

stowa



dienst landelijk gebied
voorontwikkeling en beheer



ALTERRA
RESEARCH INSTITUUT VOOR DE GROENE RUIMTE



landbouw, natuur en
voedselkwaliteit

HELP-2005

UITBREIDING EN ACTUALISERING VAN DE HELP-TABELLEN
TEN BEHOEVE VAN HET WATERNOOD-INSTRUMENTARIUM



RAPPORT

2005
16

HELP-2005
UITBREIDING EN ACTUALISERING VAN DE HELP-TABELLEN TEN BEHOEVE
VAN HET WATERNOOD-INSTRUMENTARIUM

RAPPORT

2005

16

ISBN 90.5773.297.1



stowa@stowa.nl www.stowa.nl
TEL 030 232 11 99 FAX 030 232 17 66
Arthur van Schendelstraat 816
POSTBUS 8090 3503 RB UTRECHT

Publicaties en het publicatie overzicht van de STOWA kunt u uitsluitend bestellen bij:
Hageman Fulfilment POSTBUS 1110, 3300 CC Zwijndrecht,
TEL 078 623 05 13 FAX 078 623 05 48 EMAIL info@hageman.nl
onder vermelding van ISBN of STOWA rapportnummer en een duidelijk afleveradres.

COLOFON

UTRECHT, 2005

UITGAVE STOWA, Utrecht

TEKST

dr.ir. J. van Bakel (Alterra)

J. Huinink M. Sc. (EC-LNV)

Ir. H. Prak (DLG)

Ir. F. van der Bolt (Alterra)

BEGELEIDINGSCOMMISSIE

ing. J. Heijkers (HDSR)

ir. H. Prak (vz) (DLG)

ir. J. Peerboom (ws Peel&Maasvallei)

ing. J. Tobben (LLTB, namens LTO-Nederland)

ir. T. de Meij (ws Velt en vecht)

ir. S. Helmyr (namens STOWA)

DRUK Kruyt Grafisch Advies Bureau

STOWA Rapportnummer 2005-16

WATERNOODRAPPORT

ISBN 90.5773.297.1

TEN GELEIDE

Waternood is een methode die als leidraad wordt gebruikt voor het ontwerp en beheer van waterhuishoudkundige infrastructuur in het regionale waterbeheer. De STOWA ondersteunt deze methode via het Waternood-instrumentarium waarmee de doelrealisatie van grondgebruikfuncties kan worden bepaald als essentiële informatie om een GGOR te bepalen.

In de eerste versie van het Waternood-instrumentarium (2002) zijn ten behoeve van het bepalen de van de doelrealisatie van de grondgebruikfunctie Landbouw de zogenaamde Help-tabellen geautomatiseerd. De destijds geldende HELP-tabellen zijn hiervoor in 2002 verbeterd i.c. continue gemaakt.

In het onderhavige onderzoek zijn de HELP-tabellen uitgebreid van bouwland en grasland naar in totaal 14 gewasgroepen conform de zogenaamde Huinink-Brouwer-tabellen:

- Gras met herinzaai
- Gras zonder herinzaai
- Consumptie aardappelen
- Suikerbieten
- Granen
- Grove zomergroenten (erwten, bonen, koolsoorten, witlof)
- Wintergroenten (prei, spuiten, herftsbloemkool)
- Bladgroenten, bospeen
- Snijmaïs
- Groot fruit
- Klein fruit
- Boomteelt (laanbomen, vruchtbomen-onderstammen)
- Overige boomteelt
- Bloembollen

Deze zogenaamde HELP-2005-tabellen zijn ingebouwd in het Waternood-instrumentarium versie 2.0. We hopen hiermee waterbeheerders uitgebreidere informatie te verstrekken om nat- en droogteschade meer gedetailleerd te kunnen meenemen in planvorming voor het waterbeheer.

Utrecht, juni 2005

De directeur van de STOWA,
ir. J.M.J. Leenen

SAMENVATTING

De toenmalige Landinrichtingsdienst – thans DLG – heeft in 1987 de zogeheten HELP-tabellen uitgebracht. De belangrijkste toepassing voor deze tabellen was het bepalen van de landbouwkundige baten van waterhuishoudkundige maatregelen in landinrichtingsprojecten. Ten behoeve van de implementatie van deze tabellen in het in opdracht van STOWA ontwikkelde Waternoodinstrumentarium, heeft – na een paar kleine aanpassingen en aanvullingen te hebben aangebracht – Alterra deze tabellen semi-continu gemaakt. Hiermee was het mogelijk om doelrealisaties ($= 1 - \text{opbrengstdepressiepercentage}/100$) te berekenen voor grasland en bouwland voor 70 bodemtypes bij combinaties (binnen een vooraf vastgesteld domein) van GHG en GLG met stapjes van 5 cm. Het domein van combinaties van GHG en GLG was aanzienlijk groter dan de, op grondwatertrappen gebaseerde, HELP-tabellen. Voor de voor deze uitbreiding noodzakelijke extrapolatie van waarden uit de HELP-tabellen is in overleg met een aantal deskundigen een protocol ontwikkeld en vastgelegd.

Alterra en het toenmalige Expertisecentrum-LNV (thans onderdeel van de LNV-Directie Kennis) hebben in 2002 voor 14 gewassen op 12 bodemgroepen met de HELP-tabellen min of meer vergelijkbare opbrengstdepressietabellen opgesteld. Omdat de HELP-tabellen zich beperken tot slechts twee ‘gewassen’ – bouwland en grasland – ontstond de behoefte om ook deze tabellen (HB-tabellen) te implementeren in het Waternoodinstrumentarium.

STOWA besloot om de HELP- en HB-tabellen te combineren tot de zogeheten HELP-2005-tabellen. Deze tabellen geven de opbrengstdepressiepercentages voor zowel wateroverlast als vochttekort voor bijna alle mogelijke combinaties van (inmiddels) 72 bodemtypes en 14 gewassen. Voor zowel GHG als GLG kan naar keuze worden gewerkt met een stapgrootte van 1 of 5 cm. De in 2002 gepubliceerde HB-tabellen bleken enkele onjuistheden te bevatten. Deze zijn gecorrigeerd, maar waren nog niet officieel gepubliceerd. Dat vormde reden om de ‘definitieve’ HB-tabellen integraal op te nemen in dit rapport (Bijlage 2).

Zonder te tornen aan de waarden uit de HELP-tabellen zelf is bij het vervaardigen van de semi-continue HELP-2005-tabellen veel aandacht besteed aan het consistent zijn ervan. Dit betekent dat de natschade niet mag toenemen als de GHG dieper wordt bij gelijkblijvende GLG en ook niet als de GLG dieper wordt bij gelijkblijvende GHG. Voor de droogteschade is de eis dat de droogteschade in beide situaties niet mag afnemen. Om hieraan te kunnen voldoen, moest het protocol dat was opgesteld ten behoeve van het semi-continu maken van de oorspronkelijke HELP-tabellen op enkele punten worden aangepast.

De gevolgde werkwijze is tot in detail beschreven in het bij dit rapport op cd bijgevoegd Technisch Document. De gevolgde werkwijze, inclusief alle hiervoor gemaakte afspraken, is hiermee geheel vastgelegd en daarmee reproduceerbaar. Dat maakt het mogelijk om eventueel in de toekomst plaatsvindende veranderingen in HELP- of HB-tabel eenduidig te verwerken tot een aanpassing van de HELP-2005-tabel.

Het kan niet genoeg worden benadrukt dat de HELP-2005-tabel dezelfde beperkingen kent als de eraan ten grondslag liggende HELP- en HB-tabellen. Beide tabellen zijn ontwikkeld voor een bovenlokale (regionale) toepassing en doen alleen uitspraken over gemiddelde omstandigheden. Ze zijn niet bedoeld voor het doen van uitspraken over bijvoorbeeld opbrengstderiving als gevolg van suboptimale agrohydrologische omstandigheden op een specifiek bedrijf of in een specifiek jaar. Ook houden de tabellen beperkt of geen rekening met de effecten van een aantal voor de landbouwbedrijfsvoering belangrijke ontwikkelingen van de laatste 10 à 20 jaren (bijvoorbeeld mest- en milieuwetgeving, technologische ontwikkelingen) op de relatie tussen agrohydrologische omstandigheden en opbrengst. Hoofdstuk 6 gaat nader in op de gebruiksbependingen van de HELP-2005-tabellen, zoals die zijn aan te treffen op de bij dit rapport gevoegde cd. Alvorens de tabellen te gebruiken, dient men zich ervan te vergewissen of de beperkingen zoals genoemd in hoofdstuk 6, van toepassing zijn.

Inmiddels heeft Alterra het instrument 'Waterpas' ontwikkeld, dat de meeste in hoofdstuk 6 genoemde beperkingen wegneemt. 'Waterpas' is echter nog niet geschikt voor het werken in een productie-omgeving en verondersteld wordt dat het meerdere jaren duurt voordat dit wel zo is. Verwacht wordt dat de nu gepresenteerde tabellen, die STOWA zal implementeren in het Waterlood-instrumentarium, een aantal jaren als standaard zullen worden gebruikt voor het bepalen van doelrealisaties voor de functie landbouw als onderdeel van het werken met Waterlood. Dit maakt het zinvol om de HELP-2005-tabel op basis van nieuwe kennis en inzichten, op gezette tijden te actualiseren tot HELP-200x-tabellen. Aanbevolen wordt om ten behoeve hiervan een Werkgroep Actualisering HELP-tabellen (WEAH) op te richten.

LEESWIJZER

Hoofdstuk 1 schetst de aanleiding, de probleem- en doelstelling en de plaats van het onderzoek binnen het onderzoeksprogramma Waternoed.

In hoofdstuk 2 wordt een kort, historisch overzicht gegeven van het onderzoek naar de relatie tussen grondwaterstand en landbouwkundige opbrengsten.

De totstandkoming van de tabellen die ten grondslag liggen aan de HELP-2005-tabellen (de HELP-tabel uit 1987 en de zogenoemde HB-tabel) worden in hoofdstuk 3 beschreven.

De werkwijze om te komen tot de HELP-2005-tabellen wordt beschreven in hoofdstuk 4.

Hoofdstuk 5 geeft enige resultaten weer van de uitbreiding van de HELP-tabellen.

In hoofdstuk 6 worden aanwijzingen en beperkingen gegeven voor praktisch gebruik voor de HELP-tabellen in het algemeen en de HELP-2005-tabellen in het bijzonder.

Hoofdstuk 7 geeft conclusies en aanbevelingen.

DE STOWA IN HET KORT

De Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer, kortweg STOWA, is het onderzoeksplatform van Nederlandse waterbeheerders. Deelnemers zijn alle beheerders van grondwater en oppervlaktewater in landelijk en stedelijk gebied, beheerders van installaties voor de zuivering van huishoudelijk afvalwater en beheerders van waterkeringen. Dat zijn alle waterschappen, hoogheemraadschappen en zuiveringsschappen en de provincies.

De waterbeheerders gebruiken de STOWA voor het realiseren van toegepast technisch, natuurwetenschappelijk, bestuurlijk juridisch en sociaal-wetenschappelijk onderzoek dat voor hen van gemeenschappelijk belang is. Onderzoeksprogramma's komen tot stand op basis van inventarisaties van de behoefte bij de deelnemers. Onderzoekssuggesties van derden, zoals kennisinstituten en adviesbureaus, zijn van harte welkom. Deze suggesties toetst de STOWA aan de behoeften van de deelnemers.

De STOWA verricht zelf geen onderzoek, maar laat dit uitvoeren door gespecialiseerde instanties. De onderzoeken worden begeleid door begeleidingscommissies. Deze zijn samengesteld uit medewerkers van de deelnemers, zonodig aangevuld met andere deskundigen.

Het geld voor onderzoek, ontwikkeling, informatie en diensten brengen de deelnemers samen bijeen. Momenteel bedraagt het jaarlijkse budget zo'n zes miljoen euro.

U kunt de STOWA bereiken op telefoonnummer: 030 -2321199.

Ons adres luidt: STOWA, Postbus 8090, 3503 RB Utrecht.

Email: stowa@stowa.nl.

Website: www.stowa.nl

HELP-2005

INHOUD

	TEN GELEIDE	
	SAMENVATTING	
	LEESWIJZER	
	DE STOWA IN HET KORT	
1	INLEIDING	1
	1.1 Aanleiding	1
	1.2 Probleem- en doelstelling	2
	1.3 Plaats en begeleiding onderzoek	2
	1.4 Leeswijzer	3
2	KORT HISTORISCH OVERZICHT	5
3	ENIGE ACHTERGRONDEN BIJ DE HELP-TABELLEN EN DE HB-TABELLEN	9
	3.1 Inleiding	9
	3.2 De totstandkoming van HELP-tabellen	10
	3.3 De totstandkoming van de HB-tabel	11

4	WERKWIJZE OM TE KOMEN TOT DE HELP-2005-TABELLEN	13
4.1	Methode in hoofdlijnen	13
4.2	Kiezen van methode van combineren en overige uitgangspunten	13
4.3	Uitgangsmateriaal	14
4.4	Uitbreidingen van de basisbestanden	15
4.5	Genereren van de gecombineerde tabel	17
4.6	Consistentiecheck op HELP-punten	17
4.7	Keuze van toepassingsdomein en genereren van hulppunten	18
4.8	Consistentiecheck hulppunten	18
4.9	Genereren van de HELP-2005-tabellen	19
5	RESULTATEN	21
6	BEPERKINGEN BIJ HET GEBRUIK	27
7	CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	29
7.1	Conclusies	29
7.2	Aanbevelingen	29
	LITERATUUR	31
	BIJLAGEN	
	1 Aanvullingen op de HELP-1987-tabellen	35
	2 De ten behoeve van de HELP-2005-tabellen aangepaste HB-tabellen	37

1

INLEIDING

1.1 AANLEIDING

Ingrepen in de waterhuishouding hebben invloed op de landbouwkundige opbrengsten doordat de groei-omstandigheden voor de landbouwgewassen veranderen. Een structurele verlaging van de grondwaterstand bijvoorbeeld, kan leiden tot een verminderde capillaire nalevering naar de wortelzone, met extra droogteschade tot gevolg. Door de lagere grondwaterstand kan echter de grond in het voorjaar eerder opwarmen met mogelijk een verlenging van het groeiseizoen tot gevolg. Maar ook de bedrijfsvoering wordt er door beïnvloed omdat bijvoorbeeld de bewerkbaarheid of berijdbaarheid verandert. Door de sterk wisselende meteorologische omstandigheden is de relatie tussen ingreep en effect niet eenduidig en sterk dynamisch van karakter. Maar in structurele zin is er toch een relatie aan te geven. Van dit principe is gebruik gemaakt bij de opstelling van de zogenoemde HELP-tabellen die voor grasland en bouwland voor 70 bodemtypes de relatie weergeven tussen grondwatertrap en veeljarig gemiddelde nat- resp. droogteschade. Deze tabel is oorspronkelijk bedoeld voor de ex-ante evaluatie van waterhuishoudkundige maatregelen in landinrichtingsprojecten en is dus niet geschikt voor het vaststellen van concrete schades op bedrijfsniveau of voor schades in afzonderlijke jaren. Ook extreem natte situaties in het groeiseizoen zijn niet meegenomen en het aantal gewassen waarvoor de nat- en droogteschade kan worden bepaald is beperkt. Ondanks deze beperkingen heeft de tabel zich *de facto* ontwikkeld tot een soort standaard. Een groot voordeel is dat daardoor mensen elkaars “schadetaal” verstaan; de beperkingen zijn hiervoor benoemd. Er wordt momenteel gewerkt aan een methode om aan genoemde beperkingen tegemoet te komen, maar de resultaten laten nog even op zich wachten.

De Unie van Waterschappen en de Dienst Landelijk Gebied hebben in 1998 de zogenoemde werkwijze Waternood voorgesteld (Projectgroep Waternood, 1998), waarbij voor zowel de actuele als de te verwachten hydrologische toestand(en) na ingrepen (AGOR resp. VGOR's) de doelrealisatie landbouw bekend moet zijn. Gebruik van een methode waarbij een koppeling wordt gelegd tussen landbouwkundige opbrengsten en grondwaterstandsverloop, ligt daarbij voor de hand. Er is daarom behoefte aan HELP-achtige tabellen die op een eenduidige en reproduceerbare manier de relatie leggen tussen een karteerbare of berekenbare hydrologische variabele en de landbouwkundige opbrengst.

