



Jan van Bakel, De Bakelse Stroom

Gé van den Eertwegh, KWR Watercycle Research Institute

# Nieuwe mogelijkheden voor herziening van de HELP-tabel

Voor de bepaling van de effecten van ingrepen in de waterhuishouding op de landbouwopbrengsten wordt vrijwel altijd de HELP-tabel gebruikt. Deze tabel is in 1987 opgesteld en ten behoeve van het Waternoodinstrumentarium uitgebreid met meer gewassen en meer bodemprofielen. De berekening van zowel de nat- als droogteschade zijn echter niet meer van deze tijd. De productieomstandigheden in de landbouw zijn door technologische en teelttechnische ontwikkelingen dramatisch veranderd. Bovendien is de methode niet geschikt om met steeds extremere weersomstandigheden rekening te houden. Inmiddels is ruim voldoende kennis beschikbaar om structurele verbeteringen door te voeren en de HELP-tabel klimaatbestendig te maken. In dit artikel worden de tekortkomingen geschetst en voorstellen gedaan om de HELP-tabel daadwerkelijk te actualiseren. Alleen met een herziening van de methode kunnen we zorgen voor een robuuste bepaling van de doelrealisatie Landbouw in de Waternood-systematiek, als ook een realistische vaststelling van de GGOR voor zowel het huidige klimaat als het klimaat van de ( nabije) toekomst.

Het vaststellen van de effecten van ingrepen in de waterhuishouding op de opbrengst van landbouwgewassen is altijd een belangrijk onderdeel van de evaluatie van landinrichtingsprojecten geweest. Met hulp van de HELP-tabel<sup>1)</sup> kunnen nat- en droogteschades van zowel grasland als bouwland worden vastgesteld voor bij grondwatertrappen (Gt) behorende combinaties van de gemiddeld hoogste (GHG) en laagste grondwaterstand (GLG). De voor 15 gewassen of gewasgroepen uitgebreide en herziene tabel is continu gemaakt en ingebouwd in Waternood<sup>2)</sup>. Dit instrumentarium is nu de facto de methode om van ingrepen in de waterhuishouding de veranderingen in gewasopbrengst vast te stellen, zowel fysiek als financieel. Het is dus van groot belang dat de methode actueel blijft en zo realistische schadebepalingen geeft. De bepaling van zowel de droogte- als natschade is echter verouderd en vertoont tekortkomingen die hierna worden beschreven. Daarnaast besteden we aandacht aan zoutschade, die niet met de huidige HELP-tabel kan worden bepaald.

## Tekortkomingen

De droogteschade is gebaseerd op uitkomsten van berekeningen met het Landinrichtingsdienst Model voor Onverzadigde Strooming (LAMOS), dat afgeleid is van het Model for Unsaturated flow above a Shallow waterTable (MUST)<sup>3)</sup>. Het is een fraai voorbeeld van een metamodel<sup>4)</sup>, waarbij

modelresultaten zijn verwerkt tot een ander model. In dit geval gaat het om een tabel waarmee de droogteschade als functie van de GHG en de GLG kan worden bepaald. De wijze van berekening is echter gedateerd en de uitkomsten zijn niet toepasbaar onder veranderende klimatologische omstandigheden (zie kader).

## Natschade

Natschade kent vele facetten. Een structurele vernatting van een landbouwperceel kan leiden tot de volgende veranderingen:

- Verkorting van het groeiseizoen, omdat natte grond in het voorjaar minder snel opwarmt;
- Verminderde bewerkbaarheid en berijdbaarheid, omdat de draagkracht voor machines en vee verslechtert bij nattere omstandigheden. Daardoor kunnen de werkzaamheden in voor- en najaar maar ook tijdens het groeiseizoen te laat of helemaal niet worden uitgevoerd;
- Koeien in de wei vertrappen de zoden meer bij natte omstandigheden of moeten worden opgestald. Overigens is dit een

De berekening van droogteschade in de HELP-tabel met het LAMOS-model is om meerdere redenen achterhaald:

