



WWL-regionaal

Inhoudsopgave

Inleiding	2
Algemeen.....	2
Software.....	2
Werkwijze	2
Aansturing	4
Stap 1: aanmaken datamodel	4
Stap 2a: SWAP-WOFOST berekeningen uitvoeren	5
Stap 2b: SWAP-berekeningen controleren	7
Stap 3a: SWAP-berekeningen verwerken tot opbrengstdepressies	8
Stap 3b: Analyse controleren	8
Stap 4: berekeningen analyseren.....	9
Voorbeeld	11
Literatuur	14
Bijlage 1: Aanmaken van meteobestanden	15
Bijlage 2: Berekeningen parallel uitzetten	17

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 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 opbrengstderving 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-programma's dient het softwarepakket [R](#)² (versie 4.1.0 of later) geïnstalleerd te zijn met het volgende pakket³: `WWLregionaal`. Daarnaast is het softwarepakket [Rtools](#)² vereist (waarbij de volgende optie is aangevinkt: "save version number in registry").

Werkwijze

WWL-regionaal bestaat uit vier stappen. De eerste stap is het aanmaken van een database met daarin instellingen van het SWAP-WOFOST modelinstrumentarium. Informatie betreft landgebruik, bodemtype en grondwaterstandsverloop worden hierbij ontleent aan bestaande kaartlagen (formaat idf of asc) afkomstig van een hydrologische modelberekening. De tweede stap is het uitzetten van alle modelberekeningen. Afhankelijk van de hoeveelheid berekeningen en tijdsdruk kan ervoor gekozen worden om de berekeningen parallel uit te zetten, alternatief is het inzetten van een rekengrid als [HPC-ANUNNA](#). De derde stap is het bepalen van de opbrengstderving waarbij de totale derving wordt opgesplitst in indirecte en directe effecten. De directe effecten worden verder opgesplitst in aandeel

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. R-pakketten waarvan de tool afhankelijk is worden verkregen van de volgende locaties: <http://cran.r-project.org> en <https://waterwijzerlandbouw.wur.nl/repo>.

droogte-, zuurstof- en zoutstress. In de vierde en laatste stap worden de modelresultaten geaggregeerd tot kaartlagen (formaat idf of asc).

Vanaf WWL-regionaal versie 1.0.16 is het mogelijk om gebruik te maken van neerslag radarbeelden (formaat idf of asc). Vanaf versie 1.0.21 is de 'multicore' optie aangepast en is het nu mogelijk om zowel het uitvoeren als het analyseren van de berekeningen parallel uit te zetten.

Aansturing

Aansturing van WWL-regionaal 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: aanmaken datamodel

Toelichting

Op basis van de keywords weergegeven in Tabel 1 wordt een sqlite-database aangemaakt. Het interessegebied wordt middels een kaartlaag (keyword `ZONAL`) of coördinaten (keywords, `CELLSIZE`, `XMIN`, `XMAX`, `YMIN` en `YMAX`) gespecificeerd. De resolutie dient overeen te komen met de overige kaartlagen.

Met het keyword `TYPE` wordt de bodemschematisatie aangeduid. Er kan gekozen worden uit drie verschillende bodemschematisaties namelijk: de Bodemkaart van Nederland, BOFEK2012 en BOFEK2020. De bodemfysische eigenschappen zijn gebaseerd op de [Staringreeks 2018](#)⁴. Met het keyword `GEWAS` en `BODEM` wordt er een verwijzing gemaakt naar kaartlagen met het gewas- en bodemtype. Mogelijk dient dit nog vertaald te worden naar de codering zoals deze wordt gehanteerd in Waterwijzer Landbouw. Daarvoor kunnen de keywords `GEWAS_WWL` en `BODEM_WWL` worden gebruikt. De betreffende vertaaltabellen (csv-files) dienen de kolommen 'CODE' en 'WWL' te bevatten.

Middels keyword `STATION` wordt een verwijzing gemaakt naar een KNMI meteostation. Voor het aanmaken van meteobestanden is een aparte tool ontwikkeld, zie bijlage 1 voor nadere toelichting. Het is mogelijk om de neerslag gemeten ter plaatse van het weerstation te gebruiken of om de neerslag te ontlenen aan radarbeelden van de neerslag (formaat idf of asc). Deze keuze wordt bepaald aan de hand van keyword `METEO` met opties 'STATION' (standaard) en 'RADAR'. De locatie van de radarbeelden wordt gespecificeerd met het keyword `RAIN`. Het betreft in dit geval een tijdreeks van kaartlagen. In de verwijzing naar de bestandsnamen wordt de datum-aanduiding als volgt aangegeven "{YYYYMMDD}". Indien gebruik wordt gemaakt van radarbeelden wordt de neerslag over de gehele dag verspreid. Indien de neerslag afkomstig is van een weerstation wordt gebruik gemaakt van de neerslagduur gemeten ter plaatse van het weerstation.

Middels keyword `IRRIGATIE` wordt een verwijzing gemaakt naar een kaartlaag waarin is aangegeven of een locatie wel (1) en niet (0) wordt berekend. Indien de berekening overal uit staat is het mogelijk om dit met een '0' aan te geven. Op locaties waar berekening is toegestaan zal dit naar behoefte van het gewas plaatsvinden (standaard instelling).