Om de werkwijze volgens Waternood te operationaliseren, heeft de STOWA het Waternood-instrumentarium laten ontwikkelen. Dit instrumentarium beperkt zich nog grotendeels tot het in een GIS-omgeving kunnen afleiden van doelrealisaties voor natuur, landbouw en stedelijk gebied, afhankelijk van huidige of verwachte hydrologische omstandigheden. Hoewel iedereen beseft dat de HELP-tabellen uit 1987 gedateerd zijn, zijn deze, bij gebrek aan een betrouwbaar en op nieuwere inzichten gebaseerd alternatief, in het instrumentarium verwerkt voor het bepalen van de doelrealisatie landbouw in het Waternood-instrumentarium. Hiertoe zijn de HELP-tabellen ‘semi-continu’ gemaakt. In dit rapport is uitgelegd hoe de semi-continue HELP-tabellen zijn gecombineerd met naderhand verschenen opbrengst-depressietabellen voor een groter aantal gewassen dan opgenomen in de HELP-tabel. Het is de bedoeling om het resultaat op te nemen in het Waternood-instrumentarium.

1.2 PROBLEEM- EN DOELSTELLING

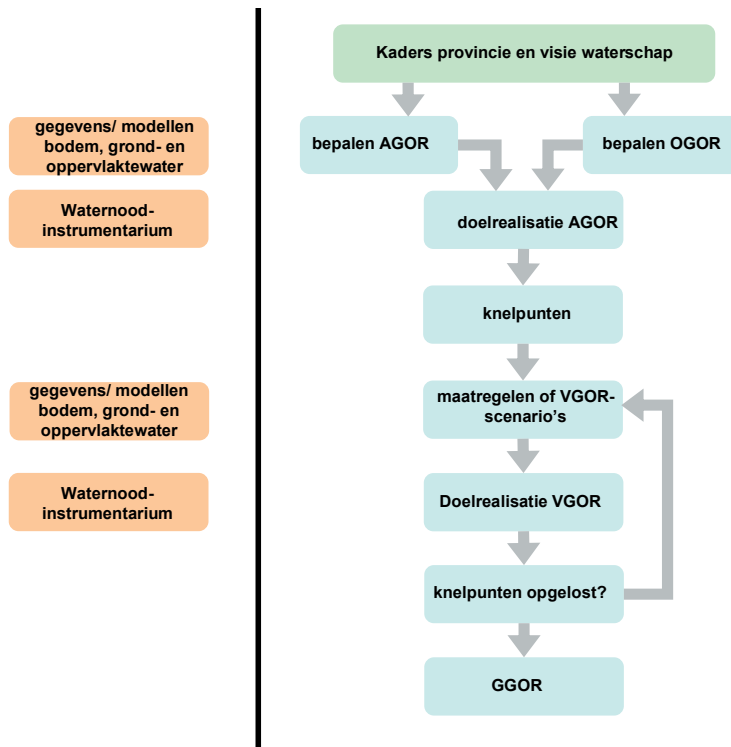
Voor toepassing van het Waternoodinstrumentarium, maar ook anderszins, is er behoefte aan een methode die op eenduidige en reproduceerbare wijze een relatie legt tussen een karteerbaar of berekenbaar hydrologisch effect van een ingreep en de landbouwkundige opbrengst. De bestaande HELP-tabellen voldoen hieraan, maar zijn niet meer actueel of zijn te beperkt door het aantal erin opgenomen gewassen.

Het doel van het project is opbrengstdepressietabellen op te stellen voor verschillende gewasgroepen, het protocol hiervoor vast te leggen en de geproduceerde tabellen beschikbaar te stellen voor het Waternoodinstrumentarium en via Internet, en de beperkingen bij het gebruik ervan goed aan te geven.

1.3 PLAATS EN BEGELEIDING ONDERZOEK

De plaats van het onderzoek binnen het onderzoeksprogramma Waternood dat in deze rapportage wordt beschreven is aangegeven in het onderstaande schema (figuur 1).

FIGUUR 1 AANDUIDING VAN DE PLAATS VAN HET ONDERZOEK NAAR DOELREALISATIE IN DE LANDBOUW (DOELREALISATIE AGOR OF VGOR) BINNEN HET WATERNOODSCHEMA



De resultaten van het onderzoek worden ingebouwd in het Waternoodinstrumentarium, zodat voor elke willekeurig vlak de doelrealisatie landbouw kan worden berekend op basis van berekende grondwaterstanden of daarvan afgeleide karakteristieken zoals Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand (GHG), Gemiddeld Laagste Grondwaterstand (GLG) en Gemiddelde VoorjaarsGrondwaterstand (GVG)¹. Tevens is het mogelijk om de doelrealisatie Landbouw te bepalen voor combinaties van Gemiddelde Voorjaarsgrondwaterstand (GVG) en GLG.

Het onderzoek is uitgevoerd door een team van Alterra-medewerkers bestaande uit:

- dr. ir. J. van Bakel (projectleider);
- ir. F. van der Bolt;
- drs. G. Hendriksen;
- ing. L. Renaud;
- ir. D. Walvoort

en werd begeleid door een commissie bestaande uit de volgende personen:

- ir. H. Prak (voorzitter) (Dienst Landelijk Gebied);
- J. Huinink, M. Sc. (Directie Kennis, LNV);
- ir. T. de Meij (Waterschap Velt en Vecht);
- ing. J. Heijkers (Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden);
- ir. J.M.P.M. Peerboom (Waterschap Peel en Maasvallei);
- ir. S. Helmyr (Arcadis, namens STOWA);
- ing. J. Tobben (LLTB, namens LTO-Nederland).

1.4 LEESWIJZER

In hoofdstuk 2 wordt een kort overzicht gegeven van het onderzoek naar de relatie tussen grondwaterstand en landbouwkundige opbrengsten. De totstandkoming van de twee tabellen die ten grondslag liggen aan de HELP-2005-tabellen: de HELP-tabel uit 1987 en de zogenoemde HB-tabel, worden in hoofdstuk 3 beschreven. De werkwijze om te komen tot de HELP-2005-tabellen wordt beschreven in hoofdstuk 4. Hoofdstuk 5 geeft enige resultaten weer.

In hoofdstuk 6 worden aanwijzingen gegeven voor praktisch gebruik. Hoofdstuk 7 geeft conclusies en aanbevelingen.

¹ GHG en GLG is het rekenkundig gemiddelde van het gemiddelde van de 3 hoogste resp. laagste grondwaterstanden van de 14^e en 28^e van elke maand van een hydrologisch jaar (1 april - 31 maart), over een aaneengesloten periode van tenminste 8 jaar; GVG is het rekenkundig gemiddelde van de grondwaterstanden van 14 en 28 maart en 14 april over een aaneengesloten periode van tenminste 8 jaar. De GVG kan bij benadering als volgt ook worden afgeleid uit de GHG en GLG: $GVG = GHG + 0,2 (GLG - GHG) + 5$ (alles in cm). Ten tijde van het opstellen van de HELP-tabellen in 1987 was de berekening van de GHG en GLG gebaseerd op de 3 hoogste en 3 laagste grondwaterstanden per winter- resp. zomerhalf jaar (1 oktober - 31 maart resp. 1 april - 30 september).

2

KORT HISTORISCH OVERZICHT

Het kwantificeren van de relatie tussen waterhuishouding en landbouwkundige opbrengsten is te zien als een onderdeel van fysische landevaluatie. Landevaluatie kan worden gedefinieerd als het proces om de geschiktheid van land voor een specifieke vorm van landgebruik vast te stellen. Door Van Lanen (1991) zijn de historische ontwikkelingen en praktische toepassingen ervan in detail beschreven. Een onderdeel van landevaluatie is de bodemgeschiktheidsclassificatie waarbij zaken als perceelsvorm geen rol spelen. Typisch voor Nederland is de aandacht voor het grondwaterstandsverloop als één van de bepalende factoren voor de geschiktheid voor landbouwkundige productie. In de jaren vijftig van de vorige eeuw is dit geformaliseerd door voor zeven bodemtypen een verband te geven tussen gemiddelde ontwateringsdiepte tijdens het groeiseizoen en de opbrengst (Visser, 1958). Daarop voortbouwend is de HELP-methode ontwikkeld waarbij voor 70 bodemtypes voor grasland en bouwland een relatie is gelegd met de grondwatertrap: de zogenoemde HELP-tabellen (Werkgroep HELP-tabel, 1987). De relaties zijn gebaseerd op veldonderzoek en bij de werkgroepleden aanwezige expertise, en wat betreft de droogteschade ook gebaseerd op berekeningen met het (van MUST afgeleide) model LAMOS. In het volgende hoofdstuk wordt in meer detail ingegaan op de totstandkoming ervan.

De HELP-tabellen geven alleen veeljarig gemiddelde schades weer. De mogelijke gevolgen van veranderingen in nat- en droogteschade voor de agrarische bedrijfsvoering zijn daarin niet meegenomen. De tabellen waren uitsluitend bedoeld voor gebruik bij landinrichtingsprojecten en nadrukkelijk niet voor concrete schadegevallen, bijvoorbeeld als gevolg van permanente grondwaterwinningen. Daarvoor zijn de zogenoemde TCGB-tabellen ontwikkeld voor een veel gedetailleerdere bepaling van opbrengstdepressies voor grasland op zandgrond als gevolg van een grondwaterstandsverlaging (Bouwmans, 1990).

Door het beschikbaar komen van simulatiemodellen voor bodem-water-atmosfeer ontstonden meer mogelijkheden voor dynamische simulatie van processen die afhankelijk zijn van de vochttoestand van de bodem en waarmee modelexperimenten kunnen worden gedaan om de relatie tussen grondwaterstand en landbouwopbrengsten af te leiden. Door Van Wijk e. a. (1988) zijn op deze wijze voor twee akkerbouwgewassen (aardappelen en zomergranen) en acht bodemprofielen relaties afgeleid tussen ontwateringsdieptes en drainage-intensiteit en daaruit voortvloeiende GHG en GLG enerzijds en de relatieve opbrengst anderzijds.

Eind jaren tachtig vond een omslag plaats van verbetering van de ont- en afwatering ten behoeve van de landbouw naar projecten die betere condities moesten scheppen voor natuurwaarden (waaronder verdrogingsbestrijdingsprojecten). Deze waren veelal kleinschalig van karakter en het was hierbij belangrijk om de schade voor individuele agrariërs vast te kunnen stellen. Op initiatief van de IKC-werkgroep 'Landbouw en Verdroging' is een poging ondernomen om voor overige grondgebonden teelten met de HELP-tabellen vergelijkbare opbrengstdepressietabellen op te stellen (Huinink, 1993). In overleg met de Landinrichtingsdienst (nu DLG) zijn deze tabellen aangepast waarbij de oorspronkelijke 70 bodemtypen zijn teruggebracht tot 12 bodemgroepen. Deze tabellen zijn – enigszins verwarrend – onder de naam

HELP-tabellen gepubliceerd in het nieuwe Cultuurtechnisch Vademecum (2000). Deze tabellen zijn nadien nog op punten aangepast en er zijn landsdekkend opbrengstdepressiekaarten mee geproduceerd (Brouwer en Huinink, 2002). De in dit rapport vermelde tabellen die, samen met de HELP-tabellen uit 1987 als basis zijn gebruikt voor de HELP-2005 tabellen, worden aangeduid als de HB-tabellen.

Combinatie van het gebruik van deterministische simulatiemodellen voor de hydrologie en gewasgroei met modellen voor de bedrijfsvoering en de bedrijfseconomie ligt voor de hand. De eerste pogingen zijn ondernomen door Peerboom (1990). Postma (1992) heeft hiermee voor grasland relaties gelegd tussen de som van de overschrijding van een bepaalde grondwaterstand gedurende een bepaalde periode in het groeiseizoen en de bedrijfsschade in die periode. Ook is deze aanpak toegepast om de bedrijfsschade als gevolg van een gedeeltelijk beregeningsverbod in Noord-Brabant te onderbouwen (Postma, 1995; Postma e. a., 1997). Als proeftoepassing voor Waterlood is in het gebied De Leijen een poging gedaan de nat- en droogteschade te koppelen aan het grondwaterstandsverloop c.q. de grondwaterregimecurve waarbij SOW-concepten (Som Overschrijdings Waarden) zijn gecombineerd met deterministische methoden voor bepaling van de gewasgroei en -opbrengst (Runhaar e. a., 2002).

Ten behoeve van de onderbouwing van normen voor wateroverlast, in opdracht van de Commissie Waterbeheer 21^e eeuw (WB21), is een aanzet gedaan om natschade als gevolg van afsterven of verrotten van oogstbare delen in extreem natte perioden vast te stellen (Van der Bolt en Kok, 2000). De natschade is in de schadefuncties voor WB21 opgebouwd uit bewerkbaarheidsschade en verdrinkingschade. Voor grasland is verondersteld dat geen verdrinkingsschade optreedt. De bewerkbaarheidsschade wordt berekend als de som van overschrijdingen ten opzichte van een bodemafhankelijke drempeldiepte. De verdrinkingsschade wordt berekend door de kwadratensom van de overschrijdingen van de onderkant van de wortelzone (SKOW). Zowel de vochttoestand als de duur worden op deze manier meegenomen. Het neerslagvolume en de initiële grondwaterstand bepalen in belangrijke mate de optredende natschade bij de methode WB21. De met deze methode berekende schadeverwachting bleek voor een casus bijna tweemaal zo groot als de veeljarig gemiddelde schade volgens de HELP-tabellen (Stowa, 2002). Ook voor deze methode ontbreken de gegevens om de coëfficiënten te kalibreren dan wel te toetsen. Om tot een algemeen geaccepteerde schademodelering voor extreem natte situaties te komen, is aanvullend onderzoek nodig en zijn gegevens nodig om de resultaten aan te toetsen.

Er is onderzocht of bovengenoemde aanzetten bruikbaar zijn voor het Waterlood-instrumentarium maar de resultaten konden de toets der kritiek niet doorstaan (Van Bakel, 2002). Op grond daarvan is besloten om voor de doelrealisatie landbouw in Waterlood vooralsnog de HELP-tabel te gebruiken maar deze wel aan te bieden in een zogenoemde semi-continue versie waarbij binnen een gedefinieerd toepassingsdomein (mogelijk geachte combinaties van GHG en GLG) met stapjes van 5 cm voor elke combinatie van GHG en GLG de nat- en droogteschadepersentages worden gegenereerd (Van Bakel, 2002). In de praktijk is echter een grote behoefte aan een HELP-achtige tabel voor meer gewassen. Daarom is besloten om een combinatie van beide tabellen te maken en deze semi-continu te maken. Deze combinatie leidt tot een groot aantal tabellen, waarbij de 14 vormen van grondgebruik uit de HB-tabellen worden gecombineerd met de inmiddels tot 72 uitgebreide bodemtypes uit de HELP-tabellen. Deze rapportage gaat in op het vervaardigen van de combinatietabel van de HELP-tabel en de HB-tabel, gedoopt tot HELP-2005-tabellen. De al eerder genoemde beperkingen van de HELP-tabellen blijven hierbij wel bestaan. Een logisch vervolg is het inzetten van het instrument

Waterpas dat is gebruikt om effecten van peilbeheer op een veenweidebedrijf vast te stellen (De Vos e.a., 2004). Met dit modelleninstrumentarium kunnen de HELP-2005-tabellen worden verdiept met effecten van bedrijfsvoering, met variatie in opbrengstdepressies in de afzonderlijke jaren en met effecten op de milieubelasting. Het geschikt maken van Waterpas tot een instrument dat kan worden ingezet om HELP-2005 te vervangen, is echter een omvangrijk karwei dat een aantal jaren in beslag neemt en waarvoor de financiering nog niet rond is. Voorgesteld wordt daarom om een Werkgroep Actualisering HELP-tabellen in te stellen met als taak de HELP-tabellen actueel te houden.

3

ENIGE ACHTERGRONDEN BIJ DE HELP-TABELLEN EN DE HB-TABELLEN

3.1 INLEIDING

In de HELP-2005-tabellen zijn de HELP-tabel en de in 2002 gepubliceerde (en nadien enigszins aangepaste) HB-tabel gecombineerd. De werkwijze wordt besproken in hoofdstuk 4. In dit hoofdstuk worden enige achtergronden bij de totstandkoming van de samenstellende tabellen gegeven.

Aan deze tabellen ligt steeds het uitgangspunt ten grondslag dat de geschiktheid van een bodem is gerelateerd aan de zogenaamde praktisch potentiële opbrengst: de veeljarig gemiddelde geldelijke opbrengst (bedrijfseconomisch saldo) die wordt behaald onder het heersende klimaat bij optimale zuurstof- en vochtvoorziening, en bedrijfseconomisch optimale teelttechnieken.

De bodemgeschiktheid kan dan worden omschreven als de mate waarin het actuele, veeljarig gemiddelde saldo het potentiële saldo benadert.

Aspecten die een bodem geschikt maken voor een teelt of andere gebruiksvorm zijn: ontwateringsintensiteit, bodemvochtlevering, lengte van het groei- of gebruikseizoen (periode met voldoende draagkracht en bewerkbaarheid), verkruimelbaarheid, structuurstabiliteit en warmtehuishouding. Daarnaast bepalen reliëf, verkaveling, oppervlaktewaterkwaliteit, bodemverontreiniging en voedingstoestand eveneens de bodemgeschiktheid. Deze aspecten zijn echter in de beoordeling niet meegenomen en kunnen deels onder de noemer 'bedrijfseconomisch optimale teelttechniek' worden geschaard.

