

WP1: Technische fiche bij SWAP simulaties voor de PGD rekentool

Contact: Marthe Michielsens (BDB; mmichielsen@bdb.be), Tom Coussement (BDB; tcoussement@bdb.be)

I. Inleiding

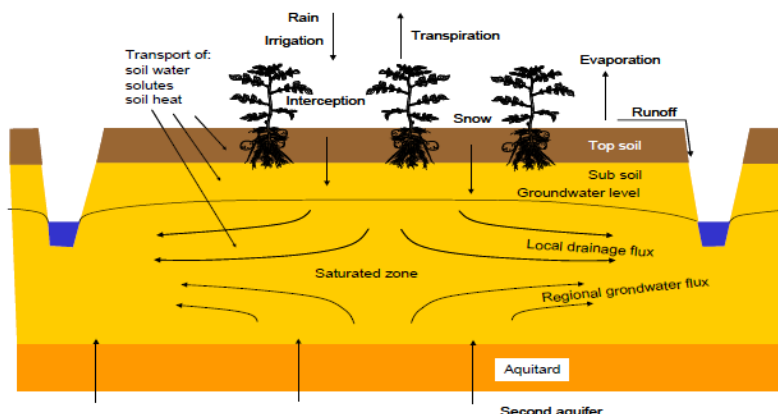
In het kader van WP1 van het OP-PEIL project werd een rekentool voor peilgestuurde drainage (PGD) ontwikkeld, gebouwd op simulaties uitgevoerd met SWAP. De rekentool is te consulteren op www.waterradar.be (Rekentool SWAP).

Het doel van de digitale tool is om, op basis van perceelskenmerken, een inschatting te maken van de impact die een omvorming van klassieke naar peilgestuurde drainage heeft op onder andere de gewastranspiratie en het watersysteem. Om klimatologische variatie in rekening te brengen, worden resultaten gedurende 20 opeenvolgende jaren getoond (2004 t.e.m. 2023).

Met behulp van het SWAP model werden bijna 13 000 simulaties van telkens 20 jaar uitgevoerd. De simulaties werden uitgevoerd voor 4 gewastypes (maïs, aardappel, bloemkool en grasland), 6 bodemtypes (zand, zwak lemig zand, lemig zand, licht zandleem, zandleem en leem) en onder verschillende instellingen voor het drainagebeheer (diepte en tussenafstand drains, peilopzet in regelput, ...). De simulaties werden gekoppeld per twee: enerzijds voor een PGD-systeem en anderzijds voor een klassiek gedraineerd systeem, waarbij alle andere modelparameters gelijk werden gehouden. Zo kon een toestand onder PGD telkens met klassieke drainage vergeleken worden.

II. SWAP

Het SWAP (Soil-Water-Plant-Atmosphere) model simuleert het transport van water, opgeloste stoffen en warmte in interactie met vegetatieve ontwikkeling. Het model maakt gebruik van de Richards vergelijking om bodemvochtgehalten en grondwaterpeilen te berekenen. SWAP's voornaamste focus zijn modelleringen op perceelsniveau. Op dit niveau zijn de transportprocessen en fluxen voornamelijk verticaal (zie Figuur 1). Laterale drainage en infiltratie fluxen kunnen wel beschreven worden via analytische drainageformules (Kroes et al., 2017).



Figuur 1: Schematische voorstelling van het SWAP model en zijn processen (Kroes et al., 2017).

De simulaties werden uitgevoerd in Jupyter Lab met Python versie 3.11. In een notebook wordt het SWAP model aangestuurd en kunnen een grote reeks simulaties uitgevoerd worden via een 'nested loop'. De onderliggende functies nodig om het model te laten draaien zijn gedefinieerd in afzonderlijke python scripts. Het geheel werd door ILVO gedeeld met de Bodemkundige Dienst van België en vervolgens verder aangepast met het oog op de simulaties voor de rekentool.

III. Parameterinstellingen

A. Bodem

Er werden 6 verschillende bodemtypes doorgerekend in SWAP. Voor de parametrisatie ervan werd beroep gedaan op de Staringreeks uit Nederland (Heinen et al., 2020). De Staringreeks bestaat uit boven- en ondergronden. De bovengronden (code B) representeerden de bovenste 30 cm in het bodemprofiel gemodelleerd met SWAP. De ondergronden (code O) representeerden de diepere lagen in het bodemprofiel. Een overzicht van de doorgerekende bodemtypes wordt weergegeven in Tabel 1.

Tabel 1: Overzicht bodemtypes en overeenkomstige boven- en ondergronden uit de Staringreeks.

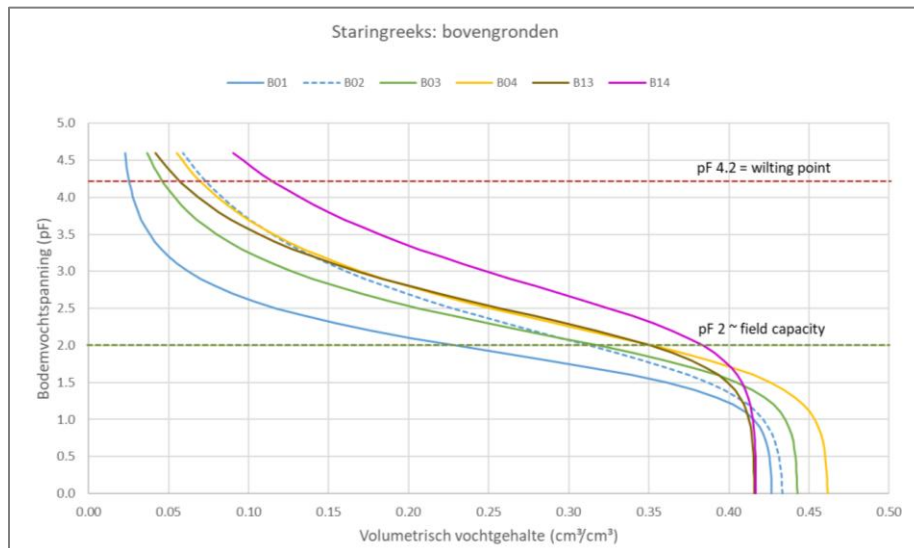
| Bodemtype | Bovengrond | Ondergrond |
|-----------------|------------|------------|
| Zand | B01 | O01 |
| Zwak lemig zand | B02 | O02 |
| Lemig zand | B03 | O03 |
| Licht zandleem | B04 | O04 |
| Zandleem | B13 | O14 |
| Leem | B14 | O15 |

Per bodemeenheid worden de waterretentie- en doorlatendheidskarakteristieken geformuleerd. Deze Maulem-Van Genuchten parameters worden weergegeven in Tabel 2 en als volgt ingesteld in SWAP.

