



WWL-maatwerk

Inhoudsopgave

Inleiding	2
Algemeen.....	2
Software.....	2
Werkwijze	2
Aansturing	3
Stap 1: selectie.....	3
Stap 2: analyse.....	4
Voorbeeld	5
Literatuur	9
Bijlage 1: Aanmaken van meteobestanden	10

Inleiding

Algemeen

De Waterwijzer Landbouw (Werkgroep Waterwijzer Landbouw, 2018) is een instrument voor het bepalen van het effect van veranderingen in meteorologische (klimatologische) en hydrologische condities op gewasopbrengsten. Deze veranderingen kunnen worden veroorzaakt door waterbeheer, herinrichtingprojecten, (drink)waterwinningen, maar ook door het klimaat. Gewassen en de agrarische bedrijfsvoering stellen specifieke eisen aan de waterhuishouding. Waterwijzer Landbouw geeft een reproduceerbare inschatting van het effect, in termen van indirecte en directe effecten waarbij de directe effecten verder zijn uitgesplitst naar aandeel in droogte- zuurstof- en/of zoutstress.

De Waterwijzer Landbouw bestaat uit verschillende methodieken, die verschillen in gemak om het toe te passen maar natuurlijk ook in het detail en onderscheidingsvermogen van de resultaten.

De WWL-metarelaties van Waterwijzer Landbouw kunnen relatief eenvoudig worden benaderd met de [WWL-tabel](#)¹. Hiermee is het mogelijk om relatief snel inzicht te krijgen hoe de opbrengstderiving gedurende de klimaatperioden 1981-2020 en 2036-2065 reageert voor een groot aantal gewassen onder uiteenlopende bodemkundige, hydrologische en meteorologische condities. De hydrologische condities worden gekarakteriseerd door de GHG en GLG.

Om meer grip te krijgen op de modelresultaten is het mogelijk om over te gaan op een maatwerktoepassing met [WWL-maatwerk](#)¹. Voor een specifieke situatie kan het modelinstrumentarium (SWAP-WOFOST) opnieuw worden gedraaid. Door modelinstellingen aan te passen is het mogelijk om beter aan te sluiten op de lokale omstandigheden. Zo kan er gebruik worden gemaakt van lokale meteogegevens, bodemfysica en het grondwaterstandsverloop en kan het modelinstrumentarium worden gedraaid voor een recentere periode.

Maatwerk op het niveau van stroomgebieden is mogelijk met de [WWL-regionaal](#)¹ toepassing. Hierbij wordt informatie gebruikt over het landgebruik, bodemtype en een gedetailleerd grondwaterstandsverloop. Hiermee is het mogelijk om aan te sluiten op informatie afkomstig van regionale hydrologische modelberekeningen (zoals bijvoorbeeld 14-daagse grondwaterstandsgegevens).

Doordat het modelinstrumentarium modeluitvoer op dag-basis levert is het mogelijk om de grondwaterstandsverloop en/of vochtcondities te toetsen aan eventuele metingen die zijn gedaan in het veld. Daarnaast is het mogelijk om analyses te doen binnen het groeiseizoen, hiermee kan bijvoorbeeld worden gekeken naar het effect van een korte periode met extreme neerslag of een langdurige droge periode op de gewasontwikkeling.

Software

Voor het gebruik van de WWL-maatwerk dient het programma [R](#)² (versie 4.1.0 of later) geïnstalleerd te zijn met de volgende pakketten³: [WWLmaatwerk](#). Daarnaast is het softwarepakket [Rtools](#)² aan te bevelen (waarbij de volgende optie is aangevinkt: "save version number in registry").

Werkwijze

De WWL-maatwerk bestaat uit twee stappen. Het eerste stap is het opzoeken van de modelrun die het best overeenkomt met geselecteerde uitgangssituatie (onderdeel: Selectie). Een uitgangssituatie betreft hier een keuze van het gewas, bodem, meteostation, klimaatperiode, irrigatie, zoutconcentratie en een hydrologische conditie middels de grondwaterkarakteristieken GHG en GLG. Niet voor elke combinatie aan grondwaterstandskarakteristieken is een modelrun voorhanden (daarvoor zijn immers metarelaties voor afgeleid die worden bevraagd met de WWL-tabel). De tweede stap is het analyseren van een modelsimulatie uitgevoerd met het Waterwijzer Landbouw modelinstrumentarium (onderdeel: Analyse).

