken van beschikbare geodata uit Nederland en België
- Het opdoen van ervaringen met betrekking tot het ontwikkelen van een transnationaal GIS-model

Het EcoDSS wordt toegepast op de stroomgebieden van de Mark en de Dommel. De vier combinaties tussen de maatregelen (vasthouden en bergen) en landbouw en natuur worden binnen het EcoDSS met behulp van vier methoden geanalyseerd. Alle methoden zijn afkomstig van de STOWA.

Voor het analyseren van de effecten van bergen op natuur (STOWA: “Waterberging en natuur”) wordt naar een vijftal aspecten gekeken waardoor de natuur beïnvloed kan worden, namelijk inundatiegevoeligheid van flora, inundatiegevoeligheid van fauna, combineerbaarheid met zuurgevoelige, zoutgevoelige en nutriëntgevoelige natuur. Om een uitspraak te kunnen doen over de geschiktheid van natuur voor het bergen van water geeft de gebruiker in het EcoDSS aan wat de frequentie, duur, diepte en het seizoen van de inundatie is. In combinatie met informatie over de waterkwaliteit, saliniteit, sedimentgehalte en hardheid doet het EcoDSS een uitspraak.

Voor de geschiktheid van landbouw voor bergen (STOWA: “Waterberging en landbouw”) is dezelfde informatie nodig over de inundatiekenmerken als bij de eerste methode: frequentie, seizoen en duur. Daarnaast moet de herkomst van het inundatiewater opgegeven worden.

Voor de effecten van het vasthouden van water op natuur (STOWA: “Waterlood: Terrestrische ecologie”) wordt gebruik gemaakt van de methode die is ontwikkeld voor het bepalen van doelrealisaties binnen Waterlood. Afhankelijk van de verandering van de doelrealisatie van een bepaald soort natuur bij veranderende grondwaterkarakteristieken wordt de geschiktheid van vasthouden op de natuur bepaald.

In het geval van landbouw (STOWA: “Waterlood: Landbouw”) wordt naast de grondwaterkarakteristieken ook rekening gehouden met de bodemsoort. Op basis van deze combinatie kan worden bepaald welke verandering er in bedrijfsopbrengsten optreden als gevolg van verandering in nat-schade en droogteschade. Aan de hand hiervan kan worden bepaald of landbouwgebieden geschikt zijn voor het vasthouden van water.

De geodata die benodigd zijn voor het EcoDSS, zijn afkomstig van verschillende overheden, zowel uit Nederland als uit Vlaanderen. Enige aanpassingen zijn noodzakelijk, voornamelijk verschillen in classificatiemethodes. De belangrijkste bewerkingen die zijn uitgevoerd, zijn de vertaling van de Noord-Brabantse natuurdoeltypenkaart en de Vlaamse Biologische Waarderingskaart naar de standaard indeling in Nederlandse natuurdoeltypen. Omdat er geen vlakdekkende grondwatergegevens zijn van Vlaanderen zijn grondwaterkarakteristieken aan de hand van de bodemkaart bepaald.

Uit verschillende bijeenkomsten met hydrologen en ecologen van waterschap Brabantse Delta en waterschap De Dommel is gebleken dat de resultaten die het EcoDSS weergeeft goed overeenkomen met hun ervaringen.

De ervaringen opgedaan tijdens de ontwikkeling van het EcoDSS dragen bij aan de kennisdatabase die voor het NOFDP wordt ontwikkeld. Wat uit het project blijkt is dat het praktisch onmogelijk is om specifieke data uit verschillende landen direct te gebruiken in modellen. Zelfs basisdata zoals bodem en natuur zijn op verschillende wijze opgesteld en behoeven bewerking. Daarnaast zijn er verschillen in prioriteiten met betrekking tot geodata, zodat er bijvoorbeeld nog geen vlakdekkende grondwaterkaarten voor Vlaanderen beschikbaar zijn. Doordat er bewerkingen moeten plaatsvinden op de geodata wordt een extra factor van onzekerheid geïntroduceerd waar bij de interpretatie van resultaten rekening mee moet worden gehouden. De gebruikte classificatiemethodiek laat echter een bepaalde vorm van onzekerheid toe.

Om de resultaten van het EcoDSS te kunnen gebruiken is een ArcMAP extensie ontwikkeld. Deze geeft de mogelijkheid om voor specifieke scenario's resultaten weer te geven, eventueel in combinatie met aanvullende kaarten.

Door de ontwikkeling van het EcoDSS is duidelijk geworden dat GIS een goed platform biedt om transnationale informatie te combineren bij het uitvoeren van analyses. Daarbij moet worden aangetekend dat het verkrijgen van de data niet altijd even makkelijk is. Daarnaast vereist het gebruik van de data bewerkingen. Het is opvallend dat er nog weinig pogingen zijn gedaan om middelen zoals transnationale vertaaltabellen te ontwikkelen.

Met het EcoDSS is een bruikbaar en nuttig instrument tot stand gekomen waarin op een duidelijke wijze, en op een transnationaal niveau, de effecten van maatregelen voor het vasthouden en bergen van water op landbouw en natuur getoond kunnen worden. GIS is een krachtige methode gebleken om internationale data te combineren met betrouwbare analysemethoden.

Voor een toekomstige toepassing voor het vergelijken van maatregelpakketten vanuit een ecologisch perspectief is het aan te bevelen ook een kostenmodule in te voegen. Er bestaat de behoefte aan kwantitatieve resultaten dus cijfers over oppervlakten, volumes en kosten kunnen een grote bijdrage leveren aan planvormingsprocessen. Aangezien in de toekomst meer transnationale samenwerking verwacht mag worden is het aan te bevelen op Europees niveau meer standaarden in te voeren voor geoinformatie. Het is gebleken dat met behulp van GIS-methoden de mogelijkheden daadwerkelijk aanwezig zijn om op transnationaal niveau analyses uit te voeren.

## Inhoud

1.	Inleiding .....	4
1.1.	Aanleiding .....	4
1.2.	Doelstelling .....	4
1.3.	Leeswijzer .....	5
1.4.	Gebruikte begrippen .....	5
2.	Projectgebied .....	7
2.1.	De Dommel .....	7
2.2.	De Mark .....	8
3.	Model .....	10
3.1.	Aanleiding .....	10
3.2.	Opzet 10 .....	
3.2.1.	Schaalniveau .....	10
3.2.2.	Maatregelen .....	10
3.2.3.	Toepassingsgebied .....	11
3.2.4.	Techniek .....	12
3.3.	Modelopbouw .....	12
3.3.1.	Methode 1: waterberging en natuur .....	13
3.3.2.	Methode 2: waterberging en landbouw .....	15
3.3.3.	Methode 3: water vasthouden en natuur .....	17
3.3.4.	Methode 4: vasthouden en landbouw .....	19
3.4.	Gebruik transnationale Geodata .....	20
3.4.1.	Overzicht beschikbare transnationale geodata voor het EcoDSS .....	20
3.4.2.	Aandachtspunten geodata .....	21
3.5.	Validatie .....	22
4.	Instrument .....	23
4.1.	Keuzemogelijkheden .....	23
4.2.	Functionaliteit .....	24
4.3.	Stroomschema .....	24
4.4.	Toepassing .....	25
5.	Transnationale ervaringen .....	26
5.1.	Dataverzameling- en bewerking .....	26
5.1.1.	Ontbrekende geodata .....	26
5.1.2.	Bewerkte geodata .....	27
6.	Conclusies .....	28
7.	Aanbevelingen .....	29
8.	Literatuur .....	30

## Bijlagen

Bijlage 1	Uitwerking toepassing methoden
Bijlage 2	Indeling natuurdoeltypen
Bijlage 3	Vertaling natuurdoeltypen Noord-Brabant
Bijlage 4	Vertaling Ecotopen Vlaanderen
Bijlage 5	afleiding van de grondwaterkaart Vlaanderen
Bijlage 6	Reclassificatie landbouw in LGN4
Bijlage 7	Reclassificatie landbouw in Landbouwkaart

## 1. Inleiding

### 1.1. Aanleiding

Het EcoDSS is ontwikkeld in het kader van het INTERREG IIIb project “Nature Oriented Flood Damage Prevention” (NOFDP). Het algemene doel van het NOFDP is:

*Het ontwikkelen van een informatie- en kennis database tegelijk met een beslissingsondersteuningssysteem om deelnemende landen in de NWE-regio te assisteren bij het maken van optimale beslissingen voor rivierbeheer waarbij ecologische verbetering van de riviercorridors wordt meegenomen met een hoog niveau van publieke participatie, ruimtelijke ontwikkeling en bestrijding van overstromingsschade.*

Eén van de onderdelen van het NOFDP is het uitvoeren van een tweetal transnationale studies, gericht op de stroomgebieden van de Dommel en de Mark. De doelen van deze studies zijn:

- Het verkrijgen van inzicht in de manier waarop de Vlaams-Nederlandse transnationale samenwerking geoptimaliseerd kan worden op het gebied van waterbeheer en ruimtelijke ordening, waarbij het perspectief ligt met name op de natuur georiënteerde droogte- en overstromingsschadepreventie.
- Het ontwikkelen van scenario's met maatregelenpakketten voor transnationaal stroomgebiedbeheer waarbij rekening wordt gehouden met op de natuur georiënteerde overstromingsschadepreventie en droogte.
- Het communiceren van mogelijke maatregelen met relevante beleidsmakers en belangengroepen op het gebied van landgebruik en ruimtelijke ordening in Nederland en België, zodat het transnationale karakter van het NOFDP-project is gewaarborgd.

HydroLogic voert het deelproject “Transboundary Studies” uit. Daarvoor worden onder andere inhoudelijke, organisatorische en technische aspecten van transnationale samenwerking onder de loep genomen (fase 1), wordt beschikbare geodata geanalyseerd (fase 2), wordt een model ontworpen voor het vanuit ecologisch perspectief analyseren van de stroomgebieden van de Mark en de Dommel (fase 3), en worden de resultaten gepresenteerd aan alle belanghebbenden (fase 4).

Het ontwikkelen van het EcoDSS is onderdeel van fase 3: het vanuit het perspectief van landbouw en natuur analyseren van mogelijke maatregelen tegen droogte en overstroming in de stroomgebieden van de Mark en de Dommel. Dit rapport beschrijft de verschillende stappen die zijn doorlopen om te komen tot een transnationaal, op GIS gebaseerd ecologisch beslissingsondersteunend systeem.

### 1.2. Doelstelling

Het doel van fase 3 van het deelproject “Transboundary Studies” is gedefinieerd als:

*Het ontwikkelen van een stroomgebiedsdekkende natuurgerichte methode voor overstromingspreventie, waarbij rekening wordt gehouden met droogte en schade door overstroming en vernatting van natuur en landbouw*

Het EcoDSS heeft de volgende doelstellingen:

- Bepalen waar het vasthouden van water een effectieve maatregel is waarbij zo gering mogelijk schade aan natuur en landbouw ontstaat

- Bepalen waar het bergen van water een effectieve maatregel is waarbij zo weinig mogelijk schade aan natuur en landbouw ontstaat
- Het zijn van een hulpmiddel voor het communiceren met betrokkenen
- Het gelijktijdig gebruiken van beschikbare geodata uit Nederland en België
- Het ontwikkelen van een transnationaal analyse instrument gebaseerd op GIS

Het op transnationale schaal werken brengt bepaalde beperkingen met zich mee. De hoge mate van abstractie maakt het onmogelijk om gebiedseigen kenmerken mee te nemen in de beoordeling. Er kan alleen gebruik worden gemaakt van gegeneraliseerde en gestandaardiseerde data. De resultaten moeten dan ook opgevat worden als een indicatie van de geschiktheid van gebieden voor het nemen van maatregelen bij droogte en overstroming. Voor een nadere uitwerking zal een gedetailleerde gebiedsstudie moeten plaatsvinden.

### 1.3. Leeswijzer

In dit rapport wordt het proces besproken van de ontwikkeling van het model, inclusief de gemaakte keuzes, en de bijdrage van het ontwikkelingsproces aan de gestelde doelen. Een belangrijk onderdeel hiervan is een beschrijving van de relevante ervaringen die zijn opgedaan tijdens de modelontwikkeling. In dit rapport wordt niet ingegaan op de details van de toepassing van de methoden en de bewerking van de geodata. Details over de manier waarop de gebruikte methoden ontsloten zijn via GIS zijn in de bijlagen te vinden. Voor inhoudelijke informatie over de gebruikte methoden zelf wordt verwezen naar de bijbehorende STOWA rapporten.

In hoofdstuk 2 zal eerst een korte beschrijving worden gegeven van de stroomgebieden van de Mark en de Dommel, waarop het EcoDSS toegepast zal worden. De ontwikkeling van het EcoDSS is een bron van informatie voor de ontwikkeling van het IDSS wat een van de doelstellingen van het NOFDP is. In hoofdstuk 5 worden de relevante ervaringen beschreven. Om de informatie uit het EcoDSS te kunnen gebruiken is een instrument ontwikkeld. Hoe dit instrument werkt, wordt in hoofdstuk 4 beschreven. In hoofdstuk 6 worden vervolgens de conclusies uit het onderzoek beschreven. De aanbevelingen die hieruit voortvloeien staan in hoofdstuk 7.

### 1.4. Gebruikte begrippen

Verschillende begrippen in de in dit rapport beschreven methodieken worden vaak nog op verschillende manieren geïnterpreteerd. Voor een goed begrip van de achterliggende gedachten en het kader van het project is het daarom noodzakelijk enige begrippen nader te definiëren.

#### *Inundatie*

In dit rapport wordt onder inundatie verstaan het overstromen van een bepaald gebied met gebiedsvreemd water. De inundaties vinden plaats in tijden van hoge afvoeren in de rivier. Die locaties waar het water hoger rijst dan de oever zullen inunderen.

#### *Kansrijkdom*

Schatting van de mate waarin een door de gebruiker gewenste situatie gerealiseerd kan worden. In deze studie gaat het om de mogelijkheid om een combinatie van de functies waterberging en natuur te realiseren (Runhaar et al, 2004).

#### *Risico*

De feitelijke risico's (kans x effect) van waterberging op het optreden van plant- en dierziekten en op contaminatie voor landbouwbedrijven in bergingsgebieden

*Schaalniveau*

In dit rapport wordt met “klein schaalniveau” aangeduid dat er een groot gebied wordt overzien, in dit geval op regionaal niveau. Op projectniveau wil derhalve zeggen op een kleinere schaal

*Semi-terrestrisch ecosysteem*

Ecosysteem dat bestaat uit overgangen tussen water en land; verlandingssituaties als trilvenen of drijfzand en systemen die een deel van het jaar onder water staan (Runhaar et al, 2004).

*Terrestrisch ecosysteem*

Een ecosysteem dat niet of slechts kortstondig onder water staat (Runhaar et al, 2004).

*Water bergen / retentie*

Het opslaan van elders aangevoerd oppervlaktewater teneinde benedenstrooms gelegen gebieden te vrijwaren van wateroverlast. Vindt geheel of vrijwel geheel bovengronds plaats (Runhaar et al, 2004).

*Water vasthouden*

Het ter plekke (in de bodem of in haarvaten – LR) vasthouden van regen of via kwel aangevoerd water, teneinde verdroging tegen te gaan en/of de afvoer naar benedenstrooms gelegen gebieden te vertragen. In dit rapport gaat het alléén om ondergronds vasthouden (Runhaar et al, 2004).