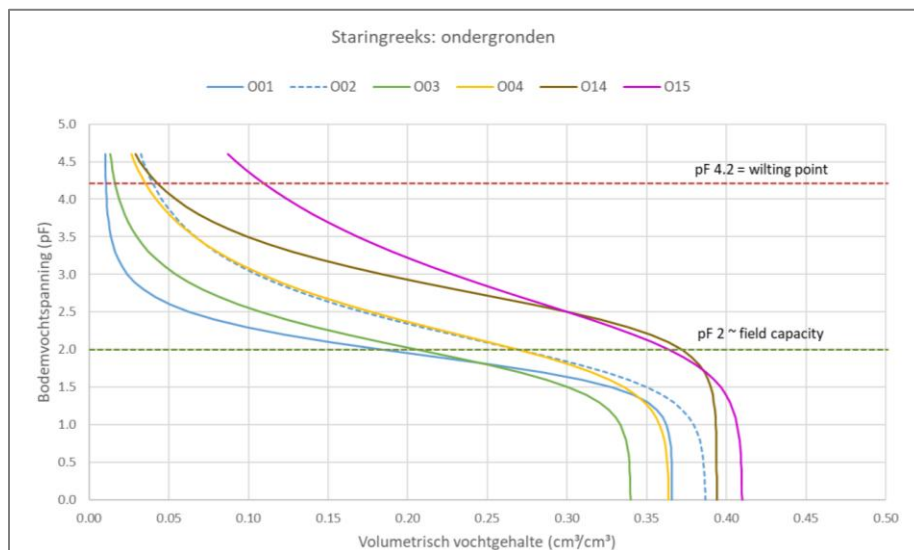
Tabel 2: Waterretentie- en doorlatendheidskarakteristieken per bodemeenheid.

| Bodemeenheid | ORES | OSAT | ALFA | NPAR | LEXP | KSAT | BDENS |
|--------------|----------------------------------|----------------------------------|--------|-------|--------|-------|--------|
| | cm ³ /cm ³ | cm ³ /cm ³ | 1/cm | - | - | cm/d | |
| B01 | 0.02 | 0.427 | 0.0217 | 1.735 | 0.981 | 31.23 | 1480.0 |
| B02 | 0.02 | 0.434 | 0.0216 | 1.349 | 7.202 | 83.24 | 1480.0 |
| B03 | 0.02 | 0.443 | 0.0150 | 1.505 | 0.139 | 19.08 | 1480.0 |
| B04 | 0.02 | 0.462 | 0.0149 | 1.397 | 0.295 | 34.88 | 1480.0 |
| B13 | 0.01 | 0.416 | 0.0084 | 1.437 | -1.357 | 29.83 | 1480.0 |
| B14 | 0.01 | 0.417 | 0.0054 | 1.302 | -0.335 | 0.90 | 1480.0 |
| O01 | 0.01 | 0.366 | 0.0160 | 2.163 | 2.868 | 22.32 | 1480.0 |
| O02 | 0.02 | 0.387 | 0.0161 | 1.524 | 2.440 | 22.76 | 1480.0 |
| O03 | 0.01 | 0.340 | 0.0172 | 1.703 | 0.000 | 12.37 | 1480.0 |
| O04 | 0.01 | 0.364 | 0.0136 | 1.488 | 2.179 | 25.81 | 1480.0 |
| O14 | 0.01 | 0.394 | 0.0033 | 1.617 | 0.514 | 2.50 | 1480.0 |
| O15 | 0.01 | 0.410 | 0.0078 | 1.287 | 0.000 | 2.79 | 1480.0 |

De vochtretentiecurves van de boven- en ondergronden worden weergegeven in respectievelijk Figuur 2 en Figuur 3.



Figuur 2: Vochtretentiecurves van de Staringreeks bovengronden.



Figuur 3: Vochtretentiecurves van de Staringreeks ondergronden.

B. Ondergrensvoorwaarden

De ondergrensvoorwaarden bepalen de waterflux tussen het gemodelleerde bodemprofiel en het onderliggende grondwaterreservoir. SWAP biedt verschillende opties aan voor de instelling van de ondergrensvoorwaarden. Hier is gekozen voor de optie waarbij de ondergrensflux berekend wordt uit de instelling van de grondwatertafel in de onderliggende semi-afgesloten aquifer en de weerstand van de semi-afsluitende laag. Tabel 3 toont de belangrijkste parameterinstellingen die hiervoor in SWAP werden ingesteld.

Tabel 3: SWAP parameterinstellingen voor ondergrensvoorwaarden.

| Parameter | Waarde |
|------------|--------|
| SWBOTB [-] | 3 |
| RIMLAY [d] | 1200 |
| AQAVE [cm] | -160.0 |
| AQAMP [d] | 50.0 |
| AQPER [d] | 365 |

C. Gewasparameters

SWAP simulaties werden uitgevoerd voor 4 gewastypes (maïs, aardappel, bloemkool en grasland). Per gewastype worden hieronder de belangrijkste gewasparameters overlopen.

Alle gewassen werden doorgerekend met de eenvoudige gewasmodule in SWAP, behalve voor gras waarvoor een specifieke en gedetailleerde gewasgroeimodule werd ingesteld.