Het grondwaterstandsverloop (keyword `GWLEVEL`) betreft een tijdreeks van kaartlagen. In de verwijzing naar de bestandsnamen wordt de datum-aanduiding als volgt aangegeven "{YYYYMMDD}". Met behulp van een maaiveldhoogte (keyword `MAAIVELD`) wordt de grondwaterstand geconverteerd naar een grondwaterstand ten opzichte van het maaiveld.

Het modelinstrumentarium kan op verschillende manieren worden aangestuurd waarbij de gebruiker kan kiezen uit verschillende onderrandvoorwaarden. Vooralsnog kan met de WWL-regionaal gekozen worden uit het type onderrand "Drukhoogte" (aanbevolen) of "Grondwaterstand". De onderrandvoorwaarde wordt in SWAP aan het begin van de dag opgelegd. Daarom is ervoor gekozen om de datum-aanduiding van de weggeschreven grondwaterstand (keyword `GWLEVEL`) met een dag te verhogen.

⁴ *Waterretentie- en doorlatendheidskarakteristieken van boven- en ondergronden in Nederland: de Staringreeks; Update 2018* (Heinen et al., 2020)

Tabel 1: Toelichting keywords controlfile voor 'aanmaken'

Keyword	Type	Beschrijving
<u>Database</u>		
FILSQL	Tekst	Verwijzing naar te creëren sqlite-database
<u>Periode</u>		
TSTART	Datum	Start simulatie periode
TEND	Datum	Einde simulatie periode
<u>Gebied</u>		
ZONAL	Tekst	Verwijzing naar kaartlaag met locaties
<i>of</i>		
CELLSIZE	Waarde	Resolutie
XMIN	Waarde	coördinaat links
XMAX	Waarde	coördinaat rechts
YMIN	Waarde	coördinaat onder
YMAX	Waarde	coördinaat boven
<u>Ploteigenschappen</u>		
GEWAS	Tekst	Verwijzing naar kaartlaag met gewascode
GEWAS_WWL	Tekst	verwijzing naar vertaling WWL gewascode (optioneel)
TYPE	Optie	type bodemcodering (opties: 'BODEM', 'BOFEK2012' of 'BOFEK2020')
BODEM	Tekst	Verwijzing naar kaartlaag met bodemcode
BODEM_WWL	Tekst	verwijzing naar vertaling WWL bodemcode (optioneel)
METEO	Optie	Type neerslag (opties: 'STATION' of 'RADAR')
STATION	Optie	Station, KNMI metecode.
RAIN*	Tekst	Verwijzing naar kaartlagen met neerslag
IRRIGATIE	Tekst	Verwijzing naar kaartlaag met wel of geen irrigatie
ONDERRAND	Optie	Type onderrand, opties: 'DRUKHOOGTE', 'GRONDWATERSTAND'
MAAIVELD	Tekst	Verwijzing naar kaartlaag met maaiveldhoogte
GWLEVEL	Tekst	Verwijzing naar kaartlagen met grondwaterstanden
<u>Folder-structuur</u>		
FORMAT	Optie	Format van uitvoer-bestanden (opties 'asc' of 'idf')
DIRRUN	Tekst	Verwijzing naar tijdelijke folder

* Alleen van toepassing in geval van neerslag radarbeelden

Aanroep

De stap wordt uitgevoerd door de volgende aanroep:

```
call .\set_Rversion.cmd
%Rscript% .\Tools\R\WWL_aanmaken.R control.inp
```

Resultaat

Na het doorlopen van stap 1 is een sqlite-database aangemaakt samen met een kaartlaag waarin de plotnummers staan weergegeven. De plotnummers corresponderen met RUNID welke gebruikt wordt in de controlfile bij stap 2 en 3.

Stap 2a: SWAP-WOFOST berekeningen uitvoeren

Toelichting

Op basis van de database aangemaakt in de voorgaande stap kunnen de SWAP-WOFOST berekeningen worden uitgevoerd, zie Tabel 2 voor de beschrijving van de controlfile. Bij deze database hoort een zogenaamde SWAP-template (keyword `FILSWP`). In deze template worden een aantal variabelen aangegeven met "{variabele}". Waarden van deze variabelen weet het R-script te vinden in de

database. De template van SWAP kan naar eigen inzicht worden aangepast (zie manual [SWAP](#)⁵), maar de variabelen dienen wel aanwezig te zijn in de database. Middels het keyword `DIRCRP` wordt een verwijzing gemaakt naar de folder met alle gewassen (de bestandsnamen mogen niet worden gewijzigd!). Keyword `DIRMET` verwijst naar de meteobestanden. De meteo-bestandsnamen zijn opgebouwd uit het KNMI-meteostation en een verwijzing naar het klimaat ("___" voor het huidige klimaat).

Met het keyword `RUNID` kan worden aangegeven welke locaties doorgerekend moeten worden. Indien alle berekeningen sequentieel worden uitgezet kan de `RUNID` met "ALL" worden gespecificeerd. Naast de optie "ALL" kan er ook gekozen worden voor een selectie aan plots. Stel je wilt plots 2, 4 en 6 t/m 11 doorrekenen dan kun je `RUNID` specificeren met 2,4,6-11.