## 2. Projectgebied

In Fig. 1 is het in deze studie betrokken deel van de stroomgebieden van de Mark en de Dommel te zien. Vanwege het ontbreken van data was het niet mogelijk om alle Vlaamse zijriviertjes zoals de bovenlopen van de Aa of Weerijs en de Warmbeek, als bovenloop van de Tongelreep, mee te nemen in de analyse. Alleen de stroomgebieden van de Vlaamse Mark en de Vlaamse Dommel zijn opgenomen in het EcoDSS.

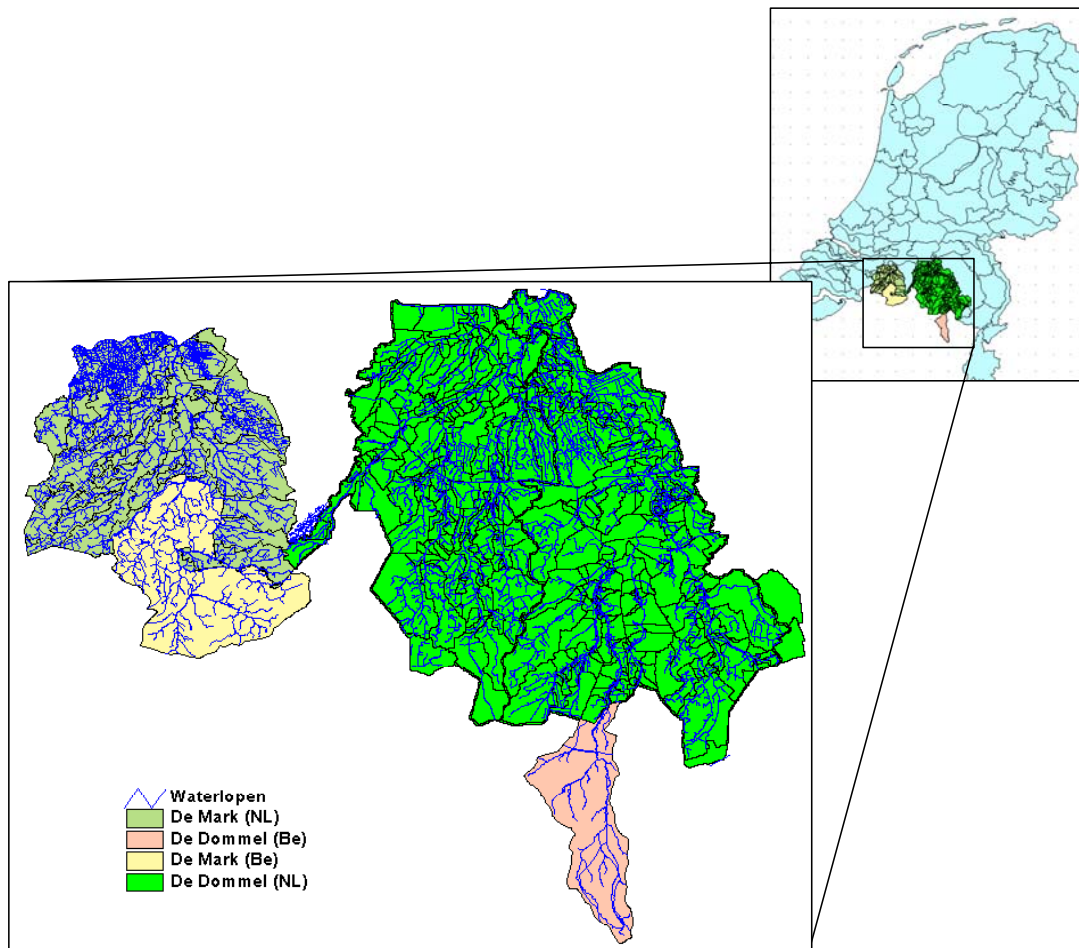


Fig. 1. Stroomgebieden van de Mark en de Dommel

### 2.1. De Dommel

De rivier de Dommel ontspringt in België ten zuiden van de plaats Peer in de moerassen en vennen van de Donderslagse Heide. Op verschillende plekken welt grondwater op, dat via kleine kreekjes en slootjes naar de lager gelegen Maastrichtse Heide stroomt. Pas hier is sprake van een beek. Bij Borkel en Schaft komt de Dommel Nederland binnen.

De Dommel stroomt nog voor een deel in oude meanders door de zandgronden van de streken Kempen en Meierij. In 's-Hertogenbosch komen de rivier de Aa en de Dommel samen en vormen de Dieze. De Dieze mondt uiteindelijk bij Den Bosch uit in de Maas. Bij veel regen kan een deel van het water van de Dommel ook via het Wilhelminakanaal en het Drongelens Kanaal afgevoerd

worden naar de Maas.

Verskillende beken, zoals de Keersop, Run, Tongelreep, Gender, Kleine Dommel, de Beerze en de Reusel (via de Essche Stroom) komen uit in de Dommel. De Dommel behoort tot het type laaglandbeek en is voor haar voeding afhankelijk van regen en grondwater. Er wordt jaarlijks 420 miljoen kubieke meter water van het hele stroomgebied afgevoerd via de Dommel naar de Maas. Daarnaast is er nog zo'n 90 miljoen kubieke meter afvalwater van bevolking en industrie dat via de Dommel wordt afgevoerd.

Kenmerkend voor het Dommel stroomgebied zijn de hoge zandgronden waar de grondwaterstand zich diep onder het maaiveld bevindt. Zo zijn er grote aaneengesloten gebieden waar de GHG niet boven de 2 meter onder maaiveld uitkomt. De GLG ligt over het algemeen onder de 1,5 meter onder maaiveld.

In het stroomgebied bevinden zich steden als 's Hertogenbosch, Tilburg, Eindhoven, en Overpelt. De landbouw kenmerkt zich door een groot areaal aan graslanden en maïs. Verspreid worden er ook aardappels geteeld. Natuurgebieden concentreren zich in de beekdalen, maar ook zijn er enkele grote natuurgebieden te vinden op de hogere zandgronden.

Het Dommeldal is een aandachtsgebied in het kader van de Nota Belvédère. Bepaalde cultuurhistorische elementen, zoals de watermolens, kastelen en landgoederen, maar ook de visvijver bij Valkenswaard, de vloeivelden bij Bergeijk en het specifieke landschap grenzend aan het beekdal zijn nog zeer authentiek en cultuurhistorisch waardevol. Tussen Eindhoven en Boxtel heeft de Dommel nog min of meer zijn oorspronkelijk meanderend karakter.

Bepaalde gebieden zijn al ingericht als bergingsgebied, zoals 't Bossche Broek bij 's-Hertogenbosch. Op het moment van schrijven legt het Waterschap De Dommel de laatste hand aan de waterbergingsplannen welke onderdeel vormen van de provinciale Reconstructieplannen. Daarnaast is de provincie bezig om mogelijke gebieden te bepalen voor het vasthouden van water.

## **2.2. De Mark**

De Mark ontspringt uit talloze bronnetjes en sloten in het kwelgebied ten oosten van Merksplas en ten noorden van Turnhout. Dit brongebied is gelegen in de Noorderkempen in de provincie Antwerpen. In Minderhout, een deelgemeente van Hoogstraten, ontmoet de Mark zijn eerste grote zijloop, het Merkske. In Meersel-Dreef kruist de Mark de Belgisch-Nederlandse grens. Na een tiental kilometer door Nederlandse weiden, stroomt de Mark langs Breda. Bij Stampersgat stroomt water uit het stroomgebied van de Vliet door het Mark-Vlietkanaal in de Mark waarna deze de Dintel wordt genoemd. Nabij Dinteloord mondt de Dintel uit in het Volkerak-Zoommeer.

In het stroomgebied van de Mark bevinden zich Etten-Leur, Breda en Hoogstraten. De landbouw kenmerkt zich door een groot areaal aan grasland en maïs. Daarnaast zijn er veel akkerbouwgronden. In het Nederlandse deel van het stroomgebied is er vooral natuur ten zuiden van Breda te vinden in enkele grote natuurgebieden. In Vlaanderen zijn ook natuurgebieden, maar deze zijn echter meer versnipperd.

Zowel het Belgische als het Nederlandse gedeelte van het stroomgebied van de Mark is zeer vlak. Aan de oostelijke zijde van het stroomgebied komende de hoogste 'toppen' binnen het stroomgebied voor. Het hoogste punt is de zuidoostelijke rand, waar een hoogte van 32 meter boven NAP bereikt wordt. Ter hoogte van de Belgisch-Nederlandse grens bevindt de topografie zich op 6 meter boven NAP. De zuidgrens van het stroomgebied vormt de waterscheidingslijn tussen de stroomgebieden van de Maas en van de Schelde. Door het vlakke reliëf kennen het Merkske en de

bovenloop van de Mark beide een sterk meanderend verloop. Door de ligging op de grens heeft het Merkske deze natuurlijke meandering ook kunnen behouden.

De situatie van het grondwater is over het algemeen wat beter dan in het stroomgebied van de Dommel. Er zijn minder plekken waar de grondwaterstand nooit boven de 2 meter onder maaiveld komt. Daarentegen ligt de GLG van vrijwel het gehele Nederlandse deel van het stroomgebied onder de 2 meter.

Op het moment van schrijven is Waterschap Brabantse Delta nog bezig met het ontwikkelen van waterbergingsplannen. Het proces voor de ontwikkeling van GGOR bevindt zich nog in de beginfase.

### 3. Model

#### 3.1. Aanleiding

Zoals verwoord in hoofdstuk 1 zijn er voorafgaand aan fase 3 van de “Transboundary Studies” twee andere studies uitgevoerd. In fase 1 zijn de inhoudelijke, organisatorische en technische aspecten van transnationale samenwerking onder de loep genomen. In fase 2 is in Vlaanderen en in Nederland beschikbare geodata geanalyseerd. Uit een voorstudie is gebleken dat een viertal door de STOWA ontwikkelde methoden waarbij waterberging en vasthouden gerelateerd worden aan landbouw en natuur, gebruik maken van deze beschikbare geodata. In dit hoofdstuk wordt beschreven op welke wijze de STOWA methoden binnen het EcoDSS via GIS gekoppeld zijn aan de beschikbare geodata en op welke wijze de resultaten voor de gebruiker van het EcoDSS toegankelijk worden gemaakt.

#### 3.2. Opzet

##### 3.2.1. Schaalniveau

Het EcoDSS is een transnationaal op GIS gebaseerd ecologisch beslissingsondersteunend systeem. De maatregelen die genomen kunnen worden tegen droogte en overstroming bevinden zich in de trits “vasthouden-bergen-afvoeren”. In Fig. 2 is weergegeven hoe deze maatregelen zich op de verschillende niveaus verhouden. Het EcoDSS geeft op regionale schaal de effecten van vasthouden en bergen weer op de landbouw en de natuur (zie Fig. 2).

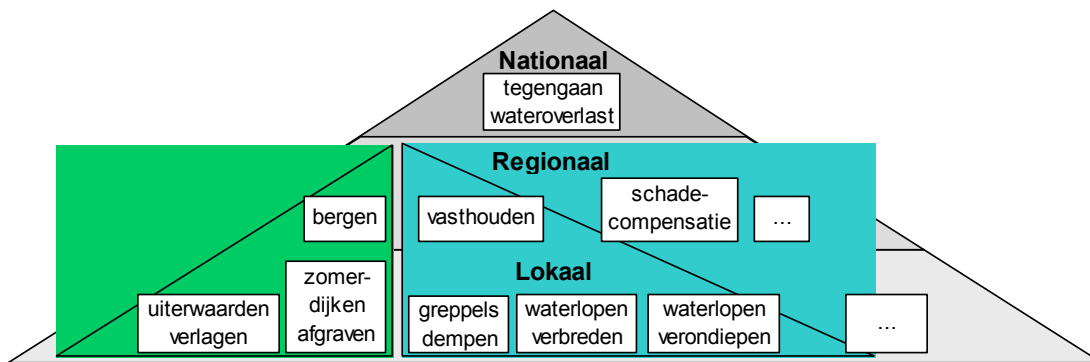


Fig. 2. Maatregelniveau

##### 3.2.2. Maatregelen

###### Berging

Berging van water vindt plaats als er een overschot aan water in een stroomgebied is. Dit water komt, door afstroming of via rioolstelsels in de sloten en daarna in de waterlopen terecht waar het hoge waterstanden veroorzaakt. In de natuurlijke situatie zullen in dit geval de laagste gebieden inunderen. Echter in de huidige situatie waarin vrijwel alle gebieden zijn beschermd tegen hoog water overstromen lang niet altijd de laagste gebieden. Om controle te hebben over de gebieden die inunderen kan daarom worden gekozen voor gestuurde inundatie: het aanwijzen van gebieden die

doelgericht worden geïnundeerd om het risico van overstroming elders te verminderen. Concrete maatregelen die genomen kunnen worden zijn het gebruik van gemalen om water in bepaalde gebieden te pompen of een regeling met bepaalde stuwen. Op basis van hydrodynamische en hydrologische modellen kan worden bepaald waar overstromingen optreden bij een bepaalde afvoersituatie. De resultaten van deze berekeningen worden bijvoorbeeld weergegeven in inundatiekansenkaarten.

## Vasthouden

Vasthouden is een maatregel die snelle afstroming van neerslag voorkomt. De afgelopen decennia zijn veel watersystemen zodanig ingericht dat neerslag zo snel mogelijk wordt afgevoerd om plaatselijke ongewenste hoge grondwaterstanden en/of inundatie te voorkomen. Dit heeft echter tot gevolg dat grondwater niet voldoende aangevuld wordt en dat het neerslagoverschot probleem wordt verplaatst naar benedenstroomse gebieden waar verschillende afvoergolven samenkomen. Door water langer vast te houden op de plaats waar de neerslag valt wordt enerzijds voorkomen dat er een hoge afvoergolf ontstaat (deze wordt langer), en anderzijds heeft het grondwater de kans aangevuld te worden. Er zijn verschillende manieren om te voorkomen dat neerslag versneld wordt afgevoerd. Deze hebben voornamelijk betrekking op de waterlopen en de kunstwerken erin.

De waterlopen kunnen zo gedimensioneerd en beheerd worden dat water vertraagd wordt afgevoerd. Het verhogen van de wandruwheid (bijvoorbeeld door het extensiveren van het onderhoud) en het verminderen van het verhang door meandering hebben tot gevolg dat water minder snel wordt afgevoerd. Ook is het mogelijk om de waterloop breder en ondieper te maken waardoor de hydraulische doorsnede groter wordt. Dit laatste heeft tot gevolg dat er in de winter een lagere grondwaterstand optreedt. Ook in het voorjaar zal de grondwaterstand dan sneller zakken. Echter in de zomer stopt het zakken van de grondwaterstand eerder waardoor deze hoger is dan bij een smalle waterloop (Huijskes, 2003).

De tweede maatregel waarmee tegengegaan wordt dat neerslag versneld wordt afgevoerd is aanpassing van kunstwerken, bijvoorbeeld het automatiseren van stuwen. Aanpassing van de kunstwerken in een waterloop kan waterpeilen (tijdelijk) verhogen waardoor water langer wordt vastgehouden. De vasthoudmaatregelen zullen alleen effect hebben op landbouw en natuur als ze structurele veranderingen in grondwaterstand tot gevolg hebben. Dit gebeurt voornamelijk bij het verondiepen van waterlopen. Hoeveel de grondwaterstand precies verandert als gevolg van de maatregel is afhankelijk van vele factoren en moet met behulp van grondwatermodellen worden berekend.

### 3.2.3. Toepassingsgebied

Om de gevolgen van maatregelen tegen droogte en overstroming op natuur en landbouw te kunnen bepalen, is het noodzakelijk te definiëren wat met deze landgebruiken wordt bedoeld.