- De quasi-stationaire rekenwijze van LAMOS is te vervangen door een niet-stationaire berekening met het model Soil Water Atmosphere Plant (SWAP), waardoor sommige model-artefacten niet meer optreden;
- De onderrandvoorwaarde 'op 1 april altijd starten met de dezelfde grondwaterstand en veeljarig gemiddeld op 1 oktober uitkomen op de GLG' was destijds een noodzakelijke vereenvoudiging vanwege rekentijden, maar met SWAP kan moeiteloos 30 jaar achter elkaar worden doorgerekend;
- Alleen de langjarig gemiddelde schade is in de tabel opgenomen. In de praktijk zijn we steeds meer geïnteresseerd in de variatie van de droogteschade in de tijd, van jaar tot jaar, of zelfs binnen een specifiek jaar;
- De gebruikte meteorologische invoerdata zijn uit de periode 1951-1980. Nu zijn recentere weerreeksen beschikbaar. Ook KNMI-klimaatreeksen zijn te genereren;
- Er zijn voor een beperkt aantal gewassen berekeningen uitgevoerd. Dit aantal kan worden uitgebreid;
- Er wordt geen rekening gehouden met het feit dat langdurige droogtestress kan leiden tot structurele schade aan het gewas, zoals vroegtijdig afsterven van aardappelen of afsterven van de graszode. Dit fenomeen is van aanzienlijke invloed op de gewasschade.

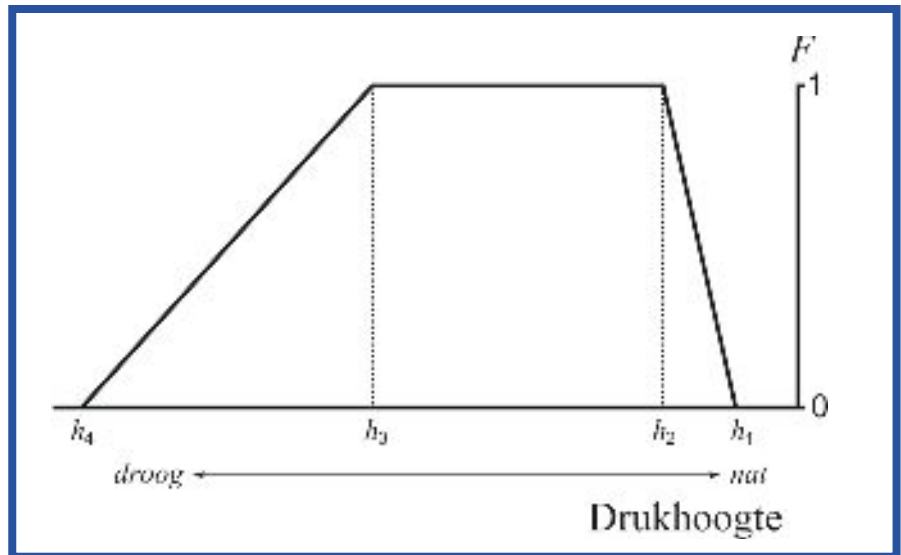
goed voorbeeld van veranderde bedrijfsvoering sinds 1987: door het mestbeleid lopen tegenwoordig minder koeien in de wei;

- Bewerken van natte grond leidt tot extra structuurbederf en slempegevoelige gronden verslepen eerder onder natte omstandigheden;
- Onder natte omstandigheden is de gasuitwisseling tussen wortelzone en atmosfeer minder en kan zuurstofstress optreden;
- Sommige schimmels en parasieten gedijen beter onder natte omstandigheden;
- Hoe natter, hoe sterker de denitrificatie waardoor stikstofgebrek kan optreden voor het gewas;
- Hoe natter, hoe mobieler het fosfaat in de bodem en des te minder beschikbaar voor het gewas.

