

# WP2: Modelling van proeven met peilgestuurde drainage en subirrigatie in SWAP

Marthe Michielsens (BDB; [mmichielsen@bdb.be](mailto:mmichielsen@bdb.be))

Datum: 03/12/2025

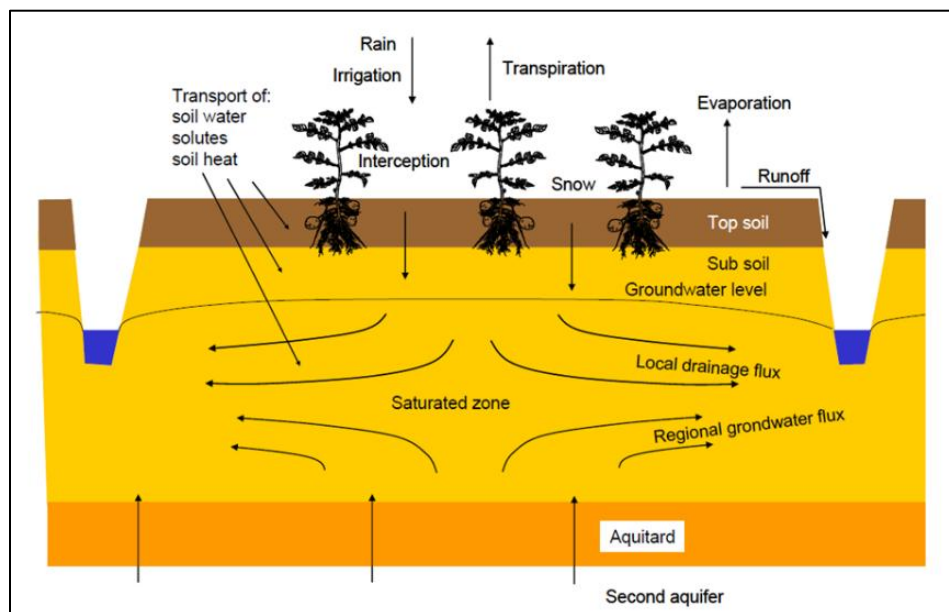
## 1 Introductie

In dit rapport worden de modelsimulaties beschreven die werden uitgevoerd voor twee casestudies die peilgestuurde drainage (PGD) combineren met subirrigatie. Het doel van de modelsimulaties is om het effect van subirrigatie op grondwaterpeil en gewasproductie te simuleren onder verschillende condities (crf. Taak 2.5). Leverbaarheid 2.1 (Uitgewerkte modelscenario's die effect van subirrigatie met PGD op grondwaterpeil en gewasopbrengst beschrijven) wordt hiermee afgevinkt.

## 2 Materiaal & methoden

### 2.1 SWAP model

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. 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 transportprocessen (Kroes et al., 2017).

Het SWAP model is ontwikkeld en wordt onderhouden door Wageningen University & Research.

De keuze voor SWAP om mee aan de slag te gaan werd onderbouwd door de volgende redenen:

1. SWAP software is vrij beschikbaar;
2. In vergelijking met andere modellen laat SWAP meer flexibiliteit toe. Een voorbeeld is dat SWAP keuzemogelijkheden biedt voor de instelling van de grenscondities. In sommige andere modellen (zoals AquaCrop) dient steevast de grondwatertafel als input gegeven te worden;
3. SWAP is één van de enige modellen die toelaat om subirrigatie expliciet mee te nemen;
4. In november 2023 werd een wetenschappelijke paper gepubliceerd door onderzoekers van onder meer de Universiteit Wageningen waarin de hydrologische effecten van peilgestuurde drainage met subirrigatie voor vier veldexperimenten in Nederland met behulp van het SWAP model werden onderzocht: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022169423013744>. De opzet van de Nederlandse experimenten is gelijkaardig aan de cases uit dit werkpakket. De paper werd dus mee als inspiratie gebruikt voor de gevolgte aanpak.

## 2.2 Casestudies

### 2.2.1 Case 1 (Viaverda)

Case 1 bevindt zich op de site van Viaverda te Kruisem. Het westelijke perceel in Figuur 2 is peilgestuurd met mogelijkheid tot subirrigatie. De regelput bevindt zich in de zuidoostelijke perceelshoek en de inlaat voor subirrigatie situeert zich in de zuidwestelijke perceelshoek. De drainagebuizen hebben een tussenafstand van 5 m. De buizen bevinden zich op een diepte tussen 62 cm en 100 cm onder maaiveld (dieper noordwaarts). Het oostelijke perceel in Figuur 2 is niet uitgerust met een ondergronds drainagenetwerk. Dit perceel fungeert als controleperceel om de ruimtelijke impact van de subirrigatie te onderzoeken. Beide percelen zijn ieder ca. 1 ha groot. Aan zowel de noord- als zuidzijde bevindt zich een gracht. Volgens de Belgische Bodemkaart worden bodems geclassificeerd als matig natte lemige zandbodems zonder profielontwikkeling (Sdp).

Meetpunten van het monitoringsnetwerk worden ook weergegeven in Figuur 2. Enkel de sensoren waarop de SWAP modelleringen werden gestoeld ter kalibratie en validatie worden getoond.