#### (Terrestrische) natuur

Natuur is moeilijk in te delen omdat er sprake is van een grote hoeveelheid planten- en diersoorten die in verschillende combinaties voorkomen. Omdat in alleen (semi-) terrestrische natuur vlakdekend is wordt alleen deze vorm van natuur binnen het EcoDSS beschouwd.

Ter ondersteuning van beleidsontwikkeling is in Nederland en België moeite gedaan om natuurgebieden op een bepaalde manier te classificeren aan de hand van voorkomende en/of gewenste plantensoorten. In Nederland heeft dit geleid tot de vervaardiging van natuurdoeltypenkaarten waarin voor ieder EHS-gebied de gewenste natuurdoeltypen in kaart zijn gebracht. Dit is per provincie

gedaan, op basis van een landelijk ontwikkelde methode. De natuur die op deze kaart is aangegeven is onderdeel van de Ecologische Hoofdstructuur (EHS).

In Vlaanderen is de Biologische Waarderingskaart (BWK) ontwikkeld. In plaats van een gebied te classificeren als een bepaald soort natuur, is in deze kaart aangegeven welke ecotopen er in een bepaald gebied voorkomen. Dit is niet alleen gedaan voor natuurgebieden, maar ook voor landbouwgebieden en bebouwde gebieden

## Landbouw

Landbouw is een makkelijker te definiëren vorm van landgebruik omdat er sprake is van door de mens gecontroleerde vegetatie en diersoorten. Op een bepaald landbouwgebied zal men over het algemeen dan ook maar één vegetatie- of diersoort tegenkomen. Dit maakt kartering makkelijk en daarom is landbouw ook in de Nederlandse en Vlaamse landgebruikskaarten opgenomen. In beide kaarten worden gelijke gewassoorten onderscheiden.

### 3.2.4. Techniek

De 4 STOWA methoden die zijn gebruikt binnen het EcoDSS zijn niet direct met GIS te koppelen aan de geodata uit de Nederlandse en Vlaamse delen van de stroomgebieden. De technische bewerking van de STOWA methoden om deze binnen het EcoDSS te kunnen gebruiken heeft plaatsgevonden met behulp van Visual Basic for Applications in Excel 2000.

Ook de Vlaamse en Nederlandse geodata zijn bewerkt om ze vergelijkbaar en bruikbaar te maken. De bewerkingen van de geodata (zie ook paragraaf 3.4 en de verschillende bijlagen met vertaaltabellen) hebben plaatsgevonden in ArcView 3.2a.. De daadwerkelijke koppeling van de geodata met de methoden heeft plaatsgevonden met behulp van het programma PCRaster (Wesseling, 2001). De resultaten van deze analyse zijn uiteindelijk ontsloten met behulp van ArcMap. In dit programma is ook het instrumentarium ontwikkeld (zie ook hoofdstuk 4).

### 3.3. Modelopbouw

Het EcoDSS doet voor iedere combinatie van maatregelen (vasthouden of bergen) en grondgebruik (natuur of landbouw) een uitspraak over de mogelijke geschiktheid van die combinatie. In Fig. 3 is schematisch weergegeven welke 4 combinaties er mogelijk zijn. Voor het gemak worden de methoden aangeduid met een nummer, dit betekent echter niet dat er een orde of uitwisselbaarheid is tussen de methoden. In deze paragraaf wordt de werking van iedere methoden uitgelegd. Een uitgebreidere toelichting is te vinden in Bijlage 1. Voor meer informatie over de inhoud van gebruikte methoden wordt verwezen naar de STOWA literatuur.

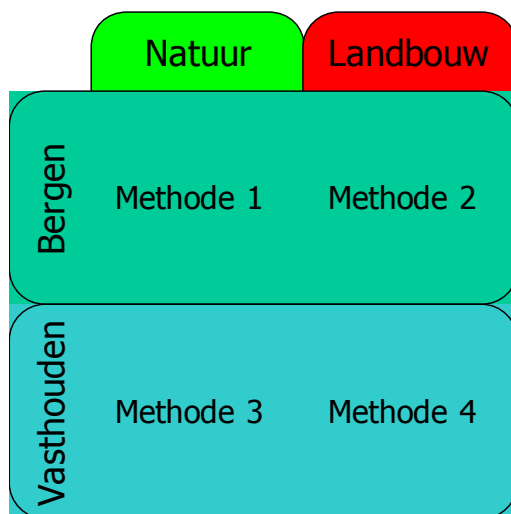


Fig. 3. Modelonderdelen

### 3.3.1. Methode 1: waterberging en natuur

#### Doel van de methode

De nota van de Commissie Waterbeheer 21<sup>e</sup> Eeuw geeft als belangrijkste advies het invoeren van de maatregeltrits vasthouden, bergen en afvoeren. Vooral over het thema waterberging is de afgelopen jaren veel te doen geweest vanwege de veelal botsende belangen. Provincies en waterschappen zijn op zoek gegaan naar mogelijkheden voor berging maar waar dat het beste kan gebeuren is nog onduidelijk. De STOWA heeft opdracht gekregen om een studie naar de relatie tussen waterberging en natuur uit te laten voeren om zo waterbeheerders tegemoet te komen bij het zoeken naar geschikte bergingslocaties. In de studie, die is afgerond in 2004, is getracht op basis van literatuur en bij onderzoekers aanwezige kennis aan te geven wat de effecten zijn van waterberging op de natuur, en in hoeverre natuurdoelen al dan niet zijn te combineren met waterberging.

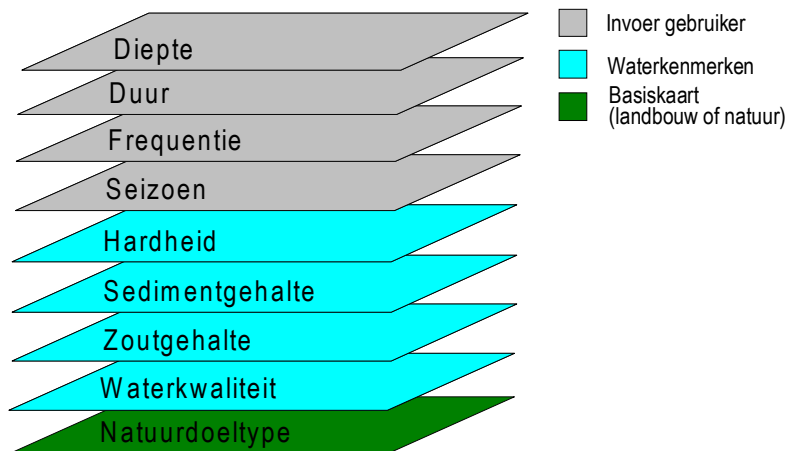


Fig. 4. Benodigde informatie voor bepalen van geschiktheid natuur voor bergen (ieder parallellogram stelt een GIS-laag voor)

## Werkwijze

Het EcoDSS doet op basis van deze bestaande STOWA methode een uitspraak over de geschiktheid van natuur voor de combinatie met waterberging. De STOWA methode houdt hierbij rekening met de inundatiegevoeligheid van de fauna, de inundatiegevoeligheid van de flora, de combineerbaarheid met betrekking tot de gevoeligheid van nutriëntarme natuur, de basengevoeligheid van natuur en de zoutgevoeligheid van natuur.

Op basis van gebiedskennis en rapportages is informatie verzameld over de waterkwaliteit, het zoutgehalte, het sedimentgehalte en de hardheid van het overstromende water (zie Tabel 1, pagina 14). De gebruiker geeft in het EcoDSS op met welke frequentie en in welk seizoen een inundatie met een bepaalde diepte en duur optreedt (zie Fig. 4). Alle informatie uit Fig. 4 wordt gecombineerd en op basis van de STOWA opzoektabelen doet het EcoDSS een uitspraak gedaan over de geschiktheid (zie Bijlage 1).

## Geodata

Voor deze methode is vlakdekkende geografische informatie benodigd. De basis van de methode is de natuurdoeltypenkaart (afkomstig uit de EHS) en de Biologische Waarderingskaart van Vlaanderen (zie voor vertaaltabelen de bijlagen 3, 4 en 5). Daarnaast is er informatie benodigd over:

- Inundatiefrequentie (frequent, regelmatig, onregelmatig, incidenteel);
- Inundatiediepte (diep of ondiep);
- Inundatieduur (lang of kort);
- Seizoen (winter of zomer);
- Kwaliteit water (slecht, matig, goed, zeer goed, zie Tabel 1);
- Sedimentsgehalte water (slecht, matig, groot, zie Tabel 1);
- Zoutgehalte water (zeer zoet, licht brak, brak tot zout, zie Tabel 1);
- Hardheid water (zacht, matig, hard, zie Tabel 1).

De eerste vier kenmerken inundatiefrequentie, diepte, duur en seizoen zijn afhankelijk van het gekozen overstromingsscenario. Het invullen van deze informatie wordt via een interactief scherm aan de gebruiker overgelaten. De kenmerken zoutgehalte, hardheid, sedimentgehalte en fosfaatgehalte zijn echter al via GIS kaarten aanwezig binnen het EcoDSS (zie Tabel 1). Deze informatie is dan ook niet variabel. Een deel van de informatie is voor Brabant afkomstig uit de Regionale Watersysteem Rapportage (RWSR); voor de bepaling van de waarden van de Vlaamse delen van de stroomgebieden heeft een extrapolatie plaatsgevonden. Het sedimentgehalte is bepaald aan hand van de afstand tot de overstromingsbron. Aangezien dit een aanname is die van groot belang kan zijn op de resultaten moet men hier attent op zijn bij de interpretatie van de resultaten.

Tabel 1: klassenindeling van waterkenmerken

Waterkwaliteit		Sedimentatie		Zoutgehalte		Hardheid	
Klasse	P-tot g/l zomergem.	Klasse	afstand tot waterloop	Klasse	mg Cl / l	Klasse	bicarbonaat mg/l
slecht	< 0,05	Slecht	stilstaand water	zeer zoet	0-200	zacht	< 30
Matig	0,05 - 0,15	Matig	> 150 meter	licht brak	200 - 1000	matig	30 - 120
Goed	0,15 - 0,60	Groot	< 150 meter	brak tot zout	> 1000	hard	> 120
Zeer goed	> 0,60						

## Visualisatie

In onderstaande figuur is een voorbeeld gegeven van het gebruik van het EcoDSS. De figuur dient puur om een idee te geven hoe het resultaat van het EcoDSS eruit ziet.

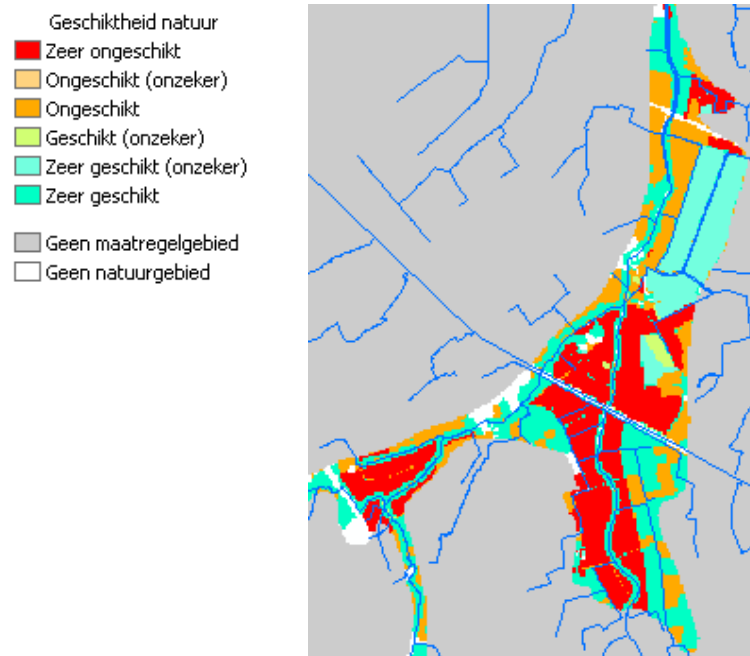


Fig. 5. Voorbeeld resultaat EcoDSS: waterberging en natuur

### 3.3.2. Methode 2: waterberging en landbouw

#### Doel van de methode

De methode *waterberging en landbouw* is om dezelfde reden door de STOWA ontwikkeld als de methode *waterberging en natuur*. De STOWA-studie is afgerond in 2003. Landbouwgebieden beslaan het grootste oppervlak in Nederland en zijn daarom een logische locatie voor de berging van water. Tot halverwege de vorige eeuw waren er veel gebieden die regelmatig overstromden wat een bijdrage leverde aan de vruchtbaarheid van die gebieden. Aan deze overstromingen is veelal een eind gemaakt, maar voor de vergroting van de veerkracht van watersystemen zullen deze inundaties in bepaalde gebieden weer geïntroduceerd worden. De gevolgen zijn echter van andere aard dan een eeuw geleden. Vandaar dat de STOWA onderzoek heeft laten doen naar de mogelijke effecten van waterberging op de verspreiding van contaminanten, plant- en dierziekten en onkruiden en wat de risico's hiervan zijn voor de landbouw (Cornelissen, 2003).

Werkwijze

In Tabel 2 staat een overzicht van de in het onderzoek geanalyseerde aspecten van de landbouw. In de methode wordt een onderscheid gemaakt tussen grasland (dieren) en akkerland (gewassen) die beide hun eigen aspecten kennen. Daarnaast doet de STOWA methode een uitspraak over de risico's van waterberging op de verspreiding van contaminanten.

Tabel 2: Aspecten van landbouw ten aanzien van inundatie

Verspreiding contaminanten	Gewassen	Dieren
Zware metalen	Gewasgroei	Toxische contaminanten
Polycyclische Aromatische	Onkruiden	Pathogenen en parasieten
Koolwaterstoffen (PAK)	Regenwormen	Toxines van andere organismen
Polychloorbiphenylen	Aaltjes, protozoa	
Bestrijdingsmiddelen	Schimmels	
Minerale olie en oplosmiddelen	Virussen	
Hormoonverstorende stoffen	Bacteriën	
Nutriënten	Algen	

Voor alle 19 in Tabel 2 genoemde aspecten wordt op basis van STOWA-tabellen een kwalitatieve uitspraak gedaan over de effecten van waterberging op basis van inundatieduur, inundatiefrequentie, seizoen, herkomst van water en landbouwsoort (zie ook Fig. 6 en Bijlage 1). Vervolgens worden deze afzonderlijke effecten in het EcoDSS gecombineerd om vervolgens drie uitspraken te kunnen doen: een over het effect van waterberging op de gewassen, een over het effect op de dieren en een over het effect op de verspreiding van contaminanten.

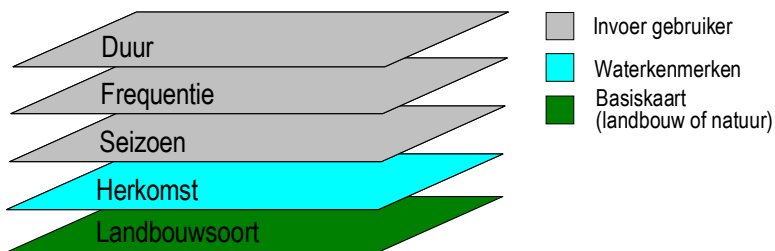


Fig. 6. Informatie benodigd voor bepalen geschiktheid landbouw voor bergen

Geodata

Voor gebruik van deze methode is dezelfde informatie nodig als bij methode 1 (zie paragraaf 3.3.1). De effecten van waterberging op dieren, gewassen en de verspreiding van contaminatie zijn afhankelijk van:

- frequentie (meer dan één keer per jaar, minder dan één keer per 10 jaar, of er tussenin);
- duur (korter dan 7 dagen, langer dan 30 dagen, of er tussenin);
- tijd in seizoen (binnen of buiten groeiseizoen);
- herkomst water (lokaal, boezemwater, rivierwater);
- grondgebruik (grasland of akkerland).