Indien de bodemgeschiktheid door één of meer van genoemde aspecten suboptimaal is, betekent dit dat er veeljarig gemiddeld een geringer bedrijfsinkomen wordt gerealiseerd dan in optimale situaties mogelijk is.

Opbrengstdervingen kunnen naar hun aard worden herleid tot de eerder genoemde bodemgeschiktheidsaspecten (factoren). De meeste geschiktheidsfactoren worden in sterke mate bepaald door de grondwaterstandsfluctuatie. In de praktijk is het lang niet altijd mogelijk een opbrengstderving naar de afzonderlijke oorzaken uit te splitsen. Omdat ook verkruimelbaarheidseffecten doorgaans impliciet in de opbrengstdepressietabellen een rol spelen bij de wateroverlastdepressie (beter: relatieve opbrengst als gevolg van sub-optimale waterhuishouding) kunnen in feite alleen verdrogingseffecten van de totale effecten worden onderscheiden.

3.2 DE TOTSTANDKOMING VAN HELP-TABELLEN

Bij de Dienst Landelijk gebied (en haar voorgangers de Cultuurtechnische Dienst en Land-inrichtingsdienst) was (en is) behoefte aan het vaststellen van de effecten van waterhuishoudkundige maatregelen op de opbrengst van landbouwgewassen. Hiervoor werden tot midden jaren tachtig empirisch bepaalde, voorlopige normen gebruikt (Werkgroep Herziening Evaluatie Landinrichtingsplannen, 1978). In dit rapport zijn voor akkerbouw en grasland nat- en droogteschadepercentsages gegeven per grondwatertrap voor 25 bodemtypes. Deze 'oer'-HELP-tabel was gebaseerd op expertkennis. In 1982 werd door de Kerngroep Hydrologie (experts van ICW en LD) de Werkgroep HELP-tabel ingesteld met als opdracht om de relatie tussen waterhuishouding en opbrengst meer wetenschappelijk te onderbouwen. Bij de invulling van die opdracht is voornamelijk gebruik gemaakt van bodemgeschiktheidsonderzoek van Stiboka (zie onder andere Van Soesbergen e.a., 1986), ontwateringsonderzoek van het ICW en LD en de vertaling daarvan in modelconcepten en parameters en relaties (zie onder andere Werkgroep Landbouwkundige Aspecten, 1984), bodemfysisch onderzoek en de ontwikkeling van simulatiemodellen voor de berekening van gewasverdamping en -productie onder invloed van de waterhuishouding in de wortelzone (Belmans e. a., 1983).

De belangrijkste uitgangspunten voor de tabellen die in 1987 zijn gepubliceerd waren:

- verdere uitsplitsing van aantal onderscheiden bodemtypes (van 25 naar 70);
- karakterisering van het grondwaterstandsverloop in de bekende klassen I t/m VII en voor Gt II, III, V en VII een onderscheid naar een droger deel (de *-Gt's) (zie ook Van der Sluijs, 1982).
- de nat- en droogteschades worden uitgedrukt ten opzichte van de 'praktisch' potentiële productie, die idealiter per jaar en per gebied dient te worden vastgesteld aan de hand van proefveldgegevens. In de praktijk werd daarvoor het veeljarig gemiddelde genomen;
- de veeljarig gemiddelde praktisch potentiële bedrijfseconomische opbrengst dient idealiter, in overleg met economen, eveneens per jaar per gebied te worden vastgesteld;
- de opbrengstdepressie door wateroverlast gebaseerd op basis van veldonderzoek en daarop gebaseerde concepten en relaties tussen grondwaterstand en invloed op draagkracht, bewerkbaarheid, luchthuishouding stikstofmineralisatie, bodemtemperatuur en structuur van de bodem;
- de opbrengstdepressie door vochttekorten werd modelmatig bepaald met behulp van het model LAMOS (Reuling 1983), een aangepaste versie van het door De Laat (1982) ontwikkelde MUST-model. De procedure was daarbij als volgt: op 1 april werd gestart met de GVG (die werd berekend uit de GHG en GLG). De relatie tussen grondwaterstand en afvoer (drainage) werd vervolgens iteratief aangepast om gemiddeld over 30 jaar op 1 oktober de GLG te bereiken;
- de vochttekortberekeningen werden uitgevoerd voor de gewassen gras, graan, maïs, aardappelen en suikerbieten. Op basis van een weging van deze vier gewassen is de depressie van bouwland vastgesteld;
- regionalisatie van het vochttekort naar meteodistricten;
- totale opbrengst in procenten door vermenigvuldiging van de relatieve opbrengsten (in procenten) als gevolg van wateroverlast en vochttekort.

Met de applicatie BODEP heeft Voet (1995) de HELP-tabel operationeel gemaakt door inter- en extrapolatieregels toe te passen. Vooral bij extrapolatie naar combinaties van GHG en GLG die buiten het bereik lagen van de in de HELP-tabellen gegeven waarden, waren de resultaten niet bevredigend.

3.3 DE TOTSTANDKOMING VAN DE HB-TABEL

Analoog aan de HELP-tabellen zijn door het IKC (Huinink, 1993) ook voor de overige vormen van akker- en tuinbouw, bodem/Gt-afhankelijke opbrengstdervingstabellen samengesteld, waardoor sindsdien voor een groot aantal grondgebonden vormen van landbouw de bedrijfs-economische gevolgen van bodemtechnische en hydrologische ingrepen kunnen worden gekwantificeerd.

Verder kunnen de in paragraaf 3.1 al genoemde verdrogingseffecten sinds medio 1984 redelijk betrouwbaar en nauwkeurig door berekening worden vastgesteld, waardoor uit de gemeten totale opbrengstderving de opbrengstderving door wateroverlast als sluitpost kan worden berekend. Hierin zitten dan de factoren ontwateringsintensiteit, verkruijmelbaarheid, lengte van het groeiseizoen, structuurstabiliteit (ook tegen winderosie!) en warmtehuishouding besloten.

Het bedrijfseconomische saldo (in de tuinbouw ook wel productievermogen genoemd) leent zich goed om verschillen in bodemgeschiktheid in kwantitatieve zin zichtbaar te maken. Dit saldo wordt gevormd uit de geldelijke gewasopbrengsten minus de direct toe te rekenen kosten zoals voor zaai-, poot- en plantgoed, bemesting, gewasverpleging, oogst en afzet. Uit het saldo moeten dan de overige kosten als arbeid en rente en afschrijving van de bedrijfsuitrusting worden betaald.

De geldelijke opbrengsten worden behalve door de fysieke gewasopbrengst (kg oogstproduct per eenheid van oppervlak) bepaald door de kg-prijs. Deze opbrengstprijs is behalve van markteffecten, afhankelijk van afleverdatum en oogstkwiteit: sortering, afmetingen, kleur, onderwatergewicht, samenstelling en houdbaarheid. Ook deze factoren worden, evenals de fysieke gewasopbrengst, grotendeels bepaald door de bodemopbouw en -samenstelling.

De mate waarin bij een gegeven combinatie bodem-landgebruiksvorm, de opbrengst achterblijft bij de opbrengst in een optimale combinatie, wordt *opbrengstderving* genoemd. Bedoeld wordt echter het relatieve opbrengstniveau: de grootte ervan wordt immers weergegeven als een percentage van de opbrengst in optimale teeltsituaties (de praktisch potentiële opbrengst).

GEVOLGDE WERKWIJZE

Bij de samenstelling van de bodemgeschiktheidstabellen is in principe steeds de volgende procedure aangehouden:

- 1 Per teelt is zoveel mogelijk op basis van proefveld- en praktijkpercelen met de allerhoogste opbrengsten de veeljarig gemiddelde praktisch potentiële opbrengst van de teelt vastgesteld;
- 2 (Veeljarig gemiddelde) gewassaldi die op overige proefvelden en praktijkpercelen zijn vastgesteld, zijn vervolgens gerelateerd aan deze praktisch potentiële opbrengst en aldus vertaald in relatieve opbrengstpercentages. Voor de praktijkpercelen is veelvuldig gebruik gemaakt van de gegevens afkomstig van de ca. 180 veldevaluaties van het IKC-L bodemgeschiktheidsbeoordelingsstelsel (Huinink, 1995), Hierbij zijn de betreffende bodem-Gt-combinaties (en de kwantitatieve bodemgeschiktheidsbeoordeling ervan) getoetst aan de perceelsboekhoudingen van de betrokken gebruikers. Ook gebiedsgemiddelde opbrengsten (LEI-gegevens) zijn voor dit doel tot relatieve opbrengstpercentages omgerekend en aan een gebiedsrepresentatieve bodem-Gt-combinatie gekoppeld, en vervolgens als referentiegegevens gebruikt.

- 3 De gemeten relatieve opbrengsten zijn op basis van berekening gesplitst in een wateroverlast- en een droogte-aandeel door per perceel de praktisch potentiële opbrengst te korten voor een (berekende) sub-optimale bodemvochtlevering voor het betreffende gewas. Het resterende verschil tussen veeljarig gemeten saldo en praktisch potentieel saldo werd aan 'natschade' toegekend.
- 4 Op basis van bodemopbouw en Gt van alle proefvelden en praktijkpercelen is voor de gebruiksvormen groot fruit, klein fruit, bladgroenten, wintergroenten, overige groenten, bloembollen, laanbomen, en sierteelten een concept bodemgeschiktheidstabel samengesteld, getoetst en zonodig bijgesteld door de bodemspecialisten bij de toenmalige Landbouw voorlichtingsdienst.
- 5 Lege vlekken in de tabel (bodem-Gt-combinaties waarvoor geen gemeten gegevens voorhanden waren) zijn vervolgens door interpolatie nader ingevuld.
- 6 Tabellen, en kolommen in tabellen, die slechts arbitraire verschillen vertoonden, zijn ten slotte samengevoegd.

RUNDVEEHOUDERIJ

De oorspronkelijke HELP-tabellen hadden betrekking op rundveehouderij en akkerbouw en zijn in 1987 geactualiseerd (Werkgroep HELP-tabel, 1987). Ondanks deze actualisatie bleef de wateroverlast voor grasland (melkveehouderij) ook na 1987 nog uitsluitend gebaseerd op beweidings- en ruwvoederwinningsverliezen. Meerkosten die samenhangen met frequenter herinzaai en hogere arbeids- en mechanisatiekosten bij lagere ('nattere') grondwatertrappen zijn niet meegenomen, noch bij de oorspronkelijke vaststelling, noch bij de actualisatie in 1987.

Om hierin te voorzien is in 1998 door het IKC (Huinink e. a., 1998) een rekenvariant toegepast waarbij de HELP-1987-opbrengstderiving door wateroverlast op grasland evenredig met de 'natheid', is verhoogd met maximaal 18% bij Gt II. Achterliggende gedachte hierbij is dat de jaarlijks gemiddelde herinzaaikosten (scheuren, ploegen, inzaai en verlies van 1,5 grassnede) op optimaal ontwaterd grasland, 9% van het praktische potentieel saldo bedragen (1 x per 12 jaar graslandvernieuwing op grondwatertrap IV, VI en droger) en naarmate de ontwatering ongunstiger is, deze kosten oplopen tot maximaal een verdrievoudiging op grondwatertrap I en II. Op gronden waar herinzaai niet of nauwelijks mogelijk is (natte veengronden), is verondersteld dat de schade die ontstaat omdat het achteruitgaande grasbestand niet periodiek wordt vernieuwd, (minimaal) eenzelfde orde van grootte is als de kosten voor herinzaai. Aldus ontstond een van de HELP-tabel afwijkende melkveehouderij-tabel: '*grasland met herinzaaikosten*'.

De HB-tabellen die zijn gebruikt in het in dit rapport weergegeven onderzoek, zijn opgenomen in bijlage 2. Deze bijlage bevat een aantal correcties op de in 2002 gepubliceerde tabellen (Brouwer en Huinink, 2002). Zie hiervoor ook paragraaf 4.3.

4

WERKWIJZE OM TE KOMEN TOT DE HELP-2005-TABELLEN

4.1 METHODE IN HOOFDLIJNEN

De constructie van de nieuwe HELP-2005-tabellen bestaat uit een aantal stappen, die hier in het kort worden beschreven. Voor een exacte beschrijving wordt verwezen naar het Alterra-Technisch Document 'Combinatie van de HELP-tabel en de HB-tabel en operationalisering ten behoeve van het Waternoodinstrumentarium'. Dit document is op de bijgevoegde cd beschikbaar maar is ook te downloaden vanaf <http://www.stowa.nl/waternood>.

Constructie van de HELP-2005-tabellen bestaat uit de volgende stappen:

- 1 Kiezen van methode van combineren van de HELP-tabel met de HB-tabel en van overige uitgangspunten;
- 2 Keuze van het uitgangsmateriaal;
- 3 Uitbreiden van de basisbestanden;
- 4 Genereren van de combinatietabellen;
- 5 Consistentiecheck van HELP-punten;
- 6 Keuze van toepassingsdomein en genereren van hulppunten;
- 7 Consistentiecheck van hulppunten;
- 8 Genereren van de HELP-2005-tabellen.

4.2 KIEZEN VAN METHODE VAN COMBINEREN EN OVERIGE UITGANGSPUNTEN

De opgave is: hoe combineer ik de HELP-tabel met 2 landgebruiksvormen en 70 bodemtypen met de HB-tabel met 14 landgebruiksvormen en 14 bodemgroepen. Daartoe moeten allereerst relatietabellen worden opgesteld: welke HELP-bodemtypen horen bij welke HB-bodemgroepen en welke HELP-landgebruiksvormen horen bij welke HB-landgebruiksvormen. Deze tabellen zijn bekend.

Vervolgens is de keuze: disaggregeer ik per HELP-bodemtype naar landgebruiksvormen of disaggregeer ik per HB-gewasgroep naar HELP-bodemtype. In overleg met de begeleidingsgroep is besloten dat de nat- en droogteschades in de HB-tabel leidend zijn en dat deze cijfers worden gedisaggregeerd naar de HELP-bodemtypes. De motivering hierbij is dat de nat- en droogteschades in de HB-tabel per landgebruiksvorm behorende bij HELP-bouwland, gedifferentieerder zijn dan de differentiatie in HELP-tabel per bodemtypes behorende bij een bepaalde HB-bodemgroep. Ook worden de nat- en droogteschades in de HB-tabel als meer geactualiseerd beschouwd.

Bij deze disaggregatie is als uitgangspunt genomen dat de nat- of droogteschade bij een bepaalde Gt voor een bepaalde gewasgroep in de HB-tabel is ontstaan uit een naar oppervlakte gewogen middeling uit de HELP-bodemtypes. In onderstaand kader wordt deze werkwijze met een rekenvoorbeeld toegelicht.

REKENVOORBEELD VOOR DISAGGREGATIE VAN DE HB-TABEL (GETALLEN ZIJN FICTIEF)

Op basis van de relatietabel bodemeenheid 1 : 50.000, HELP-bodemtype en HB-bodemgroep is vastgesteld dat HB-bodemgroep L op 100.000 ha in Nederland is gekarteerd en van de daarbij behorende HELP-bodemtypen: 30.000 ha BLKa, 50.000 ha BLKb en 20.000 ha BLKc. De natschades in één punt (15,105) is voor bladgroente in de HB-tabel 33% en voor bouwland in de HELP-tabel resp. 28%, 31% en 35%. Uitgangspunt voor disaggregatie is dat de 33% van de HB-tabel is ontstaan uit het gewogen gemiddelde van de samenstellende HELP-eenheden maar dat voor het specifieke gewas geen schades bekend zijn in de HELP-tabel maar wel dat de verhouding van de schades gelijk is aan de verhouding van de schades voor bouwland. In formulevorm:

$$33 = (x_1 * 0,3 + x_2 * 0,5 + x_3 * 0,2)$$

en verder is bekend: $x_2 = 31/28 * x_1$ en $x_3 = 35/28 * x_1$.

Uit deze 3 vergelijkingen zijn de 3 onbekenden op te lossen, afgerond:

$$x_1 = 30$$

$$x_2 = 33$$

$$x_3 = 37$$

Dus de natschades in (15,105) voor bladgroenten voor de HELP-bodemtypes BLKa, BLKb en BLKc zijn 30%, 33% en 37%.