Indien de doorlooptijd van het aantal berekeningen te groot is kan ervoor gekozen worden om de berekeningen parallel uit te zetten. Wel dien je dan als gebruiker te beschikken over een krachtige rekencomputer, zie bijlage 2 voor nadere toelichting. Indien je als gebruiker niet beschikt over een krachtige rekencomputer of behoefte hebt aan nog meer rekenkracht, dan is er de optie om de berekeningen uit te zetten op een rekengrid (bijvoorbeeld: [HPC-ANUNNA](#)).

Tabel 2: Toelichting keywords controlfile voor 'uitvoeren'

Keyword	Type	Beschrijving
<i>Database</i>		
FILSQL	Tekst	Verwijzing naar te creëren sqLite-database
RUNID	Optie	Plot-id om door te rekenen
<i>Modelinstrumentarium</i>		
PRGSWP	Tekst	Verwijzing naar SWAP-programma
FILSWP	Tekst	template swp-file
DIRCRP	Tekst	verwijzing naar folder met crp-files
DIRMET	Tekst	verwijzing naar folder met met-files
<i>Folder-structuur</i>		
DIRRUN	Tekst	Verwijzing naar tijdelijke folder
<i>Uitvoering (optioneel)</i>		
PRGZIP	Tekst	Verwijzing naar ZIP-programma (optioneel)
CREATE	Optie	Aanmaken van SWAP invoer ('Yes' of 'No')
RUN	Optie	Uitvoeren van SWAP berekening ('Yes' of 'No')

Mogelijk wil je als gebruiker de aangemaakte SWAP bestanden handmatig wijzigen (bijvoorbeeld door de grondwaterstandsreeks te overschrijven met meetreeks van een peilbuis). In dat geval dient de stap berekeningen uitvoeren opgedeeld te worden in het aanmaken van de SWAP bestanden en het uitvoeren van de SWAP bestanden. Dit kan door twee keywords toe te voegen aan de controlfile, het keyword `CREATE` wordt gebruikt om SWAP bestanden aan te maken vanuit de database en het keyword `RUN` wordt gebruikt om de (aangepaste) SWAP simulatie uit te voeren.

Indien de SWAP simulatie succesvol is afgerond worden de uitvoerbestanden gezipd. Hiervoor dient het 'zip' commando bekend te zijn in het WINDOWS besturingssysteem (system variables). Optioneel is het mogelijk om een verwijzing te maken naar een lokaal ZIP programma (`PRGZIP`).

Aanroep

De stap wordt uitgevoerd door de volgende aanroep:

```
call .\set_rversion.cmd
%Rscript% .\Tools\R\WWL_uitvoeren.R control.inp
```

Resultaat

Set aan SWAP-WOFOST-berekeningen zowel de input als de output per rekeneenheid. De bestanden beknopt opgeslagen in zip-bestanden.

⁵ SWAP version 4 (Kroes et al., 2017)

Stap 2b: SWAP-berekeningen controleren

Toelichting

Door verschillende redenen kan het voorkomen dat bepaalde simulaties niet in één keer succesvol zijn uitgevoerd. Het is mogelijk om alleen de berekeningen die in eerste instantie zijn mislukt opnieuw uit te voeren. Op basis van de database aangemaakt in eerste stap en de folder waar de resultaten worden uitgevoerd kan een overzicht worden gegenereerd welke SWAP-WOFOST berekeningen zijn mislukt, zie Tabel 3.

Tabel 3: Toelichting keywords controlfile voor 'check uitvoeren' en 'check analyseren'

Keyword	Type	Beschrijving
<u>Database</u>		
FILSQL	Tekst	Verwijzing naar te creëren sqlite-database
<u>Folder-structuur</u>		
DIRRUN	Tekst	Verwijzing naar tijdelijke folder

