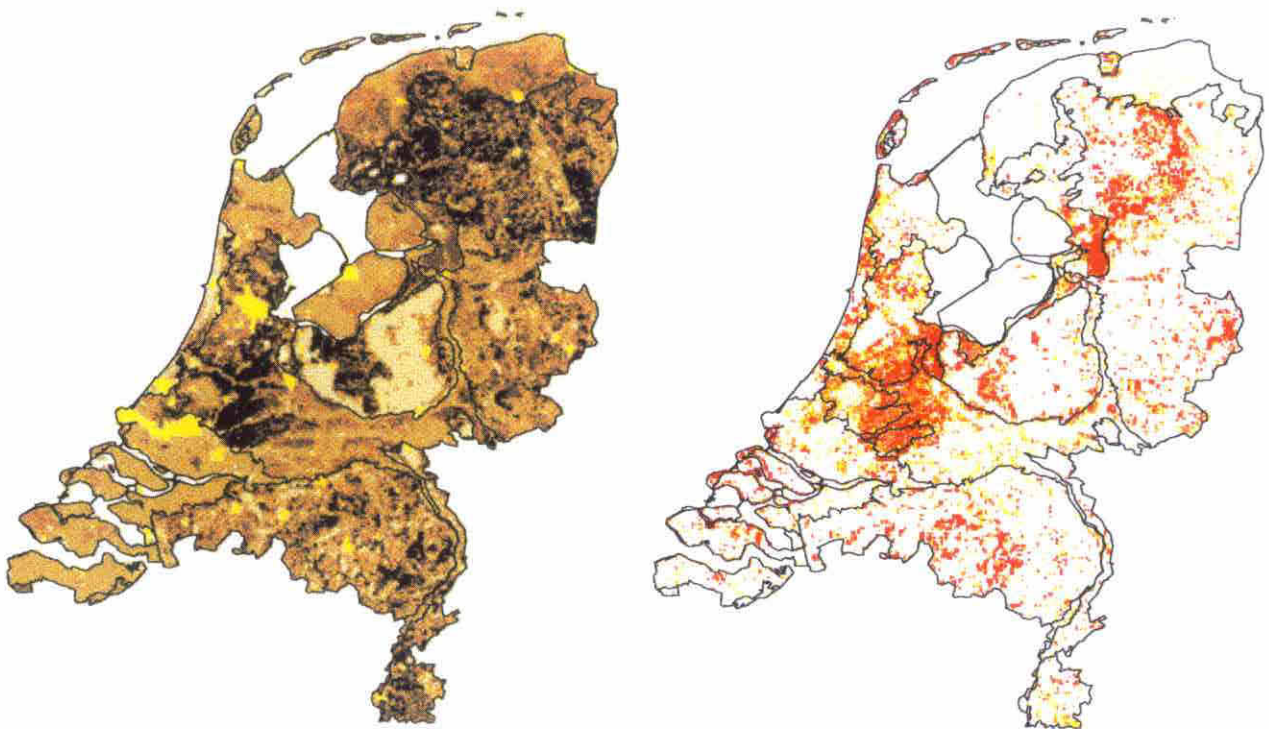


Gevoeligheidsanalyse DEMNET -2.0



DEMNET -2.1 rapport 8

M.P.T. Arts
J.P.M. Witte
R. van Ek

Gevoeligheidsanalyse DEMNAT-2.0

8



Landbouwniversiteit **Wageningen**

Ministerie van Verkeer en Waterstaat



RIZA

Omslagontwerp : Remco van Ek

Verklaring omslag : Het linker figuur (bruine kaartje) geeft het voorkomen van natte -en vochtige standplaatsen weer opgenomen in DEMNAT-2.1, afgeleid uit de bodemkaart 1:50.000 (de donkere kleur indiceert natte gebieden, de lichte gebieden drogere gebieden). Het kaartbeeld is gebaseerd op de ECOSERIE-2.1 typologie, de bodemindeling waar DEMNAT-2.1 gebruik van maakt. Het rechter figuur (rode kaartje) geeft het voorkomen van natte -en vochtige standplaatsen weer opgenomen in DEMNAT-2.1, afgeleid uit het voorkomen van plantensoorten (rood indiceert natte gebieden met een hoge natuurwaarde). Het kaartbeeld is gebaseerd op FLORBASE-1 en de ecotopenindeling van het CML.

Productie : Koninklijke Vermande bv

Druk : 1997

Gevoeligheidsanalyse DEMNAT-2.0

M. Arts	LUW
J.P.M. Witte	LUW
R. van Ek	RIZA

juni 1997

Deelrapport in het kader van het RIZA-project WSG*DEMNAT (deelplan 763), dat is uitgevoerd in opdracht en ten laste van Rijkswaterstaat Hoofddirectie van de Waterstaat, afdeling Intergraal Waterbeleid.

Deelrapport in het kader van het RIVM-project "Verdroging" (proj. nr. 715001), dat is uitgevoerd in opdracht en ten laste van het Directoraat-Generaal Milieubeheer, Directie Drinkwater, Water en Landbouw.

Voorwoord

Eind 80-jaren bleek uit een landelijke inventarisatie naar de omvang en ernst van de verdroging in Nederland, dat er sprake is van een structurele verlaging van de grondwaterstijghoogte die zich uitstrekt over grote gebieden. Verdroging bleek zich niet te beperken tot de directe invloedssfeer van grondwaterwinningslocaties maar was over grote gebieden (zowel binnen als buiten natuurgebieden) voelbaar. Gegeven de omvang van de verdroging en het feit dat Rijkswaterstaat nog niet beschikte over een instrument waarmee de gevolgen van wijzigingen in de waterhuishouding op de natuur op landelijke schaal kon worden aangegeven, is door het toenmalige DBW/RIZA in 1987 begonnen aan de bouw van een **dosis-effect model natuur terrestrisch** (DEMNAT). Dit model, DEMNAT-1, is vervolgens toegepast ter onderbouwing van de derde nota waterhuishouding. De bouw van DEMNAT-1 was de start van een gezamenlijk onderzoek tussen Rijkswaterstaat RIZA, het Centrum voor Milieukunde Leiden (CML) en het Rijksherbarium/Hortus Botanicus (RH/HB) in Leiden. De modellering voor de derde nota droeg nog een zeer prematuur karakter, alhoewel de basisprincipes van het huidige DEMNAT al gehanteerd werden. Net als nu bestond DEMNAT-1 uit drie elementen: een landsdekkende geografische schematisatie van bodem en vegetatie, een set dosis-effect relaties en een natuurwaarderingssysteem.

In de periode 1990-1993 is het model sterk verbeterd voor een opdracht van het ministerie van VROM ter onderbouwing van zowel de Milieu-effect rapportage als het Beleidsplan Drink- en Industriewater Voorziening (MER-BP DIV). De opdracht omvatte het toepassen van een instrument waarmee de effecten van (wijzigingen in de) grondwaterwinning op landsdekkende schaal zichtbaar kunnen worden gemaakt. In het bijzonder diende daarbij aandacht te worden besteed aan de bepaling van de effecten op de (terrestrische) natuur. De doorgevoerde verbeteringen hadden o.a. betrekking op een fijnere gebiedsschematisatie, de actualisatie en verbetering van de floristische invoerdata (FLORBASE) van 5 x 5 km² naar 1 x 1 km², een uitbreiding van (beter onderbouwde) dosis-effect relaties en een verbeterde natuurwaarderingsberekening. Bij de ontwikkeling van DEMNAT-2 hebben RIZA en RIVM nauw samengewerkt met het CML, RH/HB en de Landbouwuniversiteit te Wageningen (LUW). RIZA en RIVM zijn beide eigenaar van DEMNAT-2.

In 1993 is DEMNAT-2 door het RIZA en het RIVM toegepast voor de Evaluatie Nota Water (ENW) en Milieuverkenningen 3 (MV3). Voor beide beleidsdocumenten was het doel de effecten en kosten te bepalen van maatregelen ter reductie van het verdroogde areaal met 25%. De maatregelen die werden gesimuleerd waren zowel waterhuishoudkundige maatregelen als de reductie en het staken van grondwateronttrekkingen voor de drinkwatervoorziening.

In 1994 is in opdracht van RIZA en RIVM het project DEMNAT-2.1 gestart. De uitvoerders van het project waren medewerkers van CML, LUW, RIZA en RIVM. Het doel van DEMNAT-2.1 is een verdere verbetering van DEMNAT-2, ten behoeve van de Watersysteemverkenningen in 1996, en de jaarlijks op te stellen Milieubalans en de vierjaarlijks op te stellen Milieuverkenningen. Het nieuwe instrument is inmiddels toegepast voor de WSV 1996 en wordt eind 1996, begin 1997 ingezet voor MV97 door het RIVM.

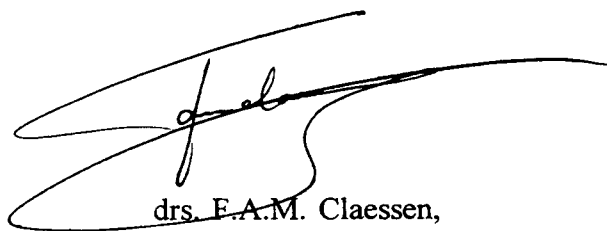
Het project "Verbetering DEMNAT 2" heeft zich gericht op een aantal onderdelen.

- Een gevoeligheidsanalyse van verschillende onderdelen van DEMNAT-2.0
- Een verbetering van de effectmodellering van gebiedsvreemdwater
- Een verbetering van de verschillende dosis-effectrelaties
- Een koppeling van DEMNAT aan een landelijk hydrologisch model voor de onverzadigde zone, MOZART
- Een verbetering in de bodemschematisatie (ecoseries) door rekening te houden met het voorkomen van kwel
- Een verbetering in de schematisatie van de vegetatie door gebruik te maken van een aangevuld en op fouten gecontroleerd nationaal florabestand (FLORBASE-1)
- Een uitbreiding van het aantal ecotoopgroepen met drie brakke ecotoopgroepen
- Het bouwen van een standaard nabewerkingsmodule waarmee DEMNAT uitspraken kan doen van ecologische effecten per district
- Een uitbreiding van de GIS-schil voor DEMNAT op een unix-workstation

Daarnaast is een aparte verkenning uitgevoerd naar de wensen voor de toekomst ten aanzien van DEMNAT (DEMNAT-3.0). Dit betreft met name het verbeteren van de herstelberekeningen, de inbouw van multi-stress (verzuring, vermesting, verdroging) en de regionalisatie van het model. Bij deze ontwikkelingen, die voor 1997 en 1998 zijn geprogrammeerd, zal gebruik worden gemaakt van de kennis die in het kader van het Nationaal Onderzoeksprogramma Verdroging is geoperationaliseerd.

De resultaten zijn in een aantal rapporten vastgelegd. Onderhavig rapport is daar één van. Een overzicht van alle uitgebrachte rapporten is in de literatuurlijst opgenomen.

november 1996,



drs. F.A.M. Claessen,

projectleider namens RIZA



ing. G.P. Beugelink,

projectleider namens RIVM

INHOUDSOPGAVE

VOORWOORD

SUMMARY

SAMENVATTING

1	INLEIDING	1
1.1	Probleemstelling	2
1.2	Doel	2
1.3	Opzet van het rapport	2
2	GEVOELIGHEIDSANALYSE VAN DE MODELPARAMETERS	3
2.1	Methode	3
2.2	Inventarisatie van de modelparameters	4
2.2.1	Modelprocessen	4
2.2.2	Grenzen van de modelparameters	7
2.3	Opstellen van de testcases	8
2.3.1	Testgebied	8
2.3.2	Doses	8
2.3.3	Modelaanpassingen	9
3	RESULTATEN	11
3.1	Interpretatie van de resultaten	11
3.2	Gevoeligheid voor verandering in volledigheid	12
3.3	Gevoeligheid voor verandering in het potentieel standplaats oppervlak	14
3.4	Gevoeligheid voor verandering in de hysteresisfactor	15
3.5	Vergelijking van de parameters	16
3.5.1	Maximale schade	17
3.5.2	Geen dosis	17
3.5.3	Maximaal herstel	18
3.6	Conclusies van de gevoeligheidsanalyse	19
4	GEVOELIGHEID VAN DE ECOTOOPGROEPEN VOOR VERSCHILLENDE DOSES	21
4.1	Inleiding	21
4.2	Methode	21
4.3	Werkwijze	22
4.4	Bespreking van de resultaten	24

5 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	27
5.1 Conclusies	27
5.2 Aanbevelingen	27

LITERATUURLIJST	29
-----------------------	----

BIJLAGEN

Bijlage 1 Gegevens van het testgebied	31
Bijlage 2 Gevoeligheid voor variatie in de volledigheid voor de doses kwel, pgw, peil ..	35
Bijlage 3 Gevoeligheid voor variatie in het potentieel standplaats oppervlak voor de doses kwel, pgw, peil	39
Bijlage 4 Gevoeligheid voor variatie in de hysteresisfactor voor de doses kwel, pgw, peil	43
Bijlage 5 Vergelijking van de parameters voor de doses kwel, pgw en peil	47
Bijlage 6 Toepassingsfactoren	55
Bijlage 7 Potentieel standplaats oppervlak voor elke combinatie ecoserie-ecotoopgroep .	59
Bijlage 8 Gevoeligheid van de ecoserie voor een dosis	63
Bijlage 9 Gevoeligheid van elke combinatie ecoserie-ecotoopgroep	67

SUMMARY

In order to fully incorporate the importance of nature in the national policy analysis on water management the national institutes RIZA and RIVM, in close cooperation with the Centre of Environmental Science, the National Herbarium Leiden and the Agricultural University Wageningen developed the Dose-Effect Model for terrestrial NATure (DEMNAT-2.0). With DEMNAT the effects on terrestrial ecosystems of changes in water management can be predicted on national scale. This report makes part of a serie of DEMNAT reports. Some knowledge of the DEMNAT model by the reader is assumed. For more specific information on modelconcept, input data and results of DEMNAT-2.0 the reader is refered to Witte et al., 1992; Nienhuis et al., 1992; Nienhuis, 1992; Groen et al., 1992; Klijn et al., 1992; Witte & Van der Meijden, 1992; Van der Linden et al., 1992; Witte & Groen, 1992 and Beugelink et al., 1992.

In this study a critical examination is made on DEMNAT-2.0 in order to gather better insight in:

- a) the sensitivity of DEMNAT-2.0 results for variation in important modelparameters, and
- b) the sensitivity of individual ecotopes to different hydrological changes.

ad a) The sensitivity of DEMNAT-2.0 results for variation in modelparameters is examined by conducting a sensitivity analysis for three important modelparameters: (1) completeness, (2) potential surface area of the site, and (3) hysteresis factor. Variation in the modelparameters is brought in by multiplying the modelparameters with a factor ranging from 0.67 to 1.5. For the sensitivity analysis on DEMNAT a subset is chosen of the national input data. The subset is based on FLORBASE and consist exclusively of well investigated regions. By using this approach an extra uncertainty is deminished, namely the uncertainty associated with unreliable flora input data. The analysis is performed for four different types of hydrological doses, namely: *changes in* mean spring groundwater level, changes in upward seepage, changes in the inlet of riverwater into local systems and changes in the water level of small surface waters. During the analysis several parameter settings are used for five different hydrological scenario's. These senario's include: extreme damage, moderate damage, no changes, moderate restoration and extreme restoration. Results of changes in parameter settings are expressed in conservation values. These new values are then compared with the current conservation value of the study region, and expressed as a percentage of this current value.

It appears that in the case of a damage scenario the completeness of the ecotopes, as can be determined with FLORBASE, is the most sensitive model parameter. For a restoration scenario the potential site surface area appears to be the most sensitive model parameter. Furthermore, the results indicate that restoration may be overestimated.

ad b) The sensitivity of ecotopes to different hydrological changes is determined by three factors: (1) the slope of the dose-effectfunction, (2) an 'influence factor', and (3) the total potential site surface area.

The slope of dose-effectfunctions indicates the sensitivity of a certain combination of ecotope and soil type for a specific hydrological change. A steep function indicates a sensitive ecotope, a flat function an unsensitive ecotope. The surface area beneath a dose-effectfunction is taken as a measure for the sensitivity on an ecotope. The influence factor expresses to which extent an ecotope will be influenced by a hydrological change. The potential site surface area indicates to which extent a certain ecoplot (specific combination of ecotope and soil type) occurs. The sensitivity of an ecotope is obtained by multiplying the influence factor with the potential site surface area and the surface area beneath a dose-effectfunction and by weighing this value to the total potential site surface area of the ecotope in the study area. From the analysis it appeared that the following site conditions were sensitive to hydrological changes:

Hydrological changes

mean spring groundwater level
upward seepage
inlet of riverwater into local systems
water level of small surface waters

Sites

wet and moist, nutrient poor sites
wet and moist, nutrient poor, weakly acid sites
moderate to nutrient rich sites
aquatic sites

The results are in agreement with the DEMNAT results from other studies (Klijn et al., 1992; Witte et al., 1992)

SAMENVATTING

Om de natuur een volwaardige plaats in de beleidsanalyse van de Rijksoverheid te geven is bij het RIZA en het RIVM, in samenwerking met het CML, RHHB en de LUW, het Dosis-Effect Model Natuur Terrestrisch (DEMNAT-2.0) ontwikkeld. Met DEMNAT kan op landelijke schaal worden berekend wat de effecten op terrestrische ecosystemen zijn van ingrepen in de waterhuishouding. Dit rapport vormt een onderdeel van een serie DEMNAT rapporten. Enige voorkennis van het model DEMNAT-2.0 wordt van de lezer verwacht. Voor nadere informatie over het modelconcept, de invoergegevens en de berekeningsresultaten van DEMNAT-2.0 kan worden verwezen naar Witte et al., 1992; Nienhuis et al., 1992; Nienhuis, 1992; Groen et al., 1992; Klijn et al., 1992; Witte & Van der Meijden, 1992; Van der Linden et al., 1992; Witte & Groen, 1992 en Beugelink et al., 1992.

In deze studie wordt het model DEMNAT kritisch beschouwd om een beter inzicht te krijgen in:

- a) de gevoeligheid van DEMNAT-2.0 uitkomsten voor belangrijke modelparameters, en
- b) de gevoeligheid van ecotoopgroepen voor verschillende hydrologische ingrepen.

ad a) De gevoeligheid van DEMNAT-2.0 uitkomsten voor (variatie in) de modelparameters wordt onderzocht door het uitvoeren van een gevoeligheidsanalyse voor drie belangrijke modelparameters: (1) volledigheid, (2) potentieel standplaatsoppervlak en (3) hysteresisfactor. Variatie in de modelparameters is aangebracht door de parameters te vermenigvuldigen met een factor variërend tussen 0.67 en 1.5. Bij de gevoeligheidsanalyse van DEMNAT is gekozen voor een subset van de landelijke invoergegevens. De subset is gebaseerd op FLORBASE en bestaat uit louter floristisch goed geïnventariseerde gebieden. Op deze wijze wordt een extra onzekere factor, namelijk de betrouwbaarheid van de floragegevens, verkleind. De analyse is uitgevoerd voor vier hydrologische doses, te weten: *de verandering in* gemiddelde voorjaars grondwaterstand (Δ GVG), in kwelintensiteit (Δ KWEL), in gebiedsvreemd water (Δ PGW) en in het peil van kleine oppervlakte wateren (Δ WS). Tijdens de analyse zijn verschillende parameterinstellingen gebruikt voor een vijftal hydrologische scenario's. Deze scenario's zijn: maximale schade, matige schade, geen dosis, matig herstel en maximaal herstel. De resultaten van de analyse, uitgedrukt in natuurwaarde (nwe) gesommeerd voor het studiegebied zijn vergeleken met de gesommeerde natuurwaarde zonder parameteraanpassingen (de zogenaamde 'actuele natuurwaarde' van het studiegebied).