4.3 UITGANGSMATERIAAL

De volgende bestanden zijn gebruikt als uitgangsmateriaal:

- de HELP-tabellen zoals gepubliceerd door de Werkgroep HELP-tabel en aangevuld met door G. Grotentraast bepaalde nat- en droogteschades voor grasland voor Gt's VII en/of VII* voor de HELP-bodemtypes 1 t/m 14 en voor bouwland de nat- en droogteschade bij gt VII* voor bodemtypes 12 t/m 14. De aanpassingen zijn in Bijlage 1 opgenomen;
- de geactualiseerde HB-tabellen zoals gepubliceerd in Brouwer en Huinink (2002). Deze wijken af van de in het Cultuurtechnisch Vademecum (2000) gepubliceerde tabellen. De HB-tabellen zijn nadien nog op enkele punten aangepast (naar aanleiding van de poging ze semi-continu te maken; zie technisch Document) en er zijn 2 nieuwe bodemeenheden onderscheiden: G30 (grove zandondergrond) en Z30/t (tertiaire klei in ondergrond). De reden voor deze toevoeging was dat deze bodems wat betreft droogteschade niet goed zijn onder te brengen bij de 12 in eerste instantie gedefinieerde groepen. In Bijlage 2 zijn de aldus bijgestelde tabellen integraal opgenomen;
- de tabel die per bodemeenheid van de Bodemkaart 1:50 000 vastlegt welke HELP-bodemtypen (72) en welke HB-bodemgroepen (14) daar bij horen, en de oppervlaktes van elke bodemeenheid 1:50.000 zoals die volgens de Bodemkaart in Nederland is gekarteerd. Belangrijk is op te merken dat een HB-bodemgroep is opgebouwd uit meer dan 1 HELP-bodemtype, behalve voor de 2 nieuw toegevoegde bodemgroepen/bodemtypes in zowel de HB- als de HELP-tabel: Z30/t en G30. De volledige tabel is op de bijgevoegde cd beschikbaar. In tabel 1 is de relatietabel HB-bodemgroep <-> HELP-bodemtype weergegeven;
- een relatietabel die voor de landbouwkundige vormen van landgebruik volgens de classificatie van LGN4 de relatie legt met de HELP-2005 gewasgroepen. Zie tabel 2.

TABEL 1 RELATIETABEL HB-BODEMGROEP EN HELP-2005-BODEMTYPE

HB-bodemgroepen			
Benaming	Oppervlak op bodemkaart 1: 50.000 (ha)	Benaming	HELP-2005 bodemtypes
V&W	252.181	Veengronden en moerige gronden zonder zand- of kleidek	V, aV, hV, Wo, vW, hW
K1	197.196	Zavel en klei binnen 80 cm op veen	Kz1a, Kz1b, Kk1a, Kk1b, kV, pV, kW
K2	214.468	Zavel en klei binnen 80 cm op zand	Kz2a, Kz2b, Kk2a, Kk2b, kZ1, kZ2, SZ
K3/4	228.140	Zavel en klei met zware kleitussenlaag of zware klei-ondergrond (>35% lutum)	Kz34a, Kz34b, Kk34a, Kk34b
K5	610.800	Homogene of licht aflopende zavel en klei	Kz5hz, Kz5h, Kk5hz, Kk5h, Kz5oz, Kz5o, Kk5oz, Kk5o
Z30	597.439	Leemarme/zwak lemige zandgronden met een beworteling tot 30 cm (humeuze bovengrond dunner dan 30 cm)	Z1a, Z2a, H1a, H2a, tZ1a, tZ2a, tH1a, tH2a
Z50	215.655	Leemarme/zwak lemige zandgronden met een beworteling van 30-50 cm (humeuze bovengrond van 30-50 cm)	cZ1a, cZ2a, cH1a, cH2a, zV, zW, iV, iW
Z80	110.279	Leemarme/zwak lemige zandgronden met een beworteling dieper dan 50 cm (humeuze bovengrond dikker dan 50 cm)	EZ1a, EZ2a, EEZ1a, EEZ2a, iVx, iWx
Zsl30	184.550	Sterk lemige zandgronden met een beworteling tot 30 cm (humeuze bovengrond dunner dan 30 cm)	Z1b, Z2b, H1b, H2b, tZ1b, tZ2b, tH1b
Zsl50	557.772	Sterk lemige zandgronden met een beworteling van 30 -50 cm (humeuze bovengrond van 30-50 cm)	cZ1b, cZ2b, cH1b, cH2b
Zsl80	102.058	sterk lemige zandgronden met een beworteling dieper dan-50 cm (humeuze bovengrond dikker dan 30 cm)	EZ1b, EZ2b, EEZ1b, EEZ2b
L	93.455	Leemgronden	alle BLK's (a t/m e)
Z30/t	114.590	Zwak lemige en sterk lemige zandgronden met een beworteling tot 30 cm en met tertiaire klei of keileem in de ondergrond	Z30/t
G30	157.873	Zwak lemige en sterk lemige zandgronden met een beworteling tot 30 cm en met toevoeging grind in de boven- of ondergrond	G30

TABEL 2 RELATIETABEL LANDGEBRUIKSCCLASSIFICATIE VOLGENS LGN4 EN DE HELP-2005 GEWASGROEPEN

Aanduiding landgebruik LGN4	HELP-2005 gewasgroep
Gras	Grasland
Maïs	Snijmaïs
Aardappelen	Aardappelen
Bieten	Suikerbieten
Granen	Granen
Overige landbouwgewassen	Grove zomergroenten, Wintergroenten, Bladgroenten
Glastuinbouw	nvt
Boomgaard	Groot fruit, Klein fruit, Boomteelt, Overig boomteelt
Bollen	Bloembollen

4.4 UITBREIDINGEN VAN DE BASISBESTANDEN

De basistabellen zijn niet volledig ingevuld waardoor sommige HELP-punten ontbreken. Hierdoor is ook het vinden van hulppunten op het toepassingsdomein niet mogelijk. De volgende uitbreidingen zijn daarom doorgevoerd.

U1: UITBREIDING HB-TABELLEN

Om de steunpunten (zie hierna) te genereren is, het noodzakelijk de volgende 4 punten (GHG-GLG-combinaties) in de HB-tabellen te genereren: (5,70), (15,70), (10,105) en (20,105). Dit is als volgt gedaan. Voor elke HB-bodemgroep is het HELP-bodemtype geselecteerd dat de grootste oppervlakte heeft binnen die HB-bodemgroep. In het Technisch Document is de betreffende relatietabel gegeven. De verhouding tussen de nat- en droogteschade van de 2 eerstvermelde punten [(5,70) en (15,70)] t.o.v. de overeenkomstige waarden bij (10,70) in de HELP-tabel wordt gebruikt om de 2 ontbrekende punten in de HB-tabel te vinden. Zo ook voor de punten (10,105) en (20,105). Daarbij zijn de Grasland-HELP-tabel gebruikt voor grasland met en zonder her-inzaai in de HB-tabel en de Bouwland-HELP-tabellen voor de overige HB-gewasgroepen.

Voor de Gt's II en II* zijn voor bouwland in de HELP-tabel geen waarden gegeven. De waarden in de punten (5,70) en (15,70) zijn afgeleid uit de schades bij (10,70) maal de verhouding van de schades in de punten (10,105) en (15,105) resp. (20,105) en (15,105) van de HB-tabel.

Bovengeschetst protocol is niet toepasbaar voor G30 en Z30/t omdat daarvoor geen HELP-tabel beschikbaar is. Er is daarom een meest gelijkend HELP-bodemtype gezocht (nr 60 (tH2a) voor G30 en nr 67 (BLKb) voor Z30/t) en de daarbij gevonden verhoudingen zijn gebruikt om de ontbrekende 4 waarden in de HB-tabellen voor groep G30 en Z30/t op te vullen.

Voor de exacte formules en rekenvoorbeeld: zie Technisch document.

U2: UITBREIDEN BESTAANDE HELP-TABELLEN VOOR BOUWLAND

In de oorspronkelijke HELP-tabellen voor bouwland zijn geen nat- en droogteschades ingevuld voor Gt II en II* omdat geacht werd dat daar geen bouwland mogelijk was. Door allerlei ontwikkelingen (denk aan maïs in het veenweidegebied) is dit niet langer uit te sluiten, maar belangrijker is dat bij toepassen van het Waternoodinstrumentarium er altijd kans is dat bouwland 'GIS-matig' op Gt II of II* terecht komt. Zo'n *hit* levert dan een hoge natschade (die wellicht niet erg betrouwbaar is maar dat is beter dan geen waarde). Deze invulling is als volgt gebeurd.

Als meest overeenkomende landgebruiksvorm in de HELP-tabel en de HB-tabel is aangenomen bouwland resp. aardappelen. Voor aardappelen is in de HB-tabel de nat- en droogteschade bekend in de HELP-punten (5,70), (10,70), (15,70) en (25,75). Hieruit worden de nat- en droogteschades in de HELP-tabel voor deze punten bepaald uit de schades in deze punten in de HB-tabel maal de verhouding van de schades in het eerste gemeenschappelijk punt (15,105) tussen HELP-tabel en HB-tabel. Voor de exacte formules en rekenvoorbeeld, zie Technisch Document.

De gevolgde procedure is redelijk arbitrair. Bedacht moet worden dat de droogteschade in deze punten nauwelijks iets voorstelt en dat de natschade voor bouwland bij zulke natte Gt's zo hoog is dat aan de absolute hoogte weinig waarde kan worden toegekend. De enige reden om de procedure zo uit te voeren is het compleet krijgen van de tabellen met het oog op toepassing in het Waternoodinstrumentarium.

U3: TOEVOEGEN 2 NIEUWE HELP-BODEMTYPES

De bodemgroepen G30 en Z30/t van de HB-tabel worden identiek verklaard aan de nieuwe types 71 en 72 van de HELP-tabel. Hiervoor hoeft dus geen disaggregatie plaats te vinden.

N.B. In de oorspronkelijke HELP-tabellen zijn geen nat- en droogteschades vermeld voor grasland op de bodemtypes 36 (Z1b), 38 (Z2b) en bouwland op bodemtype 1 (V), 3 (hV), 4 (kV), 8 (Wo), 9 (vW), 10 (hW), 11 (kW), 36 (Z1b) en 38(Z2b), omdat geacht werd dat daar geen grasland resp. bouwland op voorkwam. Deze kolommen zijn *niet* opgevuld. Dit kan bij toepassing van het Waternoodinstrumentarium leiden tot ‘witte vlekken’.

4.5 GENEREREN VAN DE GECOMBINEERDE TABEL

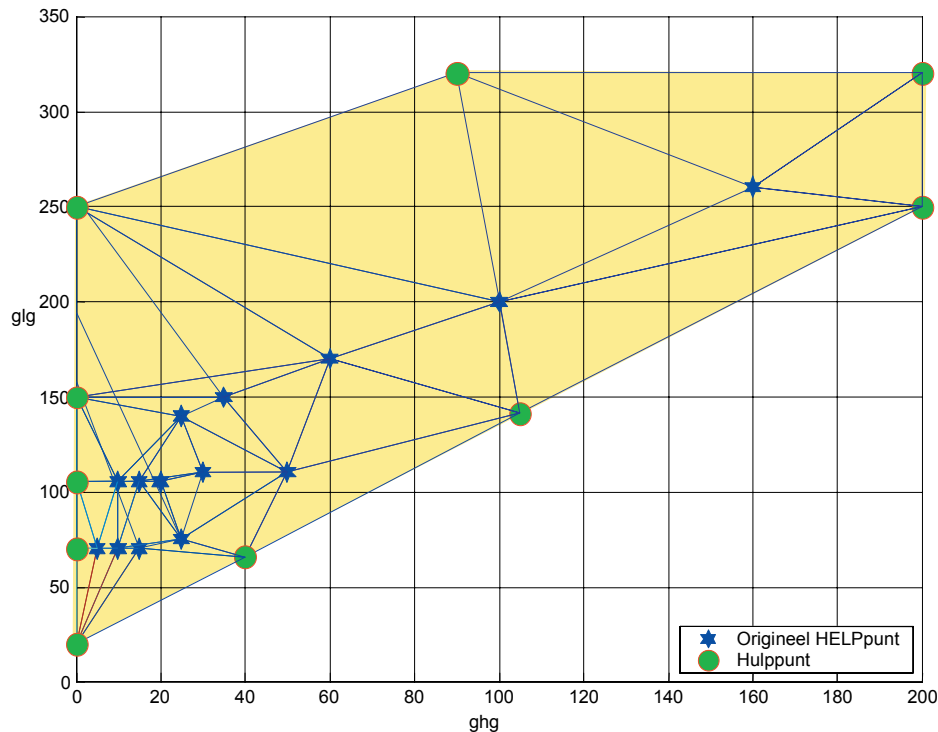
Met de al eerder beschreven disaggregatieregels wordt voor alle 72 bodemtypes voor 14 landgebruiksvormen voor elk HELP-punt in Access een factor bepaald om vanuit de nat- en droogteschade van de HB-tabel de HELP-2005-tabel in te vullen. Deze factoren worden geëxporteerd naar Excel waarmee de feitelijke disaggregatie is uitgevoerd (en ook alle hierna beschreven stappen). Het eindresultaat wordt afgerond op gehele procenten.

4.6 CONSISTENTIECHECK OP HELP-PUNTEN

De eis die aan de op te leveren HELP-tabellen is gesteld, is dat de natschade niet mag toenemen als de GHG dieper wordt bij gelijkblijvende GLG en ook niet als de GLG dieper wordt bij gelijkblijvende GHG. Voor de droogteschade geldt dat de droogteschade in beide situaties niet mag afnemen. Als dit namelijk wel het geval is, is de tabel niet consistent. In wiskundige zin is dit te omschrijven als monotoon stijgend of dalend.²

Per landgebruiksvorm per HELP-bodemtype worden alle HELP-punten aan deze consistentiecheck onderworpen, als volgt (zie ook figuur 2):

FIGUUR 2 WEERGAVE VAN DE HELP-PUNTEN, EN VAN DE HULPPUNTEN OP DE RAND VAN HET TOEPASSINGSDOMEIN



² Overigens is het denkbaar dat de droogteschade afneemt bij dieper wordende GHG. Door de diepere ontwatering in het voorjaar kunnen de wortels zich tot grotere diepte ontwikkelen waardoor in de daarop volgende periode de beschikbaarheid van bodemvocht groter is en er dus minder verdampingsreductie optreedt. Met dergelijke terugkoppelingsrelaties is echter geen rekening gehouden.

- voor de natschade: kijkend vanuit een HELP-punt naar andere HELP-punten waarvan de GHG en GLG groter of gelijk zijn aan de GHG en GLG van dat punt, mogen deze punten geen natschade hebben hoger dan de natschade van het referentiepunt;
- voor de droogteschade: kijkend vanuit een HELP-punt naar andere HELP-punten waarvan de GHG en GLG groter of gelijk zijn aan de GHG en GLG van dat punt mogen deze punten geen droogteschade schade hebben kleiner dan de droogteschade van het referentiepunt.

In een aantal gevallen bleek het noodzakelijk enige kleine correcties aan te brengen. Daarbij is in principe het punt het dichtst bij de x-as of de y-as aanpast zodanig dat de waarde gelijk is aan het niet aangepaste punt waarmee wordt vergeleken. Alle correcties zijn in de database vastgelegd (zie verder Technisch Document).

4.7 KEUZE VAN TOEPASSINGSDOMEIN EN GENEREREN VAN HULPPUNTEN

In figuur 2 zijn het toepassingsdomein en de hulppunten weergegeven. Domein en locatie van de hulppunten zijn identiek aan wat daarover is gerapporteerd in Waterlood-deelrapport 04 (Help-tabellen landbouw). De wijze waarop de hulppunten worden afgeleid uit de HELP-punten, is op basis van *expert judgement* van de 4 daarin genoemde experts. In het Technisch Document staat beschreven hoe de steunpunten in wiskundige zin worden berekend uit de HELP-punten.

4.8 CONSISTENTIECHECK HULPPUNTEN

Al deze hulppunten zijn op identieke wijze zoals hierboven beschreven, gecheckt op monotoniteit. Dit leverde een groot aantal inconsistenties op, vooral veroorzaakt door de droogteschade in het hulppunt (40,70). De hierbij gebruikte formule om die uit de HELP-punten te genereren (en zoals vermeld in het Technisch document) is in eerste instantie veranderd door te delen door 3 (in plaats van door 4) maar ook dat was niet in alle gevallen de oplossing. Zelfs bij delen door 2,5 werden nog inconsistenties gevonden. Daarom is de afleiding voor dit punt veranderd als volgt (zie ook figuur 2 voor de ligging van de punten):

- bepaal de waarde van de schade in het snijpunt van de lijn (30,100) en (50,110) met de GHG=40-lijn dmv lineaire interpolatie;
- bepaal de waarde van de schade in het snijpunt van de lijn (25,75) en (50,110) met de GHG=40-lijn dmv lineaire interpolatie;
- door de aldus verkregen 2 waarden wordt een lijn geconstrueerd die wordt doorgetrokken naar het punt (40,70);
- de daar berekende waarde is de schade in dat punt maar kan nooit kleiner zijn dan nul of kleiner dan de waarde in het punt (15,70).