De natschade in de HELP-tabel is vooral gebaseerd op expertise<sup>5)</sup>. Alle facetten van natschade, zoals een tragere start van de gewasgroei in het voorjaar, verminderde bewerkbaarheid, berijdbaarheid en betreedbaarheid, alsmede remming van de transpiratie en afsterven van planten door zuurstoftekort in de wortelzone, zijn impliciet in de tabel verwerkt. Het voordeel is de eenvoud. Het nadeel is echter dat de onderbouwing niet reproduceerbaar is. Een ander nadeel van dit soort relaties is dat ze niet bestendig zijn tegen externe veranderingen, zoals een verandering in de bedrijfsvoering. Denk daarbij aan zwaardere machines, maar ook aan adaptatiemogelijkheden zoals aandrijving op alle wielen en bredere en/of slappere banden. En niet onbelangrijk: bepaling van de natschade gaat alleen uit van de grondwaterstand, terwijl juist de combinatie met de temperatuur belangrijk is. Hierdoor is de huidige natschadebepaling niet klimaatbestendig. Door de gemiddeld hogere temperaturen is het groeiseizoen immers langer, maar ook de reactie van de plant op zuurstoftekort in de wortelzone is sterk afhankelijk van de temperatuur. Uit de landbouw is bijvoorbeeld bekend dat juist de combinatie van hoge temperatuur en intensieve neerslag schadelijk is voor de planten. Het is de combinatie van factoren die de mate van gewasschade bepaalt; deze komt niet tot uiting in GxG-waarden. Daarbij moet nog vermeld worden dat de GVG onder invloed van klimaatveranderingen niet significant verandert en dus geen geschikte maat kan zijn voor de reactie van gewassen en vegetatie op andere klimaatcondities in Nederland.

### Zoutschade

De zoutschade in de landbouw kan niet met de huidige HELP-tabel worden bepaald. Door deze omissie kan de schade vanwege te hoge zoutconcentraties in het bodemvocht van de wortelzone niet vastgesteld worden. In gebieden in het westen en noorden van Nederland met zoute/brakke kwel of aanvoer van chloridehoudend water is het voorkomen of reduceren van zoutschade in de landbouw één van de belangrijkste wateropgaven. De met de HELP-tabel bepaalde landbouwkundige effecten kunnen daardoor leiden tot



Afb. 1: Relatieve wateropname ( $F$ ) als functie van de drukhoogte ( $h$ ) volgens Feddes<sup>17)</sup>, zoals gebruikt in SWAP. De wateropname door wortels neemt lineair af van  $h_3$  tot  $h_4$  door droogtestress, evenals tussen de kritische grenswaarden  $h_2$  en  $h_1$  door zuurstofstress. Tussen  $h_2$  en  $h_3$  is de wateropname optimaal ( $F=1$ ).

bijvoorbeeld een onjuiste bepaling van de doelrealisatie Landbouw in de Waterlood-systematiek. Bovenal kunnen de uitkomsten ter discussie worden gesteld, hetgeen de vaststelling van de GGOR ernstig kan verstoren.

Zoals ook een aantal jaren geleden is gesteld<sup>3)</sup>: de huidige HELP-tabel is toe aan actualisering. Welke ontwikkelingen zijn hiervoor van belang?

### Nieuwe ontwikkelingen

#### Droogteschade

Droogteschade op lokale schaal kan met simulatiemodellen zoals SWAP goed worden berekend, waarbij ook de structurele schade aan het gewas kan worden meegenomen. Dit levert per afzonderlijk jaar de geleden droogteschade op. Er is daarmee geen noodzaak meer de droogteschade in een metamodel om te zetten. Bovendien kan (en volgens ons moet) het adaptatievermogen van de agrariër worden meegenomen, zoals slim beregenen op basis van monitoring van de toestand van grond en gewas en van de weersverwachting. De berekening van de droogteschade met behulp van SWAP is voor meerdere gewassen uit te voeren, waarbij ook een koppeling kan worden gelegd tussen gewasverdamping en gewasgroei. Daarbij kan worden aangesloten op de gewasindeling en toegekende gewaseigenschappen voor het NHI<sup>7)</sup> én de economische vertaling met behulp van AGRICOM<sup>8)</sup>.

#### Natschade

Uit eerder onderzoek<sup>9),10)</sup> zijn voor verschillende grondsoorten experimenteel relaties gelegd tussen bewerkbaarheid/berijdbaarheid en waterhuishoudkundige omstandigheden. Deze relaties zijn goed bruikbaar in simulatiemodellen om daarmee de effecten op de bedrijfsvoering en -inkomsten te bepalen. Het daarvoor ontwikkelde model Waterpas, toegepast voor veenweidebedrijven, is daarvan een goed voorbeeld<sup>11)</sup>. Met een dergelijke aanpak kan wederom een metamodel worden opgesteld, bijvoorbeeld per bedrijfstype de nat- en droogteschade

voor de bedrijfsvoering als functie van GHG en GLG bepalen.