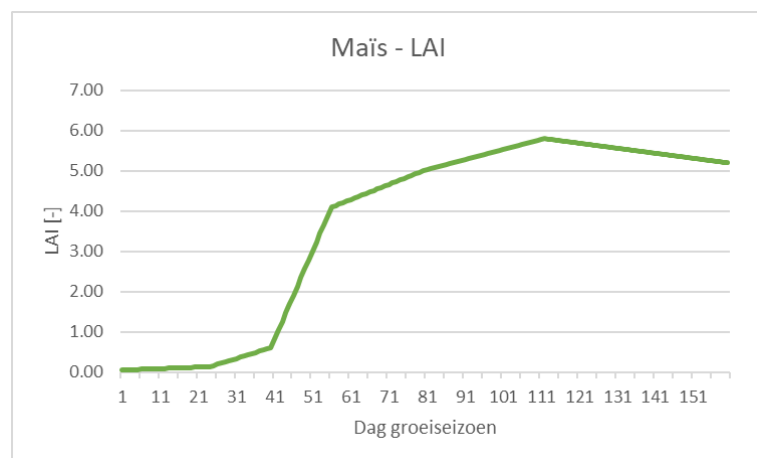
1. Maïs

De plant- en oogstdatum voor maïs worden ingesteld op respectievelijk 15 april en 22 september van ieder gesimuleerd jaar. De lengte van het groeiseizoen bedraagt 160 dagen.

In Tabel 4 en Figuur 4 wordt de evolutie van de Leaf Area Index (LAI) in functie van de development stage (DVS) of dag van het groeiseizoen voor maïs ingesteld in SWAP weergegeven.

Tabel 4: Evolutie van de Leaf Area Index (LAI) in functie van de development stage (DVS) voor maïs in SWAP.

| DVS | 0.00 | 0.30 | 0.50 | 0.70 | 1.00 | 2.00 |
|-----|------|------|------|------|------|------|
| LAI | 0.05 | 0.14 | 0.61 | 4.10 | 5.00 | 5.80 |



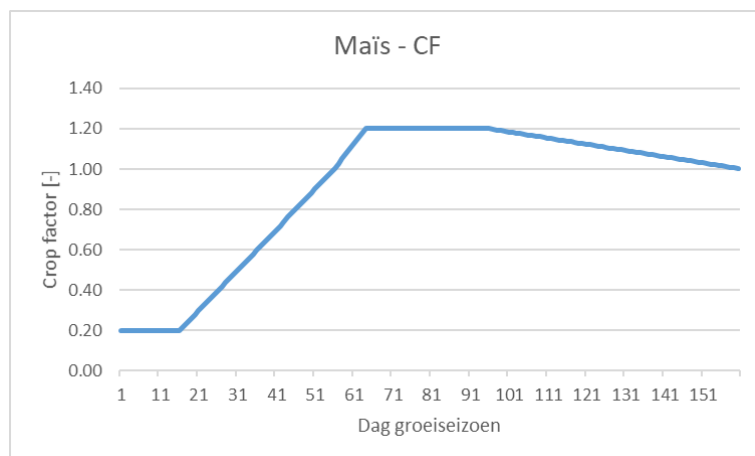
Figuur 4: Evolutie van de Leaf Area Index (LAI) in functie van dag groeiseizoen voor maïs in SWAP.

In

Tabel 5 en Figuur 5 wordt de evolutie van de Crop Factor (CF) in functie van de development stage (DVS) of dag van het groeiseizoen voor maïs ingesteld in SWAP weergegeven.

Tabel 5: Evolutie van de Crop Factor (CF) in functie van de development stage (DVS) voor maïs in SWAP.

| DVS | 0.00 | 0.18 | 0.65 | 0.82 | 1.19 | 2.00 |
|-----|------|------|------|------|------|------|
| CF | 0.20 | 0.2 | 1.00 | 1.25 | 1.25 | 1.00 |

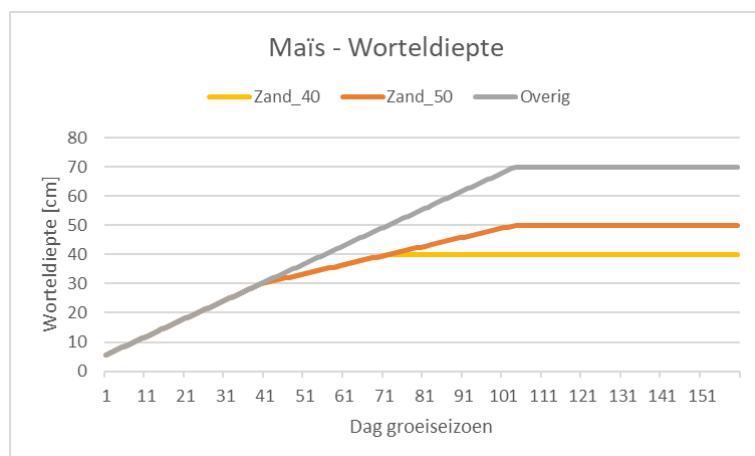


Figuur 5: Evolutie van de Crop Factor (CF) in functie van dag groeiseizoen voor maïs in SWAP.

In Tabel 6 en Figuur 6 wordt de evolutie van de worteldiepte (RD) in functie van de development stage (DVS) of dag van het groeiseizoen voor maïs ingesteld in SWAP weergegeven. Op bodemtypes zand en zwak lemig zand wordt de maximale worteldiepte van maïs beperkt tot 40 of 50 cm onder maaiveld. Op de overige bodemtypes evolueert de worteldiepte tot 70 cm onder maaiveld.

Tabel 6: Evolutie van de worteldiepte (RD) in functie van de development stage (DVS) voor maïs in SWAP.

| DVS | 0.00 | 0.50 | 1.30 | 2.00 |
|-----------------------------------|------|-------|-------------|-------------|
| RD (zand of zwak lemig zand) [cm] | 5.00 | 30.00 | 40.00/50.00 | 40.00/50.00 |
| RD (andere bodems) [cm] | 5.00 | 30.00 | 70.00 | 70.00 |



Figuur 6: Evolutie van de worteldiepte (RD) in functie van dag groeiseizoen voor maïs in SWAP.