De nog resterende inconsistenties zijn opgelost door de waarden in de steunpunten zodanig te verhogen of te verlagen dat de inconsistentie wordt opgeheven. De grootte van de verhoging of verlaging is het verschil tussen de waarde waarmee wordt vergeleken en het resultaat is dus dat het veranderde punt exact gelijk wordt aan het punt waarmee wordt vergeleken. Als voorbeeld: stel de natschade in het HELP-punt (15,70) is 28% en in het steunpunt (45,75) is 30%. Dan wordt de natschade in het steunpunt (40,70) met 2% verlaagd tot 30%.

Alle veranderingen zijn in de database vastgelegd. Zie verder het Technisch Document.

4.9 GENEREREN VAN DE HELP-2005-TABELLEN

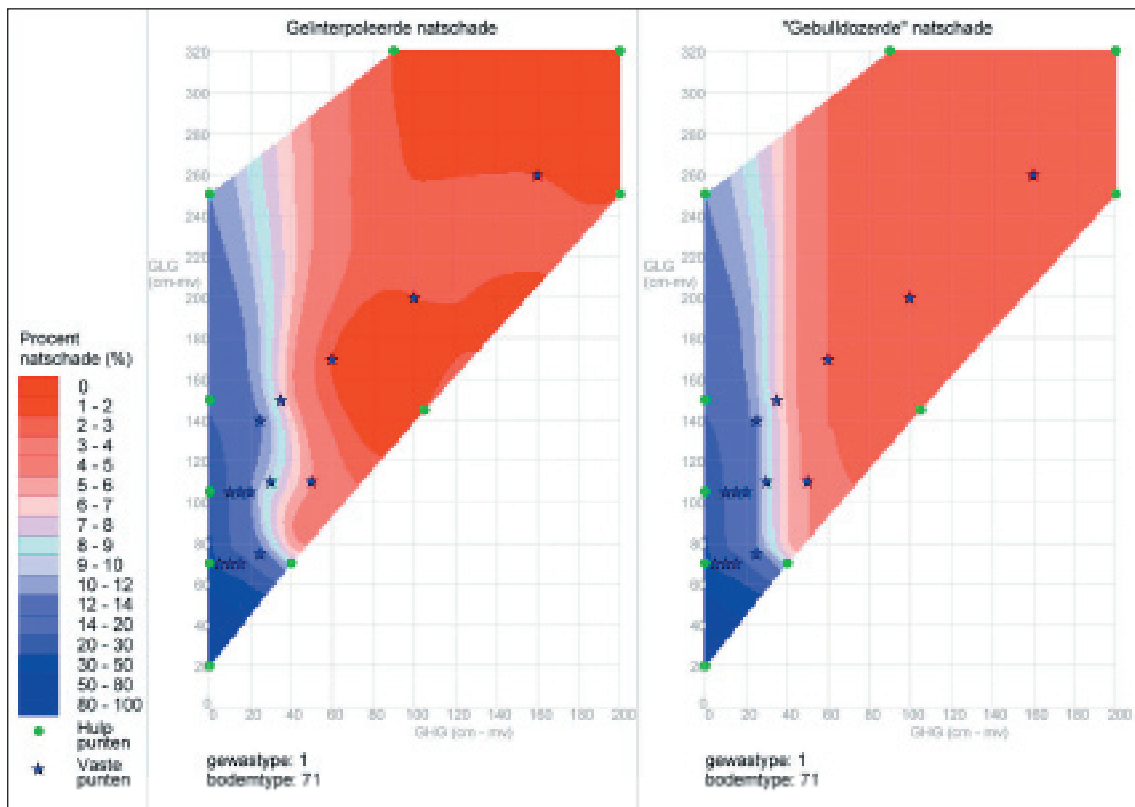
Het semi-continu maken bestaat uit het opvullen van alle GHG-GLG-combinaties in het toepassingsdomein met een zogenoemde *minimum-curvature Spline interpolation*, ook wel *thin plate interpolation* genoemd (een functionaliteit in Arcview 3.3 in combinatie met de extensie Spatial Analyst 2.0a; voor 3D visualisatie is gebruik gemaakt van de extensie 3D Analyst v1.0), die exact door de HELP- en hulppunten gaat. De laatste stap is het zogenaamde bulldozeren, waarbij alle oneffenheden zodanig aanpast worden dat er geen inconsistenties meer overblijven (Van Walvoort; in voorber.). Daarbij worden zowel HELP- als hulppunten (de piketpaaltjes) nooit veranderd. De resultaten zijn weggeschreven als ASCII-tabellen voor zowel 1 cm- als 5 cm-combinaties van GHG en GLG binnen het toepassingsdomein.

5

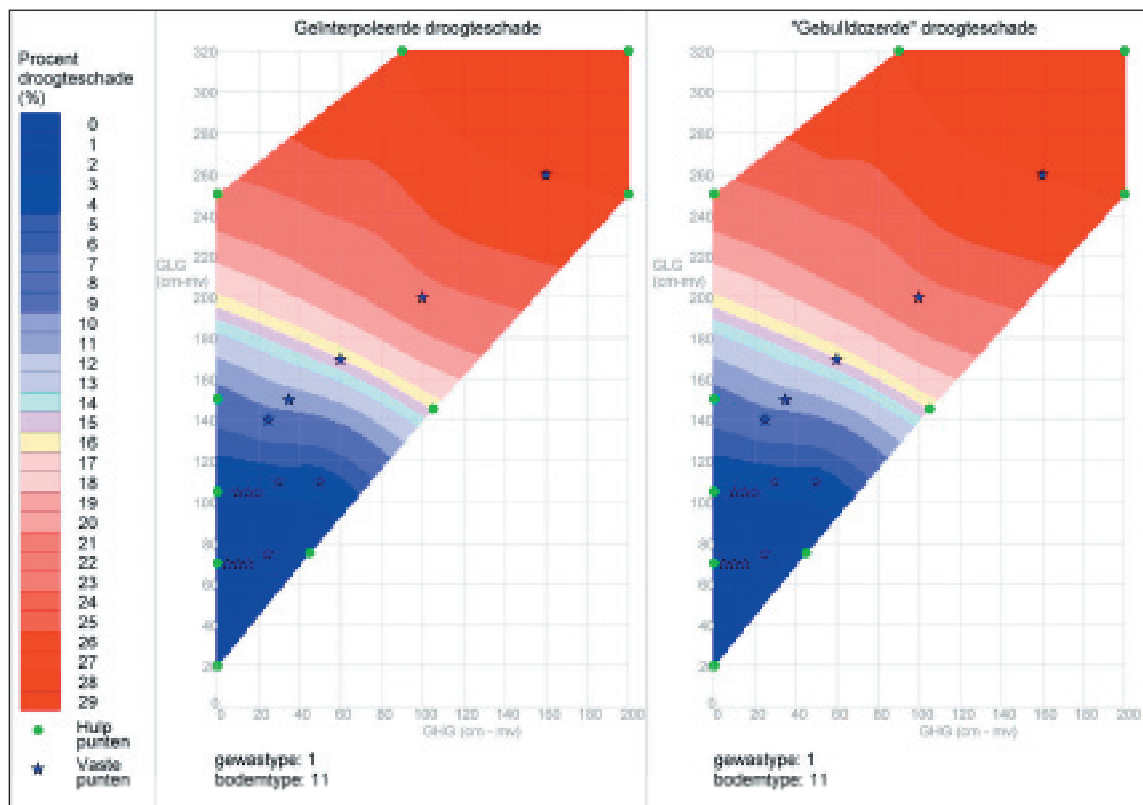
RESULTATEN

Het resultaat van alle stappen, beschreven in het vorige hoofdstuk, is 72 (aantal HELP-bodemtypes) maal 14 (aantal HB-landgebruiksvormen) maal 2 (nat- en droogteschade) maal 2 (5 of 1 cm) is 4032 tabellen, die per 5 of 1 cm combinatie van GHG en GLG in het toepassingsdomein op hele procenten afgeronde waarden voor de nat- en droogteschade geven. In figuren 3 en 4 worden voor enkele combinaties de nat- en droogteschade grafisch weergegeven. Hierin is te zien dat het vlak van natschade na de spline-operatie nog niet monotoon is. Na het bulldozeren is dat wel het geval. Bij droogteschade is het vlak wel monotoon en leidt bulldozeren niet tot een verandering. In alle gevallen kon de operatie succesvol worden uitgevoerd.

FIGUUR 3 GRAFISCHE WEERGAVE VAN DE NATSCHADE VOOR EN NA 'BULLDOZEREN'



FIGUUR 4 GRAFISCHE WEERGAVE VAN DE DROOGTESCHADE VOOR EN NA 'BULLDOZEREN' (OMDAT DE LINKER FIGUUR AL VOLDOET AAN DE EIS VAN MONOTONICITEIT LEIDT HET BULLDOZEREN NIET TOT AANPASSING



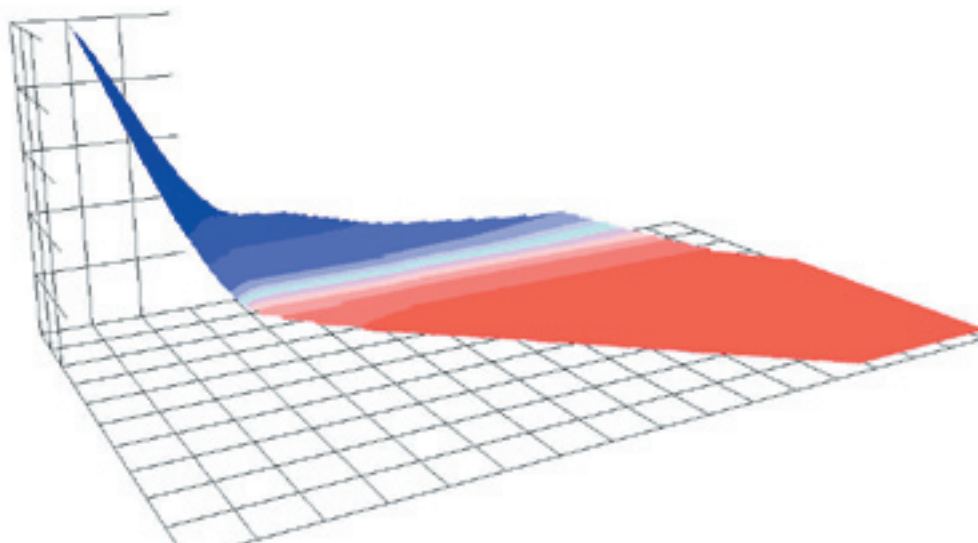
Er is nagegaan of ook de totale opbrengstdepressie (in procenten), berekend met de volgende formule:

$$\{1 - [(100 - n)/100] * [(100 - d)/100]\} * 100$$

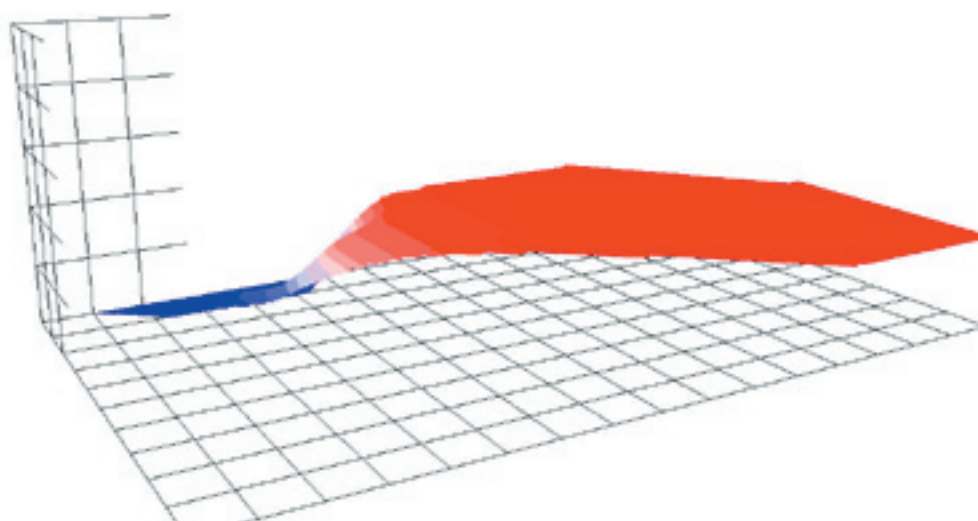
(waarin n is natschadeperscentage en d is droogteschadeperscentage), slechts één globaal minimum heeft en niet ook nog 1 of enkele lokale minima. In fysische zin is dat overigens niet uit te sluiten maar bij meer dan 1 minimum is de optimale combinatie van GHG en GLG niet meer eenduidig te vinden.

Voor een willekeurig gekozen bodentype en gewas zijn quasi-3D-plaatjes gemaakt om te onderzoeken of dit veroorzaakt wordt door hetzij de HELP-punten, hetzij de hulppunten, hetzij het semi-continu maken. Zie figuren 5 t/m 7.

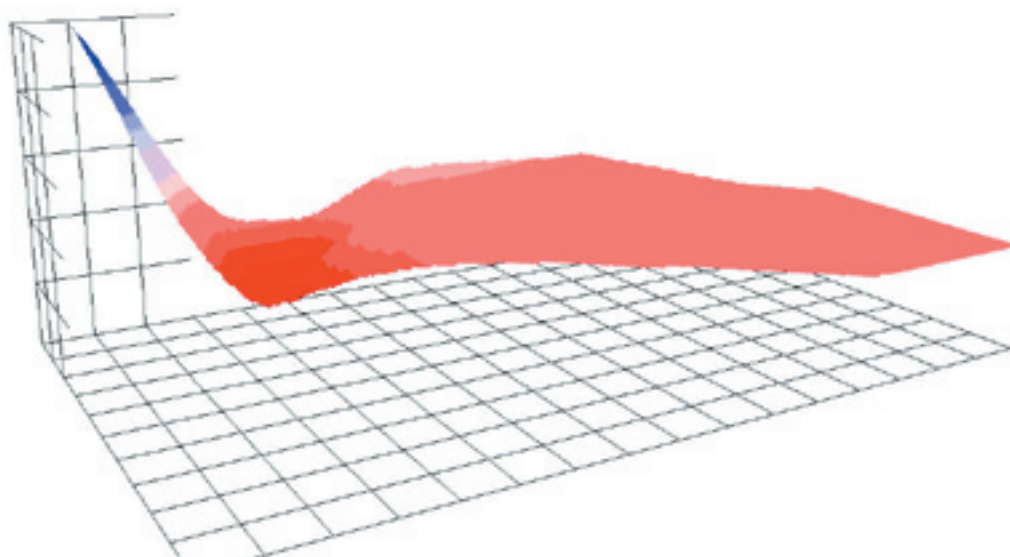
FIGUUR 5 QUASI-3D VOORSTELLING VAN DE NATSCHADE VAN GRASLAND OP BODEMTYPE 71



FIGUUR 6 QUASI-3D VOORSTELLING VAN DE DROOGTESCHADE VAN GRASLAND OP BODEMTYPE 71

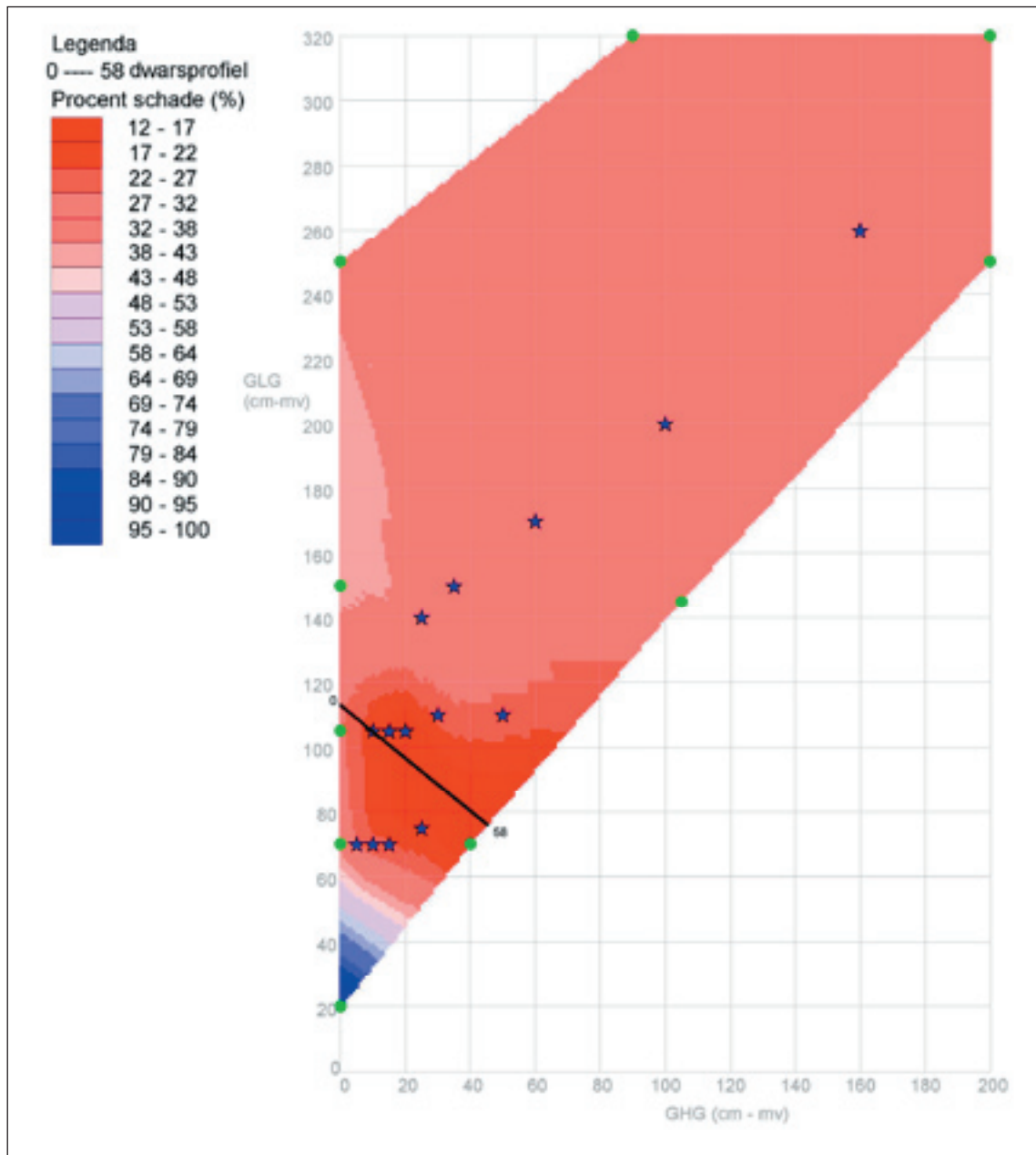


FIGUUR 7 QUASI-3D VOORSTELLING VAN DE TOTALE OPBRENGSTDEPRESSIE VAN GRASLAND OP BODEMTYPE 71



De afzonderlijke plaatjes voor nat- en droogteschade zien er 'logisch' uit maar het plaatje voor de totale opbrengstdepressie vertoont duidelijk 3 dalen. Dit is ook te zien in figuur 8.