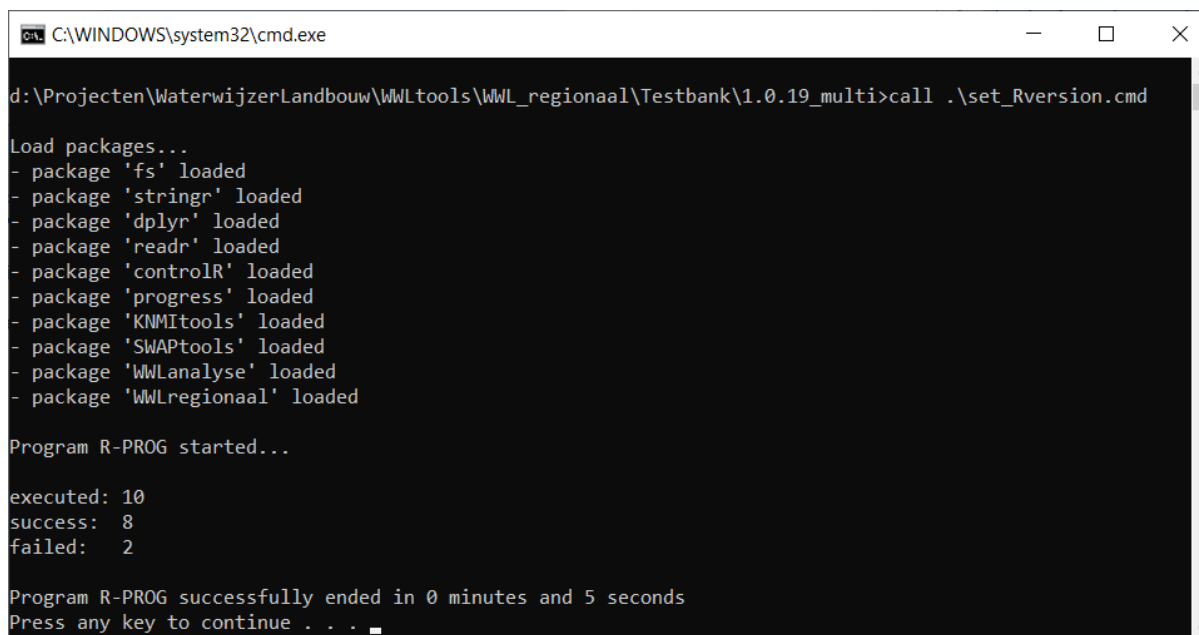
Aanroep

De stap wordt uitgevoerd door de volgende aanroep:

```
call .\set_Rversion.cmd  
%Rscript% .\Tools\R\WWL_uitvoeren_check.R control.inp
```

Resultaat

Als resultaat van deze procedure wordt een overzicht op het scherm getoond van het totaal aantal berekeningen, succesvolle berekeningen en mislukte berekeningen, zie onderstaande schermafbeelding.



```
C:\WINDOWS\system32\cmd.exe  
d:\Projecten\WaterwijzerLandbouw\WWLtools\WWL_regionaal\Testbank\1.0.19_multi>call .\set_Rversion.cmd  
Load packages...  
- package 'fs' loaded  
- package 'stringr' loaded  
- package 'dplyr' loaded  
- package 'readr' loaded  
- package 'controlR' loaded  
- package 'progress' loaded  
- package 'KNMItools' loaded  
- package 'SWAPtools' loaded  
- package 'WWLanalyse' loaded  
- package 'WWLregionaal' loaded  
Program R-PROG started...  
executed: 10  
success: 8  
failed: 2  
Program R-PROG successfully ended in 0 minutes and 5 seconds  
Press any key to continue . . .
```

Indien er sprake is van berekeningen die niet succesvol zijn afgerond, dan wordt er een file weggeschreven met de naam "failed_YYYYMMDD_HHMMSS.text". In deze file is een lijst met een selectie aan plots weergegeven. Door stap 2a te herhalen waarbij RUNID is gespecificeerd met deze lijst worden alleen deze berekeningen opnieuw uitgezet.

Stap 3a: SWAP-berekeningen verwerken tot opbrengstdepressies

Toelichting

Nadat de SWAP-berekeningen zijn uitgevoerd moet de opbrengstderiving worden bepaald en gespecificeerd naar aandeel indirecte en directe effecten en aandeel droogte-, zuurstof en zoutstress (zie Tabel 4 voor de beschrijving van de controlfile). De controlfile is vergelijkbaar met stap 2, maar een verwijzing naar het modelinstrumentarium is niet nodig.

Optioneel kan er gekozen worden om voor alle locaties figuren aan te maken met het gesimuleerde grondwaterstandsverloop en de opbrengstderiving per jaar (keyword CRTFIG).

Tabel 4: Toelichting keywords controlfile voor 'analyseren'

Keyword	Type	Beschrijving
<u>Database</u>		
FILSQL	Tekst	Verwijzing naar te creëren sqlite-database
RUNID	Optie	Plot-id om door te rekenen
<u>Ploteigenschappen</u>		
TYPE	Optie	type bodemcodering (opties 'BODEM', 'BOFEK2012' of 'BOFEK2020')
<u>Analyse optioneel</u>		
CRTFIG	Optie	Aanmaken figuren per locatie ('Yes' of 'No')
<u>Folder-structuur</u>		
DIRRUN	Tekst	Verwijzing naar tijdelijke folder

Aanroep

De stap wordt uitgevoerd door de volgende aanroep:

```
call .\set_Rversion.cmd  
%Rscript% .\Tools\R\WWL_analyseren.R control.inp
```

Resultaat

Per rekeneenheid een analysebestand met de opbrengstdepressies (gemiddelde en per jaar).

Stap 3b: Analyse controleren

Toelichting

Ook voor de analyse van de berekeningen is een procedure beschikbaar om te controleren of alle analyses succesvol zijn afgerond. Deze procedure werkt op vergelijkbare wijze als de procedure beschreven in stap 2b, zie Tabel 3 voor de aansturing.

Bij de analyse zijn telkens twee verschillende SWAP berekeningen betrokken, een berekening met betrekking tot de directe effecten en een berekening met betrekking tot de indirecte effecten. Het totaal aantal analyses dat moet worden verricht valt dus lager uit dan het totaal aantal uitgevoerde berekeningen.