In SWAP wordt stress te wijten aan te natte (zuurstofstress) en te droge (droogtestress) condities mee in rekening gebracht. De hoeveelheid stress wordt bepaald aan de hand van de methode van Feddes et al. (1978) en de methode van Bartholomeus et al. (2008). Tabel 7 geeft de kritische drukhoogtes ingesteld volgens de Feddes methode weer. Voor de bepaling van de zuurstofstress m.b.v. de methode van Bartholomeus worden de standaardparameters aangenomen zoals in de SWAP voorbeeldbestanden.

Tabel 7: Kritische drukhoogtes ingesteld voor maïs in SWAP voor de bepaling van zuurstof- en droogtestress volgens de methode van Feddes et al. (1978).

| | Zuurstofstress | | | Droogtestress | | |
|-------------------|----------------|--------|--------|---------------|--------|---------|
| | HLIM1 | HLIM2U | HLIM2L | HLIM3H | HLIM3L | HLIM4 |
| Drukhoogte | -15.0 | -30.0 | -30.0 | -325.0 | -325.0 | -8000.0 |

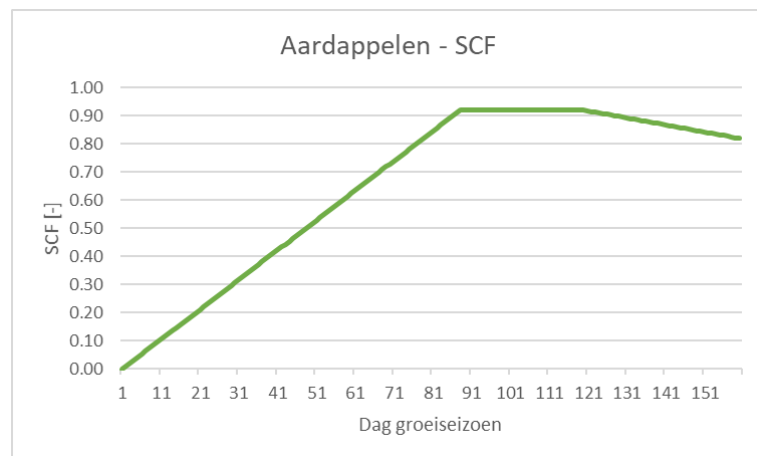
2. Aardappel

De plant- en oogstdatum voor aardappel worden ingesteld op respectievelijk 13 mei en 19 oktober van ieder gesimuleerd jaar. De lengte van het groeiseizoen bedraagt 160 dagen.

In Tabel 8 en Figuur 7 wordt de evolutie van de Soil Cover Fraction (SCF) in functie van de development stage (DVS) of dag van het groeiseizoen voor aardappel ingesteld in SWAP weergegeven.

Tabel 8: Evolutie van de Soil Cover Fraction (SCF) in functie van de development stage (DVS) voor aardappel in SWAP.

| | | | | |
|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| DVS | 0.00 | 1.10 | 1.50 | 2.00 |
| SCF | 0.00 | 0.92 | 0.92 | 0.82 |

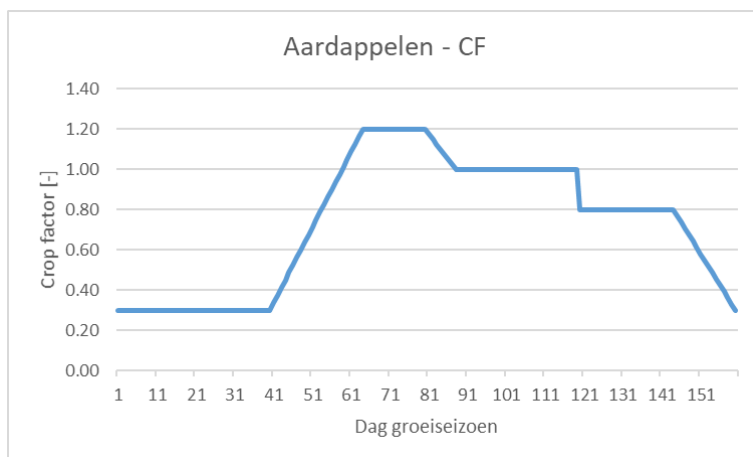


Figuur 7: Evolutie van de Soil Cover Fraction (SCF) in functie van dag groeiseizoen voor aardappel in SWAP.

In Tabel 9 en Figuur 4 Figuur 8 wordt de evolutie van de Crop Factor (CF) in functie van de development stage (DVS) of dag van het groeiseizoen voor aardappel ingesteld in SWAP weergegeven.

Tabel 9: Evolutie van de Crop Factor (CF) in functie van de development stage (DVS) voor aardappel in SWAP.

| | | | | | | | | | |
|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|----------|
| DVS | 0.00 | 0.49 | 0.81 | 1.04 | 1.06 | 1.48 | 1.50 | 1.75 | 2 |
| CF | 0.3 | 0.3 | 1.2 | 1.2 | 1.0 | 1.0 | 0.8 | 0.8 | 0.3 |

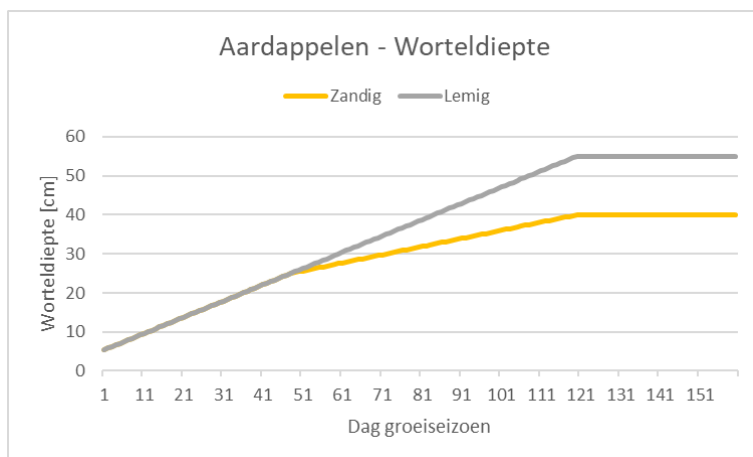


Figuur 8: Evolutie van de Crop Factor (CF) in functie van dag groeiseizoen voor aardappel in SWAP.