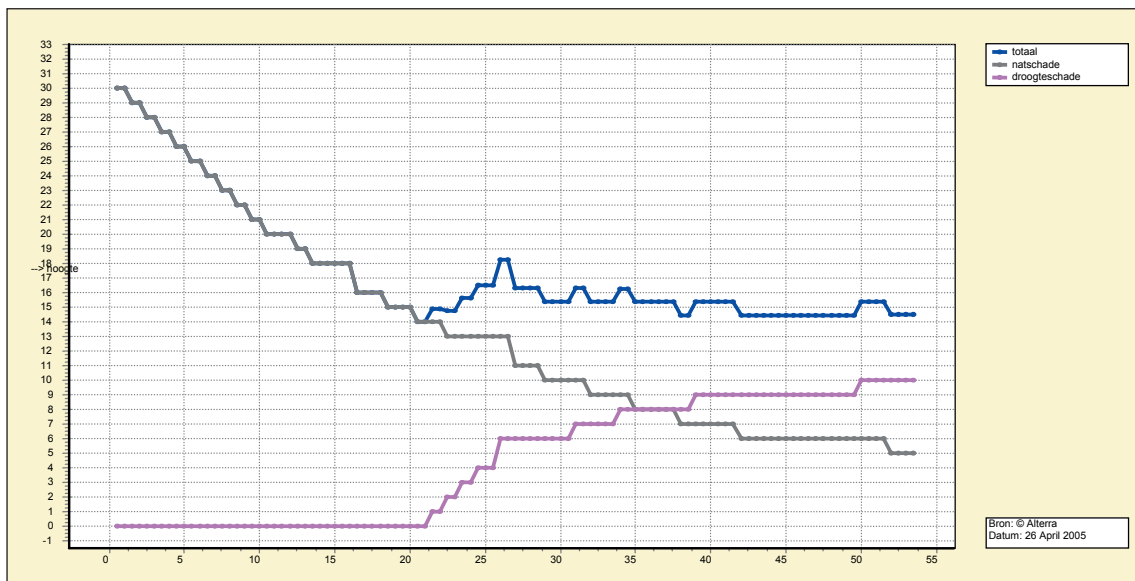
FIGUUR 8 CONTOURLIJNEN VAN DE TOTALE OPBRENGSTDEPRESSIES VAN GRASLAND OP BODEMTYPE 71



In figuur 8 is ook een lijn getrokken om een ongeveer over de op het oog 2 diepste dalen lopend dwarsprofiel te maken van de natschade, de droogteschade en de totale opbrengstdepressie. Zie figuur 9.

FIGUUR 9

DWARSPROFIEL VAN DE NATSCHADE, DROOGTESCHADES EN DE TOTALE OPBRENGSTDEPRESSIE VAN GRASLAND OP BODEMTYPE 71



Uit de verlopen is af te leiden dat het verloop van de totale opbrengst bij toenemende GHG-waarde en gelijkblijvende GLG-waarde inderdaad niet monotoon is maar kleine bulten en dalen vertoont.

6

BEPERKINGEN BIJ HET GEBRUIK

Met het uitbrengen van de HELP-2005-tabellen en het operationeel maken ervan via het Waternoodinstrumentarium, zullen deze in de plaats zullen treden van de HELP-tabellen uit 1987 of de HB-tabellen. Hiermee ontstaat tegelijkertijd het risico dat deze tabellen, evenals dat het geval blijkt te zijn met de originele HELP- en HB-tabellen, toegepast zullen worden voor situaties waarvoor ze niet zijn ontwikkeld en ook niet geschikt zijn. Het is daarom van groot belang het toepassingsbereik van de HELP-2005-tabellen nogmaals onder de aandacht te brengen. Puntsgewijs:

- 1 De HELP-2005-tabellen zijn *niet* geschikt voor vaststellen van concrete schadegevallen. Daarvoor moeten de schadevlakken meer in detail worden vastgesteld en moet de bedrijfsvoering er bij worden betrokken.
- 2 HELP-2005-tabellen zijn *niet* geschikt voor vaststelling van de schades in afzonderlijke jaren.
- 3 HELP-2005-tabellen zijn *niet* geschikt voor het vaststellen van schades in kortdurende, extreem natte periodes tijdens het groeiseizoen.
- 4 HELP-2005-tabellen zijn *niet* geschikt voor het vaststellen van de extra (ten opzichte van de schade door reductie van de verdamping als gevolg van vochttekort) droogteschade in langdurende, extreem droge situaties, als gevolg van het (gedeeltelijk) afsterven van het gewas.
- 5 De oorspronkelijke HELP-tabel is gebaseerd op de verouderde definitie van GHG en GLG. Dit kan leiden tot inconsistenties.
- 6 Voor toepassing van de HELP-2005-tabellen zijn de gemeten of berekende GHG en GLG nodig. Daarvoor moeten volgens de definitie minstens 8 aaneengesloten jaren worden genomen. Bekend is dat deze periode eigenlijk te kort is omdat de 8-jaars voortschrijdende GHG en GLG kan variëren met ca. 80 resp. ca. 50 cm voor een veel voorkomende Gt VI op zandgrond (Massop e. a., 1999). De aanbeveling is te rekenen met een 30-jarige reeks (1971-2000), die per definitie het klimaat representeert.
- 7 Binnen Nederland komen relatief grote verschillen voor in neerslag en verdamping. Voor de droogteschade wordt aanbevolen de districtsindeling voor de correctiefactor voor de droogteschade, zoals beschreven in het oorspronkelijke HELP-rapport, altijd toe te passen (is ook in het Waternoodinstrumentarium geïmplementeerd). Voor de natschade is een dergelijke regionalisatie niet voorhanden.
- 8 In een GIS-toepassing (zoals het Waternoodinstrumentarium) kunnen de waarden van de GHG en GLG buiten het toepassingsdomein van de HELP-2005-tabellen vallen. Voor GHG- en GLG-waarden groter dan resp. 200 en/of 320 cm worden in het Waternoodinstrumentarium de dichtstbijzijnde GHG- en/of GLG-waarden genomen. In alle overige gevallen geeft het Waternoodinstrumentarium geen waarden voor de nat- en droogteschade.
- 9 Bij toepassing van het Waternoodinstrumentarium voor percelen met een bekende vruchtwisseling dient een middeling te worden gemaakt van berekende doelrealisaties, waarbij de doelrealisatie van elk gewas dat in het bouwplan is opgenomen, wordt gewogen in evenredigheid met het aantal jaren dat het is opgenomen in het bouwplan.

- 10 De HELP-2005-tabellen zijn *niet* toepasbaar voor aangepaste vormen van landbouw, zoals weidebouw met beheersvergoedingen, waarbij tot een bepaalde datum niet mag worden gemaaid of beweid. De agrariër kan dan juist nadeel ondervinden van het vroeg op gang komen van de grasgroei omdat de voederwaarde terugloopt als niet wordt gemaaid .
- 11 Indien berekening wordt toegepast, zijn de tabellen uiteraard niet zondermeer toepasbaar; dan wordt aangenomen dat 80% van de droogteschade wordt opgeheven. De natschade blijft onveranderd. Beide aannames zijn duidelijk een sterke vereenvoudiging van de werkelijke effecten van berekening omdat a) berekening in vele vormen van geavanceerdheid kan voorkomen en b) door berekening het grondwaterstandsverloop verandert, met effecten op vooral de natschade.
- 12 Zeker de HELP-tabellen en in wat mindere mate de HB-tabellen, zijn gebaseerd op de kennis, zoals die ongeveer 15 à 20 jaar geleden beschikbaar was. Omdat de HELP-2005-tabellen zijn gebaseerd op HELP- en HB-tabellen geldt dit voor deze tabellen evenzo. De HELP-2005 tabellen houden dus geen rekening met effecten op de relatie hydrologie-opbrengst als gevolg van wet- en regelgeving op het gebied van bijvoorbeeld mest, milieu en arbeidsomstandigheden en ook niet met effecten van technologische ontwikkelingen. Ook resultaten van recent onderzoek op onder andere proefbedrijven zijn niet of slechts beperkt verwerkt in de HELP-2005-tabellen.

7

CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

7.1 CONCLUSIES

De oorspronkelijke HELP-tabel (Werkgroep HELP-tabel, 1987) geeft voor 70 bodemtypes voor zowel grasland als bouwland per Gt de veeljarig gemiddelde nat- en droogteschade (uitgezonderd de natte Gt's voor bouwland en een achttal bodemtypes waar geacht werd dat er geen bouwland voorkwam). Deze tabel heeft in de loop der jaren een grote status verworven. In begin jaren negentig is daar een aanvulling op ontwikkeld door voor meer landgebruiksvormen en minder bodemgroepen nat- en droogteschadepersentages te geven (Huinink, 1992). Deze tabel is een paar keer herzien en staat bekend als de HB-tabel (Brouwer en Huinink, 2002). Ondanks de tekortkomingen (geen variatie van jaar tot jaar, geen invloed van de bedrijfsvoering) is besloten de HELP-tabel voor grasland en bouwland operationeel te maken voor gebruik in het Waternoodinstrumentarium (Van Bakel, 2002). De voornaamste reden is de verwachting dat een beter alternatief nog wel een aantal jaren op zich zal laten wachten. In de praktijk voorziet de uitbreiding naar meer landgebruiksvormen echter in een grote behoefte en daarom zijn de HELP-tabellen gecombineerd met de HB-tabellen. Daartoe is in 2005 door Stowa een opdracht verstrekt aan Alterra. Deze opdracht is uitgevoerd met als resultaten:

- semi-continue tabellen voor zowel nat- als droogteschade voor alle mogelijke combinaties van HELP-bodemtype en HB-landgebruiksvorm; aangeduid als HELP-2005-tabellen;
- een protocol om vanuit de HB-tabellen HELP-2005-tabellen te genereren;
- een algemeen toegankelijk eindrapport en een Technisch Document.

7.2 AANBEVELINGEN

Een belangrijke functie van de HELP-2005-tabellen is dat ze normatief werken, dwz er is geen discussie over de hoogte van de nat- en droogteschade als wordt afgesproken om deze tabellen te gebruiken. Bovendien is er voor gezorgd dat de tabellen formeel en inhoudelijk consistent zijn. Formeel door te zorgen voor monotoniciteit; inhoudelijk doordat door jarenlang opgebouwde expertise de onderlinge verhoudingen tussen de bodemtypes goed is. Dit verleent de tabellen een zekere status. Dat neemt niet weg dat inzichten kunnen veranderen. Er wordt daarom aanbevolen een Werkgroep Actualisering HELP-tabellen (WEAH) in te stellen, die jaarlijks de uitgangspunten en basistabellen onder de loep neemt, verbeterpunten identificeert en zorg draagt voor realisatie. Met het geformaliseerde protocol worden vervolgens nieuwe tabellen geproduceerd met als toevoeging HELP-2006 et cetera. Deze worden jaarlijks opnieuw ingebouwd in het Waternoodinstrumentarium of anderszins voor iedereen toegankelijk gemaakt.

Geadviseerd wordt om de volgende specifieke punten in de WEAH in te brengen:

- mogelijke inconsistenties als gevolg van verschillen in definitie van GHG en GLG;
- het opvullen van de HELP-2005-bodemtypes waarvoor geen nat- en droogteschades zijn gegeven;
- ontwikkelen c.q. actualiseren van de regionalisatie van de nat- en droogteschadetabellen;
- het niet meer laten bestaan van lokale minima in het vlak van de totale opbrengstdepressie;
- bevorderen van het ontwikkelen van tabellen voor vormen van landbouw waar maximalisatie van de gewasproductie niet voorop staat (beheerslandbouw);
- het jaarlijks actualiseren van de geldelijke opbrengst (kg-opbrengst maal kg-prijs minus aan opbrengstniveau te relateren oogst- en afzetkosten) per procent gewasopbrengst per onderscheiden gewas(groep), op basis van de Kwantitatieve Informatie (KWIN) van de verschillende agrarische sectoren;
- voor zover al beschikbaar, resultaten van berekeningen met het Waterpas-instrumentarium (of andere vergelijkbare methoden) vertalen naar effecten op de bedrijfsvoering en -inkomen voor nog nader te definiëren bedrijfstypen.

LITERATUUR

Belmans, C., J.G. Wesseling and R.A. Feddes, 1983. Simulation model of the water balance of a cropped soil: SWATRE. *J. of Hydrol.* 63 (3/4): 271-286.

Bouwmans, J.M.M., 1990. Achtergrond en toepassing van de TCGB-tabel. Een methode voor het bepalen van de opbrengstdepressie van grasland op zandgrond als gevolg van een grondwaterstandsverlaging. Technische Commissie Grondwater Beheer, Utrecht.

Brouwer, F. en J.T.M. Huinink, 2002. Opbrengstderivingspercentages voor combinaties van bodemtypen en grondwatertrappen. HELP-tabellen en opbrengstdepressiekaarten. Rapport 493. Alterra, Wageningen/EC-LNV.

Cultuurtechnisch Vademecum, 2000. Handboek voor inrichting en beheer van het landelijk gebied. Elsevier/Vereniging voor Landinrichting.

De Laat, P.J.M., 1980. Model for unsaturated flow above a shallow water tabel, regional subsurface flow problem. *Agric. Res. Report* 895. Pudoc, Wageningen.

Huinink, J.T.M., 1993. Bodemgeschiktheidstabellen voor landbouwkundige vormen van grondgebruik. IKC Akker- en Tuinbouw, Ede.

Huinink, J.T.M. 1995; Bodembeschrijving en –geschiktheidsbeoordeling; Informatie en Kennis Centrum Landbouw, Ede.

Huinink, J.T.M., F. Verstraten, J. Janssen, M. Mooij, L. Beijer en A. van der Wees, 1998. Het economisch belang van water in de landbouw. Rapport 137. Informatie en Kennis Centrum Landbouw.

Massop, H.T.L., P.J.T van Bakel en J. Huygen, 1999. Analyse van de verandering van de GHG over de periode 1980-1998 in het beheersgebied van Waterschap De Dommel. Interne mededeling. SC-DLO/Waterschap De Dommel.

Peerboom, J.M.P.M. 1990. Waterhuishoudkundige schadefuncties op grasland. Rapport 43. SC-DLO, Wageningen.

Projectgroep Waterlood, 1998. Grondwater als leidraad voor het oppervlaktewater. DLG publicatie 98/2. Dienst Landelijk Gebied en Unie van Waterschappen. Utrecht, Den Haag.