Voor een schadeberekening blijkt de volledigheid van de ecotoopgroepen (zoals is af te leiden uit FLORBASE) de meest gevoelige modelparameter te zijn. Voor een herstelberekening is het potentieel standplaatsoppervlak de meest gevoelige modelparameter. Uit de resultaten blijkt verder dat het herstel ten opzichte van de schade wordt overschat, wanneer wordt aangenomen dat een herstel-dosis binnen de voorspellingstermijn van 20 jaar minder groot zal zijn dan een schade-dosis van dezelfde orde.

ad b) De gevoeligheid van de ecotoopgroepen voor de verschillende doses is afgeleid uit drie factoren: (1) het verloop van de dosis-effectfunctie, (2) de toepassingsfactor, en (3) het totale potentiële standplaats oppervlak.

Het verloop van de dosis-effectfunctie geeft de gevoeligheid aan van een bepaalde ecotoopgroep voor een bepaalde hydrologische ingreep. Een steile functie indiceert een gevoelige ecotoopgroep, een vlakke functie een ongevoelige ecotoopgroep. Als maat voor de steilheid (gevoeligheid) van een dosis-effectfunctie is het oppervlak onder de dosis-effectfunctie gekozen (het functie-oppervlak). De toepassingsfactor geeft aan in welke mate een ecotoopgroep beïnvloed wordt door een dosis. Het potentiële standplaatsoppervlak geeft aan in hoeverre een ecoplot (combinatie ecotoopgroep-ecoserie) wordt aangetroffen. De gevoeligheid van een ecotoopgroep is berekend door de toepassingsfactor, het potentiële standplaatsoppervlak en het functie-oppervlak van de dosis-effectfunctie met elkaar te vermenigvuldigen en te wegen naar het totale potentiële standplaats oppervlak van de ecotoopgroep in Nederland. Uit de analyse blijkt dat de volgende standplaatstypen gevoelig zijn voor de verschillende dosis:

- ΔGVG op natte en vochtige voedselarme standplaatsen.
- ΔKWEL op natte en vochtige voedselarme zwak zure standplaatsen.
- ΔPGW op matig tot zeer voedselrijke standplaatsen.
- ΔWS het type verlandings- en zoetwatervegetaties.

De resultaten zijn in overeenstemming met de resultaten uit bestaande DEMNAT- studies (Klijn et al., 1992; Witte et al., 1992).

1 INLEIDING

De overheid maakt voor het waterbeheer en -beleid gebruik van simulatiemodellen. Om de natuur een volwaardige plaats te geven in de beleidsanalyse is bij het Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling (RIZA) het Dosis-Effect Model Natuur Terrestrisch DEMNAT 1.0 ontwikkeld (Witte, 1990). Vervolgens is een verbeterde versie, DEMNAT 2.0 (Witte *et al.*, 1992), ontwikkeld waaraan naast het RIZA, ook door het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiëne (RIVM), het Centrum voor Milieukunde Leiden (CML), het Onderzoeksinstituut Hortus Botanicus/Rijksherbarium (RHHB) en de vakgroep Waterhuishouding van de Landbouwuniversiteit Wageningen (LUW) is gewerkt. Met DEMNAT kan op landelijke schaal worden aangegeven wat de effecten zijn op terrestrische ecosystemen van ingrepen in de waterhuishouding. Bij de ontwikkeling van het model zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- 1) De resultaten moeten betrekking hebben op de middellange termijn (ca. 20 jaar).
- 2) Er moet gebruik worden gemaakt van bestaande geografische informatie opgeslagen in de computer.
- 3) Het model moet aansluiten op bestaande hydrologische modellen.
- 4) Van de biotische componenten van ecosystemen wordt alleen de vegetatie in beschouwing genomen. Dit is overigens bij de meeste eco-hydrologische studies het geval (Van Wirdum 1986; Colenbrander *et al.*, 1989).

DEMNAT 2.0 is een eco-hydrologische model, geschreven in FORTRAN-code en voorzien van een ArcInfo gebruikersschil. Het model is opgebouwd uit 3 modules, een pre-processor, een effect-module en een post-processor. DEMNAT 2.0 heeft 4 hydrologische doses als invoervariabelen, namelijk; de gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand (**GVG**), de kwelintensiteit (**KWEL**), het percentage gebiedsvreemd water (**PGW**) en het peil van kleine oppervlaktewateren (**WS**). DEMNAT 2.0 combineert hydrologische, bodemkundige en ecologische informatie in geografische rekeneenheden, ecoplots. Hierin wordt de volledigheid (relatieve soortenrijkdom) en de kans op voorkomen van een ecosysteem (potentiële standplaats oppervlak) beschreven. DEMNAT 2.0 berekent in de effect-module de verandering in de volledigheid van een vijftiental ecotoopgroepen aan de hand van dosis-effectfuncties. De gebruikte indeling in ecotoopgroepen is gebaseerd op het ecotopensysteem van het CML (Stevens *et al.*, 1987; Runhaar *et al.*, 1987). Deze verandering van de volledigheid wordt vervolgens uitgedrukt in een verandering in natuurwaarden per gridcel in de post-processor. Hiermee kunnen de veronderstelde ecologische effecten worden gewogen naar het belang voor het natuurbehoud in Nederland.

Een achttal rapporten van het onderzoek naar het eco-hydrologisch voorspellingsmodel DEMNAT 2.0 zijn reeds verschenen. Deze studie vormt een onderdeel van de DEMNAT 2.1

rapportage. Enige voorkennis van het modelconcept wordt van de lezer verwacht. Met name de DEMNAT rapporten 1 (Witte *et al.*, 1992) en 7 (van der Linden *et al.*, 1992) worden als bekend verondersteld.

1.1 Probleemstelling

DEMNET bestaat o.a. uit een schematisatie van ecologische, geografisch gebonden gegevens. Hiaten in deze gegevens, zijn volgens de makers van het model de grootste beperking van DEMNET 2.0 (Van der Linden *et al.* 1992). Om deze problemen op te lossen zijn echter aanzienlijke aanvullende inventarisaties nodig, die op korte termijn niet te verwachten zijn. Het model is in ontwikkeling en een beter inzicht van de huidige modelversie is nodig. De huidige modelresultaten worden daarom in deze studie kritisch beschouwd om een inzicht te krijgen in de afhankelijkheid van de modelresultaten van parameter instellingen en invoer. Onbekend is hoe de modelresultaten reageren op variatie van de modelparameters en welke modelparameters het meest gevoelig zijn voor wijzigingen. Deze studie omvat niet een betrouwbaarheidsanalyse. Voor een betrouwbaarheidsanalyse is onafhankelijke informatie nodig over ingrepen en effecten en/of de gebiedsschematisatie, welke vervolgens vergeleken dienen te worden met de modeluitkomsten. Een betrouwbaarheidsanalyse wordt veelal bemoeilijkt door het ontbreken van voldoende betrouwbare veldgegevens.

1.2 Doel

Doel van deze studie is een beter inzicht te krijgen op de gevoeligheid van DEMNET 2.0 voor variatie in de belangrijkste modelparameters. Tevens kan deze studie een bijdrage leveren aan de verdere ontwikkeling van DEMNET, door aan te geven welke modelonderdelen het best verbeterd kunnen worden.

1.3 Opzet van het rapport

In hoofdstuk 2 is de methode van de gevoeligheidsanalyse voor DEMNET 2.0 beschreven. Hoofdstuk 3 beschrijft de resultaten van deze analyse. In hoofdstuk 4 is de gevoeligheid van de ecotoopgroepen voor een dosis beschreven. In hoofdstuk 5 worden tot slot de belangrijkste conclusies samengevat en worden er aanbevelingen gedaan voor een aantal verbeteringen van DEMNET 2.0.

2 GEVOELIGHEIDSANALYSE VAN DE MODELPARAMETERS

In dit hoofdstuk is de methode van de gevoeligheidsanalyse van DEMNAT 2.0 voor andere parameter instellingen beschreven. Het hoofdstuk is als volgt opgebouwd; ten eerste wordt de methode beschreven, daarna wordt een inventarisatie naar de modelparameters gemaakt en worden testcases opgesteld.

2.1 Methode

De DEMNAT resultaten worden kritisch beschouwd door middel van een gevoeligheidsanalyse. In een gevoeligheidsanalyse worden de modelinstellingen ofwel de parameterwaarden veranderd zodat de invloed van de parameterwaarde op het resultaat duidelijk wordt. Er zijn verschillende methoden om een gevoeligheidsanalyse uit te voeren, zo zijn er; de Monte Carlo methode (Janssen *et al.*, 1990), de Taylorreeks benadering (de Leeuw, 1994, Heuvelink 1993) of een 'MIN-MAX'¹ benadering (Anderson *et al.*, 1991).

In deze studie is gekozen voor een MIN-MAX benadering omdat:

- een analytische of statistische methode, niet of nauwelijks uitvoerbaar is, door de complexiteit van DEMNAT.
- het een simpel hanteerbare methode is waarbinnen de modelinstellingen op een eenvoudige wijze worden aangepast.
- de invloed van de modelinstellingen en niet de betrouwbaarheid van het resultaat duidelijk moet worden.

Tijdens de 'MIN-MAX' benadering worden de modelinstellingen binnen een vooraf gedefiniëerd gebied aangepast. In deze studie wordt het resultaat berekend over de gehele range van de invoer zodat een goed beeld van de invloed van de modelinstellingen wordt verkregen. De 'MIN-MAX' benadering is opgebouwd uit de volgende onderdelen:

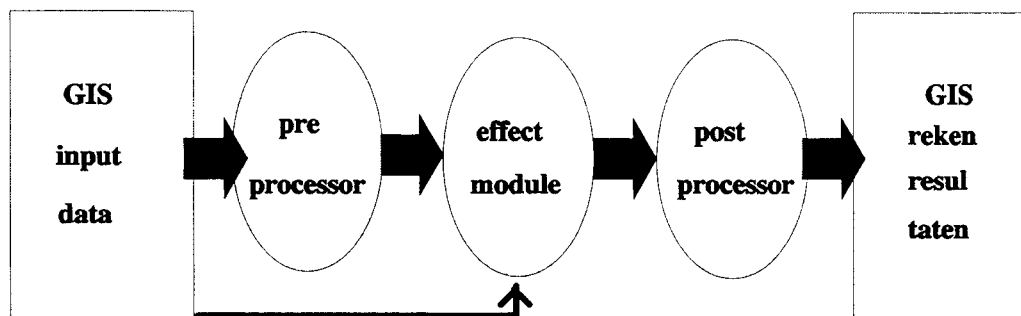
- Inventarisatie van de modelprocessen (paragraaf 2.2.1)
- Bepaling van de belangrijkste modelparameters (paragraaf 2.2.1).
- Inventarisatie van de grenzen van de modelparameters (paragraaf 2.2.2).
- Opstellen van testcases waarin de huidige waarde van de modelparameters worden aangepast (paragraaf 2.3).
- Vergelijken van de resultaten van de testcases met het huidige resultaat (hoofdstuk 3).

¹ De methode volgens Anderson *et al.* (1992) wordt in deze studie de MIN-MAX benadering genoemd

2.2 Inventarisatie van de modelparameters

2.2.1 Modelprocessen

De source-code van DEMNAT is opgebouwd uit een pre-processor, een effect-module en een post-processor (Nienhuis *et al.*, 1994).



Figuur 1 De gegevensstroom tussen de drie modules van DEMNAT 2.0

- De pre-processor combineert de verschillende ruimtelijke gegevens en definiëert de kleinste rekeneenheden (ecoplots) van DEMNAT.
- De effect-module berekent, het ecologische effect met behulp van dosis-effectfuncties.
- De post-processor zet de resultaten van de afzonderlijke rekeneenheden om naar een totaal resultaat in natuurwaarde per km-cel.

In deze studie wordt alleen de effect-module en het postproces in beschouwing genomen. De verwerking van de ruimtelijke gegevens wordt buiten beschouwing gelaten. In de onderstaande tekst worden kort, het algoritme van het rekenproces beschreven. Voor een meer uitgebreide beschrijving wordt verwezen naar het DEMNAT rapport 1 (Witte *et al.*, 1992).

DE EFFECT-MODULE

De effect-module berekent het ecologisch effect ten gevolge van een hydrologische dosis. Het ecologische effect wordt weergegeven in de dosis-effectfuncties die zijn opgesteld voor elke combinatie ecologische bodemeenheid (ecoserie) en ecotoopgroep. Hierin is de dosis uitgezet tegen de volledigheid (relatieve soortenrijkdom). De effectberekening is opgesplitst in twee berekeningswijzen:

- 1) een berekeningswijze voor GVG en WS waarbij wordt uitgegaan van de verschillen in hydrologische uitkomsten, en
- 2) een berekeningswijze voor KWEL en PGW waarbij wordt uitgegaan van absolute hydrologische uitkomsten.

ad 1) De begin gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand en het peil vòòr een ingreep (GVG_{voor} en WS_{voor}) wordt geïnterpoleerd uit de dosis-effectfuncties, uitgaande van de begin-volledigheid (uit FLORBASE) van de ecotoopgroep (Witte *et al.*, 1992 pag 68,69). De dosis, het relatieve verschil, wordt hierbij opgeteld volgens formule 1 en de gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand en het peil (GVG_{na} en WS_{na}) na een dosis is bekend.

$$GVG_{na} = GVG_{voor} + \Delta GVG \quad (1)$$

GVG_{voor} grondwaterstand vòòr de hydrologische dosis
 GVG_{na} grondwaterstand na de hydrologische dosis
 ΔGVG relatieve dosis

Vervolgens wordt de volledigheid van een ecotoopgroep na een hydrologische dosis geïnterpoleerd uit dezelfde dosis-effectfunctie uitgaande van de gem. voorjaars grondwaterstand of het peil na een dosis.

ad 2) De kwelintensiteit en het percentage gebiedsvreemd water vòòr en na een hydrologische dosis worden door het hydrologisch model berekend. Met behulp van de dosis-effectfuncties wordt een verwachte volledigheid voor en na een dosis berekend ($V_{voor}(e)$ en $V_{na}(e)$) volgens berekeningswijze 1. Vervolgens wordt de volledigheid na een dosis op de onderstaande wijze berekend.

$$V_{na} = V_{voor} - (V_{voor(e)} - V_{na(e)}) \quad (2)$$

V_{na} volledigheid na een hydrologische dosis
 V_{voor} volledigheid voor de hydrologische dosis
 $V_{voor(e)}$ volledigheid voor verwacht
 $V_{na(e)}$ volledigheid na verwacht

Als herstel optreedt ($V_{na} > V_{voor}$) wordt er een hysteresiseffect verondersteld. Per ecotoopgroep is een hysteresisfactor bepaald die beschreven staan in bijlage 1.

$$V_{na} = V_{voor} - \alpha (V_{voor} - V_{na}) \quad (3)$$

V_{na} de volledigheid na een hydrologische dosis
 V_{voor} de volledigheid voor een hydrologische dosis
 α hysteresisfactor

DE POST-PROCESSOR

De post-processor voert een nabewerking uit op de resultaten van de effect-module door de natuurwaarde per km-cel te berekenen. De natuurwaarde is samengesteld uit 3 variabelen, namelijk:

- a) de verandering in volledigheid van een ecotoopgroep (ΔV)
- b) een gewichtsfactor voor de ecotoopgroepomvang (GOPP)
- c) en de potentiële natuurwaarde van een ecotoopgroep samengesteld uit de nationale en internationale zeldzaamheid (NWPOT)

ad a) De verandering in volledigheid of volledigheidfractie van een ecotoopgroep is het verschil tussen de volledigheid voor en na een dosis.

ad b) Uit onderzoek met verschillende waarderingsmethoden werd geconcludeerd dat de omvang van de ecotoopgroep onvoldoende tot uitdrukking kwam in de volledigheid. Voor de omvang van de ecotoopgroep is daarom een gewichtsfactor geïntroduceerd. De waarde van de gewichtsfactor wordt berekend uit de potentiële standplaats oppervlakte (Witte *et al.*, 1992 pag 77).

$$GOPP = GOPP_{\min} + (GOPP_{\max} - GOPP_{\min}) \times \left(\frac{OS_{CEL}}{100}\right)^C \quad (4)$$

$GOPP$	gewichtsfactor voor de ecotoopgroepomvang
OS_{CEL}	potentiële oppervlakte van de standplaats
$GOPP_{\min}$	1
$GOPP_{\max}$	25
C	0.5

Deze waarden zijn gekozen aan de hand van een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd ten bate van DEMNAT 2.0 (Witte & van der Meijden, 1992)

ad c) De potentiële natuurwaarde is berekend uit de nationale zeldzaamheid van de ecotoopgroep en de internationale zeldzaamheid van de soorten die tot de ecotoopgroep behoren. Getracht is om tot een resultaat te komen dat recht doet aan algemene opvattingen over natuurwaarden van ecotoopgroepen. De potentiële natuurwaarde staat in bijlage 1 beschreven. Voor de berekeningswijze zie; DEMNAT rapport 1 (Witte *et al.*, 1992 pag 79-83)

De verandering in natuurwaarde per ecotoopgroep wordt in de post-processor op de volgende wijze berekend.

$$\Delta NW = \Delta V \times GOPP \times NWPOT \quad (5)$$

ΔNW	actuele natuurwaardeverandering
ΔV	volledigheidsfractie
$GOPP$	gewichtsfactor voor de omvang van de ecotoopgroep in de beschouwde kilometercel
$NWPOT$	potentiële natuurwaarde ecotoopgroep

Vervolgens wordt de verandering in natuurwaarde van de verschillende ecotoopgroepen geaggregeerd tot een km-cel.

Uit het overzicht van de verschillende processen zijn de volgende modelparameters gekozen voor de gevoeligheidsanalyse. De motivatie van de keuze is dat naar verwachting deze modelparameters een grote invloed hebben op de DEMNAT resultaten. De hysteresisfactor is overigens alleen relevant bij de herstelberekeningen.

<u>modelparameter</u>	<u>symbool</u>
Volledigheid	V
Potentiële oppervlakte van de standplaats	OS _{CEL}
Hysteresisfactor	α

2.2.2 Grenzen van de modelparameters

Een model wordt altijd begrensd door modelgrenzen die het bereik van het model aangeven. De parameters die tijdens de gevoeligheidsanalyse van waarde veranderen moeten natuurlijk binnen de gestelde grenzen blijven. Daarom zijn de grenzen van de belangrijkste parameters hier genoemd.