In Tabel 10 en Figuur 9 wordt de evolutie van de worteldiepte (RD) in functie van de development stage (DVS) of dag van het groeiseizoen voor aardappel ingesteld in SWAP weergegeven. Op bodemtypes zand tot en met licht zandleem wordt de maximale worteldiepte van aardappel beperkt tot 40 cm onder maaiveld. Op de lemigere bodemtypes evolueert de worteldiepte tot 55 cm onder maaiveld.

Tabel 10: Evolutie van de worteldiepte (RD) in functie van de development stage (DVS) voor aardappel in SWAP.

| DVS | 0.00 | 0.60 | 1.50 | 2.00 |
|--|------|-------|-------|-------|
| RD (zand- tot licht zandleembodems) [cm] | 5.00 | 25.00 | 40.00 | 40.00 |
| RD (zandleem- en leembodems) [cm] | 5.00 | 25.00 | 55.00 | 55.00 |



Figuur 9: Evolutie van de worteldiepte (RD) in functie van dag groeiseizoen voor aardappel in SWAP.

De hoeveelheid stress wordt bepaald aan de hand van de methode van Feddes et al. (1978) en de methode van Bartholomeus et al. (2008). Tabel 11 geeft de kritische drukhoogtes ingesteld volgens de Feddes methode weer. Voor de bepaling van de zuurstofstress m.b.v. de methode van Bartholomeus worden de standaardparameters aangenomen zoals in de SWAP voorbeeldbestanden.

Tabel 11: Kritische drukhoogtes ingesteld voor aardappel in SWAP voor de bepaling van zuurstof- en droogtestress volgens de methode van Feddes et al. (1978).

| | Zuurstofstress | | | Droogtestress | | |
|-------------------|----------------|--------|--------|---------------|--------|----------|
| | HLIM1 | HLIM2U | HLIM2L | HLIM3H | HLIM3L | HLIM4 |
| Drukhoogte | -15.0 | -30.0 | -30.0 | -325.0 | -325.0 | -10000.0 |

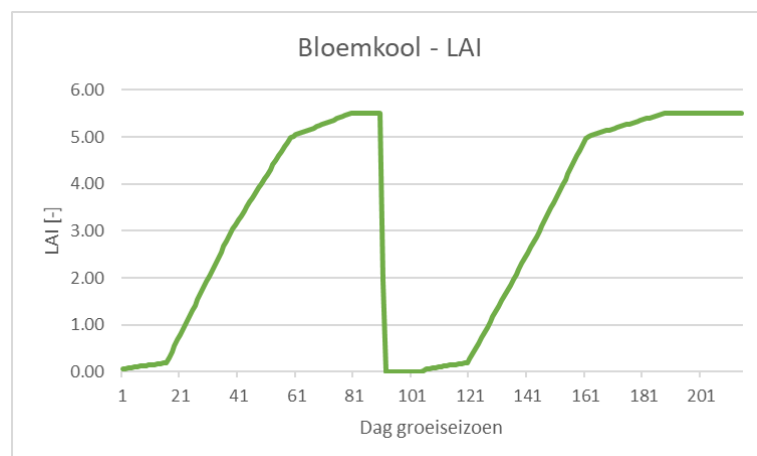
3. Bloemkool

Voor bloemkool worden per jaar twee groeicycli achtereenvolgens gesimuleerd. De eerste groeicyclus vindt plaats tussen 1 april en 30 juni en duurt 90 dagen. De tweede groeicyclus vindt plaats tussen 14 juli en 1 november en duurt 110 dagen.

In Tabel 12 en Figuur 10 wordt de evolutie van de Leaf Area Index (LAI) in functie van de development stage (DVS) of dag van het groeiseizoen voor bloemkool ingesteld in SWAP weergegeven.

Tabel 12: Evolutie van de Leaf Area Index (LAI) in functie van de development stage (DVS) voor bloemkool in SWAP.

| DVS | 0.00 | 0.15 | 0.36 | 0.55 | 0.74 | 0.84 | 0.85 | 0.97 | 0.98 | 1.12 | 1.35 | 1.50 | 1.75 | 2.00 |
|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| LAI | 0.05 | 0.20 | 3.00 | 5.00 | 5.50 | 5.50 | 0.00 | 0.00 | 0.05 | 0.20 | 3.00 | 5.00 | 5.50 | 5.50 |

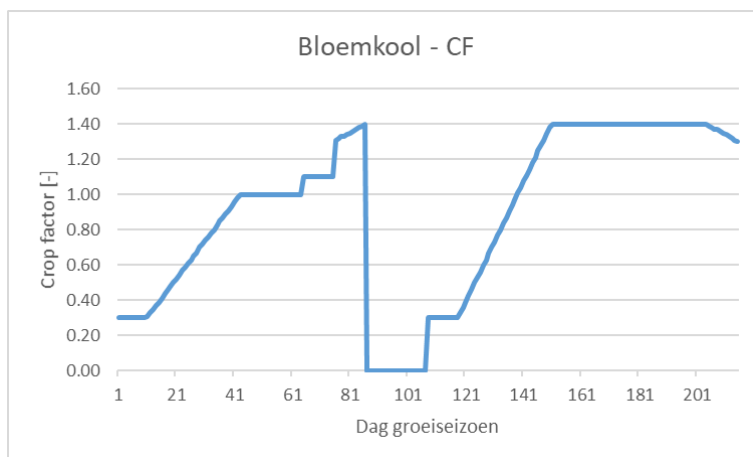


Figuur 10: Evolutie van de Leaf Area Index (LAI) in functie van dag groeiseizoen voor bloemkool in SWAP.

In Tabel 13 en Figuur 11 wordt de evolutie van de Crop Factor (CF) in functie van de development stage (DVS) of dag van het groeiseizoen voor bloemkool ingesteld in SWAP weergegeven.