Ook voor deze methode voert de gebruiker deze informatie over de inundatiefrequentie, inundatieduur en het seizoen via het interactieve invoerscherm. Informatie over de herkomst van het water (keuze: lokaal, boezemwater of rivierwater) is bepaald op basis van gebiedskennis. Aangezien in de betreffende gebieden van de Mark en de Dommel altijd sprake is van inundatie vanuit de rivier wordt altijd uitgegaan van rivierwater. De landbouwsoort (keuze: akkerbouw of grasland) is bepaald aan de hand van de Landgebruikkaart van Noord-Brabant (LGN4) en de Landbouwkaart van Vlaanderen (LBGBB) (zie voor vertaaltabellen bijlagen 6 en 7).

## Visualisatie

In onderstaande figuur is een voorbeeld gegeven van de manier waarop de resultaten in het EcoDSS worden gevisualiseerd.

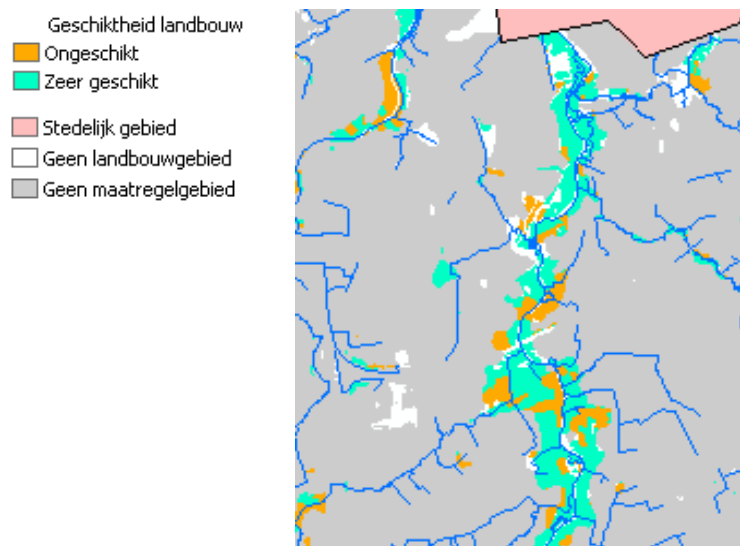


Fig. 7. Voorbeeld EcoDSS: waterberging en landbouw

### 3.3.3. Methode 3: water vasthouden en natuur

#### Doel van de methode

Deze methode is ontwikkeld voor het Waterlood-instrumentarium (Runhaar, 2002). Voor gebruik van dit instrumentarium is het noodzakelijk dat bij bepaalde grondwaterkarakteristieken kan worden bepaald in hoeverre deze optimaal zijn voor de aanwezige natuurdoeltype. De mate waarin de grondwaterstand optimaal is voor het aanwezige natuurdoeltype wordt aangegeven met het begrip doelrealisatie. De door STOWA ontwikkelde tabellen geven per natuurdoeltype inzicht in: welke GVG zeer ongunstig is voor het natuurdoeltype (doelrealisatie = 0%), welke GVG optimaal is (doelrealisatie = 100%) en welke GVG suboptimaal is voor het natuurdoeltype.

#### Werkwijze

De volgende informatie is nodig om met het EcoDSS een uitspraak te kunnen doen over de geschiktheid van de natuur voor het vasthouden van water (zie ook Fig. 10):

- Verandering in GVG;

- Huidige GVG;
- Natuurdoeltype.

Met behulp van de tabellen uit het Waterlood instrumentarium kan worden bepaald hoe de doelrealisatie van een natuurdoeltype verandert bij een door de gebruiker opgegeven verandering in GVG (zie voor meer informatie zie bijlage 1). Aangezien alleen structurele maatregelen ten behoeve van water vasthouden in de bodem van invloed zijn op de natuur, wordt aangenomen dat deze maatregelen zowel de GLG, de GHG als de GVG beïnvloeden. De verandering van doelrealisatie als gevolg van het vasthouden van water bepaalt of de maatregel voor de aanwezige natuur negatieve of positieve gevolgen heeft, of dat er helemaal geen effect optreedt.

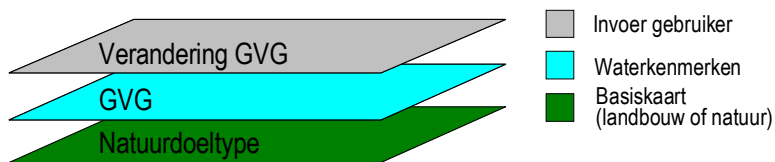


Fig. 8. Informatie benodigd voor bepalen geschiktheid natuur voor vasthouden

## Geodata

In het EcoDSS geeft de gebruiker via het invoerscherm een verandering in GVG ten opzicht van de huidige situatie op; vervolgens berekent het EcoDSS welke gevolgen deze verandering heeft op de doelrealisatie van de aanwezige natuur. Binnen het EcoDSS is een GIS laag beschikbaar met de huidige grondwaterkarakteristieken (in dit geval de Gemiddelde Voorjaars Grondwaterstand). De GVG kaart is vlakdekkend beschikbaar voor Noord-Brabant, maar voor Vlaanderen is deze uit de bodemkaart afgeleid (zie voor de methode van de vertaling Bijlage 5).

## Visualisatie

In onderstaande figuur is een voorbeeld gegeven van de manier waarop de resultaten in het EcoDSS worden gevisualiseerd.

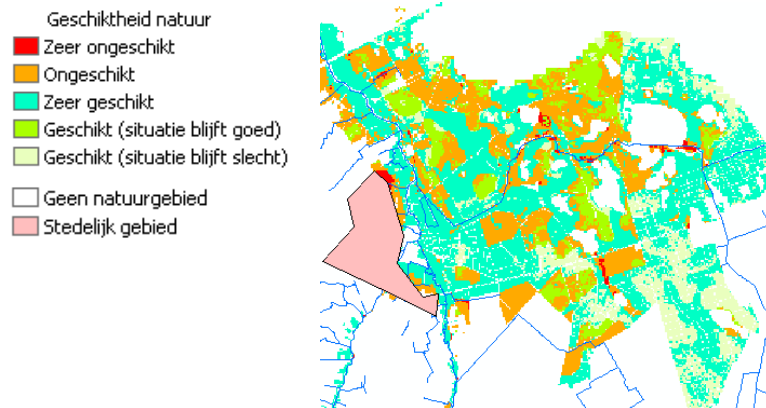


Fig. 9. Voorbeeld EcoDSS: vasthouden en natuur

### 3.3.4. Methode 4: vasthouden en landbouw

#### Doel van de methode

Deze methode doet een uitspraak over de geschiktheid van landbouwgronden om water vast te houden. Het bepalen van de geschiktheid vindt plaats met behulp van de HELP-tabellen. In 1983 zijn de eerste HELP-tabellen ontwikkeld om kwantitatieve uitspraken te kunnen doen over de effecten van veranderingen in de waterhuishouding op de landbouw (Werkgroep HELP-tabellen, 1987). HELP staat voor Her-Evaluatie van LandinrichtingsPlannen. HELP-tabellen geven voor combinaties van bodemtypen en grondwatertrappen opbrengstderivingspercentages voor akkerbouw en melkveehouderij. In 2002 (Brouwer en Huinink) zijn de tabellen geactualiseerd. De laatste aanpassing had tot doel de HELP-tabellen geschikt te maken voor gebruik in het Waternood-instrumentarium. Aangezien een doelrealisatie per landbouwsoort bepaald moet kunnen worden was er een semi-continu schadebepaling nodig. Daarvoor zijn in de studie semi-continu schadepercentages als functie van GLG en GHG vastgesteld. (Van Bakel, 2002). Op deze manier kan voor de vigerende grondwatersituatie, grondsoort en landbouwvorm de nat- en droogteschade worden bepaald.

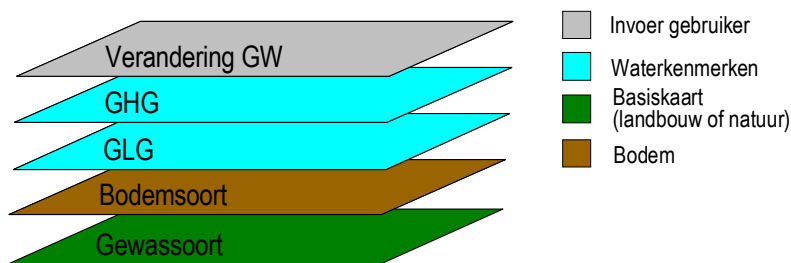


Fig. 10. Informatie benodigd voor bepalen geschiktheid landbouw voor vasthouden

#### Werkwijze

De volgende wordt binnen het EcoDSS gebruikt om een uitspraak te doen over de geschiktheid van landbouw voor het vasthouden van water (zie ook Fig. 10):

- Verandering GHG/GLG;
- Huidige GHG;
- Huidige GLG;
- Bodemsoort;
- Gewassoort.

Op basis van deze informatie bepaalt het EcoDSS via de HELP-tabellen wat de huidige nat- en droogteschade voor een stuk landbouwgrond is. Daarna wordt opgezocht hoe deze schades veranderen bij de door de gebruiker opgegeven veranderde grondwaterstand (zowel GLG als GHG). Het verschil in schade bepaalt de geschiktheid van de landbouwgrond voor het vasthouden van water (voor gedetailleerdere informatie over deze toepassing zie bijlage 1). Het EcoDSS geeft aan of landbouwgebieden bij een bepaalde grondwaterstandstijging wel of niet geschikt zijn voor het vasthouden van water.

## Geodata

De verandering van de grondwaterstand wordt door de gebruiker ingevoerd. De huidige grondwaterkarakteristieken worden op dezelfde manier verkregen als in methode 3, maar dan voor de Gemiddeld Hoogste (GHG), en de Gemiddeld Laagste Grondwaterstand (GLG). De GHG en GLG kaarten zijn beschikbaar voor Noord-Brabant, maar voor Vlaanderen zijn deze gegevens uit de bodemkaart afgeleid (zie voor de methode van de vertaling bijlage 5)

In het EcoDSS worden zes gewassoorten onderscheiden, namelijk aardappels, bouwland, suiker, maïs, granen en grasland. Deze worden verkregen uit de Landgebruiksaanpak van Noord-Brabant (LGN4) en de Landbouwkaart van Vlaanderen (LBGBB). De methode “vasthouden en landbouw” is alleen toepasbaar op bodems die volgens de Nederlandse methode zijn geclassificeerd. Dit is niet het geval met de Vlaamse bodemkaart omdat een directe vertaling vanwege verschillende classificatiemethoden niet mogelijk is. Daarom is deze methode op dit moment niet toepasbaar in Vlaanderen (zie ook paragraaf 5.1.2).

## Visualisatie

In onderstaande figuur is een voorbeeld gegeven van de manier waarop de resultaten in het EcoDSS worden gevisualiseerd.

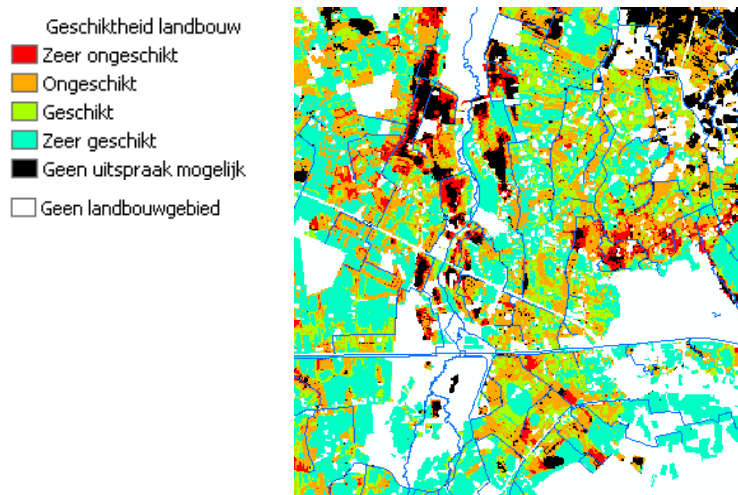


Fig. 11. Voorbeeld EcoDSS: Vasthouden en landbouw

## 3.4. Gebruik transnationale Geodata

### 3.4.1. Overzicht beschikbare transnationale geodata voor het EcoDSS

In Tabel 3 is een overzicht gegeven van de benodigde geodata voor het EcoDSS. Zoals te zien is, ontbreekt voor de Vlaamse delen van de stroomgebieden informatie. In de volgende paragraaf wordt ingegaan op de manier waarop met deze ontbrekende informatie is omgegaan.

Tabel 3: benodigde geodata voor gebruik EcoDSS

<i>Benodigde informatie</i>	<i>Provincie Noord-Brabant</i>	<i>Vlaams Gewest</i>
potentiële/huidige/aangewezen overstromingsgebieden	Inundatiekansenkaart (IHS3)	Risicogebieden overstromingen Vlaanderen
mogelijke vasthoudgebieden	Waterbergingskansenkaart (LES)	
grondwaterkaarten (GLG, GHG, GVG) bodemkaart	grondwaterkaarten Bodemkaart	Bodemkaart Dommel Bodemkaart Mark
landgebruikskaart	Landgebruikskaart 4	Landbouwgebruik basisbestand Mark Landbouwgebruik basisbestand Dommel
natuurdoeltypen	Natuurdoeltypenkaart	Biologische Waarderingskaart Mark Biologische Waarderingskaart Dommel
overstromingskenmerken waterkenmerken	waterkwaliteitskaarten	

De geodata zijn verkregen bij de waterbeheerders, nadat een uitgebreid onderzoek is verricht waarin is geïnventariseerd welke data er precies bij welke organisaties beschikbaar zijn (fase 2).

### 3.4.2. Aandachtspunten geodata

De methoden voor het analyseren van de effecten van waterbergen en vasthouden op natuur maken beide gebruik van de natuurdoeltypen zoals gedefinieerd door Bal (2001) in het Handboek Natuurdoeltypen. Omdat zowel de Brabantse natuurdoeltypenkaart, als de Vlaamse Biologische Waarderingskaart niet geëvalueerd zijn volgens deze methode moesten de in de kaarten voorkomende ecotopen en natuurdoeltypen vertaald worden. Binnen het projectkader is het niet mogelijk een grondige vertaling uit te voeren, zodat door Witteveen + Bos een vertaling op basis van expert judgement is uitgevoerd (zie ook bijlage 2).

Omdat in Vlaanderen grondwaterkarakteristieken nog niet vlakdekkend beschikbaar zijn moest deze informatie op een andere wijze verkregen worden. Aangezien de Vlaamse bodem geëvalueerd is onder andere op drainage was het mogelijk hier informatie uit te halen. Door Stuurman (2002) is onderzocht hoe de Vlaamse bodemkaart omgezet kan worden in een GxG-kaart volgens Nederlandse indeling. Aangezien grondwaterkarakteristieken van meer zaken afhankelijk zijn dan alleen de bodem is de kans aanwezig dat de GxG-waarden zoals verkregen afwijken van de werkelijke GxG-waarden. Het is onbekend hoe groot die afwijking is.