Tabel 1 Grenzen van parameters voor gevoeligheidsanalyse

PARAMETER	SYMBOOL	MIN	MAX
volledigheid	V	0	1
potentieel standplaats oppervlak	OS _{cel}	0	100 ha
hysteresisfactor	α	0	1

2.3 Opstellen van de testcases

2.3.1 Testgebied

Voor een goede gevoeligheidsanalyse van DEMNAT is gekozen voor een subset, in plaats van de berekening landelijk uit te voeren. Op deze wijze wordt een extra onzekerheid omtrent onbetrouwbare invoer verkleind. De subset is gebaseerd op FLORBASE met alleen de "goed" geïnventariseerde provincies. Dit zijn de provincies:

Zeeland	Drenthe
N- en Z-Holland	Utrecht

Van de provincies zijn alleen "goed" geïnventariseerde cellen in beschouwing genomen (Witte *et al.*, 1992, DEMNAT rapport 1;pag 31)

2.3.2 Doses

Aanpassingen in het waterbeheer en waterbeleid resulteren bij modelberekeningen in veranderingen in hydrologische variabelen. Deze verandering in variabelen wordt de hydrologische dosis genoemd en dient als invoer voor het model DEMNAT. De hydrologische dosis is onderverdeeld in een verandering van de gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand (Δ GVG), een verandering in kwelintensiteit (KWEL), een verandering in de inlaat van gebiedsvreemd water (PGW) en een verandering in het peil in kleine oppervlaktewateren (Δ WS). Om aan te geven hoe het model reageert op veranderingen van de modelparameters over de gehele range van de invoer, is de gevoeligheidsanalyse uitgevoerd voor verschillende scenario's. De minimale en maximale waarden zijn vastgelegd in de modelgrenzen. De scenario's variëren van een maximale schade tot een maximaal herstel (zie tabel 2).

Tabel 2 Overzicht van de scenario's toegepast in de gevoeligheidsanalyse

SCENARIO		Δ GVG cm	KWELvoor mm/d	KWELna mm/d	PGWvoor %	PGWna %	Δ WS cm
1	maximale schade	-40	2	-2	0	100	-40
2	matige schade	-20	1	-1	0	50	-20
3	geen dosis	0	0	0	0	0	0
4	matig herstel	20	-1	1	50	0	20
5	maximaal herstel	40	-2	2	100	0	40

2.3.3 Modelaanpassingen

De actuele waarde van de modelparameters zijn tijdens de gevoeligheidsanalyse aangepast. De modelparameters zijn hiervoor vermenigvuldigd met een factor tussen de range van **0.67 t/m 1.5**. Indien de waarde van een modelparameter buiten zijn maximum valt is deze in waarde terug gebracht tot zijn maximum. Een volledigheid is dus nooit groter dan 1.

De source-code van het model DEMNAT 2.0 is gebruikt om de gevoeligheidsanalyse uit te voeren. In de source-code zijn enkele aanpassingen aangebracht ten behoeve van deze studie. Deze staan hieronder beschreven.

- I De modelparameters worden vermenigvuldigd met een factor.
- II Het resultaat is uitgedrukt in een gesommeerde natuurwaarde voor het hele testgebied. De natuurwaarde wordt dus niet meer weggeschreven per km-cel.
- III De resultaten zijn per dosis uitgerekend waarvoor de source-code is aangepast. In de aangeleverde versie wordt het gecombineerde effect van de doses uitgerekend maar door de berekeningswijze is het niet mogelijk om het effect per dosis weg te schrijven. Daarom is de berekening uitgesplitst per dosis zoals beschreven staat in DEMNAT rapport 1 (Witte *et al.*, 1992 pag 71, 73).
- IV Het resultaat voor de doses kwelintensiteit (KWEL) en gebiedsvreemd water (PGW) werd in de aangeleverde versie, berekend volgens de methode beschreven op pagina 55 van DEMNAT rapport 7 (van der Linden *et al.*, 1992). Voor de berekening van de resultaten van de gevoeligheidsanalyse is gebruik gemaakt van de berekeningswijze zoals beschreven staat op pagina 54 van hetzelfde rapport. Deze keuze wordt daar tevens beargumenteerd.

Het resultaat van het aangepaste programma zonder veranderingen in modelparameter en geen dosis is getest en vergeleken met het gesommeerde resultaat van de bestaande DEMNAT 2.0 versie. De resultaten van deze test-run kwamen overeen.

3 RESULTATEN

3.1 Interpretatie van de resultaten

De gevoeligheidsanalyse is uitgevoerd voor drie verschillende modelparameters (V , OS_{cel} , α). Voor elke parameter zijn vier verschillende doses (ΔGVG , $\Delta KWEL$, ΔPGW , ΔWS) en voor elke dosis zijn vijf verschillende scenario's doorberekend. De resultaten van de berekening zijn vergeleken met de actuele natuurwaarde van het testgebied (107316.3 natuurwaarde-eenheden (nwe's)). De actuele natuurwaarde is berekend door met een ongewijzigde parametersetting en zonder een dosis, de natuurwaarde per km-cel voor het testgebied te sommeren. De actuele natuurwaarde samen met de andere gegevens van het testgebied staan beschreven in bijlage 1.

De resultaten van de gevoeligheidsanalyse worden uitgedrukt in *het relatieve verschil ten opzichte van de actuele natuurwaarde*. In het onderstaande getallen voorbeeld wordt de berekeningswijze verduidelijkt.

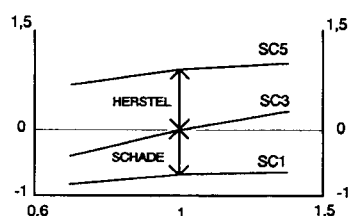
- * actuele natuurwaarde 107316.3 nwe
- * natuurwaarde bij scenario 'geen dosis' 60000 nwe
en factorinstelling 0,7

$$\text{relatieve variatie natuurwaarde} = \frac{60000 - 107316.3}{107316.3} = -0,42 \quad (6)$$

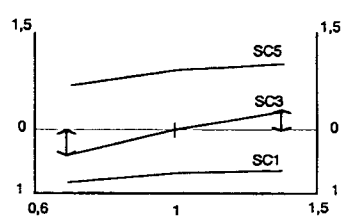
De volgende aantekeningen kunnen bij de interpretatie van de resultaten geplaatst worden:

- De gesommeerde natuurwaarde zal stijgen naarmate de factorwaarde groter wordt.
- Een hysteresis-effect wordt alleen bij herstel verondersteld. Daarom is alleen een analyse van de modelparameter hysteresisfactor (α) voor de scenario's, 'maximaal herstel' en 'matig herstel', van toepassing.

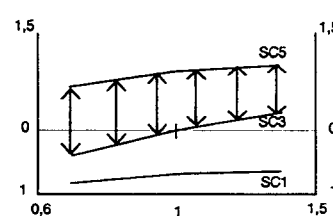
In de onderstaande figuren is geprobeerd duidelijk te maken hoe de resultaten geïnterpreteerd kunnen worden. Op de x-as is de vermenigvuldigingsfactor uitgezet tegen de relatieve variatie in natuurwaarde van de subset. Elke lijn representeert de resultaten van een DEMNAT berekening van een bepaald scenario (SC).



figuur 2a



figuur 2b



figuur 2c

Figuur 2 Interpretatie van resultaten van een voorbeeld berekening.

De figuren verduidelijken het volgende:

- In figuur 2a wordt de actuele natuurwaarde vergeleken met de natuurwaarde voor maximaal herstel en maximale schade. De pijlen geven de mate van herstel en van schade aan van een onveranderde parameters instelling.
- In figuur 2b wordt de relatieve variatie van de natuurwaarde aangegeven die tot stand komt door de verandering van de waarde van een parameter. De pijlen geven het minimale en maximale verschil aan voor een scenario, die volledig worden bepaald door de parameter instelling.
- In figuur 2c is de gevoeligheid voor veranderingen van een scenario ten opzichte van de scenario 'geen dosis', weergegeven. De pijlen geven de onderlinge variatie in natuurwaarde weer.

De resultaten voor de dosis Δ GVG zijn weergegeven in de tekst, de resultaten van de andere doses staan beschreven in de bijlage 2 t/m 5. Bij elke figuur is commentaar geplaatst, dit is aangegeven met een 'C'. Het commentaar wordt verklaard met een 'V'.

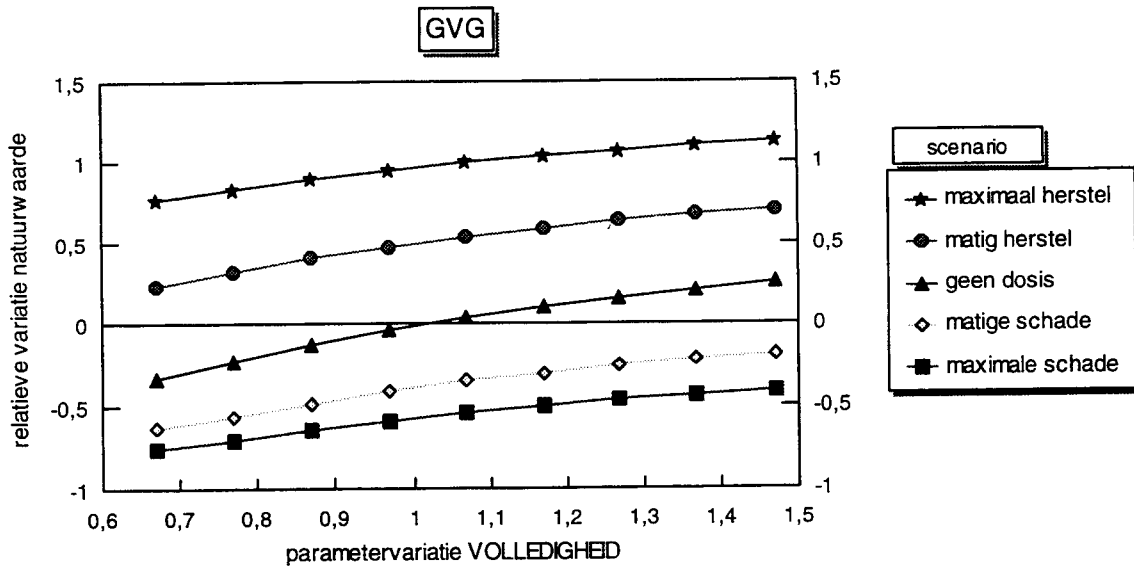
3.2 Gevoeligheid voor verandering in volledigheid

De volledigheid is een belangrijke parameter in het DEMNAT model. De volledigheid geeft namelijk de relatieve soortenrijkdom van een ecotoopgroep aan. Het effect van een hydrologische dosis op de ecotoopgroep wordt dan ook in een verandering van volledigheid uitgedrukt. De volledigheid is tevens een belangrijke parameter bij de berekening van de natuurwaarde van een ecoplot (zie formule 5). De resultaten van de analyse zijn in figuur 3 weergegeven. De resultaten van de doses Δ KWEL, Δ PGW en Δ WS staan beschreven in bijlage 2.

Uit figuur 3 blijkt het volgende:

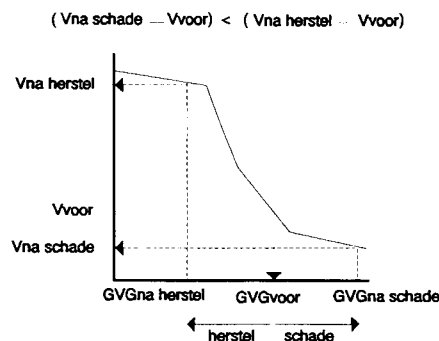
- C² De gevoeligheid is bij schade kleiner dan bij herstel.
- V De natuurwaarde wordt berekend volgens formule 5. Het potentieel standplaats oppervlak (GOPP) en de potentiële natuurwaarde (NWPOT) blijven voor en na een hydrologische dosis gelijk, de volledigheid (V) varieert. De frequentieverdeling van de volledigheid over het aantal cellen is zeer scheef. De huidige waarde van de volledigheid is voor veel ecoplots laag. Bij schade wordt de volledigheid na een dosis voor veel ecoplots al snel nul. De 'ruimte' voor herstel is veel groter, de volledigheid na een dosis kan dus veel groter worden. In figuur 4 wordt dit geïllustreerd. (In theorie kan het herstel van een ecotoopgroep maximaal, één vermenigvuldigd met de hysteresisfactor worden.)

² Lees als figuur 2a



Figuur 3 Gevoeligheid voor variatie in de volledigheid voor 5 scenario's.

- C³ De hellingshoek van het scenario 'geen dosis' is groter dan voor de andere scenario's.
- V De dosis-effectfuncties zijn niet toegepast op het scenario 'geen dosis' maar wel op de andere scenario's. Dit blijkt uit het verloop van de andere scenario's. Een grotere dosis maakt dat meer en meer volledigheden na een dosis (V_{na}) de maximumwaarde (1) of minimumwaarde (0) krijgen. De parametervariatie versnelt dit proces. De gesommeerde natuurwaarde gaat daardoor langzaam naar een maximum of minimum toe.

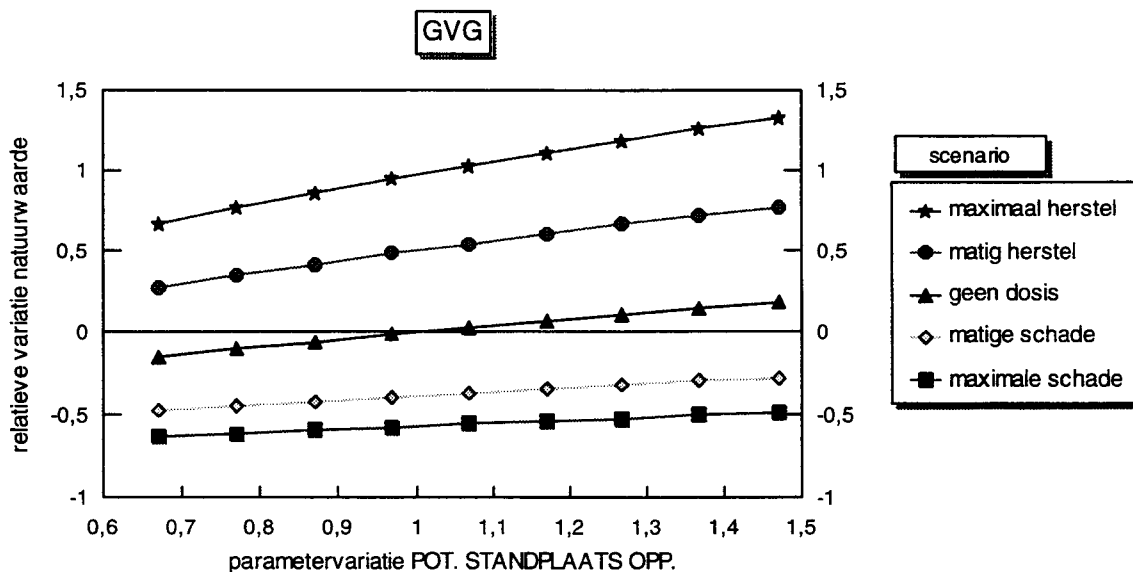


Figuur 4 Dosis-effectfunctie met een V_{voor} waarbij een relatief groot herstel wordt verkregen.

³ Lees als figuur 2b

3.3 Gevoeligheid voor verandering in het potentiële standplaats oppervlak

De gewichtsfactor (GOPP) is een belangrijke parameter voor de berekening van de natuurwaarde. Het geeft de omvang van de ecotoopgroepen aan. De berekeningwijze van de gewichtsfactor GOPP staat beschreven in formule 4. Het potentiële standplaats oppervlak (OS_{cel}) is bepalend voor de waarde van de gewichtsfactor. De resultaten van de analyse zijn in figuur 5 weergegeven. De resultaten van de doses $\Delta KWEL$, ΔPGW , ΔWS staan beschreven in bijlage 3.



Figuur 5 Gevoeligheid voor variatie in het potentieel oppervlak van een standplaats van een ecotoopgroep voor 5 scenario's.

- C Het resultaat voor de scenario geen dosis kan op de volgende wijze worden verklaard:
 V De lijn geeft de relatief variatie ten opzichte van de actuele NatuurWaarde weer.

$$\text{relatieve variatie natuurwaarde} = \frac{NW_{factor} - NW_{huidigestuatie}}{NW_{huidigestuatie}} \quad (7)$$

$$\text{relatieve variatie natuurwaarde} = \frac{\sum (f \cdot GOPP_i \cdot V_i \cdot NWPOT_i) - \sum (GOPP_i \cdot V_i \cdot NWPOT_i)}{\sum (GOPP_i \cdot V_i \cdot NWPOT_i)} \quad (8)$$

Omdat de potentiële natuurwaarde en de volledigheid gelijk blijven kan formule 8 ook geschreven worden als:

$$\text{relatieve variatie natuurwaarde} = \frac{GOPP_{factor} - GOPP_{huidigesituatie}}{GOPP_{huidigesituatie}} \quad (9)$$

$GOPP_{factor}$ is te schrijven als:

$$GOPP_{factor} = 1 + 24 \sqrt{factor} \times \sqrt{\left(\frac{OS_{CEL}}{100}\right)} \quad (10)$$

en $GOPP_{actuele\ situatie}$ is te schrijven als:

$$GOPP_{huidigesituatie} = 1 + 24 \sqrt{\left(\frac{OS_{CEL}}{100}\right)} \quad (11)$$

Uit formule 9 t/m 11 volgt:

$$\text{relatieve variatie natuurwaarde} = \sqrt{factor} - 1 \quad (12)$$

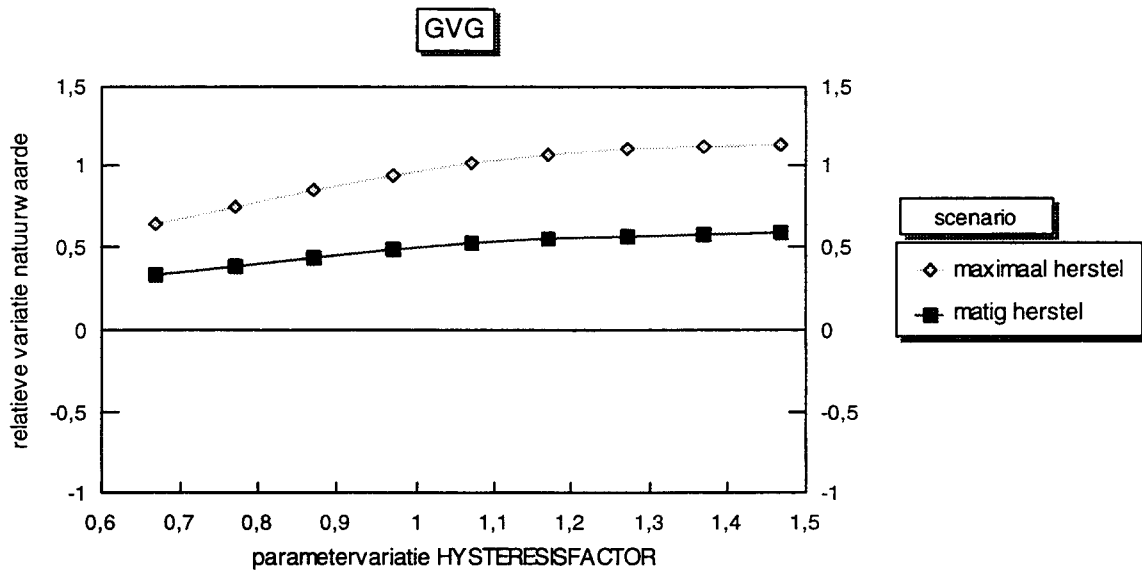
Uit figuur 5 blijkt het volgende:

- C⁴ De hellingshoek van een scenario neemt af naarmate het scenario meer richting schade gaat. De verandering van het potentieel standplaats oppervlak heeft dus meer invloed op een herstelberekening dan op een schadeberekening.
- V De gesommeerde natuurwaarde wordt berekend volgens formule 5. De potentiële natuurwaarde van een ecotoopgroep (NWPOT) en het potentieel standplaats oppervlak vermenigvuldigd met een bepaalde factor ($f \cdot GOPP$) is voor elke scenario gelijk! De parameters worden vermenigvuldigd met de volledighedsfractie. De volledighedsfractie heeft een kleinere waarde voor een meer negatief scenario en de hellingshoek van de lijn neemt hierdoor af.