Tabel 13: Evolutie van de Crop Factor (CF) in functie van de development stage (DVS) voor bloemkool in SWAP.

| DVS | 0.00 | 0.10 | 0.37 | 0.55 | 0.56 | 0.73 | 0.74 | 0.84 | 0.85 | 0.98 | 0.99 | 1.07 | 1.44 | 1.86 | 2.00 |
|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| CF | 0.30 | 0.30 | 1.00 | 1.00 | 1.10 | 1.10 | 1.30 | 1.40 | 0.00 | 0.00 | 0.30 | 0.30 | 1.40 | 1.40 | 1.30 |

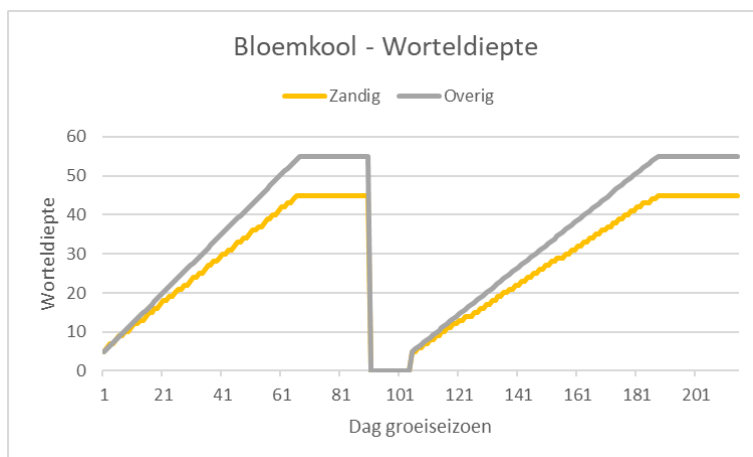


Figuur 11: Evolutie van de Crop Factor (CF) in functie van dag groeiseizoen voor bloemkool in SWAP.

In Tabel 14 en Figuur 12 wordt de evolutie van de worteldiepte (RD) in functie van de development stage (DVS) of dag van het groeiseizoen voor aardappel ingesteld in SWAP weergegeven. Op bodemtypes zand tot en met licht zandleem wordt de maximale worteldiepte van aardappel beperkt tot 40 cm onder maaiveld. Op de lemigere bodemtypes evolueert de worteldiepte tot 55 cm onder maaiveld.

Tabel 14: Evolutie van de worteldiepte (RD) in functie van de development stage (DVS) voor bloemkool in SWAP.

| DVS | 0.00 | 0.62 | 0.84 | 0.85 | 0.97 | 0.98 | 1.75 | 2.00 |
|-----------------------------------|------|-------|-------|------|------|------|-------|-------|
| RD (zand of zwak lemig zand) [cm] | 5.00 | 45.00 | 45.00 | 0.00 | 0.00 | 5.00 | 45.00 | 45.00 |
| RD (overige bodems) [cm] | 5.00 | 55.0 | 55.00 | 0.00 | 0.00 | 5.00 | 55.00 | 55.00 |



Figuur 12: Evolutie van de worteldiepte (RD) in functie van dag groeiseizoen voor aardappel in SWAP.

De hoeveelheid stress wordt bepaald aan de hand van de methode van Feddes et al. (1978) en de methode van Bartholomeus et al. (2008). Tabel 15 geeft de kritische drukhoogtes ingesteld volgens de Feddes methode weer. Voor de bepaling van de zuurstofstress m.b.v. de methode van Bartholomeus worden de standaardparameters aangenomen zoals in de SWAP voorbeeldbestanden.

Tabel 15: Kritische drukhoogtes ingesteld voor bloemkool in SWAP voor de bepaling van zuurstof- en droogtestress volgens de methode van Feddes et al. (1978).

| | Zuurstofstress | | | Droogtestress | | |
|-------------------|----------------|--------|--------|---------------|--------|----------|
| | HLIM1 | HLIM2U | HLIM2L | HLIM3H | HLIM3L | HLIM4 |
| Drukhoogte | -15.0 | -30.0 | -30.0 | -325.0 | -325.0 | -10000.0 |

4. Grasland

Grasland wordt in SWAP gemodelleerd met de daarvoor voorziene dynamische gewasgroeimodule. De groeiperiode van gras wordt ieder jaar ingesteld tussen 1 januari en 16 oktober. De meeste gewasparameters werden ingesteld zoals gedocumenteerd in het SWAP voorbeeld .crp bestand voor grasland, dat gekalibreerd is voor graspercelen in Nederland.

De hoeveelheid stress wordt bepaald aan de hand van de methode van Feddes et al. (1978) en de methode van Bartholomeus et al. (2008). Tabel 15 geeft de kritische drukhoogtes ingesteld volgens de Feddes methode weer. Voor de bepaling van de zuurstofstress m.b.v. de methode van Bartholomeus worden de standaardparameters aangenomen zoals in de SWAP voorbeeldbestanden.

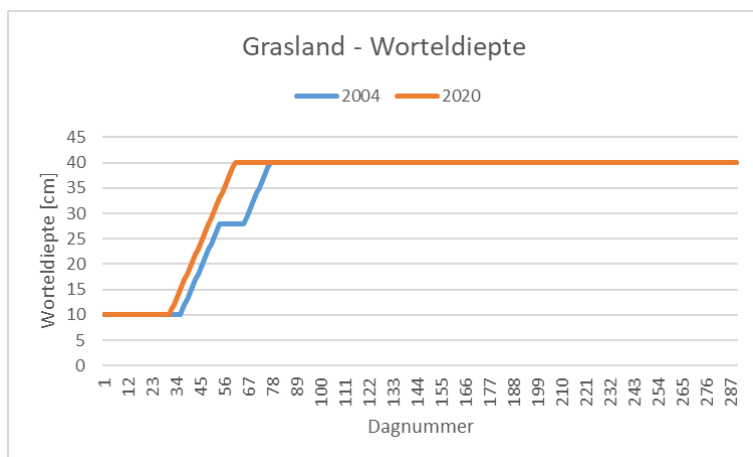
Tabel 16: Kritische drukhoogtes ingesteld voor grasland in SWAP voor de bepaling van zuurstof- en droogtestress volgens de methode van Feddes et al. (1978).