¹ <https://waterwijzerlandbouw.wur.nl>

² <http://www.r-project.org> (R Core Team, 2014)

³ Installatie van R-pakketten gebeurt automatisch met de tool, mits geen restricties tot toegang met het internet. Het R-pakket [WWLmaatwerk](#) en R-pakketten waarvan de tool afhankelijk is worden verkregen van de volgende locaties: <http://cran.r-project.org> en <https://waterwijzerlandbouw.wur.nl/repo>.

Bij de analyse gaat het om het vaststellen van indirecte effecten en directe effecten (met aandeel droogte-, zuurstof- en zoutstress) en de gewasopbrengsten.

Aansturing

Aansturing van de WWL-maatwerk gebeurt aan de hand van een sturingsfile welke als argument aan het R-script wordt meegegeven, de zogenaamde controlfile. De controlfile wordt gebruikt voor het opgeven van een aantal opties en het verwijzen naar bepaalde locaties en bestanden. Bij het uitvoeren van het script is geen speciale folder-structuur vereist omdat deze via de controlfile wordt opgegeven. De gebruiker is vrij in het specificeren van (relatieve) paden. De verschillende verwijzingen en opties kunnen in willekeurige volgorde worden opgegeven. Identificatie gebeurt aan de hand van gespecificeerde keywords (de keywords zijn hoofdlettergevoelig en mogen niet gewijzigd worden). Met het #-teken is het mogelijk om commentaar in de controlfile toe te voegen.

Stap 1: selectie

Toelichting

Op basis van de keywords DATABASE, GEWAS, BODEM, KLIMAAT, STATION, IRRIGATIE, ZOUTCONC,(optioneel), GHG en GLG wordt een de uitgangssituatie gespecificeerd, zie Tabel 1 (in bijlage 1 is de toelichting van de gehanteerde codes weergegeven). Aan de hand van het keyword EENHEID wordt de eenheid van de grondwaterstand opgegeven (opties: 'cm-mv', 'cm+mv', 'm-mv' of 'm+mv').

Tabel 1: Toelichting keywords controlfile voor 'Selectie' optie

Keyword	Type	Beschrijving
<u>Versie</u>		
DATABASE	Optie	Versie van WWL-metarelaties ('2.0.0' of '3.0.0')
<u>Uitgangssituatie</u>		
GEWAS	Optie	Gewascode waterwijzer landbouw (1-23)
BODEM ¹	Optie	Bodemcode, opties: 'BOFEK2012' of 'BOFEK2020'
KLIMAAT	Optie	Klimaatscenario, opties: '_' of 'wh'
STATION	Optie	Station, KNMI code ('235', '260', '280', '310' of '380').
IRRIGATIE	Optie	Irrigatie, opties: '0' (geen irrigatie) en '1' (wel irrigatie)
ZOUTCONC ²	Optie	Zoutconcentratie in het beregeningswater (0.25, 0.50, 0.75, 1.00, 3.00 of 5.00 g l ⁻¹)
GHG	Waarde	Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand
GLG	Waarde	Gemiddeld Laagste Grondwaterstand
EENHEID	Waarde	Eenheid van grondwaterstand, opties: 'cm-mv', 'cm+mv', 'm-mv' of 'm+mv'
<u>Selectie</u>		
fGHG	Waarde	Relatief gewicht GHG in selectieprocedure
fGLG	Waarde	Relatief gewicht GLG in selectieprocedure
<u>Folder-structuur</u>		
DOWNLOAD	Optie	Downloaden van modelinvoer, opties: 'Yes' of 'No'
DIROUT	Tekst	Verwijzing naar uitvoer folder

¹ Versie 2.0.0 werkt met BOFEK2012 en versie 3.0.0 met BOFEK2020

² Vooralsnog niet beschikbaar

Met de keywords fGHG en fGLG kan een bepaald gewicht worden gegeven aan de grondwaterstandskarakteristieken. Tenslotte kan in de controlfile worden aangegeven of de modelinvoer voor het SWAP-WOFOST modelinstrumentarium moet worden gecreëerd (keyword: DOWNLOAD) in de bijbehorende folder (keyword: DIROUT).