3.4 Gevoeligheid voor verandering in de hysteresisfactor

De hysteresisfactor is van grote invloed op de herstel-berekening van DEMNAT. Het herstel wordt berekend met behulp van de dosis-effectfuncties die ook gebruikt worden voor de schadeberekening. Verondersteld wordt dat het herstel binnen de voorspellingstermijn van 20 jaar vaak minder groot zal zijn dan de degradatie (Witte *et al.*, 1992). Daarom wordt hysteresis toegepast zodat het herstel langzamer verloopt dan schade. De gevoeligheid voor veranderingen is voor deze parameter dus ook alleen bepaald voor de scenario's 'matig herstel' en 'maximaal herstel'. De resultaten van de analyse zijn in figuur 6 weergegeven. De resultaten van de doses $\Delta KWEL$, ΔPGW , ΔWS staan beschreven in bijlage 4.

⁴ Lees als figuur 2c



Figuur 6 Gevoeligheid voor variatie in de hysteresisfactor voor 5 scenario's.

C⁵ De hellingshoek van de lijn neemt af naarmate de factor groter wordt.

V De vermenigvuldiging van de hysteresisfactor met een factor kan leiden tot een waarde groter dan 1. In dat geval wordt de hysteresisfactor afgekapt en wordt de waarde gelijk aan 1. Hierdoor neemt de hellingshoek af.

3.5 Vergelijking van de parameters

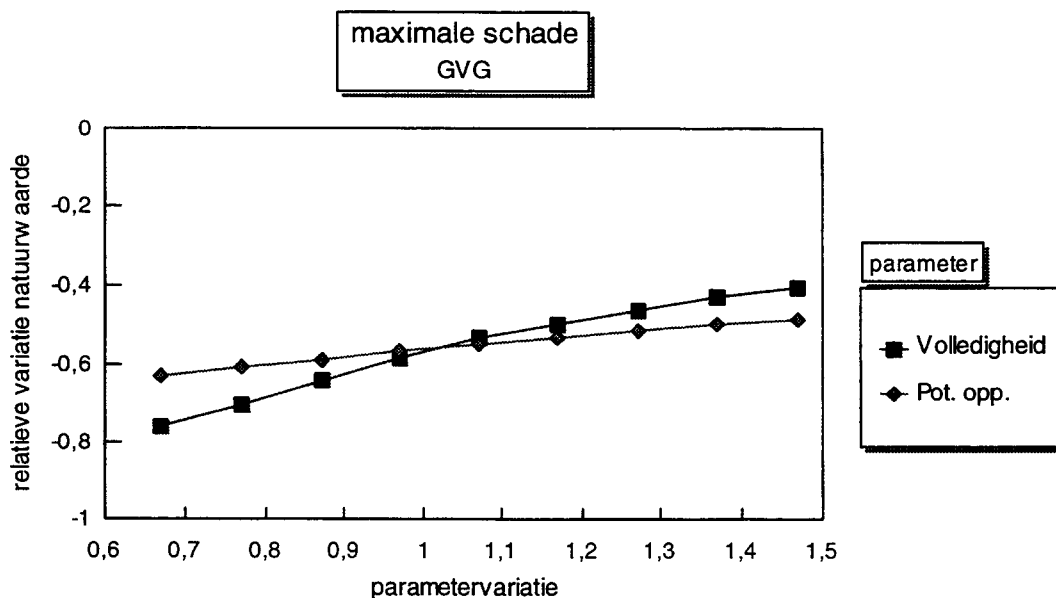
In deze paragraaf zijn per scenario de gevoeligheid voor veranderingen van verschillende parameters (V , OS_{CEL} en α), met elkaar vergeleken. De relatieve variatie in natuurwaarde voor een dosis ΔGVG is in het verslag weergegeven, de andere doses zijn beschreven in bijlage 5. Drie scenario's zijn in deze paragraaf weergegeven; 'maximale schade', 'geen dosis en 'maximaal herstel'. Het verschil tussen de parameters per scenario is ten opzichte van **de nullijn** uitgezet in de figuren 7, 8 en 9. (De figuren moeten dus vanaf de nullijn gelezen worden!!) De variatie in natuurwaarde van de hysteresisfactor voor de eerste 2 scenario's is gelijk aan nul omdat geen herstel wordt berekend.

⁵ Lees als figuur 2b

3.5.1 Maximale schade

Uit figuur 7 blijkt het volgende:

- C Voor een parameterwaarde kleiner dan de actuele (kleiner dan 1) is de volledigheid de gevoeligste modelparameter.
- C Voor een parameterwaarde groter dan de actuele waarde is het potentieel standplaats oppervlak de gevoeligste modelparameter.



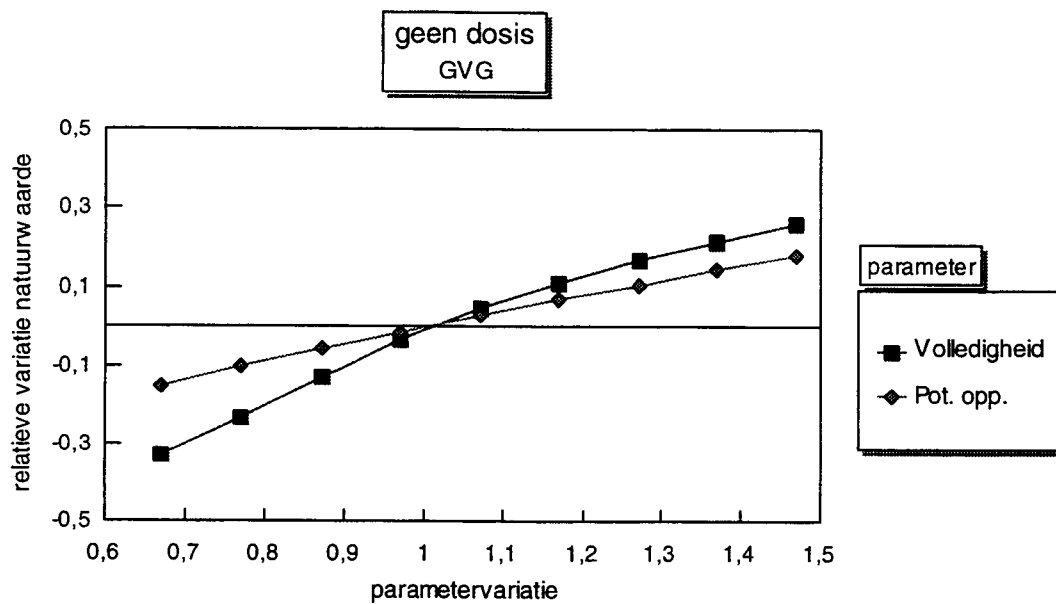
Figuur 7 Vergelijking van de parameters voor de scenario 'maximale schade'

3.5.2 Geen dosis

Uit figuur 8 blijkt het volgende:

- C De volledigheid is de gevoeligste modelparameter.

Figuur 8 geeft het belang van goede basisgegevens in FLORBASE voor een DEMNAT berekening aan. In FLORBASE wordt de volledigheid van een ecotoopgroep in een geïnventariseerde gridcel beschreven. Een kleine verandering in de begin-volledigheid veroorzaakt direct een andere natuurwaarde.



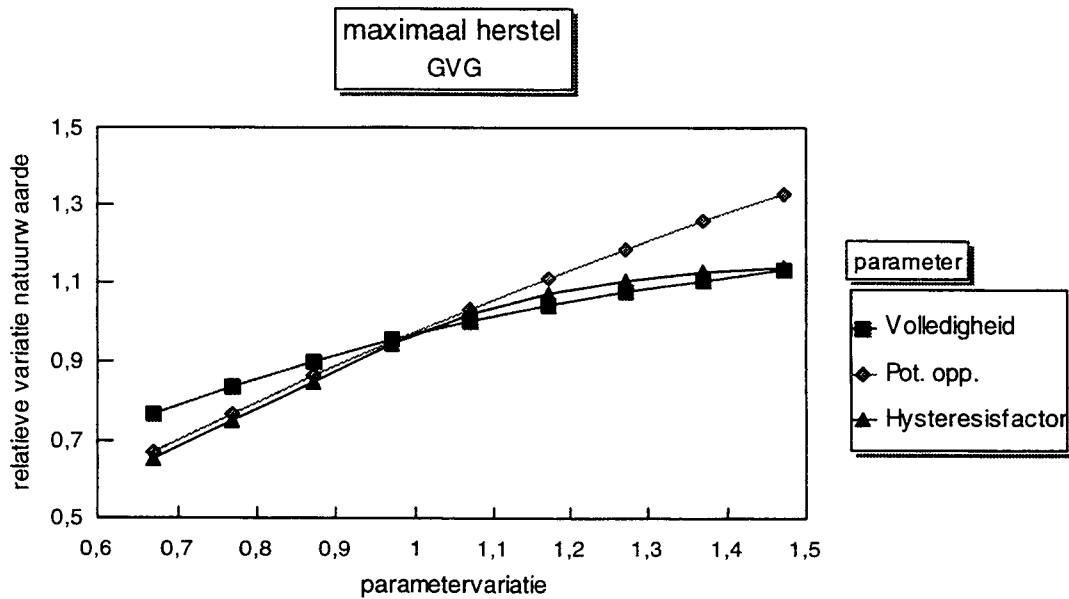
Figuur 8 Vergelijking van de parameters voor de scenario 'geen dosis'

3.5.3 Maximaal herstel

Uit figuur 9 blijkt het volgende:

- C Voor een parameterwaarde kleiner dan de actuele is de volledigheid de gevoeligste modelparameter.
- C Voor een parameterwaarde groter dan de actuele is het potentieel standplaats oppervlak de gevoeligste modelparameter.

De grootte variatie in natuurwaarde van de parameter potentieel standplaats oppervlak toont de gevoeligheid van deze parameter voor een herstelberekening aan. Een ecotoopgroep kan zich namelijk goed herstellen als de volledigheid na een dosis hoog is en als de standplaatsfactoren optimaal zijn (zie DEMNAT rapport 1, Witte *et al.*, pagina 70). Het potentieel standplaats oppervlak is tijdens een herstel-berekening in DEMNAT 2.0 gevoeliger voor veranderingen dan de volledigheid.



Figuur 9 Vergelijking van de parameters voor de scenario 'maximaal herstel'

3.6 Conclusies van de gevoeligheidsanalyse

- 1) Voor de schade-berekening is de modelparameter *volledigheid* de meest gevoelige parameter. Voor een herstel-berekening is de volledigheid een minder belangrijke parameter.
- 2) Voor de herstel-berekening is de modelparameter *potentieel standplaats oppervlak* de meest gevoelige parameter.
- 3) De herstel-berekening geeft in vergelijking met een schade-berekening een grote variatie ten opzichte van de huidige waarde weer. Verondersteld wordt dat het herstel binnen de voorspellingstermijn van 20 jaar vaak minder groot zal zijn dan de degradatie (Witte *et al.*, 1992). Hierdoor kan de vraag gesteld worden of het herstel niet enigszins overschat wordt.

4 GEVOELIGHEID VAN DE ECOTOOPGROEPEN VOOR VERSCHILLENDE DOSES

4.1 Inleiding

DEMNET berekent de ecologische effecten op terrestrische ecosystemen als gevolg van een hydrologische dosis. Het effect wordt berekend met behulp van dosis-effectfuncties waarmee de verandering in volledigheid kan worden berekend. De dosis-effectfuncties geven een indicatie van de 'gevoeligheid' van de ecotoopgroepen voor een hydrologische dosis. De bepaling van de 'gevoeligheid' staat in dit hoofdstuk beschreven. Het hoofdstuk is als volgt opgebouwd: paragraaf 4.2 beschrijft in het kort de dosis-effectfuncties, paragraaf 4.3 beschrijft de werkwijze en in paragraaf 4.4 staan de resultaten beschreven.

4.2 Methode

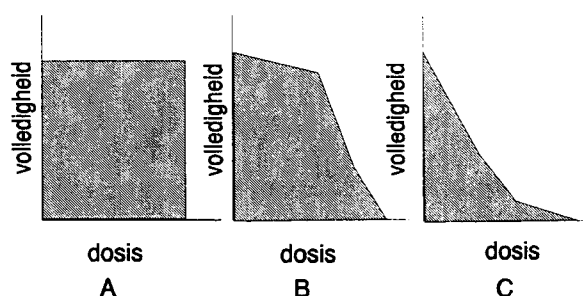
De dosis-effectfuncties worden per ecotoopgroep voor elke dosis (Δ GVG, Δ KWEL, Δ PGW, Δ WS) en elke ecoserie, in een gegevensbestand beschreven. De functie is beschreven als vijf x-y waarden waarvan de x-waarden in de onderstaande tabel genoemd worden. De x-waarde geeft daarbij de absolute (KWEL en PGW) of de relatieve waarde (GVG en WS) van de dosis aan. De y-waarde geeft de volledigheid aan. De dosis-effectfuncties worden uitgebreid beschreven in DEMNET rapport 7 (van der Linden *et al.*, 1992)

Tabel 3 De x-waarden van de dosis-effectfuncties

DOSIS	X1	X2	X3	X4	X5
Δ GVG (cm)	0	10	20	30	40
KWEL (mm/d)	0	0.5	1.0	1.5	2.0
PGW (%)	0	25	50	75	100
Δ WS (cm)	0	10	20	30	40

De gevoeligheid van een ecotoopgroep voor een bepaalde dosis wordt bepaald door de hellingshoek van de dosis-effectfunctie, hoe groter de hellingshoek, hoe gevoeliger. Een gemiddelde hellingshoek zegt echter niet veel over de gevoeligheid over het gehele traject van de dosis want deze kan voor verschillende functievormen hetzelfde zijn. Daarom is gekozen voor het functieoppervlak van de dosis-effectfunctie om de gevoeligheid aan te geven. Het functieoppervlak is het oppervlak dat omsloten wordt door de x-as, y-as en de dosis-effectfunctie. In de onderstaande figuren is de methode verduidelijkt.

DOSIS-EFFECT FUNCTIES



Figuur 10 Functieoppervlak dosis-effectfuncties. A: ongevoelig, B: matig gevoelig en C: gevoelig.

Figuur 10a geeft een dosis-effectfunctie weer waarbij de ecotoopgroep ongevoelig is voor een dosis. Het functie-oppervlak is dan maximaal. Figuur 10b behoudt een hoge volledigheid bij een geringe dosis en in figuur 10c neemt de volledigheid snel af bij een geringe dosis. Het functie-oppervlak van figuur 10a is groter dan dat van figuur 10b en figuur 10b is weer groter dan 10c. Hieruit volgt dat het functie-oppervlak omgekeerd evenredig is met de gevoeligheid van een ecotoopgroep voor een dosis.

4.3 Werkwijze

Om de verschillende doses te vergelijken is de gevoeligheid uitgedrukt als een *percentage* van het maximale functie-oppervlak. Het maximale functie-oppervlak is het oppervlak waarbij de ecotoopgroep niet gevoelig is voor een dosis (de volledigheid is bij elke x-waarde gelijk aan 1.0, zie figuur 10a). De gevoeligheid, **Gev-factor** genoemd, wordt berekend volgens formule 13.

$$\text{Gev-factor} = \left(1 - \frac{\text{functieoppervlak}}{\text{maximale oppervlak}}\right) \times 100 \quad (13)$$

De Gev-factor is per dosis berekend voor elke combinatie ecoserie-ecotoopgroep.

Twee andere factoren zijn tevens belangrijk voor de bepaling van de gevoeligheid van een ecotoopgroep voor een dosis. Dit zijn de toepassingsfactor en het potentieel standplaats oppervlak.

- De toepassingsfactor geeft aan in welke mate de ecotoopgroep beïnvloed wordt door een dosis. Een verandering in GVG heeft bijvoorbeeld geen invloed op de ecotoopgroepen A12, A17 en A18 (verlandingsvegetatie). De toepassingsfactoren worden beschreven in bijlage 6. (zie ook DEMNAT rapport 1; Witte *et al.* 1992, pagina 70).

- Het potentieel standplaats oppervlak geeft aan wanneer een combinatie ecoserie-ecotoopgroep wordt aangetroffen. Het potentieel standplaats oppervlak is voor elke combinatie ecoserie-ecotoopgroep in terrestrisch Nederland gesommeerd en staat beschreven in bijlage 7.

Om een indicatie te geven van de gevoeligheid van een ecoserie voor een dosis zijn de Gev-factor en de toepassingsfactor vermenigvuldigd en gesommeerd voor elke ecotoopgroep. Het resultaat van deze berekening staat beschreven in bijlage 8. Uit dit overzicht is eenvoudig af te lezen dat met name de veengronden erg gevoelig zijn voor een verandering in de waterhuishouding. Mineralisatie treed al op bij een kleine ingreep. Gevoelig zijn ook de grindgronden, zandgronden met een dunne bovengrond en sterk verweerde gronden. Omdat het vochtleverend vermogen van deze gronden gering is kan een ingreep aanzienlijke gevolgen hebben. In dit overzicht is geen rekening gehouden met de potentie van de ecoseries om ecotoopgroepen te herbergen.

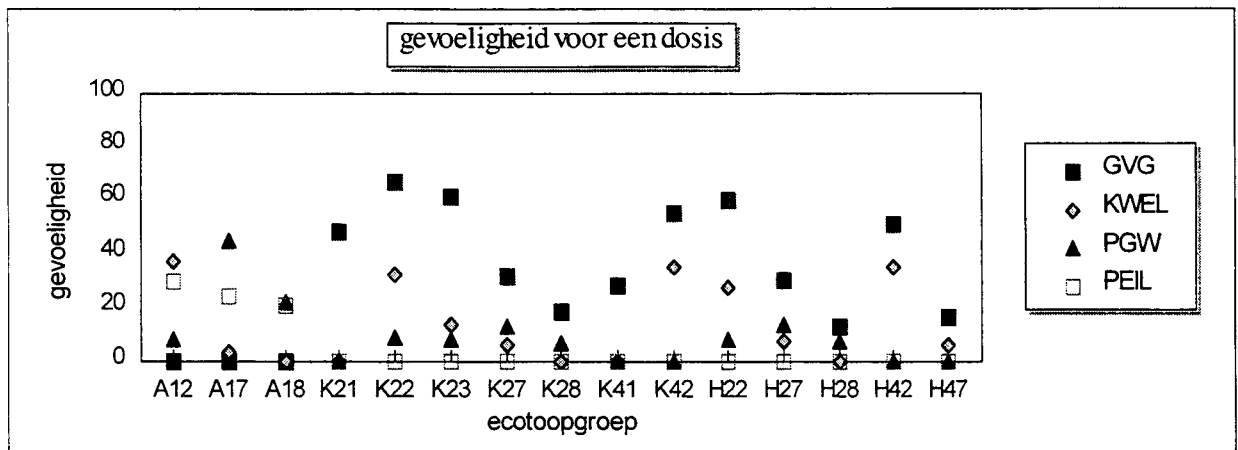
De Gev-factor van een combinatie ecoserie-ecotoopgroep en de toepassingsfactor zijn vermenigvuldigd met het gesommeerde potentieel standplaats oppervlak van de ecoserie-ecotoopgroep in Nederland. Om de combinaties onderling te vergelijken is het resultaat gewogen naar het totale potentiële standplaats oppervlak van een ecotoopgroep in Nederland. Het resultaat wordt de 'Gevoeligheid' van een combinatie ecoserie-ecotoopgroep voor een dosis genoemd. De resultaten staan beschreven in bijlage 9.

$$Gevoeligheid_{(ecoserie-ecotoopgroep)} = \frac{Gev-fact \times toefact \times \sum Pot\ standplaatsopp}{(Totale\ Pot\ standplaatsopp)_{ecotoopgroep}} \quad (14)$$

Vervolgens is de gevoeligheid van een ecotoopgroep bepaald door de gevoeligheden van alle ecoseries te sommeren (zie bijlage 9).

$$GEVOELIGHEID_{ecotoopgroep} = \sum Gevoeligheid_{(ecoserie-ecotoopgroep)} \quad (15)$$

De 'GEVOELIGHEID' van een ecotoopgroep' is grafisch weergegeven in figuur 11. De minimale waarde van de 'GEVOELIGHEID' is 0 en de maximale waarde 100.