Postma, J., 1992. Kwantificering van de relatie tussen grondwaterstandsverloop en productievermindering ten gevolge van wateroverlast op grasland. Rapport 190. SC-DLO, Wageningen.

Postma, J. 1995. Modelleren van de effecten van het beregeningsverbod voor vier melkveebedrijven in Noord-Brabant in 1993. Rapport 416. SC-DLO, Wageningen.

Postma, J., M.H.A. de Haan, P. Kabat, J.M.P.M. Peerboom en J.G. Wesseling, 1997. Gevolgen van een gedeeltelijk beregeningsverbod op grasland voor een melkveebedrijf in 1992-1994. Rapport 477. SC-DLO, Wageningen.

Reuling, T.H.M., 1983. Gebruikershandleiding voor het model Lamos. Landinrichtingsdienst Utrecht.

Runhaar, J., P.J.T. van Bakel, M.F.P. Bierkens en P.A. Finke, 2002. Werken met Waterlood. Proeftoepassing in het gebied De Leijen. Stromingen 8(1): 15-31.

Stowa, 2002. Extremen binnen Waterlood. Waterlood deelrapport 33.

Van Bakel, P.J.T., 2002. HELP-tabellen landbouw. Waterlood deelrapport 04. STOWA, Utrecht.

Van der Bolt, F.J.E. en M. Kok, 2000. Hoogwaternormering regionale watersystemen. Onderdeel schademodelering. In opdracht van de Commissie Waterbeheer 21^e eeuw. Alterra/HKV Lijn in Water.

Van der Sluijs, P., 1982. De grondwatertrap als karakteristiek van het grondwaterstandsverloop. H₂O 15 (3): 42-46.

Van Lanen, H.A.J., 1991. Qualitative and quantitative physical land evaluation: an operational approach. Thesis. Agricultural University, Wageningen.

Visser, W.C., 1958. De landbouwwaterhuishouding van Nederland. Rapport 1. Commissie Onderzoek Landbouwwaterhuishouding Nederland-TNO.

Voet, H.A.L.J., 1995. BODEP handleiding. Dienst Landinrichting en Beheer Landbouwgronden, Utrecht.

Vos, J.A., I.E. Hoving, P.J.T. van Bakel, J. Wolf, J.G. Conijn en G. Holshof, 2004. Effecten van peilbeheer in de polders Zegveld en Oud-Kamerik op de nat- en droogteschade in de landbouw. Alterra-rapport 987, ISSN 1566-7197.

Wergroep Herziening Evaluatie Landinrichtingsplannen, 1978. Methode voor de evaluatie van landinrichtingsplannen. Cultuurtechnische Dienst, Utrecht.

Wergroep Landbouwkundige Aspecten, 1984. Landbouwkundige aspecten van grondwateronttrekking. Berekening van de schade als gevolg van kunstmatige verlaging van de grondwaterstand. Commissie Grondwaterwet Waterleidingbedrijven.

Wergroep HELP-tabel, 1987. De invloed van de waterhuishouding op de landbouwkundige productie. Mededeling 176. Landinrichtingsdienst, Utrecht.

Wijk, A.L.M. van, R.A. Feddes, J.G. Wesseling en J. Buitendijk, 1988. Effecten van grondsoort en ontwatering op de opbrengst van akkerbouwgewassen. Rapport 31. ICW, Wageningen.

BIJLAGEN

BIJLAGE 1

AANVULLINGEN OP DE HELP-1987-TABELLEN

In 2002 zijn door G. Grotentraast enige aanvullingen op de HELP-tabel opgesteld.
Zie onderstaande tabellen.

VEENGRONDEN (V)				Bodemgebruik GRASLAND						Tabel G1	
Gt	GHG	GLG	1)	V	aV	hV	kV	zV	iV		iV
				1	2	3	4	5	6		7
VII	100	200	Wa	1	1	1	2				
			Dr	31	31	31	31				
			Vo								
VII*	160	260	Wa	1	1	1	2	0	1		1
			Dr	34	34	34	34	34	34		26
			Vo								

MOERIGE GRONDEN (W)				Bodemgebruik GRASLAND						Tabel G2	
Gt	GHG	GLG	1)	Wo	vW	hW	kW	zW	iW		iW
				8	9	10	11	12	13		14
VII	100	200	Wa	1	1	1	2				
			Dr	33	33	33	33				
			Vo								
VII*	160	260	Wa	1	1	1	2	0	1		1
			Dr	36	36	36	36	36	36		27
			Vo								

VEENGRONDEN (V)				Bodemgebruik BOUWLAND						Tabel B1	
Gt	GHG	GLG	1)	V	aV	hV	kV	zV	iV		iV
				1	2	3	4	5	6		7
VII	100	200	Wa								
			Dr								
			Vo								
VII*	160	260	Wa		1			0	1		1
			Dr		32			32	32		23
			Vo								

MOERIGE GRONDEN (W)				Bodemgebruik BOUWLAND						Tabel B2	
Gt	GHG	GLG	1)	Wo	vW	hW	kW	zW	iW		iW
				8	9	10	11	12	13		14
VII	100	200	Wa								
			Dr								
			Vo								
VII*	160	260	Wa					2	2		0
			Dr					37	37		25
			Vo								

BIJLAGE 2

**DE TEN BEHOEVE VAN DE HELP-2005-
TABELLEN AANGEPASTE HB-TABELLEN**

GRAS (MET HERINZAAI)

Gt		GHG/GLG		BODEMTYPE																											
				V&W		K1		K2		K3/4		K5		Z30		Z50		Z80		Z130		Zs150		Zs180		L		G30		Z30/t	
				wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr
I		98	2	89	1	88	0	87	2	94	0	85	1	86	0	86	0	86	0	99	0	100	0	100	0	81	0	87	1	86	1
II		45	3	41	2	40	1	48	3	41	1	37	2	38	1	38	1	38	1	41	1	42	1	42	1	43	0	48	4	45	2
II*		22	4	18	2	16	1	25	4	18	1	15	2	16	1	16	1	16	1	17	2	18	1	18	0	20	0	25	6	22	3
III		26	6	23	3	22	1	29	9	22	2	19	5	20	1	20	1	20	1	21	3	22	2	22	0	27	0	29	12	26	7
III*		11	7	9	4	8	1	15	10	8	2	6	5	7	1	7	1	7	1	8	4	9	2	9	0	13	0	15	17	13	8
IV		1	7	3	4	1	1	8	10	1	2	1	5	1	1	1	1	1	1	3	4	1	2	1	0	4	0	8	22	6	8
V		11	13	9	8	8	3	18	15	9	3	7	10	8	3	8	2	8	2	9	8	10	4	10	1	13	1	18	27	15	12
V*		4	15	4	10	3	6	11	18	4	4	3	13	3	4	3	3	3	3	5	10	5	5	5	1	9	1	11	28	9	16
VI		1	20	3	14	1	11	6	21	1	6	1	19	1	7	1	6	1	15	1	15	1	8	1	2	4	1	6	28	5	20
VII		1	29	3	19	1	20	6	24	1	12	0	25	0	13	0	12	0	12	1	20	0	14	0	5	4	4	6	30	4	24
VII*		1	32	3	25	1	30	6	28	1	23	0	28	0	20	0	19	0	25	0	25	0	20	0	14	4	6	6	31	4	28

GRAS (ZONDER HERINZAAI)

Gt		GHG/GLG		BODEMTYPE																											
				V&W		K1		K2		K3/4		K5		Z30		Z50		Z80		Z130		Zs150		Zs180		L		G30		Z30/t	
				wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr
I		71	2	62	1	61	0	60	2	67	0	58	1	59	0	59	0	59	0	72	0	73	0	73	0	54	0	60	1	60	1
II		26	3	22	2	21	1	25	3	22	1	18	2	19	1	19	1	19	1	22	1	23	1	23	0	24	0	25	4	23	2
II*		15	4	11	2	9	1	15	4	11	1	8	2	9	1	9	1	9	1	10	2	11	1	11	0	13	0	15	6	13	3
III		17	6	14	3	13	1	18	9	13	2	10	5	11	1	11	1	11	1	12	3	13	2	13	0	18	0	18	12	16	7
III*		8	7	6	4	5	1	10	10	5	2	3	5	4	1	4	1	4	1	5	4	6	2	6	0	10	0	10	17	8	8
IV		1	7	3	4	1	1	6	10	1	2	1	5	1	1	1	1	1	1	3	4	1	2	1	0	4	0	6	22	5	8
V		8	13	6	8	5	3	13	15	6	3	4	10	5	3	5	2	5	2	6	8	7	4	7	1	10	1	13	27	11	12
V*		4	15	4	10	3	6	8	18	4	4	3	13	3	4	3	3	3	3	5	10	5	5	5	1	9	1	8	28	7	16
VI		1	20	3	14	1	11	3	21	1	6	1	19	1	7	1	6	1	15	1	15	1	8	1	2	4	1	3	28	2	20
VII		1	29	3	19	1	20	3	24	1	12	0	25	0	13	0	12	0	12	1	20	0	14	0	5	4	4	3	30	2	24
VII*		1	32	3	25	1	30	3	28	1	23	0	28	0	20	0	19	0	25	0	25	0	20	0	14	4	6	6	31	4	28

CONSUMPTIE AARDAPPELEN

Gt	GHG/GLG	BODEMTYPE												Z30/t																	
		V&W		K1		K2		K3/4		K5		Z30		Z50		Z80		Z130		Zs150		Zs180		L		G30		Z30/t			
		wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr
I	-5/40	100	2	100	1	100	1	100	1	100	1	100	1	100	1	100	1	100	1	100	0	100	0	100	0	99	0	100	1	100	1
II	10/70	49	3	47	3	45	2	46	2	47	1	47	2	45	1	45	0	51	1	50	0	50	0	44	0	46	3	46	2		
II*	25/75	28	4	24	3	19	2	28	2	24	1	21	2	21	1	21	0	23	1	24	0	24	0	24	0	28	5	26	2		
III	15/105	32	6	30	4	28	2	33	5	28	2	26	4	26	1	26	0	28	2	28	1	28	0	33	0	33	10	31	4		
III*	30/110	19	6	18	4	17	2	22	8	18	2	15	5	15	3	15	0	17	2	17	2	17	0	22	0	22	17	20	6		
IV	50/110	8	7	8	5	8	2	12	11	8	2	5	6	5	3	5	0	7	3	7	2	7	0	12	0	12	26	10	8		
V	25/140	17	14	17	10	15	3	20	16	16	4	13	9	14	6	14	2	16	5	16	3	16	0	19	0	20	24	18	12		
V*	35/150	11	16	11	10	11	5	15	19	11	4	8	13	8	7	8	3	10	7	10	4	10	2	14	0	15	28	13	16		
VI	60/170	4	23	6	13	6	13	9	19	6	5	1	19	1	14	1	4	2	13	2	7	2	2	10	0	9	28	7	19		
VII	100/200	2	29	4	19	3	23	5	23	3	14	0	27	0	22	0	11	0	22	0	15	0	5	6	2	5	32	4	25		
VII*	160/260	2	31	4	24	3	32	5	30	3	30	0	32	0	28	0	20	0	29	0	23	0	20	6	3	5	35	4	31		

SUIKERBIETEN

Gt	GHG/GLG	BODEMTYPE												Z30/t															
		V&W		K1		K2		K3/4		K5		Z30		Z50		Z80		Z130		Zs150		Zs180		L		G30		Z30/t	
		wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr
I	-5/40	100	1	100	1	100	1	100	1	100	1	100	0	100	0	100	0	100	0	100	0	100	0	99	0	100	0	100	1
II	10/70	49	1	47	2	45	2	46	1	47	0	47	1	45	1	45	0	51	0	50	0	50	0	44	0	46	2	46	1
II*	25/75	28	1	24	2	19	2	28	2	24	0	21	1	21	1	21	0	23	0	24	0	24	0	24	0	28	2	26	1
III	15/105	32	2	30	3	28	2	33	4	28	1	26	2	26	1	26	0	28	0	28	0	28	0	33	0	33	5	31	3
III*	30/110	19	2	18	3	17	2	22	6	18	1	15	3	15	1	15	0	17	1	17	0	17	0	22	0	22	10	20	4
IV	50/110	8	3	8	4	8	2	12	8	8	1	5	4	5	1	5	0	7	1	7	0	7	0	12	0	12	18	10	6
V	25/140	17	8	17	7	15	3	20	12	16	2	13	7	14	4	14	0	16	3	16	1	16	0	19	0	20	19	18	10
V*	35/150	11	9	11	7	11	4	15	14	11	2	8	9	8	5	8	1	10	5	10	2	10	0	14	0	15	19	13	12
VI	60/170	4	14	6	10	6	10	9	14	6	2	1	13	1	9	1	2	2	8	2	4	2	0	10	0	9	20	7	14
VII	100/200	2	18	4	14	3	17	5	17	3	7	0	19	0	15	0	7	0	15	0	10	0	3	6	1	5	23	4	18
VII*	160/260	2	18	4	18	3	23	5	23	3	17	0	23	0	20	0	14	0	21	0	17	0	9	6	2	5	25	4	23

GRANEN

Gt	GHG/GLG	BODEMTYPE												Z30/t																	
		V&W		K1		K2		K3/4		K5		Z30		Z50		Z80		Z130		Zs150		Zs180		L		G30		Z30/t			
		wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr
I	-5/40	100	1	100	1	100	0	100	0	100	0	100	0	100	0	100	0	100	0	100	0	100	0	100	0	100	0	100	0	100	0
II	10/70	49	1	47	1	45	0	46	1	47	0	47	0	45	0	45	0	45	0	45	0	50	0	50	0	46	1	46	1		
II*	25/75	28	1	24	1	19	0	28	1	24	0	21	0	21	0	21	0	21	0	21	0	24	0	24	0	28	1	26	1		
III	15/105	32	2	30	2	28	0	33	3	28	0	26	1	26	0	26	0	26	0	26	0	28	0	28	0	33	0	33	2	31	2
III*	30/110	19	2	18	2	17	0	22	5	18	0	15	2	15	0	15	0	15	0	15	0	17	0	17	0	22	0	22	7	20	4
IV	50/110	8	3	8	3	8	0	12	8	8	0	8	0	8	0	8	0	8	0	8	0	10	0	10	0	12	0	12	13	10	6
V	25/140	17	8	17	7	15	1	20	14	16	1	13	6	14	3	14	0	16	3	16	0	16	0	16	0	19	0	20	16	18	10
V*	35/150	11	10	11	7	11	3	15	16	11	1	8	9	8	4	8	0	10	4	10	1	10	1	10	1	14	0	15	19	13	12
VI	60/170	4	15	6	11	6	11	9	16	6	2	1	14	1	9	1	1	2	10	2	3	2	0	10	0	10	0	9	21	7	15
VII	100/200	2	20	4	16	3	20	5	20	3	8	0	23	0	22	0	7	0	17	0	10	0	10	0	2	6	0	5	28	4	22
VII*	160/260	2	22	4	21	3	28	5	26	3	18	0	27	0	23	0	15	0	24	0	19	0	19	0	9	6	1	5	30	4	26

GROVE ZOMERGROENTEN (ERWTEN, BONEN, KOOLSOORTEN, WITLOF)

Gt	GHG/GLG	BODEMTYPE												Z30/t																	
		V&W		K1		K2		K3/4		K5		Z30		Z50		Z80		Z130		Zs150		Zs180		L		G30		Z30/t			
		wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr		
I	-5/40	100	1	100	1	100	0	100	1	100	0	100	1	100	0	100	0	100	0	100	0	100	0	100	0	100	1	100	1	100	1
II	10/70	49	2	47	2	45	1	46	2	47	0	47	1	45	1	45	0	45	0	50	0	50	0	46	2	46	1	46	1		
II*	25/75	28	2	24	2	19	1	28	2	24	0	21	1	21	1	21	0	23	1	24	0	24	0	28	0	28	4	26	2	2	
III	15/105	32	3	30	3	28	1	33	5	28	0	26	3	26	1	26	0	28	1	28	0	28	0	33	0	33	7	31	4	4	
III*	30/110	19	6	18	3	17	1	22	8	18	1	15	4	15	2	15	0	17	2	17	1	17	0	22	0	22	14	20	6	6	
IV	50/110	8	6	8	5	8	2	12	10	8	1	5	4	5	2	5	0	7	2	7	1	7	0	12	0	12	18	10	7	7	
V	25/140	17	11	17	9	15	3	20	15	16	3	13	6	14	5	14	1	16	3	16	3	16	0	19	0	20	16	18	10	10	
V*	35/150	11	13	11	9	11	5	15	17	11	5	8	11	8	6	8	2	10	6	10	3	10	1	14	0	15	24	13	14	14	
VI	60/170	4	26	6	13	6	11	9	19	6	11	1	17	1	12	1	3	2	12	2	6	2	1	10	0	9	26	7	18	18	
VII	100/200	2	32	4	17	3	22	5	23	3	18	0	25	0	20	0	10	0	19	0	14	0	4	6	1	5	30	4	24	24	
VII*	160/260	2	35	4	23	3	29	5	27	3	28	0	30	0	26	0	11	0	28	0	22	0	17	6	2	5	33	4	28	28	