Aanroep

De stap wordt uitgevoerd door de volgende aanroep:

```
set R="C:\Program Files\R\R-4.1.0\bin\x64\Rscript"
%R% Tools\R\WWL_selectie.R control_selectie.inp
```

Afbeelding 1: Weergave command file (1_WWL_selectie.cmd).

Resultaat

Na het doorlopen van stap 1 wordt een id van de modelrun naar het scherm geschreven. Indien ervoor gekozen is om de modelinvoer te downloaden wordt er naast de modelinvoer ook een figuur gecreëerd met alle modelrealisaties in het GHG-GLG domein.

Stap 2: analyse

Toelichting

Op basis van een simulatie met het modelinstrumentarium is het mogelijk om met WWL-maatwerk de gewasopbrengst en de opbrengstderiving voor de gesimuleerde periode vast te stellen. Middels de keywords `PRGSWP` en `FILSWP` wordt in de controlfile respectievelijk een verwijzing naar het `SWAP`-programma en de `swp`-file gemaakt, zie Tabel 2. Voor het bepalen van de indirecte effecten is het noodzakelijk om informatie te ontvangen van het bodemtype. Met keywords `TYPE` en `BODEM` wordt deze informatie gespecificeerd.

Tabel 2: Toelichting keywords controlfile voor 'Analyse' optie

Keyword	Type	Beschrijving
<u>Modelinstrumentarium</u>		
<code>PRGSWP</code>	Tekst	Verwijzing naar <code>SWAP</code> programma
<code>FILSWP</code>	Tekst	Verwijzing naar <code>swp</code> -file
<u>Bodemschematisatie</u>		
<code>TYPE</code>	Optie	Opties: ' <code>BODEM</code> ', ' <code>BOFEK2012</code> ' of ' <code>BOFEK2020</code> '
<code>BODEM</code>	Tekst	Bodemeenheid
<u>Periode</u>		
<code>YEAR_START</code> ¹	Waarde	Start analyse periode
<code>YEAR_END</code> ¹	Waarde	Einde analyse periode
<u>Folder-structuur</u>		
<code>DIROUT</code>	Tekst	Verwijzing naar uitvoer folder

¹ Optioneel, standaard wordt de gehele simulatieperiode aangehouden

Tijdens het doorlopen van stap 2 worden twee simulaties uitgevoerd. De simulatie waar de gebruiker naar verwijst (keyword: `FILSWP`) wordt gebruikt voor het bepalen van de directe effecten. Voor het bepalen van de indirecte effecten wordt een tweede simulatie gecreëerd die bij de eerste simulatie past.

In de folder die wordt gespecificeerd met keyword `DIROUT` komen de resultaten te staan.

Aanroep

De stap wordt uitgevoerd door de volgende aanroep:

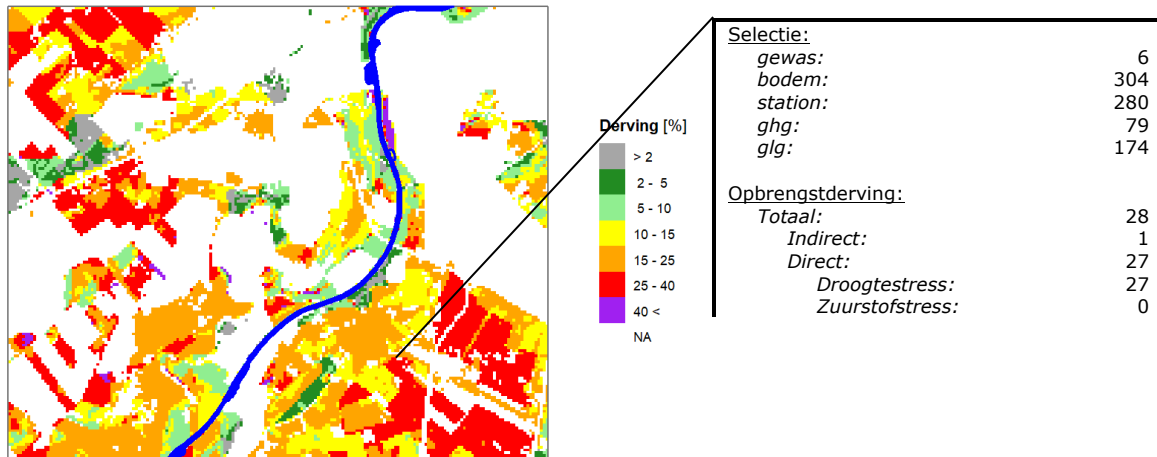
```
set R="C:\Program Files\R\R-4.1.0\bin\x64\Rscript"  
%R% Tools\R\WWL_analyse.R control_analyse.inp  
Afbelding 2: Weergave command file (2_WWL_analyse.cmd).
```