Figuur 11 Gevoeligheid van een ecotoopgroep voor een dosis.

4.4 Bespreking van de resultaten

Hieronder staan de ecotoopgroepen genoemd die gevoelig zijn voor een bepaalde hydrologische dosis in DEMNAT 2.0. Tevens staan de belangrijkste standplaats-factoren die beïnvloed worden door de hydrologische dosis genoemd.

DOSIS ECOTOOPGROEPEN

Δ GVG: Gevoelig zijn de ecotoopgroepen op voedselarme standplaatsen. Vooral de zwak-zure en de natte standplaatsen.

K21, K22, K23, K42, H22, H42

zuurgraad, vochttoestand, voedselrijkdom

Δ KWEL: Gevoelig zijn de ecotoopgroepen op voedselarme zwak zure standplaatsen.

A12, K22, K42, H22, H42

zuurgraad, voedselrijkdom

Δ PGW: Gevoelig zijn de ecotoopgroepen op matig tot zeer voedselrijke standplaatsen.

A17, A18, K27, H27

voedselrijkdom

Δ WS: Gevoelig zijn de ecotoopgroepen van het type verlandings- en zoetwatervegetaties. Voedselarme tot matig voedselrijk en zwak zuur.

A12

waterdiepte, zuurgraad

Figuur 11 geeft ook de onderlinge verhoudingen van de standplaatsfactoren ten aanzien van de gevoeligheid weer. De volgende verhoudingen zijn uit het figuur af te lezen:

- basische en zwak zure standplaatsen zijn gevoeliger dan zure of indifferente.
- natte standplaatsen zijn gevoeliger dan vochtige.
- voedselarme zijn gevoeliger dan matig voedselrijke en die zijn weer gevoeliger dan voedselrijke standplaatsen.

De resultaten van hoofdstuk 3 komen overeen met verwachting uit eerdere DEMNAT rapporten. (van der Linden *et al.*, 1992).

5 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

5.1 Conclusies

- 1 Uit de resultaten van de gevoeligheidsanalyse blijkt dat algemene opvattingen ten aanzien van het gedrag van ecosystemen grotendeels tot uiting komen bij de resultaten van DEMNAT. Dit blijkt onder andere uit:
 - De gevoeligheid voor een hydrologische dosis varieert per grondsoort of ecoserie, de hydrologische dosis beïnvloedt specifieke standplaatsfactoren. Vooral de voedselarme ecotoopgroepen, en daarbinnen met name de zwak zure, zijn kwetsbaar.
 - Veranderingen in de gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand hebben de grootste effecten op de volledigheid van ecotoopgroepen.
 - De schade voor een ecotoopgroep met een lage volledigheid neemt af naarmate de begin-volledigheid kleiner is.
- 2 Het potentieel standplaats oppervlak is de belangrijkste parameter voor een herstelberekening.
- 3 De volledigheid is de belangrijkste parameter voor de schade-berekening.
- 4 Uit deskundigenoordeel blijkt dat ondanks de hysteresisfactor, de herstelberekening vrij hoog is. Hieruit zou men kunnen concluderen dat het herstel enigszins wordt overschat.
- 5 Een geringe variatie in de modelparameters heeft grote gevolgen voor de DEMNAT-resultaten. Dit benadrukt dat de resultaten van een DEMNAT-berekening met voorzichtigheid geïnterpreteerd dienen te worden. De resultaten hebben een indicatief karakter en hebben vooral een betekenis als ze tegen andere DEMNAT-uitkomsten afgezet worden.

5.2 Aanbevelingen

- Er moet meer onderzoek verricht worden naar het herstel van de vegetatie na hydrologische ingrepen om hieruit een betere herstelfunctie of hysteresisfactor af te kunnen leiden. De huidige hysteresisfactoren zijn gebaseerd op herstel in natuurgebieden.
- Aanvullende inventarisaties en analyses kunnen de kwaliteit van de invoergegevens van het DEMNAT-model verbeteren.

- Het herstel van een ecotoopgroep moet per ecoserie worden uitsplitsen. Het herstel wordt in DEMNAT 2.0 berekend voor elke ecoserie waar de ecotoopgroep voorkomt. Er is nauwelijks gedifferentieerd naar ecoserie en mede hierdoor wordt het herstel overschat.
- Voor de herstelberekening is aanvullende informatie nodig over bijvoorbeeld het beheer van het terrein. Wel of niet in natuurgebied, beheersgebied, enz.

LITERATUURLIJST

- Anderson M.P. en W.W. Woessner, 1992. Applied Groundwater modeling. Simulation of flow and advective transport.
- Clausman P.H.M.A. en W. van Wijngaarden, 1984. Verspreiding en ecologie van wilde planten in Zuid-Holland. Het vegetatie-onderzoek van de provincie Zuid-Holland. Deel A Waarderings-parameters.
- Gremmen N.J.M., 1986. Het verband tussen standplaatsindicatie en natuurbehoudindicatie van vaatplanten. Standplaats en plant. Studiecommissie Waterbeheer Natuur, Bos en Landschap.
- Heuvelink G.B.M., 1993. Nederlandse Geografische Studies. Samenvatting proefschrift: Foutenvoortplanting in kwantitatieve ruimtelijke modellering: Toepassingen in de geografische informatie systemen.
- Janssen P.H.M. en W. Slob en J. Rotmans, 1990. Gevoeligheidsanalyse en Onzekerheidsanalyse: een inventarisatie van ideeën, methoden en technieken. RIVM Rapport nr 958805001
- Klijn F., A. ten Harmsel en C.L.G. Groen, 1992. Ecoserie 2.0. Naar een ecoserieclassificatie, t.b.v. het ecohydrologisch voorspellingsmodel DEMNAT-2. DEMNAT rapport 5. RIVM
- Knaap van der W.G.M., A.M. van der Meer en J.W.N. van Smaalen, 1994. Zelfstudiepakket ARC/INFO. LUW
- Leeuw de L., 1994. Nauwkeurighedsaspecten bij GIS-analyses. GIS Nieuwsblad RWS nr 3.
- Linden van der M., J. Runhaar en M van 't Zelfde, 1992. Effecten van ingrepen in de waterhuishouding op vegetaties van natte en vochtige standplaatsen. DEMNAT rapport 7. CML Leiden
- Nienhuis J.G., 1994. Het ecohydrologisch voorspellingsmodel DEMNAT-2: Technische beschrijving. DEMNAT rapport 2. RIVM
- Nienhuis J.G., 1992. Het gebruik van een Geografisch Informatie Systeem t.b.v. het ecohydrologisch voorspellingsmodel DEMNAT-2. DEMNAT rapport 3. RIVM
- Schaminee J.H.J., L. van Duuren en A.J. de Bakker, 1992. Europese en mondiale verspreidingen van Nederlandse vaatplanten. Tijdschrift Gorteria Deel 18 nummer 3/4, juni 1992
- Witte J.P.M., C.L.G. Groen en J.G. Nienhuis, 1992. Het ecohydrologisch voorspellingsmodel DEMNAT-2; conceptuele modelbeschrijving. DEMNAT rapport 1.
- Witte J.P.M. en R. van der Meijden, 1992. Verspreiding en natuurwaarden van ecotoopgroepen in Nederland. DEMNAT rapport 6.
- Witte J.P.M., 1993. Vegetatie als middel en doel. Syllabus tweede-fase-opleiding milieukunde, blok natuur- en milieubeheer.
- Witte J.P.M. en R. van der Meijden, 1995. Verspreidingskaarten van de botanische kwaliteit in Nederland uit FLORBASE. Gorteria 21 (1/2), maart 95 blz 4 - 57.

Witte J.P.M. en R. van der Meijden, 1990. Natte en vochtige ecosystemen. Analyse van verspreidingen en veranderingen op basis van floristische en bodemkundige gegevens. Wetenschappelijke Mededeling KNNV nr. 200

Witte J.P.M., 1990. DEMNAT: aanzet tot een landelijk ecohydrologisch voorspellingsmodel. RIZA nota nr 90.057

DEMNET-2.1 uitgaven

Van Ek, R., J.P.M. Witte, J. Runhaar, F. Klijn, J.G. Nienhuis & J. Hoogeveen, 1996. Beschrijving van het ecohydrologische model DEMNET versie 2.1. DEMNET-2.1 rapport 1 (hoofdrapport). RIZA rapport 96.059, Lelystad, RIVM rapport 715001003, Bilthoven, ISBN 9036950201.

Klijn, F., J. Runhaar & M. van 't Zelfde, 1996. Ecoseries-2.1: verbetering en operationalisatie van een classificatie van ecoseries voor DEMNET-2.1, DEMNET-2.1 rapport 2, RIZA rapport 96.060, Lelystad, ISBN 903695021x.

Runhaar, J. & J.P.M. Witte, 1996. Toekomstverkenning DEMNET. DEMNET-2.1 rapport 3, RIZA rapport 96.061, Lelystad, ISBN 9036950228.

Runhaar, J. R. van Ek, H.B. Bos & M. van 't Zelfde, 1996. Dosis-effect module DEMNET versie 2.1. DEMNET-2.1 rapport 4, RIZA rapport 96.062, Lelystad, ISBN 9036950236.

Runhaar, J. M. van der Linden & J.P.M. Witte, 1996. Waterplanten en saliniteit. DEMNET-2.1 rapport 5, RIZA rapport 96.063, Lelystad, ISBN 9036950244.

Pakes, U. 1996. Gebruikershandleiding DEMNET-2.1 SUN versie. DEMNET-2.1 rapport 6, RIZA rapport 96.064, Lelystad, ISBN 9036950252.

Bleij, B. & J.P.M. Witte, 1996. Aggregatie van DEMNET uitkomsten: Een programma-pakket voor de aggregatie van DEMNET-uitkomsten per km² naar districten van willekeurige vorm en grootte. DEMNET-2.1 rapport 7, RIZA rapport 96.065, Lelystad, ISBN 9036950260.

Arts, M. J.P.M. Witte & R. van Ek, 1996. Gevoeligheidsanalyse DEMNET-2.0. DEMNET-2.1 rapport 8, RIZA rapport 96.066, Lelystad, ISBN 9036950279.

Bos, H.B. & R. van Ek, 1996. Technische modelbeschrijving DEMNET-2.1. DEMNET-2.1 rapport 9, RIZA rapport 96.067, Lelystad, ISBN 9036950287.

BIJLAGE 1

GEGEVENS VAN HET TESTGEBIED

Gegevens van het testgebied:

DE GESOMMEERDE NATUURWAARDE VOOR ONGEWIJZIGDE PARAMETERINSTELLING

Scenario's	GVG	KWEL	PGW	PEIL
maximale schade	46940.1	84198.0	80229.9	89444.3
matige schade	66303.1	90324.8	90987.1	96174.5
geen dosis	107316.3	107316.3	107316.3	107316.3
matig herstel	161596.6	137040.9	139705.5	124067.0
maximaal herstel	211893.4	153961.7	162485.4	137367.4

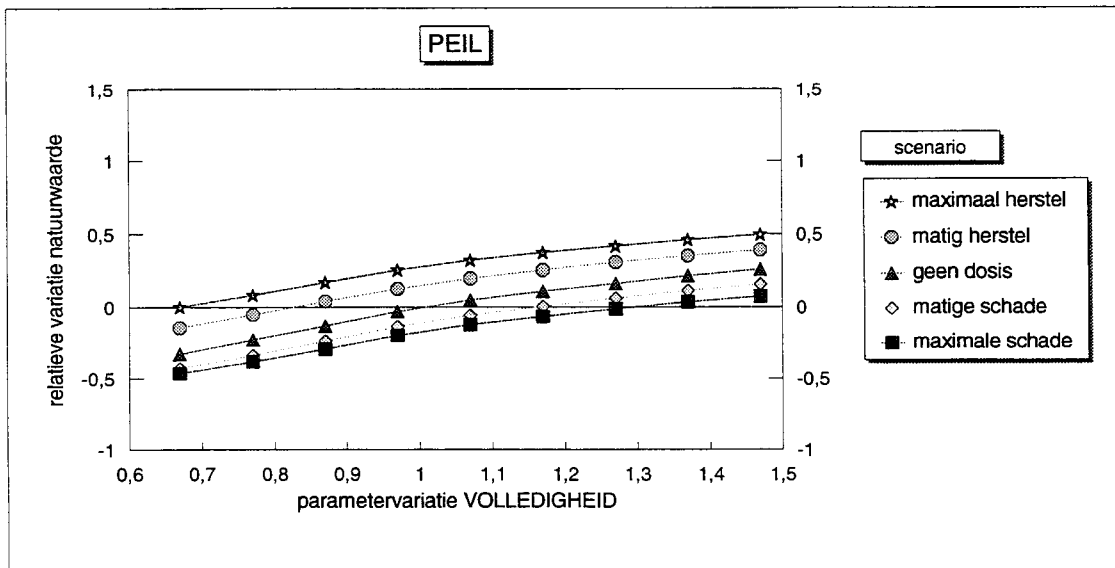
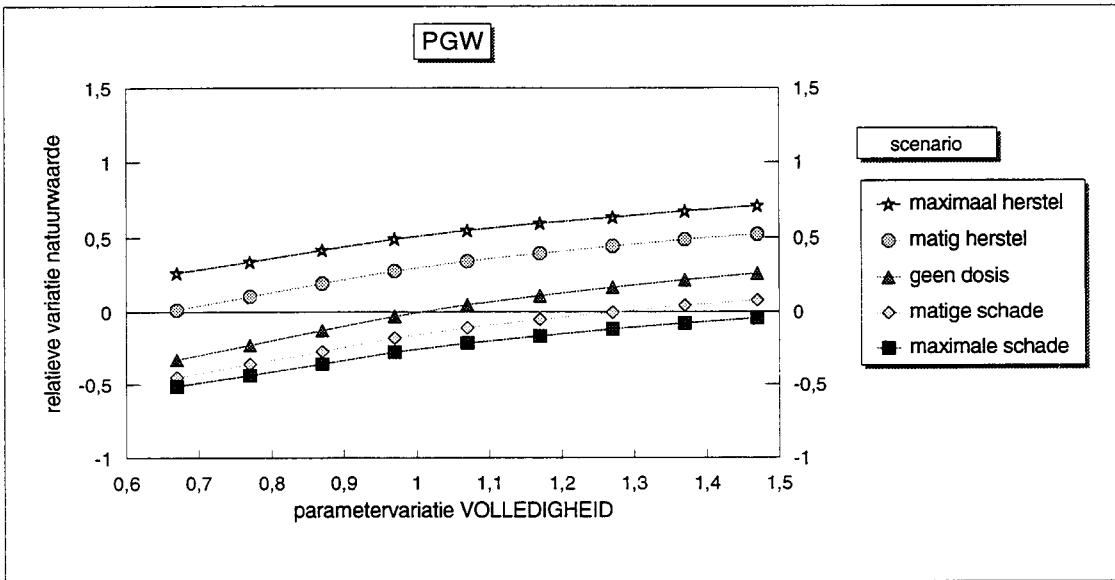
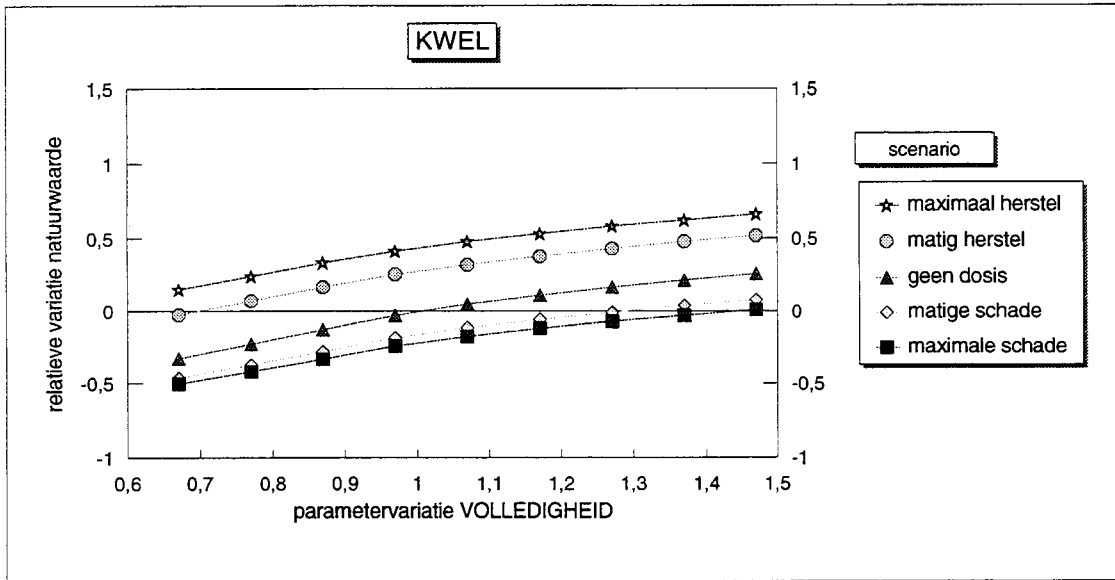
Gegevens per ecotoopgroep:

ECOTOOPGROEP	POTENTIËLE NATUUR WAARDE	HYSERESIS FACTOR	POTENTIEEL OPPERVLAK (ha)	ACTUELE NATUUR WAARDE (nwe)
A12	43,9	0,7	175	1083,2
A17	2,4	0,9	22802	8852,1
A18	1,0	1	22867,9	11925,1
K21	6,5	0,8	5940,0	6064,0
K22	7,2	0,7	12627,5	5431,9
K23	21,7	0,7	600,0	4672,7
K27	1,6	0,9	92204,8	10794,2
K28	1,0	1	47185	16445,4
K41	2,2	0,8	59319,6	8679,2
K42	6,1	0,7	21408,7	5388,4
H22	18,4	0,8	4834	3611,3
H27	2,2	0,9	82103	8047,5
H28	3,7	1	46709,8	8449,4
H42	4,0	0,7	17738,7	2527,8
H47	2,2	0,9	258342	5344,0
totaal			694.858,00	107.316,20