Aanroep

De stap wordt uitgevoerd door de volgende aanroep:

```
call .\set_Rversion.cmd  
%Rscript% .\Tools\R\WWL_analyseren_check.R control.inp
```


Resultaat

Als resultaat van deze procedure wordt een overzicht op het scherm getoond van het totaal aantal analyses, succesvolle analyses en mislukte analyses. Indien er sprake is van berekeningen die niet succesvol zijn afgerond, dan wordt er een file weggeschreven met de naam "failed_YYYYMMDD_HHMMSS.text". In deze file is een lijst met een selectie aan plots weergegeven. Door stap 3a te herhalen waarbij RUNID is gespecificeerd met deze lijst worden alleen deze berekeningen opnieuw uitgezet.

Stap 4: berekeningen analyseren

Toelichting

De laatste stap zorgt ervoor dat alle resultaten van de voorgaande stap worden geaggregeerd naar kaartlagen per schadecomponent. Het format van de kaartlagen is hierbij aan te sturen met het keyword `FORMAT`, zie Tabel 5 voor de aansturing van stap 4.

Tabel 5: Toelichting keywords controlfile voor 'aggregatie_resultaten'

Keyword	Type	Beschrijving
<u>Database</u>		
FILSQL	Tekst	Verwijzing naar te creëren sqllite-database
<u>Periode</u>		
TSTART	Datum	Start simulatie periode
TEND	Datum	Einde simulatie periode
<u>Gebied</u>		
ZONAL of CELLSIZE	Tekst	Verwijzing naar kaartlaag met locaties
XMIN	Waarde	Resolutie
XMAX	Waarde	coördinaat links
YMIN	Waarde	coördinaat rechts
YMAX	Waarde	coördinaat onder
<u>Uitvoer</u> <u>(optioneel)</u>		
HRVOTBIO	Optie	Potentiële opbrengst uitgedrukt in biomassa, opties 'Yes' of 'No'
HRVOTVEM	Optie	Potentiële opbrengst uitgedrukt in VEM, opties 'Yes' of 'No'
HRVOTDVE	Optie	Potentiële opbrengst uitgedrukt in DVE, opties 'Yes' of 'No'
HRVOTEUR	Optie	Potentiële opbrengst uitgedrukt in euro, opties 'Yes' of 'No'
DMGTOT	Optie	Totale opbrengstderving, opties 'Yes' of 'No'
DMGIND	Optie	Opbrengstderving a.g.v. indirecte effecten, opties 'Yes' of 'No'
DMGDIR	Optie	Opbrengstderving a.g.v. directe effecten, opties 'Yes' of 'No'
DMGDRY	Optie	Opbrengstderving a.g.v. droogtestress, opties 'Yes' of 'No'
DMGWET	Optie	Opbrengstderving a.g.v. zuurstofstress, opties 'Yes' of 'No'
DMGSOL	Optie	Opbrengstderving a.g.v. zoutstress, opties 'Yes' of 'No'
<u>Folder-structuur</u>		
FORMAT	Optie	Format van uitvoer-bestanden (opties 'asc' of 'idf')
DIRRUN	Tekst	Verwijzing naar tijdelijke folder
DIROUT	Tekst	Verwijzing naar output folder

Aanroep

De stap wordt uitgevoerd door de volgende aanroep:

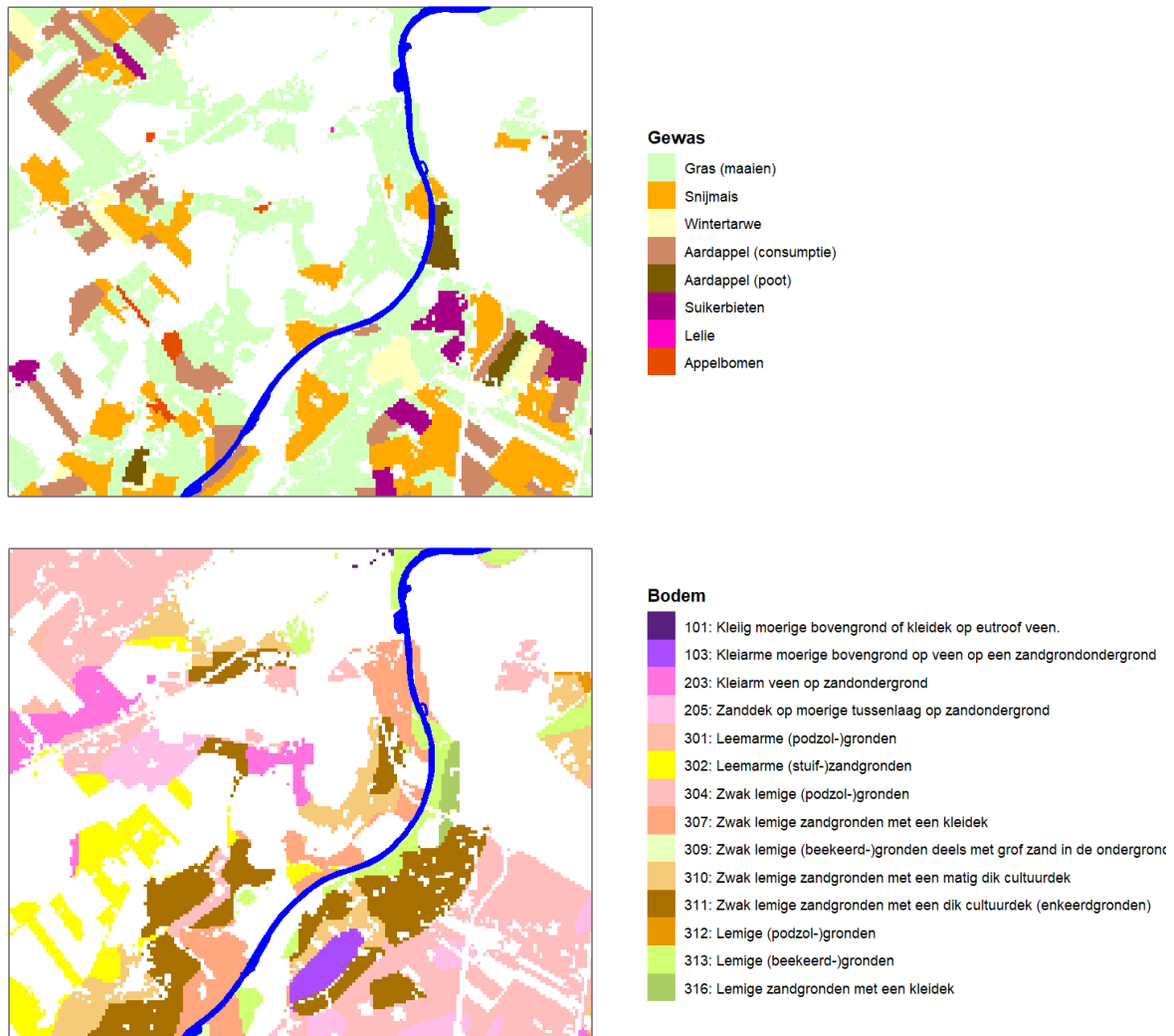
```
call .\set_Rversion.cmd  
%Rscript% .\Tools\R\WWL_aggregatie_resultaten.R control.inp
```