Informatie over landgebruik wordt uit de Landgebruikskaart Nederland (LGN4), ontwikkeld in 2000) en de Landbouwkaart (van Vlaanderen), ontwikkeld in 1996, verkregen. Dit is een momentopname en ongetwijfeld hebben er veranderingen plaatsgevonden. Bij de interpretatie van de resultaten is het belangrijk hiermee rekening te houden.

### 3.5. Validatie

Samen met een aantal kenners van de stroomgebieden van zowel Waterschap De Dommel als Waterschap Brabantse Delta is naar de resultaten van het EcoDSS gekeken. Hierbij lag de focus voornamelijk op de relatie tussen waterberging en natuur vanwege de recente ontwikkeling van waterbergingsplannen. Tijdens de gesprekken bleek dat deze resultaten goed overeenkomen met de ervaring van hen. Naast de ervaringen van deze betrokkenen werden ook resultaten uit andere onderzoeken vergeleken met het EcoDSS. In Fig. 12 is als voorbeeld een deel van de Dommel weergegeven. In het linker beeld zijn de resultaten te zien zoals het EcoDSS dat geeft. In het rechterbeeld is een uitsnede uit de kaart weergegeven afkomstig van de toetsing van de huidige situatie aan de aanwezige natuurdoeltypen, uitgevoerd door Alterra (Van der Molen, 2002). Zoals in de figuur te zien is komt dit goed overeen.

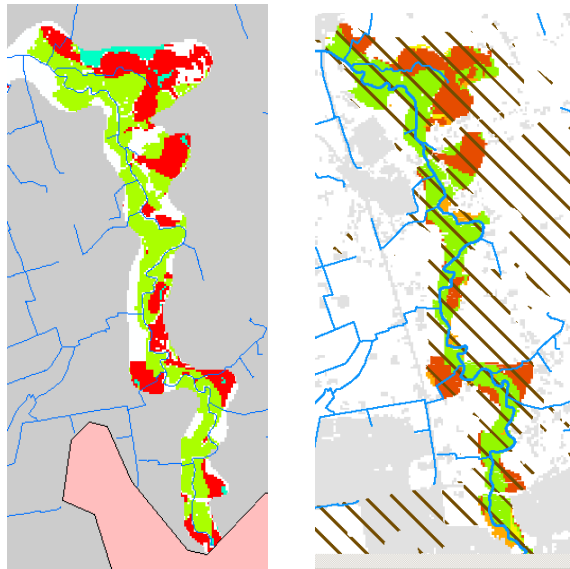


Fig. 12. Vergelijking beeld EcoDSS met toetsingsresultaat Alterra

Op basis van de gesprekken met de kenners van de stroomgebieden bleek dat het EcoDSS voor 80% overeenkomt met de werkelijkheid. Daar waar de resultaten niet direct overeen kwamen met hun ervaringen lag dit vaak aan het feit dat in het EcoDSS gebruik is gemaakt van de EHS. Het zijn natuurdoeltypen waarnaar de komende 15 jaar gestreefd wordt. Dat betekent dat deze nog niet aanwezig hoeven te zijn, en in sommige gevallen zelfs kunnen onhaalbaar zijn. Dit kan tot conflicten leiden. Daarnaast was het onmogelijk om alle natuurdoeltypen te vertalen, waardoor enkele natuurdoeltypen niet voorkomen op de kaarten, zoals “multifunctioneel bos” en “bos met verhoogde natuurwaarde”

Met de aanwezigen is tevens gekeken naar de resultaten met betrekking tot de maatregel water vasthouden. Op basis van expert judgement werd aangegeven dat de resultaten van het EcoDSS eveneens een goed beeld gaven van de te verwachten werkelijkheid.

## 4. Instrument

Om de gegenereerde resultaten van het EcoDSS visualiseren is een instrument ontwikkeld. Met behulp van dit instrument worden de resultaten ruimtelijk weergegeven voor de door de gebruiker opgegeven maatregelscenario's

### 4.1. Keuzemogelijkheden

Het instrument biedt de mogelijkheid om de geschiktheid van natuurdoeltypen in combinatie met de maatregel vasthouden of bergen weer te geven. Voor de maatregel "vasthouden" kiest de gebruiker een grondwaterstandsverhoging van 20, 40, 60, 80 of 100 cm. Het resultaat is een kaart met daarin voor natuur en voor landbouw aangegeven wat de mate van geschiktheid is van landbouw of natuur voor deze grondwaterstandsverandering.

Als er voor de maatregel "bergen" wordt gekozen zijn er meerdere opties die van belang zijn. De variabelen zijn: duur, diepte, frequentie en seizoen waarin de inundatie plaatsvindt. De gebruiker kan voor al deze kenmerken een waarde invullen waarna de geschiktheid van landbouw en natuur voor deze combinatie wordt getoond. In Fig. 13 zijn de keuzeschermen weergegeven.

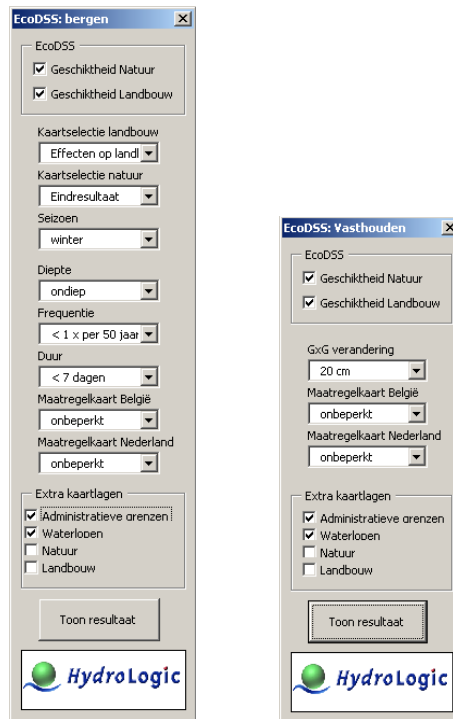


Fig. 13. Keuzeschermen van het EcoDSS instrument

## 4.2. Functionaliteit

Het instrument is vervaardigd in ArcMap, waardoor in principe alle functionaliteit van ArcMap beschikbaar is (zie Fig. 14). Met behulp van het instrument kunnen de gewenste resultaatkaarten en aanvullende kaarten worden getoond. ArcMap biedt vervolgens de mogelijkheid om in te zoomen op specifieke gebieden, kaartlagen aan en uit te zetten of specifieke informatie op te vragen over bepaalde gebieden. Met het instrument kan worden aangegeven welke aanvullende kaartlagen er moeten worden getoond. Zo kunnen de basiskaarten *natuur* en *landbouwtype* worden weergegeven. Daarnaast kunnen ter referentie kaarten met waterlopen en bebouwing worden getoond. Via de ArcMap functionaliteit kan de gebruiker aanvullende GIS bewerkingen.

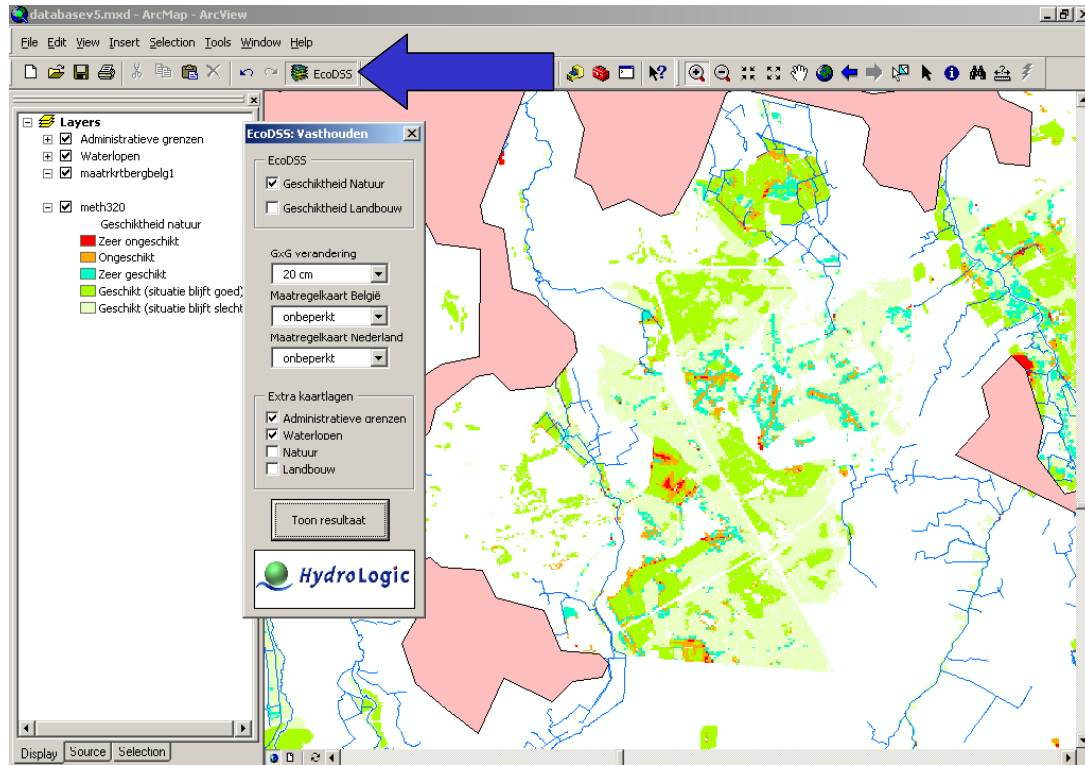


Fig. 14. Screenshot EcoDSS

## 4.3. Stroomschema

In Fig. 15 is het stroomschema van de keuzestructuur van het instrument van het EcoDSS aangegeven. Na het opstarten van het instrument krijgt de gebruiker de keuze uit de twee mogelijke maatregelen, vasthouden en bergen. De gebruiker heeft vervolgens de mogelijkheid de resultaten voor natuur, voor landbouw, of beide te bekijken. Indien met de maatregel vasthouden heeft gekozen wordt er aan de gebruiker gevraagd welke gevolgen de maatregel heeft op de grondwaterstand. Indien de gebruiker de maatregel bergen heeft gekozen dan moet de gebruiker aangeven welke karakteristieken zijn verbonden aan de inundaties (duur, frequentie, diepte en seizoen). Met deze stap wordt bepaald welke resultaatkaarten worden getoond. De gebruiker heeft echter ook nog de mogelijkheid om extra kaartlagen te laten weergegeven om interpretatie van de resultaten te verbeteren / verduidelijken, zoals een maatregelkaart.

Het EcoDSS berekent gebiedsdekkende de geschiktheid van landbouw of natuur voor een bepaalde maatregel. Vanuit het watersysteem gezien komen bepaalde locaties helemaal niet in aanmerking voor een bepaalde maatregel. Zo zullen bergingsgebieden zich niet bevinden op de hoogste plekken van een watersysteem. Op een maatregelkaart worden de locaties die niet in aanmerking komen voor bergen of vasthouden gemarkeerd met een grijs vlak. Door deze maatregelkaart op de resultaten van het EcoDSS te leggen, worden alleen nog resultaten weergegeven voor de gebieden waar de maatregel wel zin heeft. Met het voltooiën van deze laatste stap heeft het instrumentarium voldoende informatie om de resultaatkaarten, samen met eventuele extra kaarten, weer te geven.

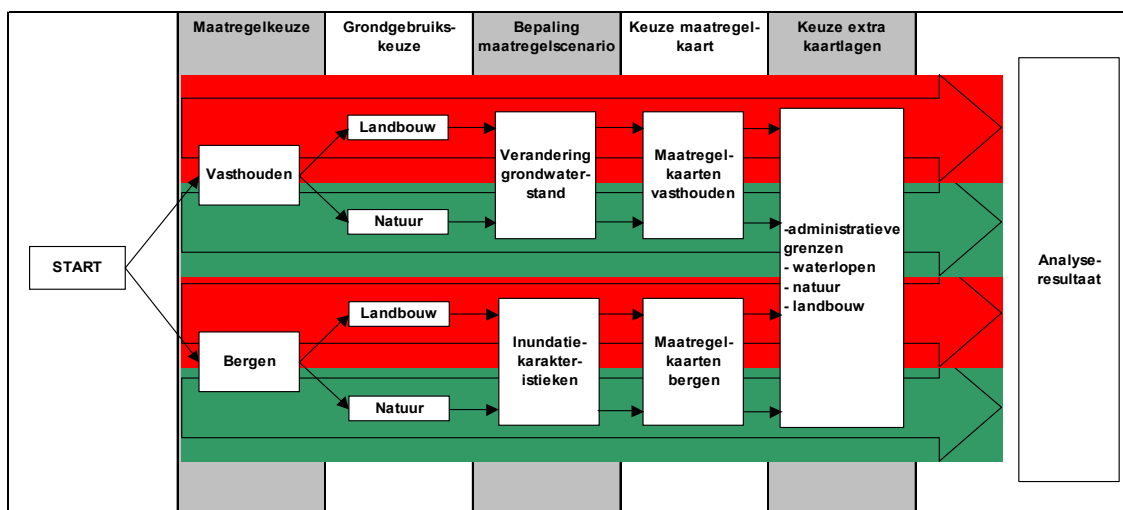


Fig. 15. Stroomschema van de keuzestructuur in het EcoDSS

#### 4.4. Toepassing

Het instrumentarium van het EcoDSS biedt de mogelijkheid om te bepalen of waterhuishoudkundige maatregelen (op regionaal niveau) geschikt zijn vanuit het perspectief van landbouw en natuur. Vanwege de mogelijkheid de karakteristieken van de (gevolgen van de) maatregelen aan te passen is het instrumentarium geschikt om verschillende alternatieven te bekijken. Hierdoor kan het instrumentarium als een beslissingsondersteunend systeem worden beschouwd. Het systeem helpt daarbij bij het zoeken naar geschikte gebieden voor het nemen van waterhuishoudkundige maatregelen.

Vanwege de complexe interactie tussen water en landbouw en natuur, en vanwege de analyse op regionaal niveau, is specifieke kennis op dit gebied noodzakelijk om de resultaten goed te kunnen interpreteren. Dit beperkt de gebruikersgroep tot specialisten en besluitmakers.

Door het gebruik van GIS en de kenmerken van de gebruikte methodes is het EcoDSS geschikt voor analyses van transnationale stroomgebieden. Hierdoor biedt het instrument de mogelijkheid de samenwerking tussen transnationale waterbeheerders van stroomgebieden (op het gebied van landbouw en natuur) te verbeteren.

## 5. Transnationale ervaringen

Een van de doelen van de ontwikkeling van het EcoDSS was het opdoen van ervaringen bij het ontwerpen en ontwikkelen van een transnationaal beslissingsondersteunend systeem gebaseerd op GIS. In dit hoofdstuk worden de relevante aspecten belicht die naar voren kwamen tijdens de ontwikkeling van het model. Als eerste zal ingegaan worden op de dataverzameling en –bewerking. Daarna wordt ingegaan op de onzekerheid die gerelateerd is aan de gebruikte invoergegevens.

### 5.1. Dataverzameling- en bewerking

#### 5.1.1. Ontbrekende geodata

Zoals al in paragraaf 3.4.2 is aangegeven is niet alle benodigde informatie direct beschikbaar en bruikbaar. In deze paragraaf wordt beschreven hoe deze informatie alsnog verkregen is.