Resultaat

Na het doorlopen van stap 2 zijn de resultaten van de simulaties weergegeven in de sub-folders 'Direct' en 'Indirect'. Er worden vier figuren gecreëerd waarin het verloop van de grondwaterstand en de opbrengst(deriving) zijn weergegeven. Daarnaast wordt er een csv-file gecreëerd waarin de resultaten voor afzonderlijke weerjaren staan.

Voorbeeld

Als uitgangssituatie is het gebied Rheezermaten in stroomgebied van de Vecht genomen (fictief voorbeeld). Hierbij wordt een situatie uitgelicht met snijmais op een zwak-lemige zandgrond, zie Figuur 1.

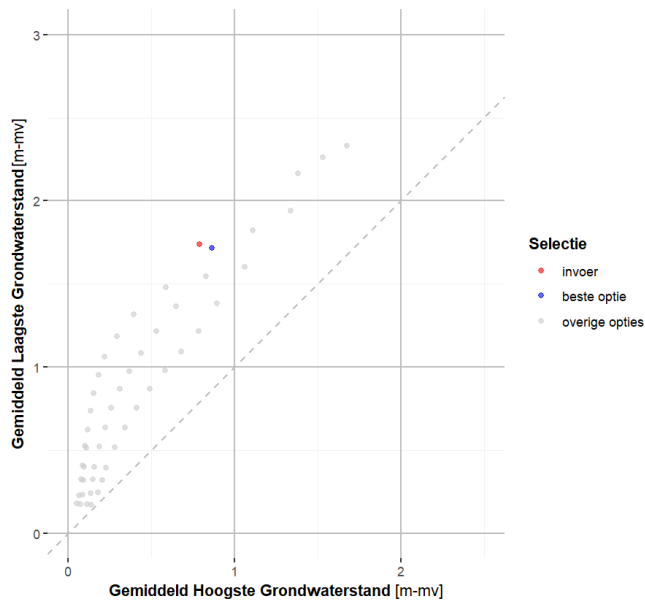


Figuur 1: Langjarig gemiddelde opbrengstderving voor de klimaatperiode 1981 – 2010

Gegeven de uitgelichte situatie gaan we modelinvoer downloaden die het beste met deze situatie overeenkomt. In Afbeelding 3 is de controlfile voor de selectieprocedure weergegeven. Als resultaat wordt in de folder '\.Output' (zie keyword: DIROUT) een figuur aangemaakt met daarin een overzicht van alle modelruns die voldoen aan de gekozen uitgangssituatie (combinatie van GEWAS, BODEM, KLIMAAT, STATION en optioneel de IRRIGATIE en ZOUTCONC). Middels de kleuren wordt aangegeven welke modelrun het beste overeenkomt met de gekozen grondwaterkarakteristieken, zie Figuur 2.

```
#-----  
# SELECTIE  
#-----  
  
# versie  
DATABASE                2.0.0  
  
# plot selectie  
GEWAS                   6  
BODEM                   304  
KLIMAAT                 —  
IRRIGATIE               0  
STATION                 280  
  
# grondwaterstandskarakteristieken  
GHG                     0.79  
GLG                     1.74  
EENHEID                 cm-mv  
  
# relatief gewicht karakteristieken  
fGHG                    1.0  
fGLG                    1.0  
  
# folder-structuur  
DOWNLOAD                Yes  
DIROUT                   .\Output
```