Resultaat

Kaartlagen met de opbrengstdepressies (gemiddelde en per jaar).

Voorbeeld

Als voorbeeld is het gebied Rheezermaten in het stroomgebied van de Vecht genomen (fictief voorbeeld). Voor dit gebied willen we een inschatting maken van de opbrengstderving voor de periode 1994 - 2004. Gegevens over landgebruik en bodemtype zijn afkomstig van een regionale modelberekening. In dit model worden 25 verschillende landgebruiksvormen en 72 bodemeenheden onderscheiden. Het landgebruik in het interessegebied bestaat hoofdzakelijk uit grasland en snijmais. Voornamelijk zandgronden zijn in het gebied aanwezig, zie Figuur 1.



Figuur 1: Landgebruik (boven) en bodemtype (onder) bij Rheezermaten (landbouwkundige selectie)

Zowel de landgebruiksvormen en bodemeenheden komen niet overeen met de gewas- en bodemcodering van Waterwijzer Landbouw. Deze zijn daarom vertaald naar de gewas- en bodemcodering van de Waterwijzer Landbouw. Hiervoor zijn vertaaltabellen aangemaakt.

Gegevens over het grondwaterstandsverloop zijn gebaseerd op een regionale modelberekening. Voor de simulatie periode zijn de grondwaterstanden weggeschreven om de 14 dagen.

Voor deze toepassing willen we gebruik van meteogegevens afkomstig van het meteostation Hoogeveen. Gedurende deze periode ontbreken er 206 observaties van windsnelheid en 4 observaties van neerslag en neerslagduur. Er is gekozen om deze ontbrekende meetgegevens op te vullen met gegevens van het meteostation Heino. Met de controlfile zoals weergegeven in Afbeelding 1 wordt het R-script SWAP.meteo.R aangeroepen (zie cmd-file: 0_SWAP_Meteo.cmd).

```

# periode
TSTART          1994-01-01
TEND            2004-12-31

# station
STATION         Hoogeveen
REPLACE        Heino

# Folder-structuur
DIROUT          ./

```

Afbeelding 1: Weergave controlfile voor 'KNMI meteogegevens'

Dit levert een bestand op met de meteogegevens van Hoogeveen aangevuld met gegevens van het station Heino (file: `./279.met`). De bestandsnaam moet nog wel in de folder met meteobestanden worden geplaatst.