#### Grondwaterkaarten

In België worden grondwaterkarakteristieken niet weergegeven in de in Nederland gebruikelijke GLG, GVG en GHG waarden. Deze Nederlandse grondwaterkaarten zijn het resultaat van modelberekeningen waarbij meetwaarden, AHN en de bodemkaart als input dienden. In Vlaanderen wordt nog niet op dit niveau onderzoek gedaan naar grondwater. Echter, evenals in Nederland zijn grondwaterkarakteristieken wel in de bodemkaart opgeslagen. De Belgische bodemeenheden bevatten een aanduiding waarmee de drainageklasse van een bepaalde bodemsoort wordt aangegeven. Afhankelijk of de bodem uit zand of leem bestaat kan met behulp van deze klasse bepaald worden op welke diepte reductie- en roestverschijnselen zullen optreden. In de uitleg van de bodemkaart (Provincie Antwerpen, 1998) is te vinden hoe deze informatie in de bodemtypering is aangegeven. Door TNO is onderzoek gedaan naar een vertaling van de drainageklassen naar GxG waarden (Stuurman, 2002). In Bijlage 5 is de vertaaltabel weergegeven waarmee uiteindelijk de grondwaterkaarten voor de Vlaamse delen van de stroomgebieden van de Mark en de Dommel zijn vervaardigd.

#### Waterkenmerken

Voor de bepaling van de effecten van berging op natuurgebieden is enige informatie nodig over de kwaliteit van het te bergen water. Voor de Nederlandse delen van de stroomgebieden zijn RWSR gegevens beschikbaar, echter niet voor de Vlaamse delen. De RWSR is gemaakt op basis van gegevens uit puntmetingen, welke gemiddeld worden over de betreffende waterlopen. De informatie voor het EcoDSS is benodigd in de vorm van klassen (zie Tabel 1: klassenindeling van waterkenmerken, pagina 14), grotendeels op basis van gelijke normen. Deze informatie kan daarom vrijwel direct overgenomen worden. De Vlaamse delen beslaan een klein deel van de totale stroomgebieden. Er is daarom een extrapolatie uitgevoerd vanuit het Nederlandse deel van de stroomgebieden naar de Vlaamse delen. De onzekerheid is hierdoor toegenomen; echter de kans is klein dat de waterkwaliteit in de Vlaamse delen van de stroomgebieden voor bepaalde parameters aanzienlijk anders is dan net over de grens. Voor alle waterkenmerken kon op deze manier voldoende informatie worden verkregen. Uitzondering hierop is het sulfaatgehalte wat benodigd is voor de bepaling van het risico op interne eutrofiëring en sulfidevorming.

### 5.1.2. Bewerkte geodata

De geodata die beschikbaar zijn, zijn in de meeste gevallen ook niet direct bruikbaar in combinatie met de gekozen methoden. Vandaar dat bewerkingen plaats hebben moeten vinden. In deze paragraaf worden deze bewerkingen behandeld.

#### Omzetting België – Nederland

Een van de subdoelen van fase 3, naast het ontwikkelen van het EcoDSS, is ervaring opdoen met geodata uit twee verschillende landen. Het komt niet vaak voor dat landen op dezelfde wijze kaarten maken. Vaak is er sprake van verschillende methodes van informatievergaring en classificatie. Dit is ook het geval voor Nederland en Vlaanderen. Om een geheel transnationaal stroomgebied te analyseren is het daarom noodzakelijk dat kaarten van de verschillende landen worden geüniformeerd. Dit is mogelijk via reclassificatie. De belangrijkste reclassificaties die plaatsvinden zijn die van de bodem- en van de natuurkaart.

##### *Bodemkaart*

In de Vlaamse bodemkaart zijn bodems geclassificeerd op basis van materiaal, drainage en profielontwikkeling (zie Provincie Antwerpen, 1998). Deze indeling in bodems is totaal verschillend van de Nederlandse methode om bodems te classificeren. Het bleek dan ook niet mogelijk om de Vlaamse bodemkaart op eenvoudige wijze om te zetten in een Nederlandse indeling (zie Stuurman, 2002). Aangezien methode 4 (vasthouden van water in landbouwgebieden) gebruik maakt van tabellen die aan de Nederlandse bodemindeling zijn gekoppeld, is deze methode binnen het EcoDSS niet voor Vlaanderen te gebruiken. Dit betekent dat de methode “vasthouden en landbouw” alleen toegepast kan worden op Nederlands grondgebied.

##### *Natuurdoeltypenkaart*

Op de Vlaamse natuurkaart staan ecotopen aangegeven. De ecotopen zijn ongeveer gelijk aan de Nederlandse natuurdoeltypen; echter ook hier is geen directe omzetting mogelijk. Een verschil is dat naast natuur ook ecotopen in landbouw- en stedelijk gebied zijn weergegeven. Omdat één lokatie soms wel uit acht ecotopen bestaat, is het lastig te bepalen welke ecotopen in een bepaald gebied bepalend zijn voor de natuurwaarde van dat gebied. De eerste ecotoop aangegeven in de kaart is de belangrijkste (Instituut voor natuurbehoud, 2003b). Voor het EcoDSS zijn daarom de eerstgenoemde ecotopen in de Biologische Waarderingskaart vertaald in natuurdoeltypen volgens het Handboek 2001 (zie bijlage 4).

#### Omzetting Noord-Brabantse Natuurdoeltypen

De natuurdoeltypenkaart van Noord-Brabant is ontwikkeld aan de hand van de methode die is beschreven in het Handboek Natuurdoeltypen 1995 (Bal, 2001). Aangezien deze methode de ecologen van de provincie Noord-Brabant onvoldoende mogelijkheden gaf om voorkomende natuur in Noord-Brabant te definiëren is de methode door de Provincie Noord-Brabant aangevuld. Dit heeft tot gevolg dat er een vertaling plaats zou moeten vinden om de Noord-Brabantse natuurdoeltypen om te zetten in de typologie volgens het Handboek 1995. Echter, in 2001 heeft een revisie van de methode plaatsgevonden en is Handboek 2001 (Bal, 2001) uitgekomen. In deze versie is een vertaaltabel toegevoegd voor vertaling van de natuurdoeltypen 1995 naar 2001. Dit betekent dat, om de Noord-Brabantse natuurdoeltypenkaart te kunnen vertalen in de methode volgens Handboek 2001, er twee vertalingen moeten plaatsvinden. Naast het feit dat de vertaaltabellen niet direct toegepast kunnen worden, is onzekerheid inherent aan vertaling. Door Witteveen + Bos is een vertaling gemaakt van in de Nederlandse delen van de stroomgebieden van de Mark en de Dommel voorkomende natuurdoeltypen ( zie bijlage 3).

## **6. Conclusies**

Met de ontwikkeling van het EcoDSS is een instrument tot stand gebracht waarin op een eenvoudige wijze de effecten van maatregelen voor het vasthouden en bergen van water op natuur en landbouw getoond kunnen worden op regionaal schaalniveau. Kenmerkend voor het EcoDSS is dat het op een transnationaal niveau werkzaam is. Het gebruik van algemeen geaccepteerde door de STOWA ontwikkelde methoden maakt de resultaten van het EcoDSS betrouwbaar. Het ontwikkelde instrument zorgt ervoor dat de resultaten op een gebruiksvriendelijke wijze benaderbaar zijn. Als gevolg van het schaalniveau moeten de resultaten als een indicatie beschouwd worden. Zij vormen echter deugdelijk materiaal voor een goede eerste verkenning waarna de interessante gebieden nader in detail bestudeerd kunnen worden.

De ontwikkeling van het EcoDSS heeft geleid tot een grote hoeveelheid kennis en ervaring op het gebied van transnationale toepassing van GIS. Ondanks de kleine tegenslagen met betrekking tot de gebruikte geodata is het resultaat van het EcoDSS positief. Er is zelfs in tegenstelling tot het oorspronkelijk doel, het uitvoeren van een scan, een Decision Support System ontwikkeld waarmee de gevolgen van verschillende maatregelen op landbouw en natuur geanalyseerd kunnen worden. Hiermee is een hulpmiddel ontwikkeld die de effecten van waterhuishoudkundige maatregelen op landbouw en natuur op interactieve wijze kan analyseren.

Gedurende het project is gebleken dat GIS een krachtige methode is voor het opslaan, combineren en presenteren van ruimtelijk en thematisch verschillende data. Er moet echter wel rekening worden gehouden met de classificatie van de geodata, deze moet homogeen zijn. Daarnaast moet er rekening worden gehouden met een flinke tijdsinvestering bij het verzamelen van de benodigde data. Ook noodzaakt het gebruik van een transnationaal beslissingsondersteunend systeem op regionale schaal het gebruik van nationaal beschikbare data. Dit maakt het praktisch onmogelijk methoden te gebruiken die specifieke basisinformatie nodig hebben die niet nationaal beschikbaar is.

Onzekerheid is een onvermijdelijk onderdeel zijn van schematiseren van de werkelijkheid. Door het gebruik van klassen voor de aanduiding van de geschiktheid tot bergen of vasthouden is een groot deel van deze statistische onzekerheid weggenomen. Door het grovere regionale schaalniveau van het EcoDSS is het bij analyse op lokale schaal nodig een extra interpretatieslag te maken.

## 7. Aanbevelingen

Het ontwikkelen van het EcoDSS voor beide transnationale stroomgebieden heeft geleid tot de ontwikkeling van verschillende inzichten. In dit hoofdstuk worden aanbevelingen gedaan

### Losse koppeling met een hydrodynamisch model

Met het EcoDSS kunnen maatregelen vanuit perspectief van landbouw en natuur bepaald worden. Indien maatregelen doorgevoerd zouden worden in het watersysteem, heeft dat gevolgen voor de inundatie. Hiermee ontstaat er een iteratief proces waarbij de inundatiegebieden kunnen veranderen als gevolg van maatregelen die worden genomen in het stroomgebied. Bij toepassing van de EcoDSS zou het aan te bevelen zijn geformuleerde maatregelen door te rekenen met een hydrodynamisch model en vervolgens de resultaten (verhoogde grondwaterstand) weer te analyseren met behulp van de EcoDSS om de ecologische geschiktheid van de gebieden als gevolg van veranderde waterhuishoudkundige maatregelen te bepalen. Dit iteratieve proces moet leiden tot een optimale situatie.

### Schadefuncties

De EcoDSS maakt gebruik van landgebruikskaarten en heeft onder andere inundatiekenmerken als invoer. Deze informatie kan ook gebruikt worden om vlakdekkend economische schades te berekenen voor landbouw en stedelijk gebied. Deze schadefuncties geven een beeld van de economische aspecten van het waterbeheer waardoor de integraliteit van het model toeneemt.

### Standaardisatie

Het blijkt dat er nog weinig overeenstemming is tussen Nederland en Vlaanderen op het gebied van gegevensuitwisseling. Op het gebied van landbouw en natuur zijn zeker een gelijk te stellen natuur- en bodemkaart een vereiste. Naar een vertaling van de Belgische bodemkaart naar Nederlandse eenheden is al eerder onderzoek gedaan (Stuurman, 2002), maar wellicht is het in Europees verband interessanter een Europees bruikbare bodemindeling te ontwikkelen waarmee bodemkaarten naar elkaar vertaald kunnen worden. Zolang er nog geen gelijke natuur- of ecotopenkaarten zijn bieden de gebruikte methoden in het EcoDSS de mogelijkheid om de eigen natuurdoeltypen in te voeren. Aan ieder natuurdoeltype worden namelijk eigenschappen toegekend die door experts ook voor specifieke natuurdoeltypen ingevuld kunnen worden. Op deze manier zouden ook de Belgische en de Noord-Brabantse natuurdoeltypen toegevoegd kunnen worden waardoor er geen vertaling nodig was geweest. Hierdoor kan een preciezer resultaat worden verkregen. Nadeel is dat door experts vergelijkbare ecotopen op verschillende manieren geïnterpreteerd kunnen worden.

### Geschikte methodes

Het EcoDSS is ontwikkeld met de insteek dat methoden gebruik zouden moeten maken van beschikbare data. De methoden die zijn gekozen gebruiken basisinformatie die zowel in Nederland als in België beschikbaar is. Echter zelfs basisinformatie bleek niet altijd toepasbaar in de methoden vanwege de verschillende classificatiemethoden. Het is daarom aan te bevelen bij de ontwikkeling van internationaal bruikbare modellen die toegepast worden op regionale schaal, methoden te kiezen die gebruik maken van daadwerkelijk (inter-)nationaal beschikbare geodata. Ontwikkeling en vergaring van nieuwe data zou namelijk zoveel moeite en geld kosten dat daadwerkelijke toepassing van het model in dat geval onwaarschijnlijk is.

## 8. Literatuur

- ArcMap (2004) (versie 9) [computer software]. Redlands, Californië, VS: Environmental Systems Research Institute
- ArcView GIS (2001) (versie 3.2a) [computer software]. Redlands, Californië, VS: Environmental Systems Research Institute
- Bal, D. et al (2001). Handboek Natuurdoeltypen. 2<sup>e</sup> editie. Wageningen: Expertisecentrum LNV
- Brouwer, F. en Huinink, J.T.M. (2002). *Opbrengstdervingspercentages voor combinaties van bodemtypen en grondwatertrappen; geactualiseerde HELP-tabellen en opbrengstendepressiekaarten*. Wageningen, Alterra. Rapport 429.
- Cornelissen, A.H.M., Harmsen, J., Kempenaar, C., Knol, W.C., Zweerde, W. van der (2003). *Waterberging op landbouwgronden. Effecten op plant- en dierziekten, onkruiden en contaminanten*. Rapportnummer 2003-19. Utrecht: STOWA
- Crombaghs, M.J.E., Kösters, A.J.M. (2000). *Coördinaattransformaties en kaartprojecties*. MD-rapportnummer: MDGAP - 2000.3. Delft: Meetkundige Dienst.
- Excel 2000 (1999) (versie 9.0.4402) [computer software]. MicroSoft
- De Gruijter, J.J., J.B.F. van der Horst, G.B.M. Heuvelink, M. Knotters en T. Hoogland, 2004. Grondwater opnieuw op de kaart. Methodiek voor de actualisering van grondwaterstands-informatie en perceelsclassificatie naar uitspoelingsgevoeligheid voor nitraat. Wageningen, Alterra-rapport 915.
- Helmyr, S., Weeren, B.J. van. (2002). *Naar grondwatergestuurde oppervlaktewatersystemen. Samenvatting van het STOWA-programma Waterlood*. Utrecht: STOWA
- Huijskes, H., Geerlink, H. (2003). Voorbeeldenboek Waterlood. Enschede: Printpartners Ipskamp
- Instituut voor natuurbehoud. (2003a). *Ontstaan van de BWK*. Opgehaald op 21 juni van: [http://www.instnat.be/content/page.asp?pid=BWK\\_ontstaan](http://www.instnat.be/content/page.asp?pid=BWK_ontstaan)
- Instituut voor natuurbehoud (2003b). *Karteringseenheden BWK*. Opgehaald op 5 september van: [http://www.instnat.be/content/page.asp?pid=BWK\\_Kartering](http://www.instnat.be/content/page.asp?pid=BWK_Kartering)
- Van Loenen, A. (2005). *Modellen, methoden en geodata. Literatuurstudie ten behoeve van de afstudeeropdracht*. Amersfoort: HydroLogic
- Molen, dr. C. van der (2002). *Ecologische aspecten van overstroming en inundatie*. Tilburg: Dienst Landelijk Gebied Noord-Brabant
- Reichard, L. (2004). *Offerte voor Transboundary Studies*. Amersfoort: HydroLogic
- Reichard, L. (2005). *NOFDP Transboundary Studies, fase 2*. Amersfoort: HydroLogic
- Runhaar, J., Arts, G., Knol, W., Makaske, B., Brink, N. van den (2004). *Waterberging en natuur. Kennisoverzicht ten behoeve van regionale waterbeheerders*. Rapportnummer 2004-16. Utrecht: STOWA

Runhaar et al. (2002). *Waternood rapport 5: Doelrealisatie natuur*. Rapportnummer 2002-26. Utrecht: STOWA

Provincie Antwerpen (1998). *Uitleg Bodemkaart*. Opgehaald op 19 mei van: <http://www.provant.be/gis/metadata/fiches/bodem.htm>

Stuurman, R., Dierckx, J., Runhaar, H. (2002). *Uitwerking van de methodiek voor de bepaling van gewenste grondwatersituatie voor natuur in potentieel natte gebieden in Vlaanderen*. Utrecht: TNO-Grondwater

Visual Basic for Applications (2001) (versie 9108) [computer software]. MicroSoft

Werkgroep HELP-tabel, Mededelingen Landinrichtingsdienst nr. 176. (1987). *De invloed van de waterhuishouding op de landbouwkundige productie. Rapport van de werkgroep HELP-tabel*. Utrecht, Landinrichtingsdienst.