Afbeelding 3: Weergave controlfile voor 'selectie' optie



Figuur 2: Alle modelrealisaties in het GxG domein gegeven de combinatie van GEWAS, BODEM, KLIMAAT, STATION en optioneel de IRRIGATIE en ZOUTCONC, met in het rood de gekozen grondwaterstandskarakteristieken, in het blauw de beste optie en in het grijs de overige opties die voldoen aan het selectie criterium

Na het downloaden van de modelinvoer voor het SWAP-WOFOST modelinstrumentarium (in dit voorbeeld run 98798) kan de gebruiker de modelinvoer gaan aanpassen. Hierbij is het bijvoorbeeld mogelijk om te kiezen voor een andere onder- of zijrandvoorwaarde. In principe kan de gebruiker alle modelinvoer veranderen met uitzondering van de gewasnamen in de gewaskalender. Wel is het mogelijk om de gewasparameters aan te passen, maar dit dient uiteraard met zorg te gebeuren. In de handleiding van SWAP staan alle opties voor de aansturing van het modelinstrumentarium beschreven (Kroes et al., 2017).

In dit voorbeeld passen we de simulatie periode aan waarbij ook de droge zomer van 2018 en 2019 wordt meegenomen (1990 - 2019). Voor het aanmaken van meteobestanden is een aparte tool ontwikkeld, zie bijlage 1 nadere toelichting.

Na het doorvoeren van deze aanpassingen in de modelinvoer kan de analyseprocedure worden gestart, zie Afbeelding 4 voor de controlfile. Aan de hand van de swp-file worden twee modelsimulaties voorbereid, één voor de indirecte effecten en één voor de directe effecten. Daarvoor wordt in de folder die wordt gespecificeerd met keyword DIROUT twee nieuwe folders gegenereerd: 'Indirect' en 'Direct'. De modelsimulatie in de folder 'Indirect' betreft een simulatie met een relatief diepe grondwaterstand. Hierdoor zal een mogelijke verkorting van het groeiseizoen als gevolg van te natte omstandigheden alleen optreden door te extreme neerslag.

```
#-----
# ANALYSE
#-----

# modelinstrumentarium
FILSWP          Output\run_000098798\swap.swp
PRGSWP          Tools\SWAP\swap-windows.exe

# bodemschematisatie
TYPE            BOFEK2012
BODEM           304

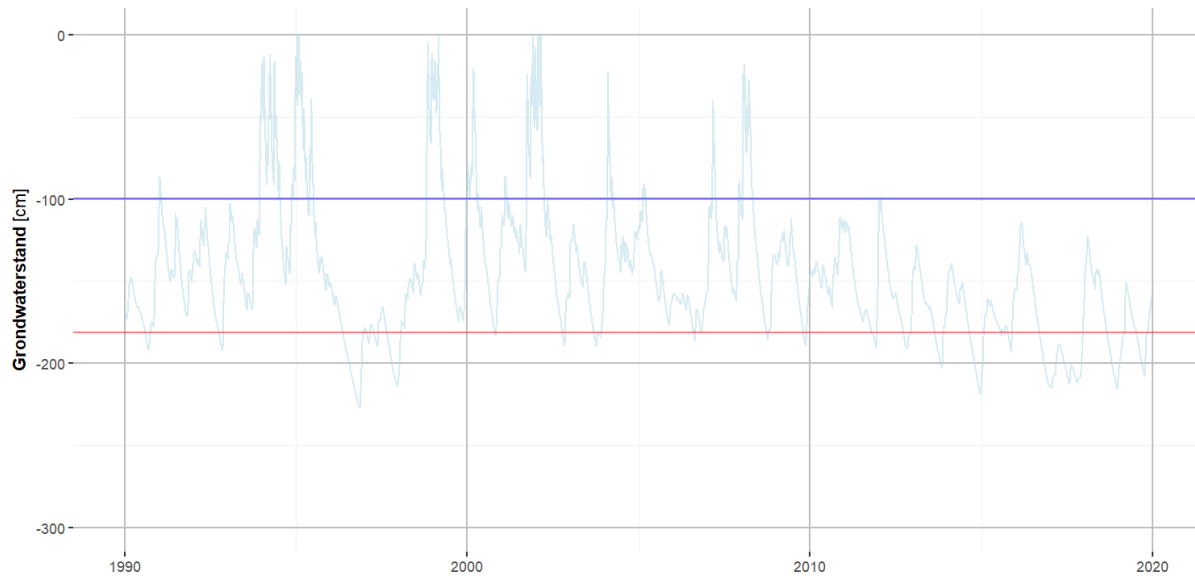
# folder-structuur
DIROUT          .\Output\run_000098798
```