(bron: DEMNAT versie 2.0)

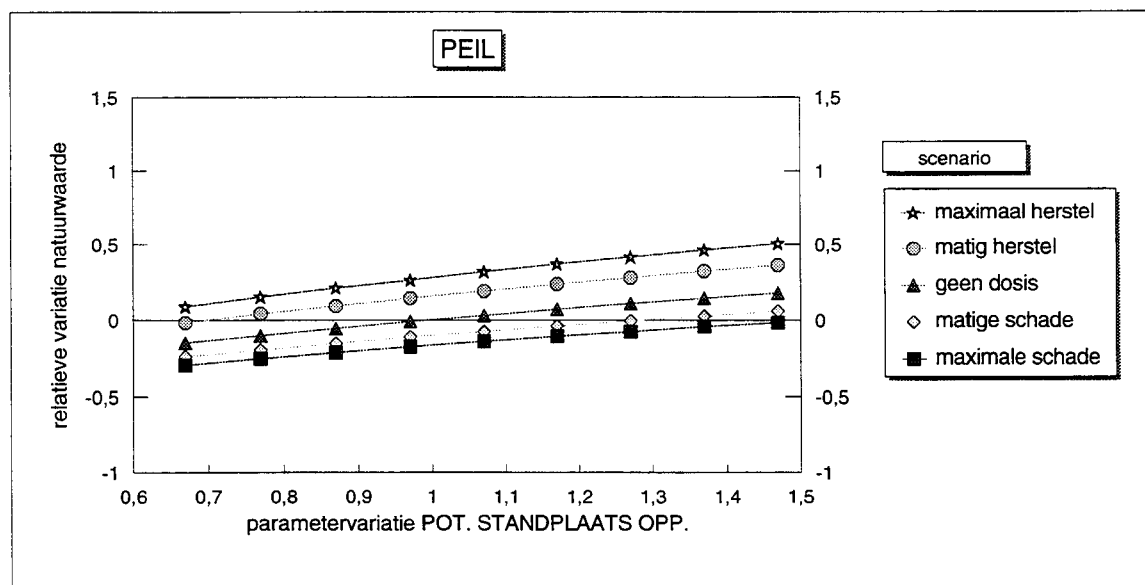
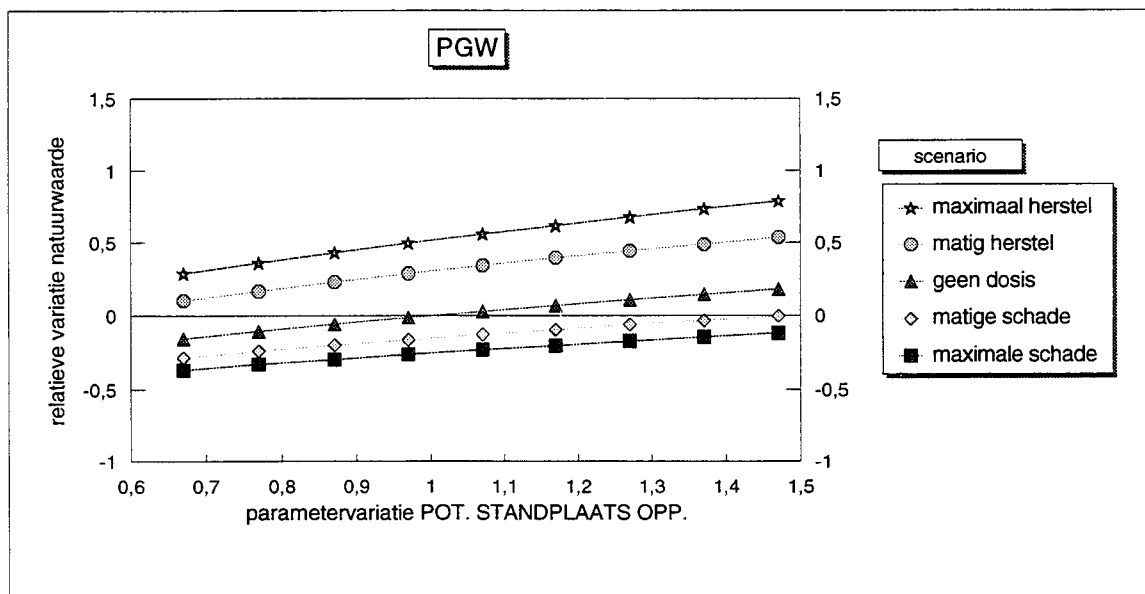
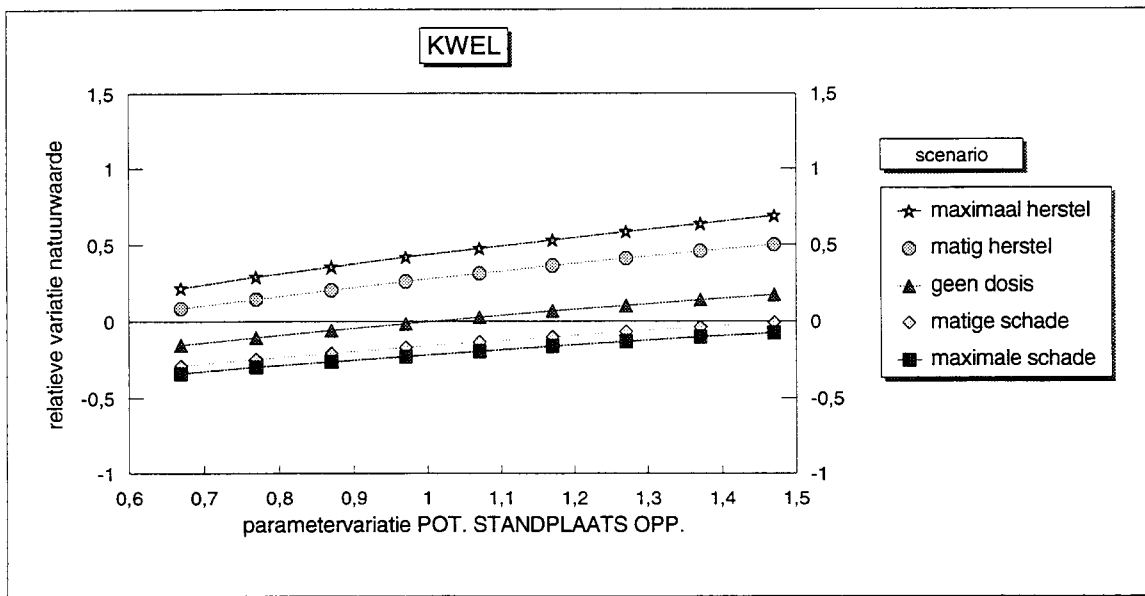
BIJLAGE 2

**GEVOELIGHEID VOOR VARIATIE IN DE VOLLEDIGHEID
VOOR DE DOSES KWEL, PGW, PEIL**



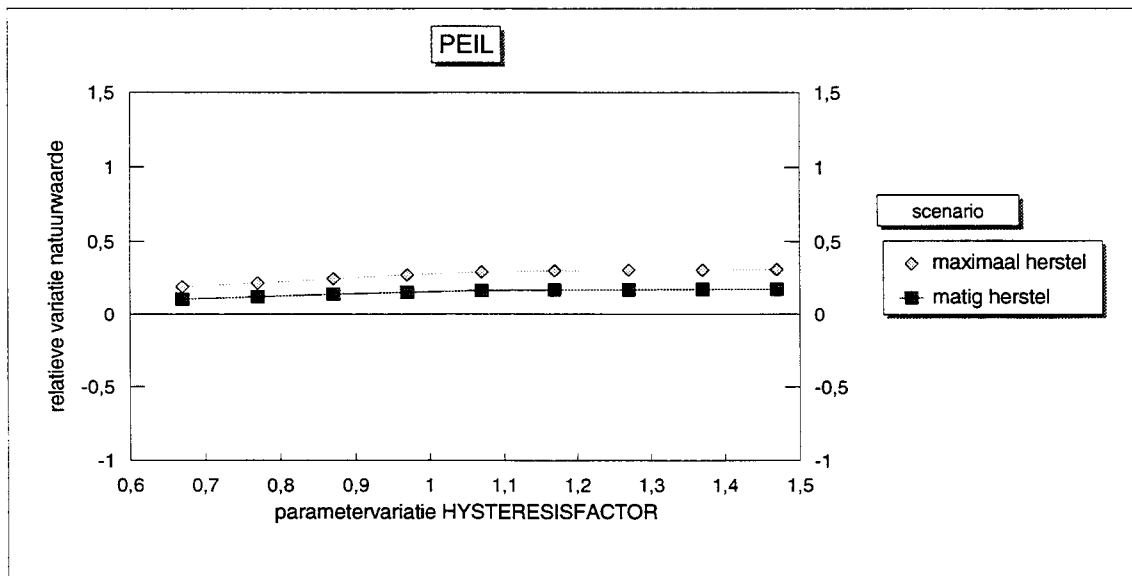
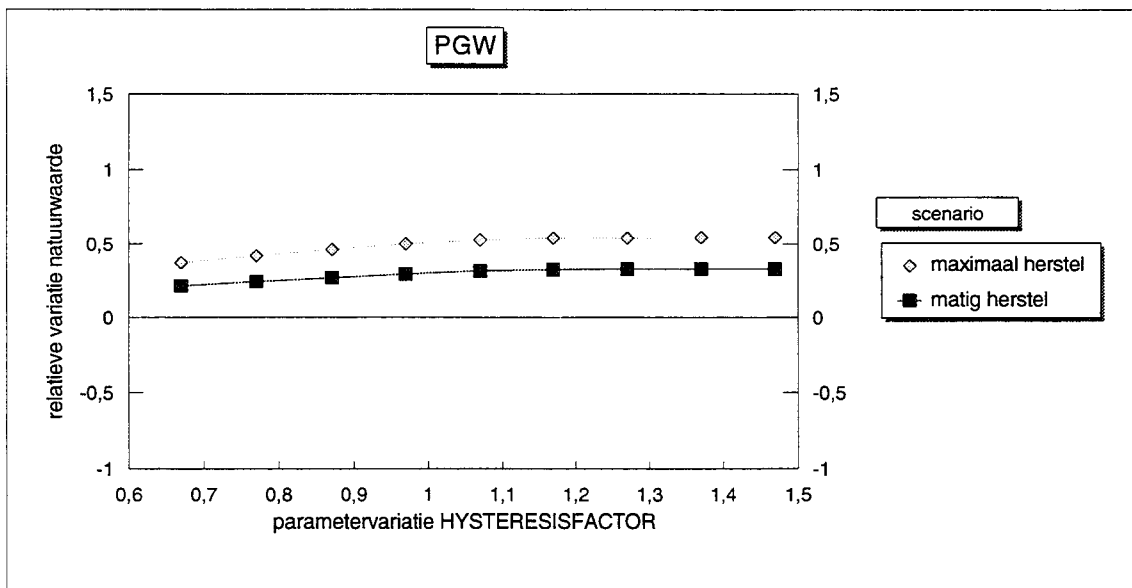
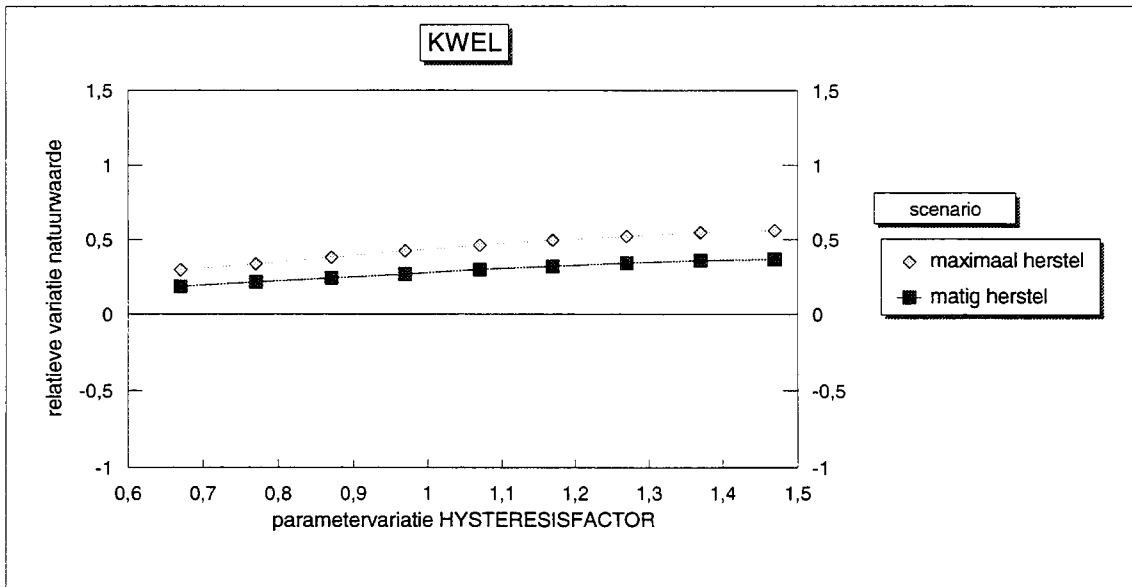
BIJLAGE 3

**GEVOELIGHEID VOOR VARIATIE IN HET POTENTIEEL
STANDPLAATS OPPERVLAK VOOR DE DOSES KWEL, PGW, PEIL**



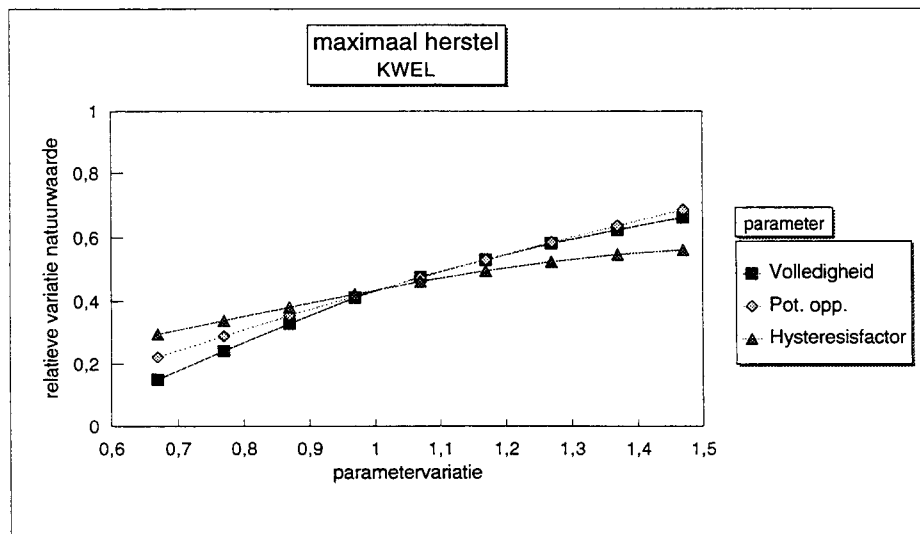
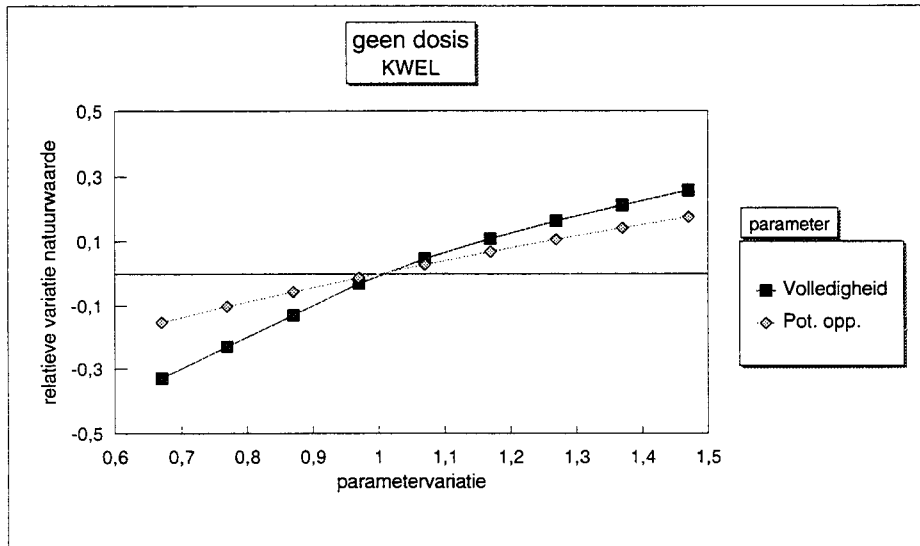
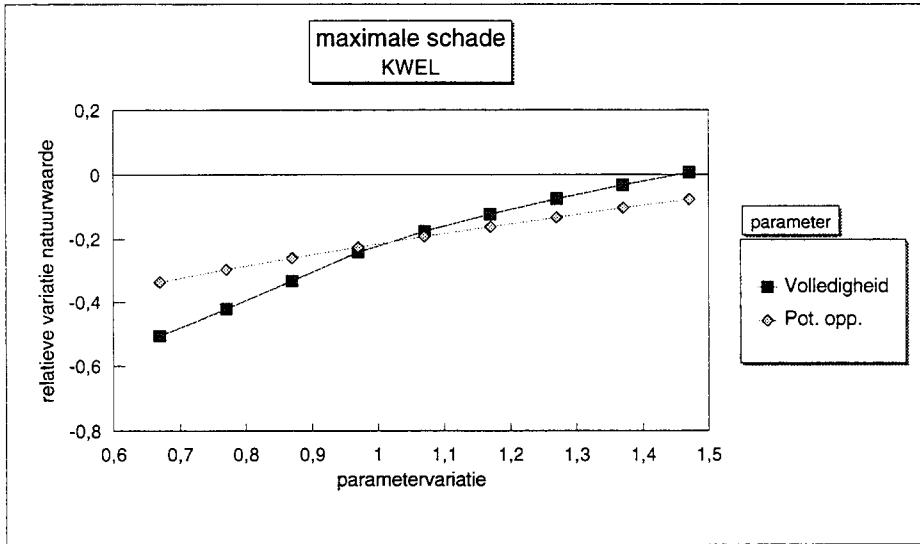
BIJLAGE 4