| | Zuurstofstress | | | Droogtestress | | |
|-------------------|----------------|--------|--------|---------------|--------|---------|
| | HLIM1 | HLIM2U | HLIM2L | HLIM3H | HLIM3L | HLIM4 |
| Drukhoogte | 0.0 | 1.0 | -1.0 | -200.0 | -800.0 | -8000.0 |

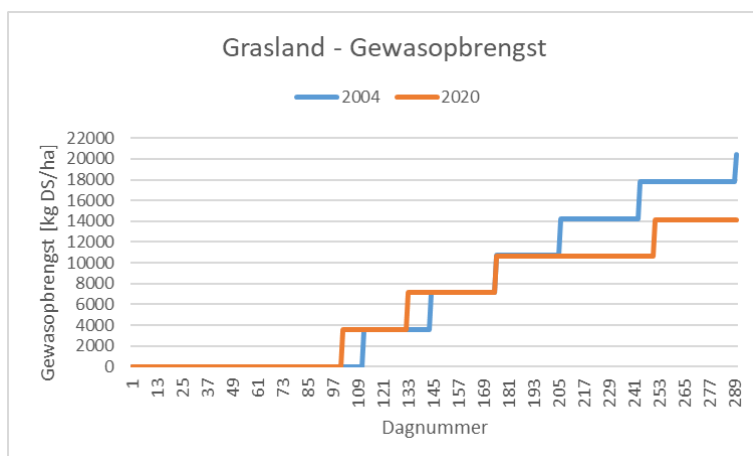
Een graslandperceel in SWAP wordt onderworpen aan een dynamisch maai- of graasregime. Hier werd gekozen voor een maairegime van maximaal 6 maaibeurten per kalenderjaar. Een maaibeurt wordt uitgevoerd wanneer het bovengrondse droge stofgehalte hoger bedraagt dan 4200 kg DS/ha. De laatste maaibeurt kan worden uitgevoerd ten laatste op 16 oktober wanneer het droge stofgehalte minimaal 2700 kg DS/ha bedraagt.

De dynamische module resulteert ertoe dat het gras ieder jaar anders groeit. Zo vat bijvoorbeeld de start van de groei aan vanaf dat de temperatuursom hoger is dan 200 °C (= optelsom van de gemiddelde dagtemperaturen).

Het dynamische karakter wordt geïllustreerd in Figuur 13 en Figuur 14 voor de gesimuleerde jaren 2004 en 2020. De grafieken illustreren dat de groei van het gras in 2020 enkele dagen eerder aanvat, dat de maximale worteldiepte van 40 cm ook sneller bereikt wordt, maar dat de uiteindelijke gewasopbrengst aan het einde van het groeiseizoen uiteindelijk lager uitkwam dan in 2004.



Figuur 13: Evolutie van de worteldiepte in functie van het dagnummer voor grasland in SWAP. De simulaties voor 2004 (blauw) en 2020 (oranje) worden getoond.



Figuur 14: Evolutie van de cumulatieve gewasopbrengst in functie van het dagnummer voor grasland in SWAP. De simulaties voor 2004 (blauw) en 2020 (oranje) worden getoond.

D. Drainagekenmerken

1. Algemeen

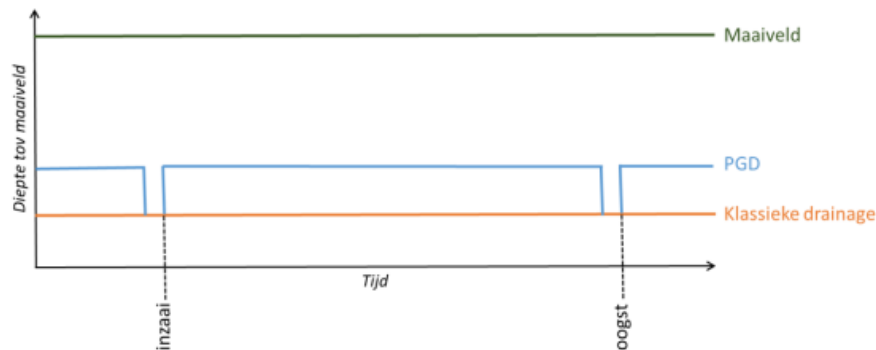
Drainage werd in SWAP doorerekend m.b.v. een meervoudig drainagesysteem (DRAMET = 3) waarbij aan het netwerk van drainagebuizen enkele kenmerken werden toegekend. De belangrijkste parameters worden weergegeven in Tabel 17. Het is belangrijk te vermelden dat het drainagenetwerk enkel water kan afvoeren en er dus geen infiltratie via de buizen kan optreden.

Tabel 17: Parameters in SWAP voor de algemene kenmerken van het drainagenetwerk.

| Parameter | Waarde |
|---|------------------------------------|
| Diepte drainagebuizen [cm onder maaiveld] | [80, 90, 100, 110, 120] |
| Tussenafstand drainagebuizen [m] | [6, 8, 10, 12] |
| Drainageweerstand | 1,5 x tussenafstand drainagebuizen |

2. Specifiek voor PGD

Een aanpassing van de drainagebasis in het SWAP model werd doorgevoerd voor de simulaties onder een peilgestuurd beheer. In de simulaties werd een constante verhoging van het peilopzet aangenomen. Enkel een beperkt aantal dagen voor de veldbewerkingen in het voorjaar (plant/inzaai) en het najaar (oogst) kon het peilopzet tijdelijk verlaagd worden. Figuur 15 verduidelijkt dit drainageregime onder PGD (blauw) en hoe het zich verhoudt tot klassieke drainage (oranje).



Figuur 15: Instelling van de drainagebasis in SWAP voor een perceel met klassieke drainage (oranje) en PGD (blauw).

Het aantal dagen voor de veldbewerkingen dat het PGD-systeem geopend wordt, bedraagt in de modelsimulaties 0, 4 of 7 dagen. Bij 0 dagen blijft het systeem dus gedurende de hele periode gesloten. Simulaties met deze instelling werden enkel uitgevoerd voor grasland.