Afbeelding 4: Weergave controlfile voor 'Analyse' optie

In de folder DIROUT worden een viertal overzichtsfiguren aangemaakt:

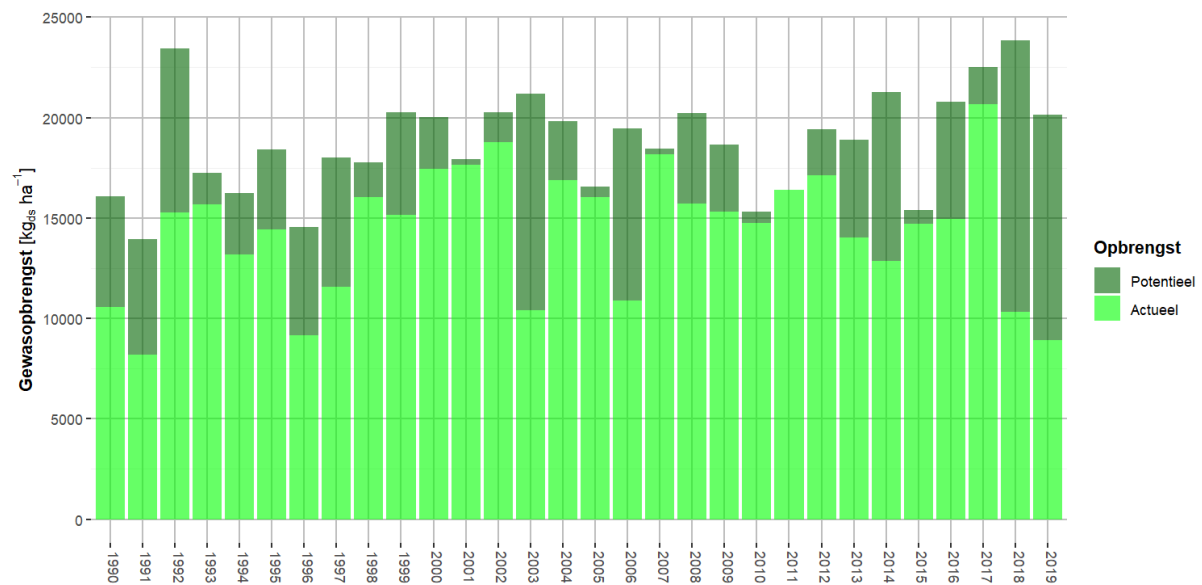
- Grondwaterstandsverloop: grondwaterstandsverloop binnen een jaar;
- Grondwaterstandsverloop: grondwaterstandsverloop gedurende de simulatieperiode;
- Gewasopbrengst: potentiële en actuele gewasopbrengst over alle weerjaren;
- Opbrengstderving: specificatie van de opbrengstderving over alle weerjaren.

In Figuur 3 is de grondwaterstandsverloop weergegeven gedurende de simulatieperiode. De grondwaterstanden blijven gedurende de laatste jaren vrij laag.