Wesseling, C., Deursen, W. van (2001). PCRaster (versie 30 oktober 2001) [computer software]. Utrecht: Universiteit Utrecht, faculteit fysische geografie

Winterscheid, A. et al. (2002). *Nature Oriented Flood Damage Prevention – an INTERREG IIIB NWE funded project*. Darmstadt: Institute of Hydraulic and Water Resources Engineering

WL | Delft Hydraulics. (2002). *Verdrogingsbestrijding door verondiepen van watergangen in vrij afwaterende gebieden*. Delft: WL | Delft Hydraulics

## Bijlage 1 Uitwerking toepassing methoden

### Methode 1: Waterberging en natuur

#### Werkwijze

Het bepalen van de geschiktheid van natuur voor waterberging gebeurt met behulp van door STOWA ontwikkelde tabellen waarin voor iedere natuurdoeltype, waterkwaliteit en kenmerken van de overstroming een kwalitatieve uitspraak gedaan wordt. Hiermee kan worden aangegeven of een natuurdoeltype geschikt is om gecombineerd kan worden met een bepaalde inundatie. In Fig. 16 staan de relaties weergegeven tussen de perspectieven waarmee naar de invloed van waterberging op natuur kan worden gekeken (rechts) en de kenmerken die van invloed zijn op die perspectieven (links). De kenmerken van de overstroming en waterkwaliteit worden via GIS gekoppeld aan de overstromingsgebieden. Door koppeling aan STOWA-tabellen kan vervolgens per gebied vanuit ieder perspectief worden aangegeven of het gebied geschikt is als waterbergingsgebied. Daarbij moet worden opgemerkt dat alle perspectieven in oogschouw moeten worden genomen en dat de kansrijkdom van de combinatie bepaald wordt door het perspectief met de minst grote kansrijkdom (Runhaar, 2004).

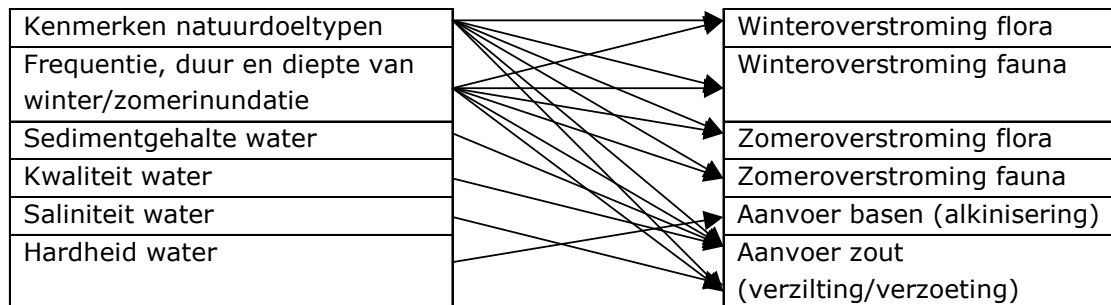


Fig. 16. relaties tussen kenmerken en perspectieven

Een belangrijk onderdeel van de methode is dat ieder natuurdoeltype ingedeeld wordt naar de volgende kenmerken: type systeem, productiviteit, zuurgraad, overstromingsafhankelijkheid, inundatietolerantie flora, inundatietolerantie fauna, hersteltijd en saliniteit. Dit is voor alle Nederlandse natuurdoeltypen gedaan, maar de tabel kan uitgebreid worden met nieuwe natuurdoeltypen. De methode biedt daarnaast de mogelijkheid om een uitspraak te doen over het risico op interne eutrofiëring en sulfidevorming.

Voor ieder perspectief is de geschiktheid voor combinatie afhankelijk van verschillende kenmerken. Aangezien de informatie slechts op globaal niveau hoeft te worden bepaald kan een deel door de betrokkenen uit het gebied al bepaald worden en een deel kan uit kaarten gehaald worden. Frequentie, duur en diepte van een overstroming hangen nauw samen met het gebied van overstroming en zijn sterk afhankelijk van de uiteindelijke inrichting van het watersysteem. De kwaliteit van het water kan globaal per gebied bepaald worden en is voornamelijk afhankelijk van de herkomst van het water en de emissies die erop plaatsvinden. De tabellen van de methode kunnen geschikt gemaakt worden om als zogenaamde "lookup" tabellen te dienen, zodat door combinatie van verschillende kaarten voor ieder gebied bepaald kan worden in hoeverre een gebied geschikt is voor waterberging.

## Toepassing

Voor ieder perspectief is de kansrijkdom afhankelijk van verschillende kenmerken. In is aangegeven welke informatie er nodig is om de kansrijkdom voor ieder perspectief te bepalen en waar deze informatie vandaan komt. Niet alle informatie is alreeds in kaarten beschikbaar, maar vrijwel alles is op redelijk eenvoudige wijze te achterhalen. Aangezien de informatie slechts op globaal niveau hoeft te worden bepaald kan een deel door de betrokkenen uit de stroomgebieden al bepaald worden en een deel kan uit kaarten gehaald worden. Frequentie, duur en diepte van een overstroming hangen nauw samen met het gebied van overstroming en zijn sterk afhankelijk van de uiteindelijke inrichting van het watersysteem. Door de waterschappen wordt hier al onderzoek naar gedaan. De kwaliteit van het water kan globaal per gebied bepaald worden en is voornamelijk afhankelijk van de herkomst van het water en de emissies die plaatsvinden. De substraatkenmerken kunnen worden bepaald aan de hand van de bodemsoort. De tabellen van de methode kunnen geschikt gemaakt worden om als zogenaamde "lookup" tabellen te dienen, zodat door combinatie van verschillende kaarten voor ieder gebied bepaald kan worden in hoeverre een gebied geschikt is voor waterberging.

## Rechtvaardiging weglaten risico's

Voor het doen van een uitspraak over de kans op interne eutrofiëring en sulfidevorming is, naast het sulfaatgehalte van het inonderende water, informatie benodigd over het ijzergehalte van de bodem, de hoeveelheid beschikbare organisch makkelijk afbreekbaar materiaal en het sulfaatgehalte van de bodem. Deze informatie is globaal afleidbaar uit de bodemkaart omdat bepaalde bodems meer van een bepaald materiaal bevatten dan andere. Zo is goed afbreekbaar organisch materiaal aanwezig in niet veraard veen en bodems met een dikke strooisellaag. Het gehalte anorganisch fosfaat is hoog in bodems rijk aan ijzerfosfaten. Dit zijn met name bodems die zijn gevormd onder invloed van kwel en overstroming. Ijzerarme gronden zijn podzolgronden en veengronden in infiltratiegebieden zonder kleidek (Runhaar, 2004). Toch is er een bepaalde hoeveelheid onzekerheid aan verbonden die voornamelijk het gevolg is van menselijke handeling waardoor bodems zijn veranderd. Deze onzekerheid, gecombineerd met de onzekerheid bij de bepaling van het sulfaatgehalte van het inundatiewater, en de onzekerheid die het gevolg is van de vertaling van de natuurkaarten (zie vorige paragraaf) hebben tot gevolg dat de bepaling van het risico op interne eutrofiëring en sulfidevorming te onbetrouwbaar werd geacht om in het EcoDSS mee te nemen. De risico's op interne eutrofiëring en sulfidevorming worden daarom niet mee genomen bij de bepaling van de geschiktheid van natuur voor waterberging. Deze risico's kunnen in een later stadium op detailniveau bepaald worden.

## Methode 2: Waterberging en landbouw

### Toepassing

De resultaten van de methode *waterberging en landbouw* bestaan uit kwalitatieve uitspraken over de combinatie voor verschillende aspecten en de risico's in deze gebieden. De geschiktheid van een gebied voor waterberging wordt uitgedrukt in het risico wat in een dergelijk gebied ontstaat met betrekking tot de landbouw: van zeer ongeschikt tot zeer geschikt. Omdat voor alle 19 aspecten uit Tabel 2 (pagina 16) een uitspraak wordt gedaan, zouden er 19 resultaten ontstaan voor iedere combinatie van inundatiekenmerken. Voor de overzichtelijkheid is dit niet wenselijk. Vandaar dat ervoor is gekozen zowel voor contaminanten als gewassen als voor vee ieder een uitspraak te doen. Dit betekent dat de risico's voor deze groepen relevante aspecten samengevoegd moeten worden per groep. Een weging naar belang van de aspecten is praktisch onmogelijk, zodat gekozen is voor middeling van risico's zodat er voor een combinatie van inundatiekenmerken, één uitspraak gedaan

kan worden over de risico's. Enige uitzondering zijn de aspecten voor gewassen, waar effecten op gewassen en onkruiden samen voor 50% hebben meegeteld.

Volgens de methode wordt er voor ieder inundatiekenmerk (frequentie, duur, seizoen) per aspect een risico aangegeven. Dit betekent dat met vijf inundatiekenmerken er vijf uitspraken gedaan worden over het risico. Om tot één risico te komen wordt de methode gebruikt die door de STOWA wordt aangegeven (zie Cornelissen, 2003, p60): als een bepaald risico drie keer of vaker voorkomt dan is dat het bepalende risico. Is dit niet het geval dan wordt het risico als onzeker geïnclassificeerd. De vertaling van risico's naar geschiktheid is aangegeven in Tabel 4.

Tabel 4: vertaling risico's naar geschiktheid

Risico	Geschiktheid
Geen (0)	Zeer geschikt
Onbekend (1)	geschikt
Mogelijk (2)	Ongeschikt
Groot (3)	Zeer ongeschikt

Akkerbouw en veeteelt zijn ruimtelijk gescheiden, deze kunnen daarom samengevoegd worden in één resultaat. Dit betekent dat er met betrekking tot de effecten van inundatie op de landbouw twee resultaten zijn, namelijk effecten op akkerbouw en veeteelt, en de effecten op contaminanten. Deze laatste heeft namelijk betrekking op alle landbouwgebieden.

### Methode 3: Vasthouden en natuur

#### Toepassing

Fig. 17 geeft schematisch weer hoe de methode uit het Waterlood-instrumentarium wordt toegepast in het EcoDSS. Voor de meeste natuurdoeltypen is een GVG-domein bepaald waarin de doelrealisatie boven de 0% zit. Omdat structureel water vasthouden in de bodem voornamelijk effect op natuur heeft tijdens het voorjaar wordt alleen naar het GVG-domein gekeken. Voor iedere combinatie van natuurdoeltype en huidige GVG kan vervolgens worden opgezocht wat de huidige doelrealisatie van een bepaald natuurdoeltype op een bepaalde plek is, en wat de doelrealisatie wordt bij een bepaalde verandering van de GVG (zie Fig. 17). Is het verschil positief dan is het gebied zeer geschikt voor het vasthouden van water. Is het effect negatief dan is het gebied ongeschikt. Als de GVG al hoger (ondieper) is dan het domein met een doelrealisatie van boven de 0% dan is het gebied zeer ongeschikt voor het vasthouden van water, want iedere vorm van berging brengt de GVG verder van een goede grondwaterstand voor het betreffende natuurdoeltype. Het tegenovergestelde is het geval als de huidige GVG erg laag (diep) is. Zelfs het vasthouden van water brengt de GVG niet in de domein met een doelrealisatie boven de 0% (dus er is geen verschil), maar de GVG komt er wel dichterbij. Tot slot is het ook mogelijk dat de doelrealisatie bij de huidige situatie al 100% is en met een bepaalde hoeveelheid vasthouden ook blijft. Er is geen verschil, maar bergen is dus goed mogelijk. Het gebied is dan geschikt voor het vasthouden van water.

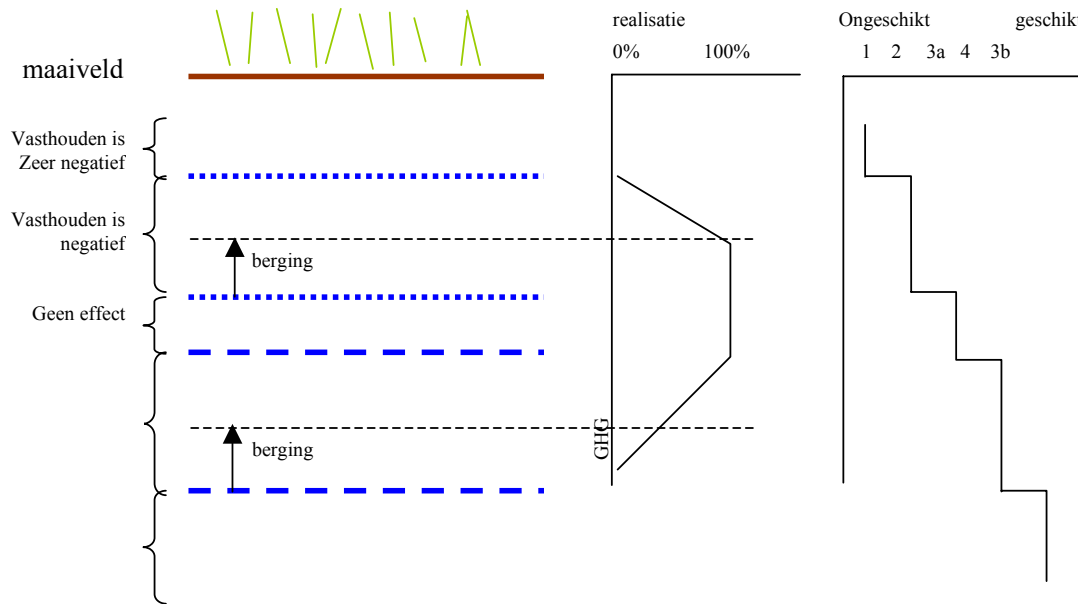


Fig. 17. Effect van water vasthouden in de bodem op natuur.

#### Methode 4: Vasthouden en landbouw

##### Werkwijze

De HELP-tabellen kunnen worden gebruikt om te bepalen in hoeverre een gebied geschikt is om water vast te houden. Met behulp van informatie over de grondsoort, de landbouwvorm, en de huidige GHG en GLG kan de huidige optredende droogte- en natschade bepaald worden. Gelijk aan methode 3 kan vervolgens worden gekeken wat het effect is van het vasthouden van een bepaalde hoeveelheid water in de bodem. Ook hier wordt van maatregelen uitgegaan die de GHG en de GLG veranderen. Er kan dus gekeken worden wat het opbrengstderivingspercentage is als de GHG en de GLG hoger komt te liggen. De geschiktheid van een gebied voor het vasthouden van water in de bodem wordt geclassificeerd als functie van de verandering in opbrengstderivingspercentage. Aangezien de natschade stijgt met stijgende grondwaterstand kan er geen sprake zijn van een verbeterende situatie. Er is dus of geen verandering in natschade, of toename van de natschade. Bij droogteschade heeft verhoging van de GLG en de GHG over het algemeen wel een positief effect. Een hogere GHG en GLG verminderen namelijk de kans op droogte, zodat er positieve effecten zijn te verwachten bij een verhoging van de grondwaterstand.