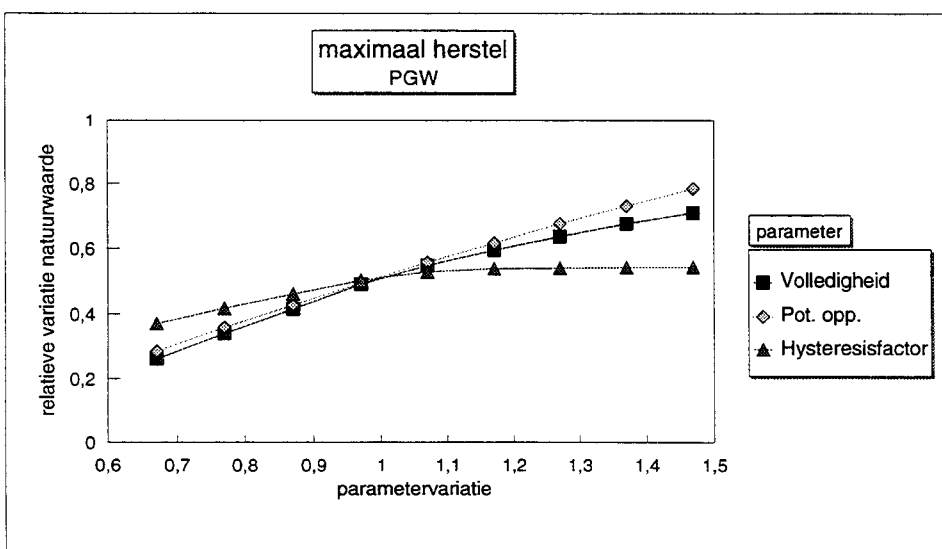
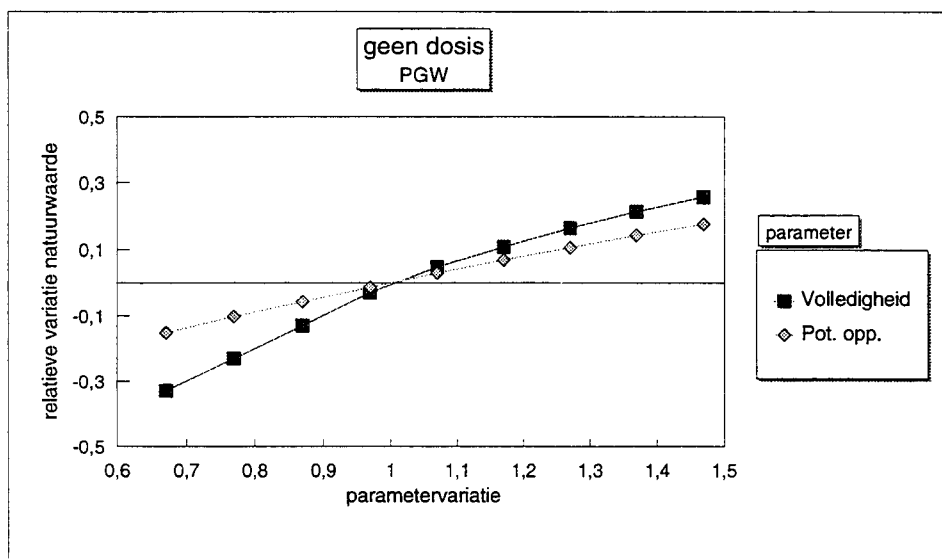
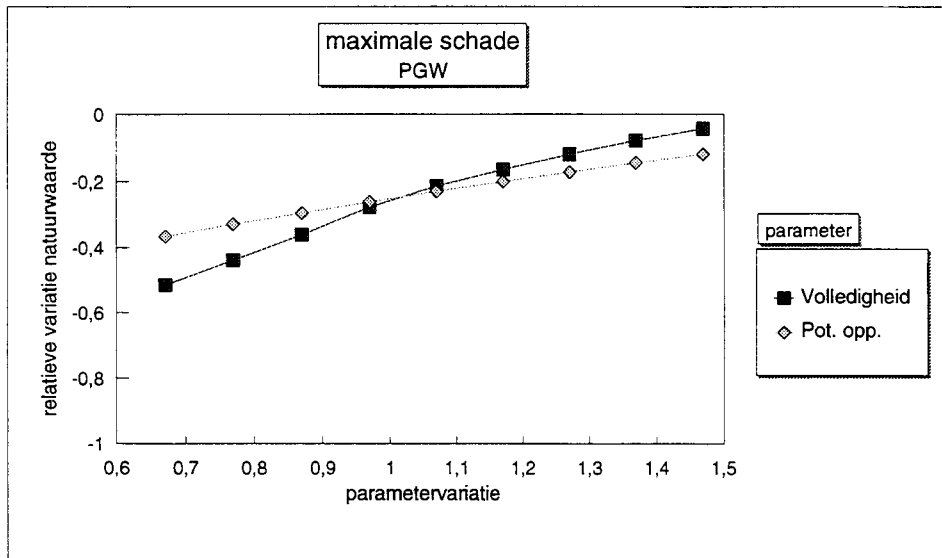
**GEVOELIGHEID VOOR VARIATIE IN DE HYSTERESISFACTOR
VOOR DE DOSES KWEL, PGW, PEIL**

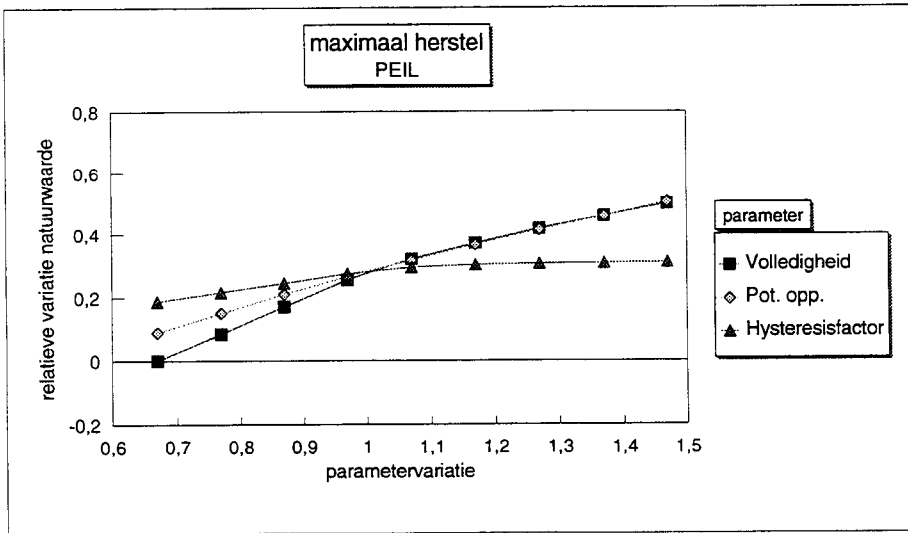
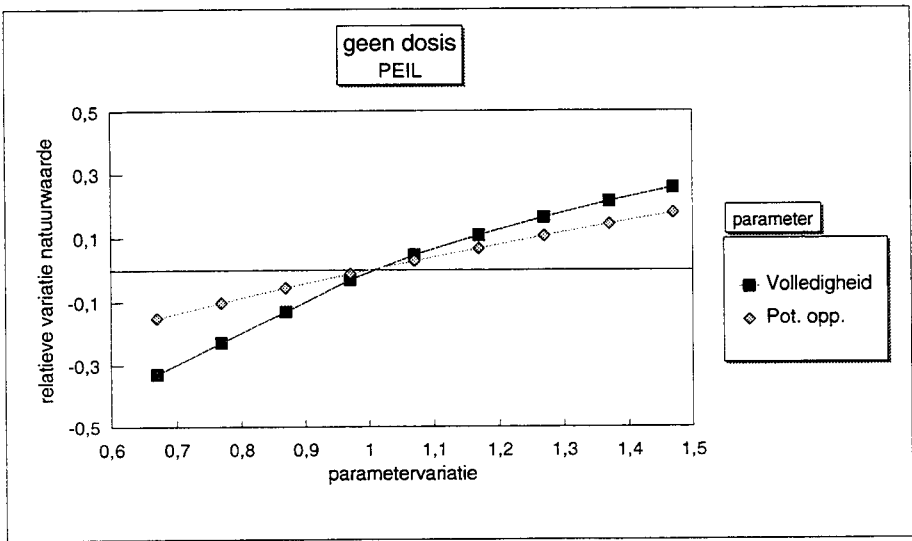
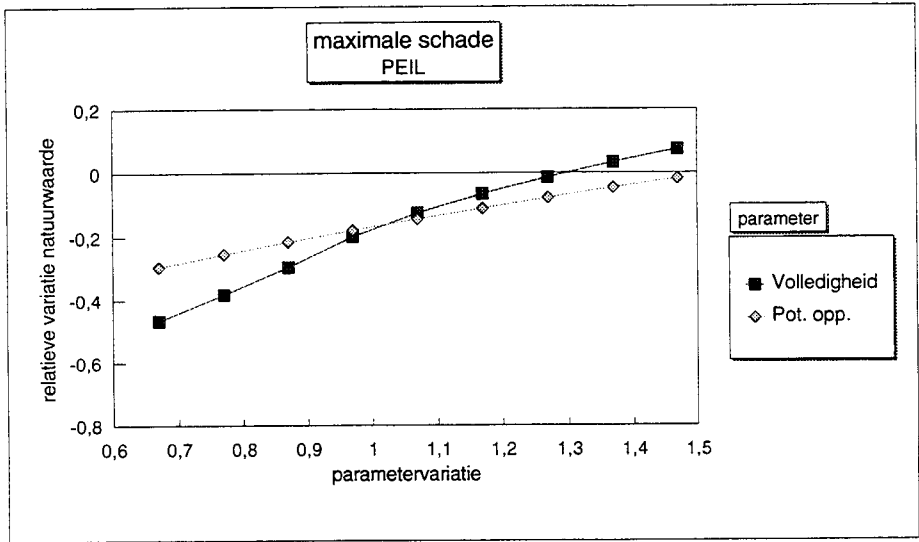


BIJLAGE 5

VERGELIJKING VAN DE PARAMETERS VOOR DE DOSES KWEL, PGW, PEIL







BIJLAGE 6

TOEPASSINGSFACTOREN

TOEPASSINGSFACTOREN

ECOTOOPGROEP	DOSIS			
	GVG	KWEL	PGW	WS
A12	0	1	0.1	1
A17	0	1	0.8	1
A18	0	0	1	1
K21	1	0	0	0
K22	1	1	0.1	0
K23	1	1	0.1	0
K27	1	1	0.2	0
K28	1	0	0.3	0
K41	1	0	0	0
K42	1	1	0	0
H22	1	1	0.1	0
H27	1	1	0.2	0
H28	1	0	0.3	0
H42	1	1	0	0
H47	1	1	0	0

(bron: Witte *et al.*, 1992; DEMNAT rapport 1)

BIJLAGE 7

POTENTIEEL STANDPLAATS OPPERVLAK VOOR ELKE COMBINATIE
ECOSERIE-ECOTOOPGROEP

POTENTIEEL STANDPLAATSOPPERVLAK VOOR ELKE COMBINATIE ECOSERIE- ECOTOOPGROEP

ECOSERIE	ECOTOOPGROEPEN															
	A12	A17	A18	K21	K22	K23	K27	K28	K41	K42	H22	H27	H28	H42	H47	
101	0,17	0,08	0,21	1278,61	0,31	0,00	0,13	0,19	1415,35	0,04	0,14	0,12	0,12	0,04	0,02	
102	218,45	3994,53	3,05	4920,40	5458,13	0,00	11531,38	3,08	5522,25	807,64	3970,22	10755,50	2,73	557,29	4582,89	
103	26,43	93,12	0,29	289,69	436,38	0,00	32,34	0,30	662,10	238,65	125,86	31,42	0,29	136,00	61,03	
104	6,24	15373,93	3456,82	1106,99	3675,40	0,00	38816,97	15429,14	0,39	2,34	1613,20	36157,41	14716,24	1,42	20646,77	
105	0,63	1297,92	381,64	90,10	263,98	0,00	3585,08	397,92	0,00	261,65	149,84	3410,10	316,83	228,35	3510,55	
106	0,20	285,56	91,86	0,02	242,30	0,00	1270,36	92,29	0,00	70,23	106,74	1173,41	90,70	58,19	856,61	
107	0,02	26,17	14,63	0,00	14,51	0,00	122,08	14,76	0,00	7,18	10,26	113,78	14,76	7,17	125,98	
108	0,00	3484,74	14054,03	1,88	2348,80	0,00	50442,30	28551,82	0,05	1572,35	1012,03	48059,10	27821,45	823,26	8955,39	
109	0,00	47,12	16,52	0,00	7,46	0,00	199,28	47,12	0,00	4,04	6,25	197,94	38,77	4,74	21,26	
110	0,12	370,01	0,37	1,33	56,40	0,00	398,69	174,76	0,01	0,05	33,54	362,07	154,37	0,03	2861,91	
111	0,06	232,13	0,47	0,04	17,73	0,00	205,57	0,24	21,47	17,00	9,53	205,57	0,18	11,50	4434,06	
201	0,00	2433,19	1493,05	0,00	0,00	0,00	7452,11	3487,76	0,00	0,00	0,00	6193,25	3070,01	0,00	59908,30	
202	0,00	0,75	201,26	0,00	0,00	0,00	406,81	401,43	0,00	0,00	0,00	390,80	384,70	0,00	6365,97	
203	0,00	3895,96	4330,15	0,00	0,00	0,00	6723,55	6798,66	0,00	0,00	0,00	5073,45	6147,44	0,00	33203,18	
204	0,00	2148,62	7756,87	0,00	0,00	0,00	4339,76	2644,99	0,00	0,00	0,00	2569,76	2416,26	0,00	174962,94	
205	0,00	242,97	8,35	0,00	0,00	0,00	171,53	41,28	0,00	0,00	0,00	161,87	39,79	0,00	26358,85	
206	0,00	52,44	1483,10	0,00	0,00	0,00	648,06	1248,71	0,00	0,00	0,00	370,11	1153,31	0,00	976,77	
207	0,00	219,69	85,99	0,00	0,00	0,00	1965,31	561,63	0,00	0,00	0,00	1719,26	522,82	0,00	2582,05	
208	0,00	1505,25	1668,38	0,00	0,00	0,00	13045,40	12678,23	0,00	0,00	0,00	12079,20	12366,72	0,00	8715,77	
209	0,00	546,89	2079,61	0,00	0,00	0,00	4667,23	4544,50	0,00	0,00	0,00	3418,07	4509,12	0,00	2251,82	
210	0,01	0,06	0,08	0,01	41,12	0,00	0,10	0,09	0,02	1017,88	3,32	0,09	0,06	1237,21	666,64	
211	0,01	0,05	0,06	0,00	0,02	0,06	0,11	0,10	0,00	0,00	0,00	0,11	0,08	0,00	769,19	
212	2,44	7,37	0,01	0,74	70,11	0,00	30,49	0,90	962,75	4072,26	18,23	30,41	0,69	3808,51	2253,76	
213	77,95	0,00	0,00	34,90	4,08	0,00	19,60	0,00	3046,69	910,89	1,68	18,43	0,00	940,53	950,03	
230	0,00	0,00	1446,23	0,00	0,00	0,00	0,00	1544,21	0,00	0,00	0,00	0,00	1408,90	0,00	0,00	
301	3,97	4092,76	4,97	241,41	4939,47	0,00	2147,68	4,82	6299,44	9387,51	2905,59	1990,49	4,20	7251,59	35886,16	
302	0,22	388,05	0,49	39,27	661,80	0,00	283,86	0,49	339,00	942,79	180,26	253,40	0,46	774,01	1904,54	
303	0,00	406,77	81,45	0,00	0,20	0,00	1910,03	457,17	0,00	0,11	0,03	1856,46	438,82	0,04	2398,38	
304	7,41	423,91	12,08	2011,44	9469,83	0,80	2182,60	18,14	24133,80	36538,59	3950,55	2079,21	13,02	39749,75	22080,80	
305	0,60	40,55	0,11	209,79	872,19	0,08	200,22	1,10	1880,42	3671,66	352,38	181,59	1,01	3608,87	1964,45	
306	0,26	0,43	0,48	0,00	12,96	0,16	47,34	0,48	0,00	1291,94	0,49	41,16	0,47	1090,83	4024,37	
307	40,59	5,59	0,70	753,95	6,20	0,00	60,40	1,44	3664,28	0,58	3,53	49,31	1,12	0,43	240,39	
308	0,01	0,05	0,00	13,44	79,47	0,00	0,05	0,06	103,39	23,95	33,68	0,05	0,05	49,69	15,82	
309	0,18	0,21	0,00	107,92	88,42	0,00	0,69	0,00	1207,99	106,49	17,75	0,66	0,00	112,61	143,56	
310	2,36	71,60	0,00	0,00	1241,85	406,32	331,48	0,00	0,00	2114,73	175,78	287,11	0,00	1010,20	468,79	
311	0,01	1,01	0,00	0,00	73,60	53,76	6,41	0,00	0,00	167,90	22,56	3,53	0,00	47,29	116,04	
312	37,59	5,73	0,02	714,21	17,91	0,00	68,03	0,02	79344,23	7,00	5,17	58,42	0,01	6,92	5156,66	
313	0,89	1,13	1,40	2585,75	1,93	0,00	57,89	3,54	24919,78	0,73	0,67	35,76	2,50	0,71	4864,82	
314	2,99	0,04	0,00	56,60	6,35	0,00	2,05	0,00	1446,23	1,43	3,06	1,50	0,00	1,53	0,66	
315	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,49	0,00	0,00	0,00	0,86	0,00	
316	32,73	22,41	0,00	77,56	336,79	32,99	50,93	0,00	62,85	300,39	86,38	31,21	0,00	306,15	11,61	
317	0,02	0,02	0,00	0,00	9,49	41,71	12,87	0,00	0,00	549,89	0,31	11,54	0,00	467,01	153,83	
318	1,56	997,56	196,35	0,00	1,40	0,00	7987,65	865,33	0,00	0,74	0,48	7642,62	696,10	0,74	18455,53	
319	0,19	150,11	28,48	0,00	28,66	0,00	1316,17	162,31	0,00	89,39	19,91	1295,33	147,78	127,94	3402,20	
320	0,00	12,74	2,93	0,00	0,00	0,06	371,01	47,26	0,00	0,00	0,00	179,88	42,45	0,00	3053,42	
330	0,00	67,89	66,96	0,00	0,00	784,21	1088,72	1098,92	0,00	0,00	0,00	623,91	816,74	0,00	772,89	
401	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,94	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
501	0,05	0,61	0,58	0,00	0,66	0,00	0,95	0,91	0,00	1273,65	0,15	0,84	0,76	1764,08	8107,88	
502	0,15	18,13	0,77	0,00	0,57	17,79	76,48	0,88	0,00	0,24	0,16	76,40	0,72	0,23	3957,68	
601	3,37	3,75	2,91	1,00	5,30	5,31	4,43	3,71	0,00	0,00	0,75	3,23	3,17	0,00	0,00	
602	0,00	0,01	7,90	0,00	0,00	0,00	0,01	10,36	0,00	0,00	0,00	0,01	8,27	0,00	4,09	
603	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
TOTAAL (in ha)	467,89	42969,60	38981,61	14537,04	30491,79	1343,27	164282,15	81341,04	155034,44	65453,38	14820,48	149194,84	77353,98	64185,72	483206,32	
TOTAAL NEDERLAND	1383664 ha	ongeveer 40% van het totaal terrestrische oppervlak van Nederland														