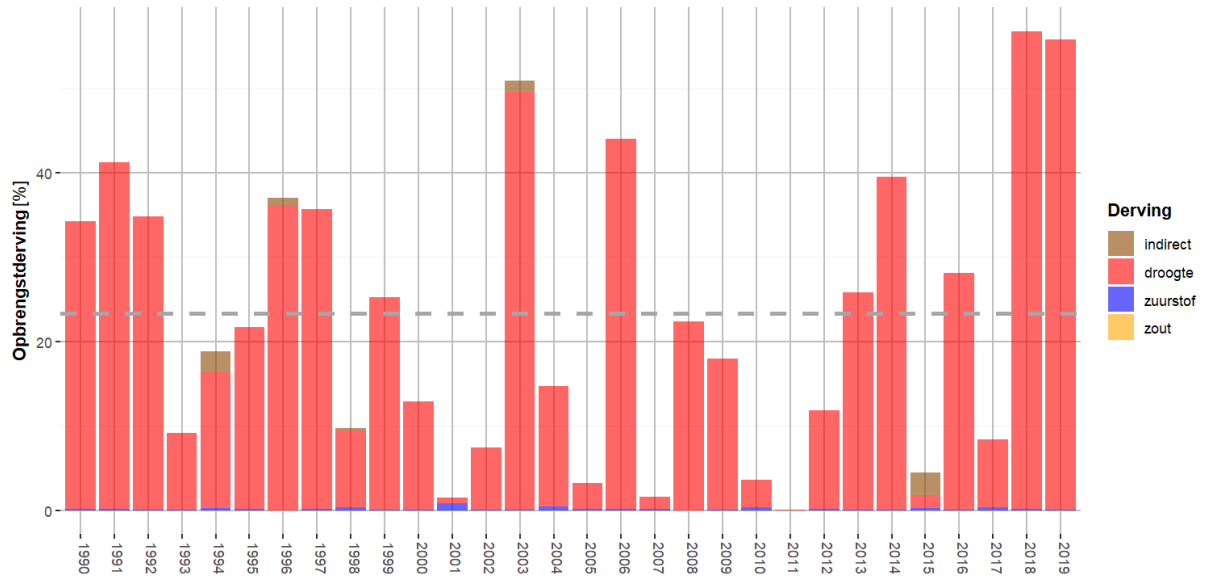
Figuur 3: Grondwaterstandsverloop voor alle kalenderjaren in de periode 1990 – 2019, de rode en blauwe lijnen geven respectievelijk de GLG en GHG weer

In Figuur 4 is de gewasopbrengst weergegeven voor de periode 1990 – 2019. Hierin is te zien dat de opbrengstderving in 2018 en 2019 fors is.



Figuur 4: Potentiële en actuele gewasopbrengst voor de weerjaren 1988 - 2018

De specificatie van de opbrengstderiving is weergegeven in Figuur 5. Langjarig gemiddeld komt de totale opbrengstderiving in deze nieuwe periode iets lager uit ten opzichte van de referentiesimulatie. In 2018 en 2019 bedraagt de droogtestress meer dan 50 %.



Figuur 5: Specificatie van de opbrengstderiving voor de weerjaren 1990 – 2019

Literatuur

Kroes, J. G., van Dam, J. C., Bartholomeus, R. P., Groenendijk, P., Heinen, M., Hendriks, R. F. A., van Walsum, P. E. V. (2017). *SWAP version 4; Theory description and user manual*. (Report [2780](#)), Wageningen Environmental Research, Wageningen, The Netherlands. Available at: <https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/522980>.

R Core Team, 2014. *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL: <http://www.r-project.org>

Werkgroep Waterwijzer Landbouw, 2018. *Waterwijzer Landbouw instrumentarium voor kwantificeren van effecten van waterbeheer en klimaat op landbouwproductie*. STOWA, Amersfoort. Stowa rapport: [no. 2018-48](#).

Bijlage 1: Aanmaken van meteobestanden

Toelichting

Voor het aanmaken meteobestanden ten behoeve van het modelinstrumentarium SWAP-WOFOST is een aparte tool ontwikkeld. Deze tool downloadt de meteogegevens van het [KNMI](https://www.knmi.nl)⁴ en converteert de gegevens naar het juiste formaat. Hierbij wordt onderscheidt gemaakt tussen gegevens afkomstig van een meteostation (neerslag, neerslagduur, straling, temperatuur, windsnelheid en vochtgehalte) en gegevens afkomstig van neerslagstations (zie Figuur 6 voor de ligging van de stations).