De wateropname van wortels kan niet alleen worden gereduceerd door te droge, maar ook door te natte omstandigheden in de wortelzone. Onder droge omstandigheden moet de plant meer moeite doen om water op te nemen. Dit proces is in de meeste simulatiemodellen voor verdamping en gewasgroei gemodelleerd als een eenduidige relatie tussen drukhoogte en reductie van de wateropname. Bij natte omstandigheden wordt het gastransport in de wortelzone geremd, waardoor zuurstofstress kan optreden. Dit proces is fysisch goed te beschrijven, maar operationalisering van deze kennis in simulatiemodellen is lastig, omdat de bepalende (bodem)eigenschappen moeilijk zijn vast te stellen. In de modelcode SWAP<sup>12)</sup> kan reductie van de gewasverdamping als gevolg van te natte omstandigheden in de wortelzone worden bepaald door de wateropname door wortels te laten afnemen als de drukhoogte bij de wortels hoger wordt dan een bepaalde drempelwaarde. Er is dan sprake van natschade door zuurstofstress. In afbeelding 1 wordt deze methode toegelicht.

De drukhoogte waarbij natschade begint en in welke mate deze optreedt, is experimenteel bijzonder slecht onderbouwd. Bovendien is een ernstige tekortkoming dat een relatie voor zuurstofstress, zoals in afbeelding 1, niet temperatuurafhankelijk is.

Ruud Bartholomeus (KWR) promoveerde eind 2009 op het proefschrift 'Moisture Matters. Climate-proof and process-based relationships between water, oxygen and vegetation'. Eén van de daarin opgenomen artikelen<sup>13)</sup> beschrijft een model dat de effecten van bodem, temperatuur en vochtgehalte op zuurstofstress van planten kan berekenen. Deze publicatie werd beloond met NHV-hydrologieprijs 2007-2009. Het juryrapport roemt niet alleen de wetenschappelijke kwaliteit maar ook de praktische toepassingsmogelijkheden: "De benadering biedt perspectieven om de zuurstofstress

zodanig in het model te brengen dat daarmee op reproduceerbare wijze de natschade door zuurstofstress kan worden berekend en, niet onbelangrijk, klimaatbestendig kan worden gemaakt”.

### Zoutschade

Uit in het verleden en recent uitgevoerde studies en inventarisaties<sup>14),15)</sup> is bekend dat in het westen van Nederland bij vollegrondsteelt schade kan optreden als gevolg van zoute kwel of beregening met grondwater en/of oppervlaktewater met een verhoogde chlorideconcentratie van boven 200 tot 1.200 mg/l, afhankelijk van de teelt. Het model is SWAP-geschikt om de zoutschade te berekenen. Daarbij zijn experimenteel vastgestelde relaties tussen zout in de wortelzone en opbrengstreductie gebruikt die veelal zijn vastgesteld voor semi-aride omstandigheden.

De noodzaak voor proeven onder Nederlandse klimatologische en agrohydrologische omstandigheden is natuurlijk evident. Of het aangevoerde water soms en op sommige plaatsen wat zouter mag zijn<sup>16)</sup>, of juist minder zout (in ieder geval minder rigide), bepaalt immers voor een belangrijk deel de zoetwatervraag in het noorden en westen van Nederland.

### Conclusie

De berekening van nat- en droogteschade met behulp van de HELP-tabel is om meerdere redenen niet meer van deze tijd. Zoutschade is zelfs niet in de huidige HELP-tabel opgenomen. Er hebben sinds het uitkomen van de tabel de nodige ontwikkelingen in kennis en modelleertechniek plaatsgevonden die het zeer wel mogelijk maken nu een actualisering uit te voeren. Zo kunnen we ervoor zorgen dat we de komende jaren werken met een eigentijdse methode. We streven daarom naar een

moderne methode om te komen tot een betrouwbare doelrealisatie Landbouw in Water nood en een realistische vaststelling van de GGOR. Voor het huidige klimaat, maar zeker ook voor het steeds grilliger klimaat van de nabije toekomst. Vanzelfsprekend is ook voor een nieuwe methode een validatie van de modeluitkomsten noodzakelijk. Dat kan op basis van bestaande gegevens, met ‘klassieke’ veldproeven maar ook met behulp van informatie die verkregen is met *remote sensing*.