61

BIJLAGE 8

GEVOELIGHEID VAN DE ECOSERIE VOOR EEN DOSIS

Gesommeerde waarden van de Gev-factor * toepassingsfactor

ECOSERIE	nummer	GVG	KWEL	PGW	PEIL	SOM
primair oligotroof veen, niet veraard	101	413,4	359,0	175,1	103,5	1051,01
primair oligotroof veen	102	413,4	359,0	175,1	103,5	1051,01
primair oligotroof veen met ijzeraanreiking	103	413,4	359,0	175,1	103,5	1051,01
primair meso-eutroof veen	104	586,6	221,0	175,1	59,3	1042,01
primair meso-eutroof veen met zanddek	105	619,8	221,0	175,1	59,3	1075,14
primair meso-eutroof veen met ijzeraanreiking	106	586,6	221,0	175,1	59,3	1042,01
primair meso-eutroof veen met ijzeraanreiking en zanddek	107	619,8	221,0	175,1	59,3	1075,14
veen met kleidek	108	428,3	79,4	175,1	59,3	742,01
veen met kleidek met ijzeraanreiking	109	428,3	78,1	175,1	57,3	738,83
veen op zand	110	586,6	221,0	175,1	59,3	1042,01
veen op zand met zanddek	111	619,8	221,0	175,1	59,3	1075,14
kalkloze lichte klei en zavel	201	317,5	79,4	96,6	59,3	552,75
kalkloze lichte klei en zavel op zand	202	317,5	79,4	96,6	59,3	552,75
kalkloze zware klei	203	199,4	79,4	96,6	59,3	434,63
kalkrijke lichte klei en zavel	204	239,8	19,2	96,6	59,3	414,88
kalkrijke lichte klei en zavel op zand	205	239,8	19,2	96,6	59,3	414,88
kalkrijke zware klei	206	106,9	19,2	96,6	59,3	282,00
kalkarme lichte klei en zavel op zand	207	317,5	79,4	96,6	59,3	552,75
kalkarme zware klei op veen	208	199,4	79,4	96,6	59,3	434,63
moerige zeeklei	209	511,0	313,6	96,6	59,3	980,50
kalkarme kalkverweringsgronden	210	199,4	79,4	96,6	59,3	434,63
kalkrijke kalkverweringsgronden	211	106,9	19,2	96,6	59,3	282,00
oude sterk verweerde kleigronden	212	304,9	221,0	96,6	59,3	681,75
oude sterk verweerde kleigronden met zanddek	213	436,1	313,6	96,6	59,3	905,63
buitendijkse kleigronden	230	231,4	10,4	96,6	59,3	397,63
moerige zandgronden	301	553,6	221,0	96,6	103,5	974,75
moerige zandgronden met ijzeraanreiking	302	553,6	221,0	96,6	103,5	974,75
moerige zandgronden met kleidek	303	553,6	221,0	96,6	103,5	974,75
kalkloze zandgronden met eerdlaag of matig dik humeus pakket	304	556,3	313,6	96,6	103,5	1070,00
kalkloze zandgronden met eerdlaag of matig dik humeus pakket en ijzeraanreiking	305	556,3	313,6	96,6	103,5	1070,00
kalkhoudende zandgronden met eerdlaag of matig dik humeus pakket	306	569,5	30,4	96,6	103,5	800,00
kalkloze zandgronden met een dunne bovengrond	307	637,8	313,6	96,6	103,5	1151,50
kalkloze zandgronden met een dunne bovengrond met ijzeraanreiking	308	637,8	313,6	96,6	103,5	1151,50
lemige kalkloze zandgronden met een dunne bovengrond	309	471,9	221,0	96,6	103,5	893,00
kalkhoudende zandgronden met een dunne bovengrond	310	544,1	30,4	96,6	103,5	774,63
lemige kalkhoudende zandgronden met een dunne bovengrond	311	360,3	30,4	96,6	103,5	590,75
kalkloze humeuze zandgronden	312	637,8	313,6	96,6	103,5	1151,50
lemige kalkloze humeuze zandgronden	313	471,9	221,0	96,6	103,5	893,00
kalkloze zandgronden zonder bovengrond	314	634,0	313,6	96,6	103,5	1147,75
lemige kalkloze zandgronden zonder bovengrond	315	465,1	221,0	96,6	103,5	886,25
kalkarme zandgrond zonder bovengrond	316	558,8	79,4	96,6	103,5	838,25
kalkhoudende zandgrond zonder bovengrond	317	509,3	19,2	96,6	103,5	728,63
kalkloze zandgrond met kleidek	318	379,1	79,4	96,6	59,3	614,38
kalkloze zandgrond met kleidek en ijzeraanreiking	319	379,1	79,4	96,6	59,3	614,38
kalkhoudende zandgronden met kleidek en ijzeraanreiking	320	379,1	79,4	96,6	59,3	614,38
buitendijkse gronden	330	537,4	10,4	96,6	59,3	703,63
grindgronden	401	818,9	313,6	96,6	59,3	1288,38
kalkarme lossgronden	501	379,1	79,4	96,6	59,3	614,38
kalkhoudende lossgronden	502	306,9	19,2	96,6	59,3	482,00
water	601	0,0	0,0	96,6	0,0	96,63
overig bebouwd, ect	602	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00

BIJLAGE 9

GEVOELIGHEID VAN ELKE COMBINATIE ECOSERIE-ECOTOOPGROEP

Gevoeligheid voor de dosis GVG voor elke ecoserie-ecotoopgroep

ECOSERIE	ECOTOOPGROEP														
	A12	A17	A18	K21	K22	K23	K27	K28	K41	K42	H22	H27	H28	H42	H47
101	0,00	0,00	0,00	3,47	0,00	0,00	0,00	0,00	0,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
102	0,00	0,00	0,00	13,37	10,45	0,00	2,25	0,00	1,19	0,29	13,93	2,16	0,00	0,16	0,10
103	0,00	0,00	0,00	0,79	0,84	0,00	0,01	0,00	0,14	0,09	0,44	0,01	0,00	0,04	0,00
104	0,00	0,00	0,00	6,06	9,40	0,00	10,66	4,67	0,00	0,00	8,11	11,15	3,45	0,00	1,06
105	0,00	0,00	0,00	0,47	0,64	0,00	0,97	0,17	0,00	0,24	0,68	0,93	0,10	0,22	0,28
106	0,00	0,00	0,00	0,00	0,62	0,00	0,35	0,03	0,00	0,06	0,54	0,36	0,02	0,05	0,04
107	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,03	0,01	0,00	0,01	0,05	0,03	0,00	0,01	0,01
108	0,00	0,00	0,00	0,01	4,96	0,00	8,02	6,19	0,00	0,69	3,78	8,01	4,50	0,39	0,42
109	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,03	0,01	0,00	0,00	0,02	0,03	0,01	0,00	0,00
110	0,00	0,00	0,00	0,01	0,14	0,00	0,11	0,05	0,00	0,00	0,17	0,11	0,04	0,00	0,15
111	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,06	0,00	0,00	0,02	0,04	0,06	0,00	0,01	0,36
201	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,29	1,07	0,00	0,00	0,00	0,93	0,70	0,00	2,01
202	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,12	0,00	0,00	0,00	0,06	0,09	0,00	0,21
203	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,54	0,67	0,00	0,00	0,00	0,39	0,44	0,00	0,88
204	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,68	0,81	0,00	0,00	0,00	0,33	0,55	0,00	3,80
205	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,02	0,01	0,00	0,57
206	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,12	0,00	0,00	0,00	0,02	0,08	0,00	0,01
207	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,34	0,17	0,00	0,00	0,00	0,26	0,12	0,00	0,09
208	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,04	1,25	0,00	0,00	0,00	0,93	0,88	0,00	0,23
209	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,85	0,98	0,00	0,00	0,00	0,69	0,73	0,00	0,11
210	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,38	0,00	0,00	0,00	0,43	0,02
211	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
212	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,04	3,41	0,03	0,00	0,00	3,05	0,09
213	0,00	0,00	0,00	0,07	0,01	0,00	0,00	0,00	0,32	0,73	0,01	0,00	0,00	0,68	0,03
230	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,47	0,00	0,00	0,00	0,00	0,32	0,00	0,00
301	0,00	0,00	0,00	1,23	11,68	0,00	0,47	0,00	0,31	8,26	12,69	0,47	0,00	6,51	2,29
302	0,00	0,00	0,00	0,20	1,57	0,00	0,06	0,00	0,02	0,83	0,79	0,06	0,00	0,69	0,12
303	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,42	0,13	0,00	0,00	0,00	0,44	0,10	0,00	0,15
304	0,00	0,00	0,00	8,28	20,69	0,05	0,51	0,01	5,04	32,94	15,53	0,47	0,00	32,82	0,99
305	0,00	0,00	0,00	0,86	1,91	0,00	0,05	0,00	0,39	3,31	1,38	0,04	0,00	2,98	0,09
306	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,01	0,01	0,00	0,00	1,21	0,00	0,01	0,00	0,77	0,16
307	0,00	0,00	0,00	2,84	0,01	0,00	0,02	0,00	0,79	0,00	0,01	0,02	0,00	0,00	0,02
308	0,00	0,00	0,00	0,05	0,17	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02	0,13	0,00	0,00	0,04	0,00
309	0,00	0,00	0,00	0,28	0,15	0,00	0,00	0,00	0,09	0,09	0,05	0,00	0,00	0,10	0,01
310	0,00	0,00	0,00	0,00	2,41	19,55	0,10	0,00	0,00	1,14	0,58	0,08	0,00	0,45	0,03
311	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	2,15	0,00	0,00	0,00	0,05	0,05	0,00	0,00	0,01	0,00
312	0,00	0,00	0,00	2,69	0,04	0,00	0,02	0,00	17,21	0,01	0,02	0,02	0,00	0,01	0,40
313	0,00	0,00	0,00	6,63	0,00	0,00	0,01	0,00	1,83	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,26
314	0,00	0,00	0,00	0,21	0,01	0,00	0,00	0,00	0,31	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
315	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
316	0,00	0,00	0,00	0,27	0,62	1,71	0,02	0,00	0,01	0,20	0,27	0,01	0,00	0,19	0,00
317	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	1,83	0,00	0,00	0,00	0,27	0,00	0,00	0,00	0,19	0,01
318	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,70	0,34	0,00	0,00	0,00	1,45	0,21	0,00	0,78
319	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,28	0,06	0,00	0,04	0,04	0,25	0,05	0,06	0,14
320	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,02	0,00	0,00	0,00	0,03	0,01	0,00	0,13
330	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	35,32	0,33	0,68	0,00	0,00	0,00	0,17	0,43	0,00	0,05
401	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
501	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,58	0,00	0,00	0,00	0,78	0,34
502	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,59	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,12
601	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
602	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
603	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAAL	0,00	0,00	0,00	47,79	66,72	61,21	31,48	18,06	28,03	54,87	59,37	30,03	12,84	50,64	16,62

Gevoeligheid voor de dosis KWEL voor elke ecoserie-ecotoopgroep

ECOSERIE	ECOTOOPGROEP		A18	K21	K22	K23	K27	K28	K41	K42	H22	H27	H28	H42	H47
	A12	A17													
101	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
102	20,72	0,70	0,00	0,00	8,75	0,00	0,89	0,00	0,00	0,62	11,39	1,21	0,00	0,41	0,18
103	2,51	0,02	0,00	0,00	0,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,18	0,36	0,00	0,00	0,10	0,00
104	0,27	1,57	0,00	0,00	3,06	0,00	2,10	0,00	0,00	0,00	1,93	2,48	0,00	0,00	0,58
105	0,03	0,13	0,00	0,00	0,22	0,00	0,19	0,00	0,00	0,11	0,18	0,23	0,00	0,10	0,10
106	0,01	0,03	0,00	0,00	0,20	0,00	0,07	0,00	0,00	0,03	0,13	0,08	0,00	0,02	0,02
107	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
108	0,00	0,10	0,00	0,00	0,40	0,00	1,23	0,00	0,00	0,18	0,13	1,41	0,00	0,10	0,12
109	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
110	0,01	0,04	0,00	0,00	0,05	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,04	0,02	0,00	0,00	0,08
111	0,00	0,02	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,13
201	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,18	0,00	0,00	0,79
202	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,08
203	0,00	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15	0,00	0,00	0,44
204	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,50
205	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08
206	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
207	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,03
208	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,35	0,00	0,00	0,11
209	0,00	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,32	0,00	0,00	0,08
210	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,12	0,00	0,00	0,00	0,15	0,01
211	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
212	0,11	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	1,76	0,02	0,00	0,00	1,63	0,06
213	5,93	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,60	0,00	0,00	0,00	0,60	0,03
230	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
301	0,17	0,42	0,00	0,00	4,11	0,00	0,12	0,00	0,00	4,05	3,48	0,14	0,00	3,11	1,01
302	0,01	0,04	0,00	0,00	0,55	0,00	0,02	0,00	0,00	0,41	0,22	0,02	0,00	0,33	0,05
303	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,13	0,00	0,00	0,07
304	0,56	0,07	0,00	0,00	12,58	0,04	0,16	0,00	0,00	23,93	8,80	0,20	0,00	25,47	0,81
305	0,05	0,01	0,00	0,00	1,16	0,00	0,01	0,00	0,00	2,41	0,78	0,02	0,00	2,31	0,07
306	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02
307	3,09	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01
308	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,07	0,00	0,00	0,03	0,00
309	0,01	0,00	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,02	0,00	0,00	0,05	0,00
310	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,58	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
311	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,87	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
312	2,86	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,19
313	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,14
314	0,23	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
315	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
316	0,13	0,00	0,00	0,00	0,06	0,95	0,00	0,00	0,00	0,03	0,01	0,00	0,00	0,04	0,00
317	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,42	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
318	0,01	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,22	0,00	0,00	0,24
319	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,01	0,00	0,04	0,00	0,02	0,04
320	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,04
330	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,38	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
401	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
501	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15	0,00	0,00	0,00	0,22	0,11
502	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
601	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
602	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
603	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAAL	36,76	3,55	0,00	0,00	32,16	13,43	6,32	0,00	0,00	34,67	27,62	7,38	0,00	34,71	6,26

Gevoeligheid voor de dosis PGW voor elke ecoserie-ecotoopgroep

ECOSERIE	ECOTOOPGROEP		A18	K21	K22	K23	K27	K28	K41	K42	H22	H27	H28	H42	H47
	A12	A17													
101	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
102	3,80	5,01	0,00	0,00	1,53	0,00	1,01	0,00	0,00	0,00	2,32	1,09	0,00	0,00	0,00
103	0,46	0,12	0,00	0,00	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00
104	0,11	19,28	3,30	0,00	1,03	0,00	3,41	1,91	0,00	0,00	0,94	3,68	2,05	0,00	0,00
105	0,01	1,63	0,36	0,00	0,07	0,00	0,32	0,05	0,00	0,00	0,09	0,35	0,04	0,00	0,00
106	0,00	0,36	0,09	0,00	0,07	0,00	0,11	0,01	0,00	0,00	0,06	0,12	0,01	0,00	0,00
107	0,00	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
108	0,00	4,37	13,43	0,00	0,66	0,00	4,44	3,53	0,00	0,00	0,59	4,89	3,88	0,00	0,00
109	0,00	0,06	0,02	0,00	0,00	0,00	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,02	0,01	0,00	0,00
110	0,00	0,46	0,00	0,00	0,02	0,00	0,04	0,02	0,00	0,00	0,02	0,04	0,02	0,00	0,00
111	0,00	0,29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00
201	0,00	1,80	0,34	0,00	0,00	0,00	0,42	0,09	0,00	0,00	0,00	0,43	0,09	0,00	0,00
202	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,03	0,01	0,00	0,00
203	0,00	2,88	0,97	0,00	0,00	0,00	0,38	0,18	0,00	0,00	0,00	0,35	0,19	0,00	0,00
204	0,00	1,59	1,74	0,00	0,00	0,00	0,25	0,07	0,00	0,00	0,00	0,18	0,07	0,00	0,00
205	0,00	0,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
206	0,00	0,04	0,33	0,00	0,00	0,00	0,04	0,03	0,00	0,00	0,00	0,03	0,04	0,00	0,00
207	0,00	0,16	0,02	0,00	0,00	0,00	0,11	0,01	0,00	0,00	0,00	0,12	0,02	0,00	0,00
208	0,00	1,11	0,37	0,00	0,00	0,00	0,74	0,33	0,00	0,00	0,00	0,84	0,38	0,00	0,00
209	0,00	0,40	0,47	0,00	0,00	0,00	0,26	0,12	0,00	0,00	0,00	0,24	0,14	0,00	0,00
210	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
211	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
212	0,04	0,01	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
213	1,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
230	0,00	0,00	0,32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00
301	0,07	3,03	0,00	0,00	1,34	0,00	0,12	0,00	0,00	0,00	1,59	0,14	0,00	0,00	0,00
302	0,00	0,29	0,00	0,00	0,18	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,10	0,02	0,00	0,00	0,00
303	0,00	0,30	0,02	0,00	0,00	0,00	0,11	0,01	0,00	0,00	0,00	0,13	0,01	0,00	0,00
304	0,12	0,31	0,00	0,00	2,58	0,00	0,12	0,00	0,00	0,00	2,16	0,14	0,00	0,00	0,00
305	0,01	0,03	0,00	0,00	0,24	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,19	0,01	0,00	0,00	0,00
306	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
307	0,68	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
308	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00
309	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
310	0,04	0,05	0,00	0,00	0,34	2,36	0,02	0,00	0,00	0,00	0,10	0,02	0,00	0,00	0,00
311	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
312	0,63	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
313	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
314	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
315	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
316	0,54	0,02	0,00	0,00	0,09	0,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00
317	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
318	0,03	0,74	0,04	0,00	0,00	0,00	0,45	0,02	0,00	0,00	0,00	0,53	0,02	0,00	0,00
319	0,00	0,11	0,01	0,00	0,01	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,01	0,09	0,00	0,00	0,00
320	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
330	0,00	0,05	0,02	0,00	0,00	4,55	0,06	0,03	0,00	0,00	0,00	0,04	0,02	0,00	0,00
401	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
501	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
502	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
601	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
602	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
603	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAAL	7,98	44,76	21,92	0,00	8,41	7,79	12,64	6,47	0,00	0,00	8,37	13,59	7,07	0,00	0,00

Gevoeligheid voor een dosis PEIL voor elke ecoserie-ecotoop:

ECOSERIE	ECOTOOPGROEP		
	A12	A16	A17
101	0,01	0,00	0,00
102	14,94	3,31	0,00
103	1,81	0,08	0,00
104	0,24	7,29	1,83
105	0,02	0,62	0,20
106	0,01	0,14	0,05
107	0,00	0,01	0,01
108	0,00	1,65	7,44
109	0,00	0,02	0,01
110	0,00	0,18	0,00
111	0,00	0,11	0,00
201	0,00	1,15	0,79
202	0,00	0,00	0,11
203	0,00	1,85	2,29
204	0,00	1,02	4,10
205	0,00	0,12	0,00
206	0,00	0,02	0,78
207	0,00	0,10	0,05
208	0,00	0,71	0,88
209	0,00	0,26	1,10
210	0,00	0,00	0,00
211	0,00	0,00	0,00
212	0,10	0,00	0,00
213	3,04	0,00	0,00
230	0,00	0,00	0,77
301	0,27	3,39	0,00
302	0,01	0,32	0,00
303	0,00	0,34	0,07
304	0,51	0,35	0,01
305	0,04	0,03	0,00
306	0,02	0,00	0,00
307	2,78	0,00	0,00
308	0,00	0,00	0,00
309	0,01	0,00	0,00
310	0,16	0,06	0,00
311	0,00	0,00	0,00
312	2,57	0,00	0,00
313	0,06	0,00	0,00
314	0,20	0,00	0,00
315	0,00	0,00	0,00
316	2,24	0,02	0,00
317	0,00	0,00	0,00
318	0,06	0,47	0,10
319	0,01	0,07	0,02
320	0,00	0,01	0,00
330	0,00	0,03	0,04
401	0,00	0,00	0,00
501	0,00	0,00	0,00
502	0,01	0,01	0,00
601	0,00	0,00	0,00
602	0,00	0,00	0,00
603	0,00	0,00	0,00
TOTAAL	29,14	23,76	20,66