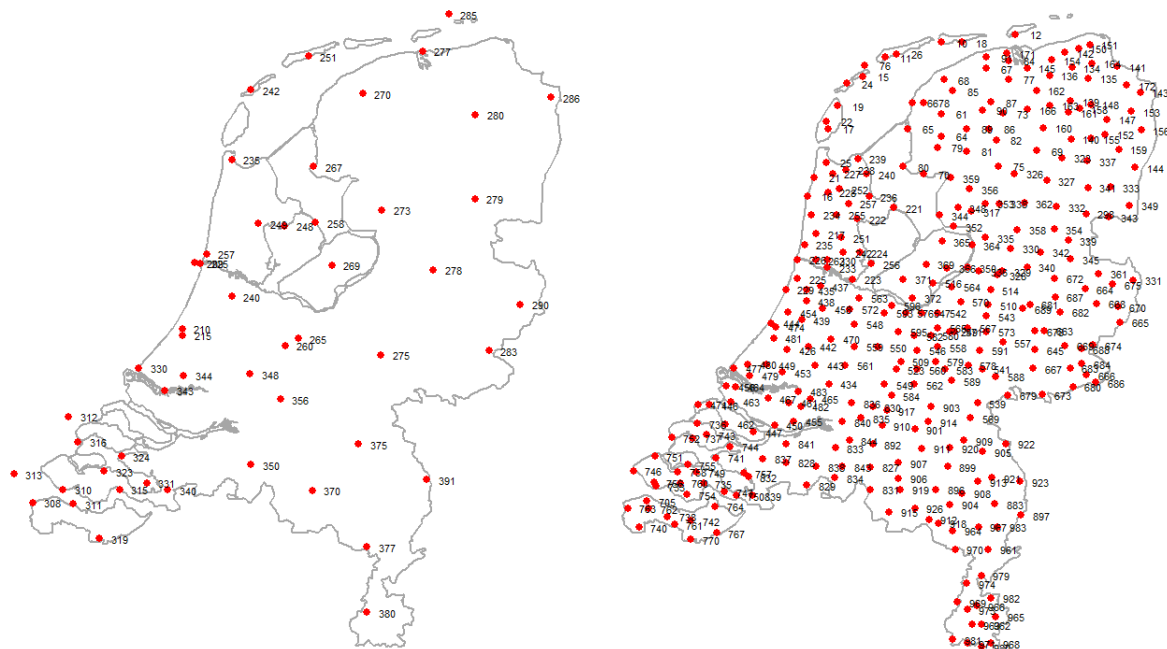
Aansturing van het R-script gebeurt met een controlfile, zie Tabel 3.

Tabel 3: Toelichting keywords controlfile voor 'KNMI meteo'

Keyword	Type	Beschrijving
<u>Periode</u>		
TSTART	Datum	Start simulatie periode
TEND	Datum	Einde simulatie periode
TOPT ¹	Optie	Dagelijks of Uurlijks ('day' of 'hour')
<u>Station</u>		
STATION	Tekst	Verwijzing naar KNMI meteo-station
REPLACE	Tekst	Verwijzing naar KNMI meteo-station
<u>Formaat</u>		
SPLIT	Optie	Opsplitsen in jaarlijkse files ('Yes' of 'No')
<u>Folder-structuur</u>		
DIROUT	Tekst	Verwijzing naar output folder

¹ Voor het aanmaken van neerslagbestanden is het mogelijk om gebruik te maken van uur-neerslaggegevens (afkomstig van meteostations)

Soms ontbreken er meetgegevens in de meetreeksen van het KNMI. Met het keyword REPLACE kan het station worden aangegeven die de ontbrekende meetgegevens opvult. Deze optie dient met enige voorzichtigheid gebruikt te worden.



Figuur 6: Ligging van meteostations (links) en neerslagstations (rechts)
Aanroep

⁴ <https://www.knmi.nl/home>

Het aanmaken van de meteobestanden wordt uitgevoerd door de volgende aanroep:

```
set R="C:\Program Files\R\R-4.1.0\bin\x64\Rscript"  
%R% Tools\R\SWAP_meteo.R control_meteo.inp
```

Afbeelding 5: Weergave command file (0_SWAP_meteo.cmd).

Resultaat

Een meteobestand van het betreffende meteostation. De bestandsnaam bevat de code van het meteostation.