Op basis van de controlfile weergegeven in Afbeelding 2 worden stappen 1 tot en met 4 doorlopen.

```

# database
FILSQL         ./Rheezermaten.sqlite
RUNID          ALL

# periode
TSTART          1994-01-01
TEND            2004-12-31

# gebied
CELLSIZE       25
XMIN           234900
XMAX           239800
YMIN           506800
YMAX           510900

# plot-eigenschappen
GEWAS          ./Input/lgn6.IDF
GEWAS_WWL     ./Tools/vertaaltabel/gewas.csv

TYPE           BOFEK2012
BODEM          ./Input/bodem.IDF
BODEM_WWL     ./Tools/vertaaltabel/bodem.csv

METEO          STATION
STATION        279
IRRIGATIE      0

ONDERRAND      DRUKHOOGTE
MAAIVELD      ./Input/maaiveld.IDF
GWLEVEL       ./Input/Head/HEAD_{YYYYMMDD}_L1.IDF

# SWAP programma en templates
SWPPRG        ./Tools/SWAP/swap-windows.exe

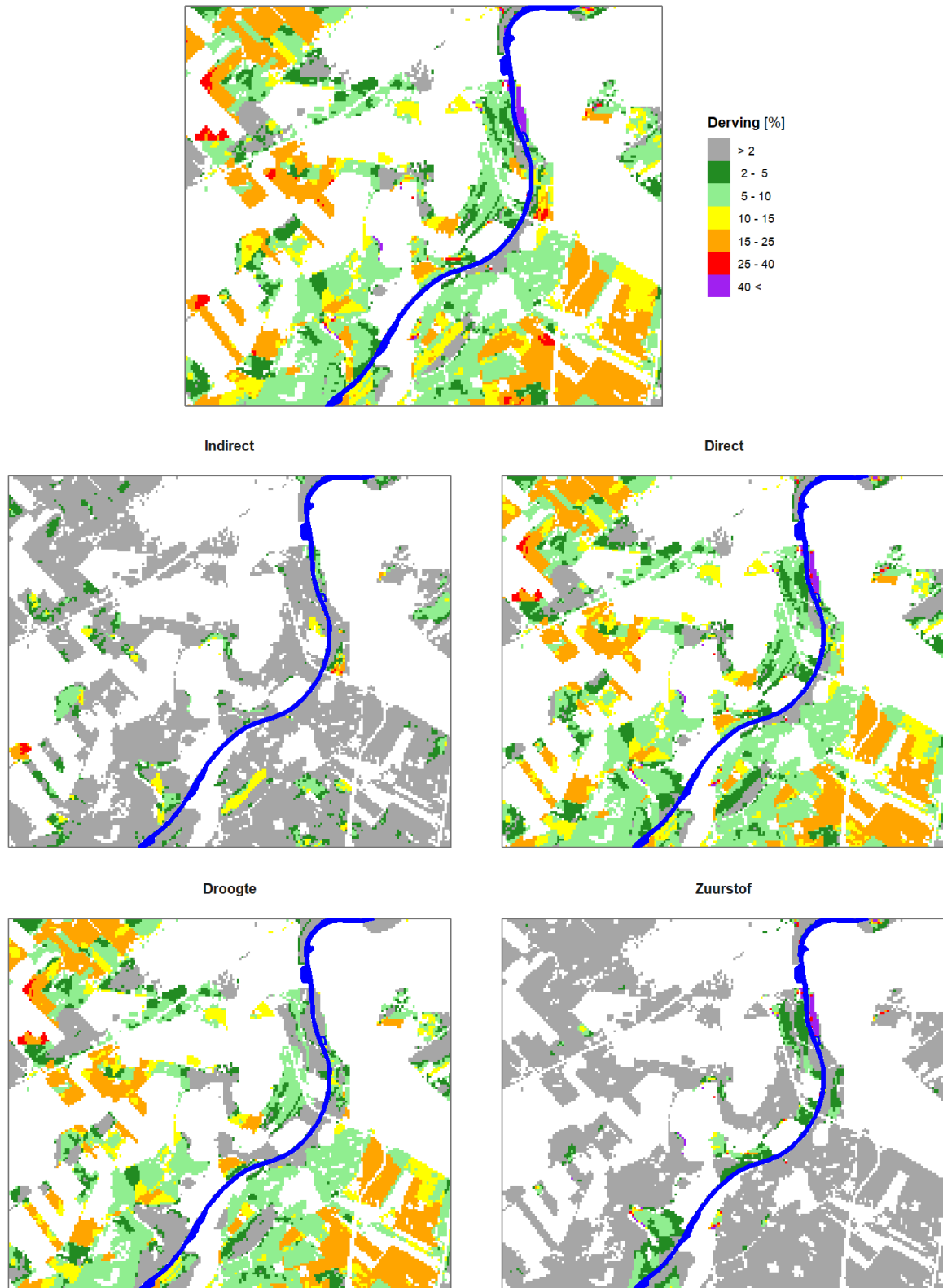
FILSWP        ./Tools/SWAP/Template/wwl.swp
DIRCRP        ./Tools/SWAP/Template/Gewas
DIRMET        ./Tools/SWAP/Template/Meteo

# folder-structuur
FORMAT        idf
DIRRUN        ./Temp
DIROUT        ./Output

```

Afbeelding 2: Weergave controlfile voor 'Maatwerk regionaal'

Als eindresultaat zijn kaartlagen per schadecomponent en kaartlagen met de potentiële gewasopbrengst in biomassa en euro per hectare gecreëerd. Figuur 2 geeft de gemiddelde opbrengstderving weer voor de periode 1994 – 2004.



Figuur 2: Gemiddelde opbrengstderving (boven) plus specificatie naar indirecte en directe effecten (midden) en specificatie naar droogte- en zuurstofstress (onder) voor de periode 1994 – 2004

Literatuur

Heinen, M. G. Bakker, H. Wosten, 2020. *Waterretentie- en doorlatendheidskarakteristieken van boven- en ondergronden in Nederland: de Staringreeks; Update 2018*. Wageningen, Wageningen Environmental Research, Rapport 2978. 78 blz.; 6 fig.; 4 tab.; 22 ref. Beschikbaar op: <https://edepot.wur.nl/512761>.