IV. Output SWAP simulaties

De belangrijkste outputvariabelen van de simulaties werden vanuit het Jupyter Notebook script rechtstreeks opgeslagen in een overzichtelijke .csv tabel. Daarin worden per jaar, gewastype, bodemtype en instellingen van het drainagesysteem de berekende waarden voor onder meer de totale gewastranspiratie, de hoeveelheid droogte- en zuurstofstress, de gemiddelde grondwatertafel weergegeven. Een overzicht van alle opgeslagen variabelen en hun betekenis bevindt zich in Tabel 18.

Onderstaande .csv tabellen (per gewastype) bevinden zich in Zenodo repository 10.5281/zenodo.17830991.

- Tool_SWAPoutput_Mais.csv
- Tool_SWAPoutput_Aard.csv
- Tool_SWAPoutput_Bloemkool.csv
- Tool_SWAPoutput_Grasland.csv

Tabel 18: Overzicht van alle opgeslagen outputvariabelen van de SWAP simulaties en hun betekenis.

| Kolomnaam | Betekenis |
|------------------|---|
| Jaar | Jaartal [2004-2023] |
| Gewas | Gewastype |
| Bodem | Bodemtype [Zand, Zwak lemig zand, Lemig zand, Licht zandleem, Zandleem, Leem] |
| Wetstr | Methode voor berekening van de zuurstofstress in SWAP (Feddes of Bartholomeus) [1, 2] |
| Worteldiepte_cm | Maximale worteldiepte van het gewas [40, 50, 70] |
| Draindiepte_cm | Diepte van de drainagebuizen in cm onder maaiveld [120, 110, 100, 90, 80] |
| Peilopzet_cm | Drainagebasis in cm onder maaiveld wanneer het PGD-systeem gesloten is [40, 50, 60] |
| OpenenPGD_d | Aantal dagen voor de veldbewerkingen dat het PGD-systeem geopend wordt [4, 7] |
| Drainspacing_m | Afstand tussen de drainagebuizen in m [6, 8, 10, 12] |
| Kweldruk | Algemene indicator van de kweldruk op het perceel [gemiddeld] |
| TACT_PGD_mm | Cumulatieve jaarlijkse actuele gewastranspiratie onder peilgestuurde drainage in mm |
| TACT_KD_mm | Cumulatieve jaarlijkse actuele gewastranspiratie onder klassieke drainage in mm |
| TACT_diff_mm | Verschil in gewastranspiratie in mm (PGD – KD) |
| DRY_PGD_mm | Cumulatieve jaarlijkse droogtestress ervaren door het gewas onder peilgestuurde drainage in mm |
| DRY_KD_mm | Cumulatieve jaarlijkse droogtestress ervaren door het gewas onder klassieke drainage in mm |
| DRY_diff_mm | Verschil in droogtestress in mm (PGD – KD) |
| WET_PGD_mm | Cumulatieve jaarlijkse vochtstress ervaren door het gewas onder peilgestuurde drainage in mm |
| WET_KD_mm | Cumulatieve jaarlijkse vochtstress ervaren door het gewas onder klassieke drainage in mm |
| WET_diff_mm | Verschil in zuurstofstress in mm (PGD – KD) |
| DRAINED_PGD_mm | Cumulatieve jaarlijkse hoeveelheid gedraineerd grondwater onder peilgestuurde drainage in mm |
| DRAINED_KD_mm | Cumulatieve jaarlijkse hoeveelheid gedraineerd grondwater onder klassieke drainage in mm |
| DRAINED_diff_mm | Verschil in gedraineerd grondwater in mm (KD – PGD) |
| RECHARGE_PGD_mm | Cumulatieve jaarlijkse hoeveelheid diepe infiltratie (recharge) onder peilgestuurde drainage in mm |
| RECHARGE_KD_mm | Cumulatieve jaarlijkse hoeveelheid diepe infiltratie (recharge) onder klassieke drainage in mm |
| RECHARGE_diff_mm | Verschil in diepe infiltratie in mm (PGD – KD) |
| GWL_GS_PGD_cm | Gemiddelde grondwaterstand tijdens het groeiseizoen onder peilgestuurde drainage in cm onder maaiveld |
| GWL_GS_KD_cm | Gemiddelde grondwaterstand tijdens het groeiseizoen onder klassieke drainage in cm onder maaiveld |
| GWL_GS_diff_cm | Verschil in gemiddelde grondwaterstand tijdens het groeiseizoen in cm onder maaiveld (PGD – KD) |

V. PGD rekentool op Waterradar

De geëxporteerde outputtabellen werden gebruikt als data-invoer voor de PGD rekentool op www.waterradar.be. Voor meer informatie over de rekentool en de mogelijkheden ervan wordt verwezen naar 'WP1_PGDtool_Gebruikershandleiding.pdf' in bijlage.

VI. Referenties

- Bartholomeus, R.P., J.P.M. Witte, P.M. van Bodegom, J.C. van Dam & R. Aerts, 2008. Critical soil conditions for oxygen stress to plant roots: substituting the Feddes-function by a process-based model. J. Hydrol., 360, 147-165.
- Feddes, R.A., P.J. Kowalik & H. Zaradny, 1978. Simulation of field water use and crop yield. Simulation Monographs. Pudoc. Wageningen. 189 pp.
- Heinen, M., G. Bakker & H. Wösten, 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.
- Kroes, J.G., J.C. van Dam, R.P. Bartholomeus, P. Groenendijk, M. Heinen, R.F.A. Hendriks, H.M. Mulder, I. Supit, P.E.V. van Walsum, 2017. SWAP version 4; Theory description and user manual. Wageningen, Wageningen Environmental Research, Report 2780. Available at: <https://swap.wur.nl>

De PGD rekentool werd ontwikkeld binnen het [OP-PEIL project](#). OP-PEIL is een LA-traject gefinancierd door het Vlaams Agentschap Innoveren en Ondernemen - VLAIO tussen Nov 2021 - Okt 2025.