De constatering dat ‘de HELP-tabel aan vervanging toe is’ is niet nieuw, maar er zijn nu mogelijkheden voor een actualisering door het beschikbaar komen van nieuwe kennis en modellen. Met dit artikel doen we een oproep deze mogelijkheid te grijpen.

*STOWA verzorgt deze maand een bijeenkomst waarbij de beschikbare kennis over de landbouwschadefuncties zal worden geconfronteerd met de gewenste kennis vanuit waterschappen.*

### LITERATUUR

- 1) Werkgroep HELP-tabel (1987). De invloed van de waterhuishouding op de landbouwkundige productie. Mededelingen Landinrichtingsdienst 176.
- 2) Van Bakel P., J. Huinink, H. Prak en F. van der Bolt (2005). HELP-2005. Uitbreiding en actualisering van de HELP-tabellen ten behoeve van het Water nood-instrumentarium. STOWA/DLG/Alterra/LNV. STOWA-rapport 2005-16.
- 3) De Laat P. (1980). Model for unsaturated flow above a shallow water-table. Proefschrift Landbouwuniversiteit Wageningen.
- 4) Van Bakel P., D. Walvoort, W. Akkermans en J. Kroes (2004). Metamodellen: doe meer met minder. H<sub>2</sub>O nr. 16, pag. 20-22.
- 5) Werkgroep Landbouwkundige Aspecten (1984). Landbouwkundige Aspecten van

- Grondwateronttrekking (LAGO). Commissie Grondwaterwet Waterleidingbedrijven.
- 6) Van Bakel J. en J. Heijkers (2004). Is de HELP-tabel aan vervanging toe? H<sub>2</sub>O nr. 23, pag. 8-10.
  - 7) NHI (2008). Modelrapportage. Deelrapport Gewassenmerken.
  - 8) Van Bakel P., V. Linderhof, C. van 't Klooster, A. Veldhuizen, D. Goense, H. Mulder en H. Massop (2010). Definitiestudie Agricom. Alterra. Rapport 1934.
  - 9) Wijk A., R. Feddes, J. Wesseling en J. Buitendijk (1988). Effecten van grondsoort en ontwatering op opbrengst van akkerbouwgewassen.
  - 10) Beuving J., K. Oostindie en Th. Vellinga (1989). Vertrappingsverliezen door onvoldoende draagkracht van veengrasland. Staring Centrum. Rapport 6.
  - 11) Vos J., I. Hoving, P. van Bakel, J. Wolf, J. 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.
  - 12) Kroes J. en J. van Dam (red.) (2004). Reference manual SWAP version 3.0.3. Alterra. Rapport 773.
  - 13) Bartholomeus R., J-P. Witte, P. van Bodegom, J. van Dam en R. Aerts (2008). Critical soil conditions for oxygen stress to plant roots: Substituting the Feddes-function by a process-based model. J. of Hydr. 360, pag. 147-165.
  - 14) Van Bakel P., R. Kselik, C. Roest en A. Smit (2010). Review of crop salt tolerance in the Netherlands. Alterra. Rapport 1926.
  - 15) Van Bakel P. en L. Stuyt (2011). Actualisering van de kennis van de zouttolerantie van landbouwgewassen. Op basis van literatuuronderzoek, expertkennis en praktische ervaringen. Alterra. Rapport 2201.
  - 16) Van Bakel J., N. Kielen, O. Clevering en K. Roest (2010). Waterkwaliteit en landbouw: mag het ook een beetje zouter zijn? H<sub>2</sub>O nr. 5, pag. 56-59.
  - 17) Feddes R., P. Kowalik en H. Zaradny (1978). Simulation of field water use and crop yield. Simulation Monographs. Pudoc.