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)⁶ 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 3 voor de ligging van de stations).

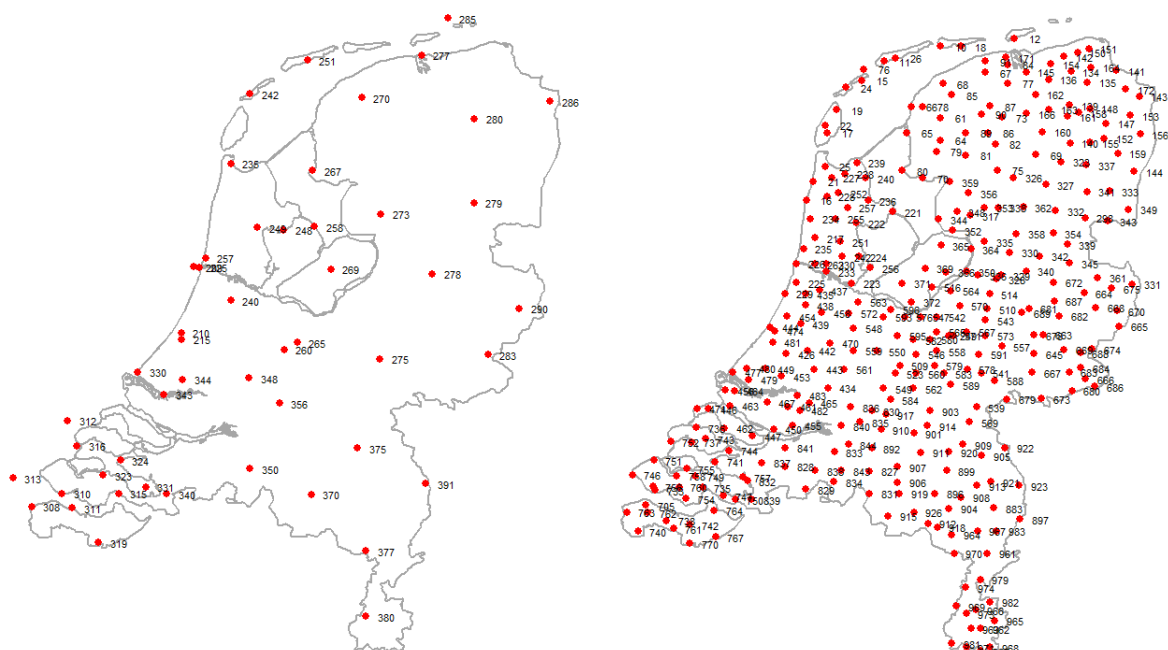
Aansturing van het R-script gebeurt met een controlfile, zie Tabel 6.

Tabel 6: Toelichting keywords controlfile voor 'KNMI meteo'

Keyword	Type	Beschrijving
<u>Periode</u>		
TSTART	Datum	Start simulatie periode
TEND	Datum	Einde simulatie periode
TOPT*	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

* 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 3: Ligging van meteostations (links) en neerslagstations (rechts)

⁶ <https://www.knmi.nl/home>

Aanroep

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

```
call .\set_Rversion.cmd  
%Rscript% .\Tools\R\SWAP_meteo.R control_meteo.inp
```

Afbeelding 3: Weergave command file (0_SWAP_meteo.cmd).

Resultaat

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

Bijlage 2: Berekeningen parallel uitzetten

Toelichting

Voor het parallel uitzetten (multicore) van de SWAP-WOFOST berekeningen en/of analyses dient in de controlfile van stap 1 (aanmaken datamodel), stap 2 (SWAP-WOFOST berekeningen uitvoeren) en stap 3 (SWAP-WOFOST berekeningen analyseren) te worden aangegeven over hoeveel cores de berekeningen worden uitgezet (keyword `NSPLIT`), zie Tabel 7.

Tabel 7: Toelichting extra keywords controlfile voor 'multicore'

Keyword	Type	Beschrijving
<u>Database</u>		
SPLIT	Optie	Opsplitsen van sqlite-database ('Yes' of 'No')
NSPLIT	Waarde	Aantal delen waarin de sqlite-database moet worden opgesplitst
<u>Controle</u>		
CLEAN	Optie	Opschonen van tijdelijke bestanden m.b.t. multicore

Aanroep

Bij het parallel uitzetten van de berekeningen geldt de volgende aanroep:

```
call .\set_Rversion.cmd  
%Rscript% .\Tools\R\WWL_uitvoeren_multicore.R control.inp
```

of

```
call .\set_Rversion.cmd  
%Rscript% .\Tools\R\WWL_analyseren_multicore.R control.inp
```

Resultaat

Bij het aanmaken van het datamodel worden meerdere sqlite-databases aangemaakt. Bij het uitvoeren van de berekeningen en/of analyses wordt iedere sqlite-database afzonderlijk uitgezet. Voor het parallel uitzetten van de uit te voeren taak worden een aantal tijdelijke bestanden aangemaakt, welke optioneel automatisch worden verwijderd tijdens de controle procedures van de berekeningen/analyses (keyword `CLEAN`).

Het resultaat is vergelijkbaar met stap 2 en stap 3.