WINTERGROENTEN (PREI, SPRUITEN, HERFSTBLOEMKOOI)

Gt		V&W		K1		K2		K3/4		K5		Z30		Z50		Z80		Z130		Zs150		Zs180		L		G30		Z30/t			
		wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr
I	-5/40	100	1	100	1	100	1	100	1	100	0	100	1	100	1	100	0	100	0	100	0	100	0	100	0	100	0	100	1	100	1
II	10/70	100	2	100	3	100	1	100	3	100	0	100	1	96	2	96	0	100	0	100	0	100	0	100	0	100	0	100	2	100	2
II*	25/75	58	3	79	3	69	1	83	4	85	0	44	1	45	2	45	0	83	1	85	0	86	0	86	0	80	0	83	4	74	2
III	15/105	66	4	100	4	100	2	100	8	100	0	55	3	55	2	55	0	100	1	100	0	100	0	96	0	100	7	89	6	6	6
III*	30/110	46	6	77	4	68	2	70	10	79	1	32	3	32	2	32	0	80	1	81	1	84	0	80	0	70	10	60	6	6	6
IV	50/110	32	6	35	5	35	2	44	10	35	1	10	4	10	2	10	0	35	2	35	1	35	0	35	0	44	18	36	7	7	7
V	25/140	50	11	78	9	68	3	71	15	80	3	35	5	35	5	35	1	81	3	81	3	84	0	80	0	71	14	62	10	10	10
V*	35/150	36	13	77	9	55	5	55	17	55	3	25	12	25	6	25	2	56	7	57	3	59	1	62	0	55	25	48	14	14	14
VI	60/170	28	26	30	13	30	11	33	19	30	5	7	17	7	13	7	3	30	12	30	6	30	1	30	0	33	26	26	18	18	18
VII	100/200	24	30	1	17	1	22	1	23	1	11	0	25	0	21	0	10	1	19	1	14	1	4	2	2	1	30	1	24	24	24
VII*	160/260	24	35	1	23	1	29	1	27	1	28	0	31	0	26	0	18	1	28	1	22	1	17	2	3	1	34	1	29	29	29

BLADGROENTEN, BOSPEEN

Gt		V&W		K1		K2		K3/4		K5		Z30		Z50		Z80		Z130		Zs150		Zs180		L		G30		Z30/t			
		wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr
I	-5/40	96	3	100	2	100	1	100	1	100	0	100	1	100	2	100	2	100	0	100	0	100	1	99	1	100	1	100	1	100	1
II	10/70	35	4	47	3	45	2	46	2	47	1	47	2	45	5	45	5	51	1	50	1	50	2	44	2	46	4	46	2	2	2
II*	25/75	20	5	24	3	19	2	28	3	24	1	21	2	21	5	21	5	23	1	24	1	24	2	24	2	28	6	26	3	3	3
III	15/105	23	8	30	5	28	2	33	7	28	2	26	5	26	5	26	5	28	2	28	2	28	2	33	2	33	12	31	6	6	6
III*	30/110	19	8	18	5	17	3	22	10	18	3	15	7	15	7	15	7	17	3	17	3	17	3	22	3	22	24	20	8	8	8
IV	50/110	8	9	8	6	8	3	12	15	8	3	5	8	5	8	5	8	7	4	7	4	7	4	12	4	12	35	10	12	12	12
V	25/140	17	17	13	13	15	4	20	20	16	5	13	11	14	11	14	11	16	7	16	7	16	7	19	7	20	30	18	16	16	16
V*	35/150	11	20	11	13	11	7	15	24	11	5	8	17	8	17	8	17	10	9	10	9	10	9	14	9	15	36	13	20	20	20
VI	60/170	4	28	6	17	6	17	9	24	6	7	1	24	1	24	1	24	2	17	2	17	2	17	10	17	9	37	7	24	24	24
VII	100/200	2	36	4	24	3	29	5	29	3	17	0	34	0	34	0	34	0	28	0	28	0	28	6	28	5	41	4	32	32	32
VII*	160/260	2	37	4	30	3	39	5	37	3	37	0	39	0	39	0	39	0	36	0	36	0	36	6	36	5	43	4	38	38	38

SNIJMAIS

Gt	GHG/GLG	BODEMTYPE												Z30/T																	
		V&W		K1		K2		K3/4		K5		Z30		Z50		Z80		ZL30		ZSL50		ZSL80		L		G30		Z30/T			
		wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr		
I	-5/40	100	1	100	1	100	1	100	1	100	0	100	1	100	0	100	0	100	0	100	0	100	0	100	0	99	0	100	1	100	1
II	10/70	49	2	47	3	45	2	46	2	46	2	47	1	45	1	45	1	45	0	51	0	50	0	50	0	44	0	46	2	46	1
II*	25/75	28	2	24	3	19	2	28	2	28	2	24	0	21	1	21	1	21	0	23	1	24	0	24	0	24	0	28	4	26	2
III	15/105	32	3	30	4	28	2	33	5	28	1	26	3	26	1	26	1	26	0	28	1	28	0	28	0	33	0	33	7	31	4
III*	30/110	19	3	18	4	17	2	22	7	18	1	15	4	15	2	15	2	15	0	17	2	17	1	17	0	22	0	22	14	20	6
IV	50/110	8	3	8	5	8	2	12	10	8	1	5	5	5	2	5	2	5	0	7	2	7	1	7	0	12	0	12	22	10	8
V	25/140	17	4	17	9	15	3	20	15	16	2	13	8	14	5	14	1	14	1	16	5	16	3	16	0	19	0	20	22	18	12
V*	35/150	11	10	11	9	11	5	15	17	11	2	8	11	8	6	8	6	8	2	10	6	10	3	10	1	14	0	15	24	13	14
VI	60/170	4	18	6	12	6	12	9	17	6	3	1	16	1	11	1	11	1	3	2	11	2	6	2	1	10	2	9	24	7	16
VII	100/200	2	22	4	17	3	21	5	21	3	9	0	23	0	18	0	18	0	9	0	18	0	13	0	4	6	3	5	28	4	22
VII*	160/260	2	23	4	22	3	29	5	27	3	21	0	28	0	24	0	24	0	17	0	25	0	20	0	10	6	5	31	4	28	

GROOT FRUIT

Gt	GHG/GLG	BODEMTYPE												Z30/t																	
		V&W		K1		K2		K3/4		K5		Z30		Z50		Z80		ZL30		ZsL50		ZsL80		L		G30		Z30/t			
		wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr		
I	-5/40	100	1	100	1	100	2	100	1	100	0	100	1	100	0	100	0	100	0	100	0	100	0	100	0	99	0	100	1	100	1
II	10/70	49	2	47	3	45	3	46	2	47	0	47	1	45	1	45	0	51	0	51	0	50	0	50	0	44	0	46	2	46	1
II*	25/75	28	2	24	3	19	3	28	2	24	0	21	1	21	1	21	0	23	0	23	0	24	0	24	0	24	0	28	4	26	2
III	15/105	32	3	30	4	28	3	33	5	28	1	26	3	26	1	26	0	28	0	28	0	28	0	28	0	33	0	33	7	31	4
III*	30/110	19	3	18	4	17	3	22	8	18	1	15	4	15	1	15	0	17	1	17	1	17	0	17	0	22	0	22	14	20	6
IV	50/110	8	4	8	5	8	3	12	10	8	1	5	5	5	1	5	0	7	1	7	1	7	0	7	0	12	0	12	22	10	8
V	25/140	17	10	17	9	15	4	20	15	16	2	13	9	14	5	14	0	16	4	16	4	16	1	16	0	19	0	20	23	18	12
V*	35/150	11	12	11	9	11	5	15	16	11	3	8	11	8	6	8	1	10	6	10	3	10	3	10	0	14	0	15	24	13	14
VI	60/170	4	17	6	13	6	13	9	18	6	3	1	17	1	11	1	3	2	10	2	5	2	0	2	0	10	0	9	26	7	18
VII	100/200	2	24	4	18	3	22	5	23	3	9	0	25	0	19	0	9	0	19	0	13	0	13	0	4	6	1	5	30	4	24
VII*	160/260	2	25	4	24	3	29	5	29	3	22	0	29	0	25	0	18	0	26	0	23	0	23	0	11	6	3	5	32	4	29

KLEIN FRUIT

Gt	GHG/GLG	BODEMTYPE												Z30/t																			
		V&W		K1		K2		K3/4		K5		Z30		Z50		Z80		Z130		Zs150		Zs180		L		G30							
		wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr				
I	-5/40	100	2	100	2	100	1	100	1	100	0	100	1	100	1	100	2	100	1	100	0	100	0	100	1	100	0	100	1	100	1	100	1
II	10/70	49	4	47	3	45	2	46	2	47	1	47	2	45	3	45	2	45	3	45	1	50	1	50	1	44	1	46	4	46	2		
II*	25/75	28	5	24	3	19	2	28	3	24	1	21	2	21	3	21	2	23	1	24	1	24	1	24	1	24	1	28	5	26	2		
III	15/105	32	7	30	4	28	2	33	6	28	2	26	4	26	3	26	2	28	2	28	2	28	2	28	1	33	1	33	11	31	4		
III*	30/110	19	7	18	5	17	2	22	9	18	2	15	6	15	5	15	4	17	2	17	2	17	2	17	2	22	2	22	20	20	6		
IV	50/110	8	8	8	6	8	2	12	13	8	2	5	7	5	6	5	4	7	4	7	3	7	2	7	2	12	2	12	31	10	7		
V	25/140	17	16	17	12	15	4	20	18	16	4	13	10	14	8	14	6	16	6	16	5	16	4	19	4	20	27	18	10	10			
V*	35/150	11	18	11	12	11	6	15	22	11	4	8	15	8	12	8	10	10	8	10	6	10	6	14	4	15	32	13	15	15			
VI	60/170	4	26	6	15	6	15	9	22	6	6	1	22	1	19	1	14	2	15	2	12	2	10	8	9	32	7	22	22				
VII	100/200	2	32	4	22	3	26	5	26	3	16	0	30	0	28	0	22	0	25	0	22	0	16	6	15	5	37	4	30	30			
VII*	160/260	2	34	4	27	3	36	5	34	3	34	0	36	0	34	0	30	0	32	0	30	0	28	6	20	5	39	4	36	36			

BOOMTEELT (LAANBOMEN, VRUCHTBOORMONDERSTAMMEN)

Gt	GHG/GLG	BODEMTYPE												Z30/t																	
		V&W		K1		K2		K3/4		K5		Z30		Z50		Z80		Z130		Zs150		Zs180		L		G30					
		wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr				
I	-5/40	100	1	100	1	100	1	100	1	100	0	100	1	100	0	100	0	100	0	100	0	100	0	100	0	99	0	100	1	100	1
II	10/70	49	2	47	2	40	1	46	2	47	0	47	1	45	1	45	0	51	0	50	0	50	0	44	0	44	0	46	2	46	1
II*	25/75	28	2	24	2	19	1	28	2	24	0	21	1	21	1	21	0	23	1	24	0	24	0	24	0	24	0	28	4	26	1
III	15/105	32	3	30	3	28	2	33	5	28	0	26	3	26	1	26	0	28	1	28	0	28	0	33	0	33	7	31	3	31	3
III*	30/110	19	6	18	3	17	2	22	8	18	1	15	4	15	2	15	0	17	2	17	1	17	0	22	0	22	14	20	4	20	4
IV	50/110	8	6	8	5	8	2	12	10	8	1	5	4	5	2	5	0	7	2	7	1	7	0	12	0	12	18	10	4	4	
V	25/140	17	11	17	9	15	3	20	15	16	3	13	6	14	5	14	1	16	3	16	3	16	0	19	0	20	16	18	6	6	
V*	35/150	11	13	11	9	11	5	15	17	11	5	8	11	8	6	8	2	10	6	10	3	10	1	14	0	15	24	13	11	11	
VI	60/170	4	26	6	13	6	11	9	19	6	11	1	17	1	12	1	3	2	12	2	6	2	1	10	0	9	26	7	17	17	
VII	100/200	2	32	4	17	3	22	5	23	3	18	0	25	0	20	0	10	0	19	0	14	0	4	6	1	5	30	4	25	25	
VII*	160/260	2	35	4	23	3	29	5	27	3	28	0	30	0	26	0	11	0	28	0	22	0	17	6	2	5	33	4	30	30	

OVERIG BOOMTEELT

Gt	GHG/GLG	BODEMTYPE																													
		V&W		K1		K2		K3/4		K5		Z30		Z50		Z80		ZL30		ZsL50		ZsL80		L		G30		Z30/t			
		wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr		
I	-5/40	100	2	100	2	100	1	100	1	100	0	100	1	100	2	100	2	100	0	100	0	100	1	100	1	99	1	100	1	100	1
II	10/70	49	3	47	3	45	2	46	2	47	1	47	2	45	4	45	4	45	1	50	1	50	1	50	1	44	1	46	4	46	2
II*	25/75	28	4	24	3	19	2	28	3	24	1	21	2	21	4	21	4	23	1	24	1	24	1	24	1	24	1	28	6	26	2
III	15/105	32	6	30	5	28	2	33	6	28	2	26	5	26	4	26	4	28	2	28	2	28	2	28	2	33	2	33	11	31	5
III*	30/110	19	6	18	6	17	6	22	6	18	6	15	6	15	6	15	6	17	6	17	6	17	6	17	6	22	6	22	20	20	6
IV	50/110	8	8	8	8	8	8	12	10	8	6	5	6	5	6	5	6	5	6	5	6	5	6	5	6	12	6	12	26	10	6
V	25/140	17	11	17	11	15	11	20	11	16	11	13	11	14	11	14	11	16	11	16	11	16	11	16	11	19	11	20	28	18	11
V*	35/150	11	13	11	13	11	13	15	13	11	13	8	13	8	13	8	13	10	13	10	13	10	13	10	13	14	13	15	30	13	13
VI	60/170	4	26	6	26	6	26	9	26	6	26	1	26	1	26	1	26	2	26	2	26	2	26	2	26	10	26	9	38	7	26
VII	100/200	2	32	4	32	3	32	5	32	3	32	0	32	0	32	0	32	0	32	0	32	0	32	0	32	6	32	5	38	4	32
VII*	160/260	2	35	4	35	3	35	5	35	3	35	0	35	0	35	0	35	0	35	0	35	0	35	0	35	6	35	5	38	4	35

BLOEMBOLLEN

Gt	GHG/GLG	BODEMTYPE																													
		V&W		K1		K2		K3/4		K5		Z30		Z50		Z80		ZL30		ZsL50		ZsL80		L		G30		Z30/t			
		wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr	wa	dr		
I	-5/40	100	3	100	2	100	1	100	1	100	0	100	1	100	2	100	2	100	0	100	0	100	1	100	1	100	1	100	1	100	1
II	10/70	100	4	100	3	100	2	100	2	100	2	100	2	96	5	96	5	100	1	100	1	100	1	100	2	100	2	100	4	100	2
II*	25/75	58	5	79	3	69	2	83	3	85	1	44	2	45	5	45	5	83	1	85	1	85	1	85	2	70	2	83	6	74	3
III	15/105	66	8	100	5	100	2	100	7	100	2	55	5	55	5	55	5	100	2	100	2	100	2	100	2	96	2	100	12	89	7
III*	30/110	39	8	77	5	67	3	70	10	79	3	32	7	32	7	32	7	80	3	81	3	81	3	81	3	64	3	70	24	60	8
IV	50/110	32	9	35	6	35	3	44	15	35	3	10	8	10	8	10	8	35	4	35	4	35	4	35	4	35	4	44	35	36	12
V	25/140	56	17	78	13	68	4	72	20	80	5	41	11	44	11	44	11	53	7	54	7	54	7	54	7	57	7	72	30	64	16
V*	35/150	36	20	55	13	55	7	55	24	55	5	25	17	25	17	25	17	40	9	41	9	41	9	42	9	42	9	55	36	48	20
VI	60/170	28	28	30	17	30	17	33	24	30	7	7	24	7	24	7	24	30	17	30	17	30	17	30	17	30	17	33	37	26	24
VII	100/200	24	36	1	24	1	29	1	29	1	17	0	34	0	34	0	34	1	28	1	28	1	28	1	28	2	28	1	41	1	32
VII*	160/260	24	37	1	30	1	39	1	37	1	37	0	39	0	39	0	39	1	36	1	36	1	36	1	36	2	36	1	43	1	38