Er wordt daarom gekeken wat het effect is van vasthouden van water op zowel de droogteschade als de natschade in een gebied. Het verschil hiertussen bepaalt de uiteindelijke schade. De classificatie vindt plaats op basis van de hoeveelheid veranderende opbrengstderiving.

##### Toepassing

Bij het vasthouden van een bepaalde hoeveelheid water in de bodem is aangenomen dat de GHG en de GLG met eenzelfde hoeveelheid zullen stijgen waardoor voor een bepaalde bodemsoort en gewassoort de opbrengst verandert. Het verschil in schade tussen de huidige situatie op een punt en de nieuwe situatie wordt vastgelegd in een kaart. Dit gebeurt zowel voor de natschade als voor de droogteschade. Door deze twee kaarten te combineren kan de totale verandering in opbrengstder-

ving als gevolg van het vasthouden van water in de bodem worden bepaald. Om nu te bepalen of een gebied geschikt is om water vast te houden wordt de volgende classificatie gebruikt:

Tabel 5: Classificatie geschiktheid landbouwgrond voor waterberging

Verandering schade	classificatie
> 30 %	1 (zeer ongeschikt)
10 - 30 %	2 (ongeschikt)
5 - 10 %	3 (geschikt)
< 5 %	4 (zeer geschikt)

Het resultaat is een kaart met daarin aangegeven welke gebieden in aanmerking komen voor verdere analyse.

## Bijlage 2 Indeling natuurdoeltypen

Nummer	Omschrijving
3.1	Droogvallende bron en beek
3.10	Langzaamstromende rivier en nevengeul
3.11	Zoet getijdenwater
3.12	Brak getijdenwater
3.13	Brak stilstaand water
3.13a	Licht tot brak stilstaand water
3.13b	Sterk brak stilstaand water
3.14	Gebufferde poel en wiel
3.14a	Gebufferde poel
3.14b	Wiel
3.14c	Bospoel
3.15	Gebufferde sloot
3.16	Dynamisch rivierbegeleidend water
3.16a	Aangekoppelde strang
3.16b	Sterk geïnnundeerd rivierbegeleidend water
3.17	Geïsoleerde meande en petgat
3.17a	Matig tot zelden geïnnundeerd rivierbegeleidend water
3.17b	Petgat
3.18	Gebufferd meer
3.18a	Ondiep gebufferd meer
3.18b	Diep gebufferd meer
3.19	Kanaal en vaart
3.2	Permanente bron
3.20	Duinplas
3.21	Zwakgebufferde sloot
3.22	Zwakgebufferd ven
3.22a	Zwakgebufferd ven
3.22b	Zwakgebufferde duinplas
3.23	Zuur ven
3.24	Moeras
3.24a	Droogvallend water en pioniersmilieu
3.24b	Drijftil
3.24c	Waterriet en biezen
3.24d	Bloemrijk rietland
3.24e	Zeggemoeras
3.25	Natte strooiselruigte
3.26	Natte duinvallei
3.27	Trilveen
3.28	Veenmosrietland
3.29	Nat schraalgrasland
3.29a	Kleine zeggengrasland
3.29b	Kalkrijk nat schraalland
3.29c	Blauwgrasland
3.2a	Permanente bron mineralen arm
3.2b	Permanente bron matig mineralen rijk
3.2c	Permanente bron bronvijver en limnocreen
3.3	Snelstromende bovenloop
3.30	Dotterbloemgrasland van beekdalen
3.31	Dotterbloemgrasland van veen en klei
3.32	Nat, matig voedselrijk grasland
3.32a	Kievitsbloem- en pimpemelgrasland
3.32b	Zilverschoongrasland
3.32c	Nat, matig voedselrijk weidevogelgrasland
3.33	Droog schraalgrasland van de hogere gronden
3.33a	Droog struisgrasland
3.33b	Droog heischraalgrasland
3.34	Droog kalkarm duingrasland
3.34a	Droog kalkarm duingrasland
3.34b	Kalkarm dauwbraam- en duinroosjesgrasland

- 3.35 Droog kalkrijk duingrasland
- 3.35a Droog kalkrijk duingrasland
- 3.35b Zeedorpengrasland
- 3.35c Kalkrijk dauwbraam- en duinroosjesgrasland
- 3.36 Kalkgrasland
- 3.36a Kalkgrasland
- 3.36b Heischraal kalkgrasland
- 3.37 Bloemrijk grasland van het heuvelland
- 3.37a Zinkweide
- 3.37b Glanshaververbond van het heuvelland
- 3.37c Kamgrasweide van het heuvelland
- 3.38 Bloemrijk grasland van het zand- en veengebied
- 3.38a Glanshaverhooiland van het zand- en veengebied
- 3.38b Kamgrasweide van het zand- veengebied
- 3.38c Bloemrijk weidevogelgrasland van het zand- en veengebied
- 3.39 Bloemrijk grasland van het rivieren- en zeeleigebied
- 3.39a Stroomdalgrasland
- 3.39b Glanshaverhooiland van het rivier- en zeeleigebied
- 3.39c Kamgrasweide van het rivier- en zeeleigebied
- 3.39d Bloemrijk weidevogelgrasland van het rivier- en zeeleigebied
- 3.4 Snelstromende midden- en benedenloop
- 3.40 Kwelder, slufte en groen strand
- 3.40a Begroeid slik
- 3.40b Onbeweide kwelder, slufte en groen strand
- 3.40c Beweide kwelder, slufte en groen strand
- 3.41 Binnendijks zilt grasland
- 3.42 Natte heide
- 3.42a Natte heide
- 3.42b Vochtig heischraal grasland
- 3.42c Moerasheide
- 3.43 Natte duinheide
- 3.44 Levend hoogveen
- 3.44a Hoogveeven
- 3.44b Levend hoogveen
- 3.45 Droge heide
- 3.46 Droge duinheide
- 3.47 Zandverstuiwing
- 3.48 Strand en stuivend duin
- 3.48a Strand
- 3.48b Stuivend duin
- 3.49 Rivierduin en -strand
- 3.5 Snelstromend riviertje
- 3.50 Akker van basenrijke gronden
- 3.50a Wintergraanakker
- 3.50b Zomergraan- en hakvruchtakker
- 3.51 Akker van basenarme gronden
- 3.51a Wintergraanakker
- 3.51b Zomergraan- en hakvruchtakker
- 3.52 Zoom, mantel en droog struweel van de hogere gronden
- 3.52a Zoom en droge ruigte van de hogere gronden
- 3.52b Braam- en doornstruweel van de hogere gronden
- 3.52c Jeneverbestruweel van de hogere gronden
- 3.53 Zoom, mantel en droog struweel van het rivieren- en zeeleigebied
- 3.53a Zoom en droge ruigte van het rivieren- en zeeleigebied
- 3.53b Braam- en doornstruweel van het rivieren- en zeeleigebied
- 3.53c Jeneverbestruweel van het rivieren- en zeeleigebied
- 3.54 Zoom en droog struweel van de duinen
- 3.54a Zoom en droge ruigte van de duinen
- 3.54b Doornstruweel van de duinen
- 3.55 Wilgenstruweel
- 3.55a Wilgenstruweel
- 3.55b Gagelstruweel

3.56	Eikenhakhout en -middenbos
3.56a	Eikenhakhout
3.56b	Eiken-middenbos
3.57	Elzen-essenhakhout en -middenbos
3.57a	Elzen-essenhakhout
3.57b	Essen-iepen-middenbos
3.58	Eiken-haagbeuken en -middenbos van het heuvelland
3.58a	Eiken-haagbeukenhakhout van het heuvelland
3.58b	Eiken-haagbeukenmiddenbos van het heuvelland
3.59	Eiken-haagbeuken en -middenbos van zandgronden
3.59a	Eiken-haagbeukenhakhout van zandgronden
3.59b	Eiken-haagbeukenmiddenbos van zandgronden
3.6	Langzaam stromende bovenloop
3.60	Park-stinzenbos
3.61	Ooibos
3.61a	Zachthoutooibos
3.61b	Zoetwatergetijden-ooibos
3.62	Laagveenbos
3.62a	Elzenbroekbos
3.62b	Ruigt-elzenbos
3.63	Hoogveenbos
3.64	Bos van arme zandgronden
3.64a	Naaldbos van arme zandgronden
3.64b	Loofbos van arme zandgronden
3.65	Eiken- en beukenbos van lemige zandgronden
3.66	Bos van voedselrijke, vochtige gronden
3.67	Bos van bron en beek
3.67a	Bronbos
3.67b	Beekbegeleitend bos
3.68	Eiken-haagbeukenbos van het heuvelland
3.69	Eiken-haagbeukenbos van zandgronden
3.6a	Langzaam stromende bovenloop zwak zuur
3.6b	Langzaam stromende bovenloop neutraal
3.7	Langzaam stromende midden- en benedenloop
3.7a	Zwak zure langzaam stromende midden- en benedenloop
3.7b	Neutrale langzaam stromende midden- en benedenloop
3.8	Langzaam stromend riviertje
3.9	Snelstromende rivier en nevengeul

### Bijlage 3 Vertaling natuurdoeltypen Noord-Brabant

NATUURDOELTYPE Brabant	Ndt2001
Beek/Rivier/Waterloop met natuurvriendelijke oevers	-
Begeleid-natuurlijke eenheid	-
Berken-Eikenbos (d)	3.65
Berken-Eikenbos (d)/Beuken-Eikenbos (d)	3.65
Berken-Eikenbos (v)	3.65
Berken-Eikenbos (v)/Berkenbroekbos	3.65
Berken-Eikenbos (v)/Beuken-Eikenbos (v)	3.65
Berkenbroekbos	3.63
Berkenbroekbos/Elzenbroekbos	3.63
Berkenbroekbos/ElzenbroekbosBerkenbroekbos/Elzenbroekbos	3.63
Beuken-Eikenbos (d)	3.65
Beuken-Eikenbos (v)	3.65
Beuken-Eikenbos (v)/Eiken-Haagbeukenbos	3.65
Beuken-Eikenbos (v)/Eiken-Haagbeukenbos/Elzenbroekbos	3.65
Beuken-Eikenbos (v)/Eiken-Haagbeukenbos/Vogelkers-Essenbos	3.65
Beuken-Eikenbos (v)/Vogelkers-Essenbos	3.65
Blauwgrasland	3.29.c
Bloemrijk grasland (d)	3.38
Bloemrijk grasland (d) en Braam/Doomstruweel	3.38
Bloemrijk grasland (d/v)	3.38
Bloemrijk grasland (d/v) en Braam/Doomstruweel	3.38
Bloemrijk grasland (v)	3.38
Bloemrijk grasland (v) en Braam/Doomstruweel	3.38
Bos met verhoogde natuurwaarde	-
Braam/Doomstruweel	3.52.b
Dotterbloemhooiland	3.30
Droge heide	3.45
Droog/Heischraal grasland	3.33.b
Droog/Heischraal grasland en Braam/Doomstruweel	3.33.b
Droog/Heischraal grasland en heide	3.33.b
Ecologische verbingszone	-
Eiken-Haagbeukenbos	3.69
Eiken-Haagbeukenbos/Vogelkers-Essenbos	3.69
Elzenbroekbos	3.62.a
Essen-lepenbos	3.57.b
Gagelstruweel	3.55.b
Grote zeggenmoeras	3.24.e
Hakhout/Griend	3.57
Hoogveen	3.44.b
Kleine zeggenmoeras	3.29.a
Moeras	3.24
Multifunctioneel bos	-
Multifunctioneel water	-
Natte heide	3.42.a
Natte heide/Gagelstruweel	3.42.a
Natte heide/Hoogveen	3.42.a
Natuurlijke laaglandbeek	3.1t/m3.8
Natuurlijke laaglandbeek/Moeras	3.1t/m3.8
Reservaatsakker	3.50
Rietmoeras	3.24.c
Rietmoeras/Grote zeggenmoeras	3.24.c
Soortenrijk water	-
Ven (gebufferd)	3.22.a
Ven (onbufferd)	3.23
Ven (onbufferd-gebufferd)	3.22.a
Vochtig heischraal grasland	3.42.b
Vochtig heischraal grasland en heide	3.42.b
Vochtig schraalland	3.29
Vochtig schraalland en heide	3.29
Vochtig schraalland/Bloemrijk grasland	3.29
Vogelkers-Essenbos	3.68
Vogelkers-Essenbos/Elzenbroekbos	3.68
Weidenvogelgrasland	3.62.a
Wilgenbroekbos	3.55.a
Zandverstuiving	3.47
Zandverstuiving/Droge heide	3.47

## Bijlage 4 Vertaling Ecotopen Vlaanderen

(Voor de betekenis van de Ecotypen zie Instituut voor Natuurbehoud, 2003a)

ECOTYP	nummer
Ae	3.18
Ao	3.18
Ap	3.182
Bs	3.51
cd	3.45
Ce	3.421
Ceb	3.421
Cg	3.45
Cm	3.45
cm	3.45
Cmb	3.45
Fa	3.69
Fs	3.65
Ha	3.331
ha	3.331
Hab	3.331
Hj	3.32
Hp+	3.38
hp+	3.38
Hr	3.38
hr	3.38
Hrb	3.38
Lh	3.66
Lhb	3.66
Lhi	3.66
Mr	3.242
mr	3.242
N	3.66
n	3.66
Pa	3.641
pa	3.641
Pi	3.641
Pm	3.641
Pmb	3.641
pmb	3.641
Pmh	3.641
pmh	3.641
Pms	3.641
pms	3.641
ppa	3.641
ppmb	3.641
ppmh	3.641
ppms	3.641
Qb	3.641
qb	3.641
Qs	3.65
So	3.551
Va	3.672
Vm	3.62
Vn	3.62
vn	3.62

**Bijlage 5      afleiding van de grondwaterkaart Vlaanderen**

	ghg	glg	gvg	ghg	glg	gvg
	leem-klei			zand		
	roest	reductie		roest	reductie	
a				150	240	173
b				100	200	125
c	80			70	160	93
d	50	130	71	40	130	63
h	20	140	49	20	140	49
i	10	120	37	10	120	37
e	15	100	37	15	100	37
f	5	65	22	5	65	22
g	0	35	12	0	35	12
1	50			40	240	85
2				100	240	133
3	50			40	160	69
4	10	140	41	10	140	41
5	5	100	29	5	100	29
6	0	100	25	0	100	25

## Bijlage 6 Reclassificatie landbouw in LGN4

Klassen uit LGN4	Methode 4	Methode 2
grasland	grasland	Veeteelt
bieten, bollen, boomgaarden, overig landgebruik	bouwland	Akkerbouw
aardappelen	aardappelen	
granen	granen	
mais	mais	

## Bijlage 7 Reclassificatie landbouw in Landbouwkaart

Klassen uit Landbouwgebruik	methode 4	Methode 2
gras	grasland	veeteelt
voederbieten	bouwland	akkerbouw
groenten voor vers gebruik		
wortelen		
fruit		
erwten		
groenten voor de industrie		
aardappelen	aardappelen	
haver	granen	
zomertarwe		
wintertarwe		
wintergerst		
zomergerst		
suieterbieten	suiker	
mais	mais	