Figuur 2: Kaart van de gemonitorde proefpercelen te Kruishoutem (Viaverda). Het westelijke perceel is peilgestuurd met mogelijkheid tot subirrigatie. Het oostelijke perceel wordt niet gedraineerd via een klassiek of peilgestuurd drainagenetwerk.

### 2.2.2 Case 2 (PSKW)

Case 2 bevindt zich te Sint-Katelijne-Waver en wordt opgevolgd door PSKW. Het perceel weergegeven in Figuur 3 is peilgestuurd met mogelijkheid tot subirrigatie. De regelput bevindt zich in de noordwestelijke perceelshoek. De regelput fungeert eveneens als inlaat voor de subirrigatie. De drainagebuizen hebben een tussenafstand van 6 m. De buizen bevinden zich op een diepte tussen 60 cm en 110 cm onder maaiveld (dieper westwaarts). Het perceel is ca. 1 ha groot. Aan zowel de noord- als westzijde bevindt zich een gracht. Volgens de Belgische Bodemkaart wordt de bodem geclassificeerd als een matig natte lemige zandbodems met dikke antropogene humus A horizont (Sdmz).

Meetpunten van het monitoringsnetwerk worden ook weergegeven in Figuur 3. Enkel de sensoren waarop de SWAP modelleringen werden gestoeld ter kalibratie en validatie worden getoond.



Figuur 3: Kaart van het door PSKW gemonitorde proefperceel te Sint-Katelijne-Waver. Het perceel is peilgestuurd met mogelijkheid tot subirrigatie.

## 2.3 Opbouw model

In onderstaande secties worden de inputparameters van het model per categorie beschreven.

### 2.3.1 Simulatieperiode en klimatologische gegevens

Modellsimulaties werden uitgevoerd voor januari 2025 tot aan het einde van de zomer. Het monitoringsnetwerk was reeds volledig operationeel gedurende 2024, maar omwille van de natte omstandigheden gedurende het groeiseizoen bleek subirrigatie niet of slechts in beperkte mate aan de orde.

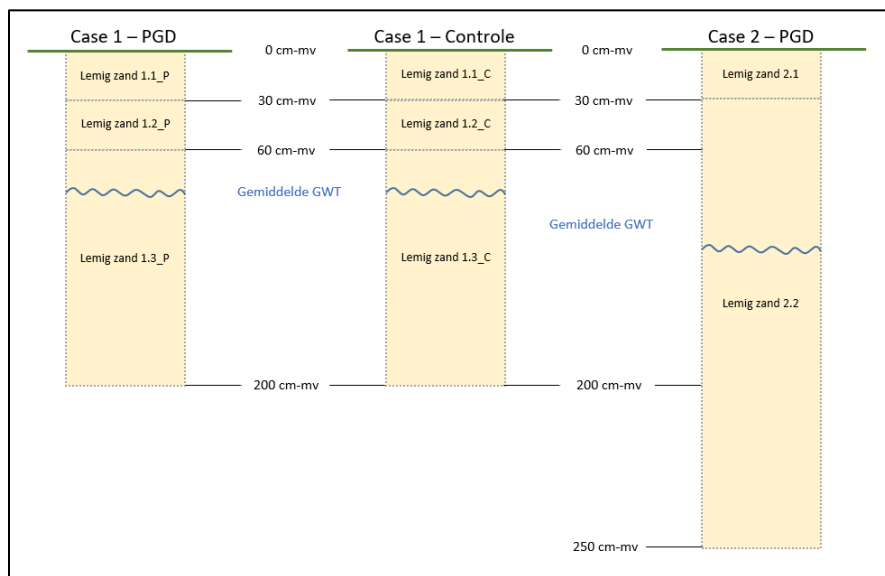
Voor Case 1 werd de simulatieperiode ingesteld tussen 01/01/2025 en 27/08/2025.

Voor Case 2 werd de simulatieperiode ingesteld tussen 01/01/2025 en 03/09/2025.

Voor beide cases werd op dagelijkse basis een tijdsreeks opgesteld van klimatologische gegevens zoals de neerslaghoeveelheid, minimum- en maximumtemperatuur, vochtigheidsgraad, windsnelheid en referentie evapotranspiratie. De klimatologische gegevens zijn afkomstig van lokale meetstations.

### 2.3.2 Bodemopbouw

In SWAP wordt de bodemopbouw in afzonderlijke bodem-fysische lagen ingedeeld. De indeling voor de subirrigatiecases wordt schematisch weergegeven in Figuur 4. De indeling werd gebaseerd op de vochtretentie-analyses die uitgevoerd werden op dieptes 15 cm, 45 cm en 75 cm voor Case 1 en dieptes 15 cm en 45 cm voor Case 2. De bodemprofielen werden voor Case 1 en Case 2 gemodelleerd tot een diepte van respectievelijk 200 cm onder maaiveld en 250 cm onder maaiveld. Het bodemprofiel van Case 2 werd dieper ingesteld omwille van een gemiddeld lagere grondwatertafel.



Figuur 4: Schematische voorstelling van de bodemopbouw in SWAP voor beide cases.

Per afzonderlijke bodem-fysische laag werden parameters met betrekking tot de vochtretentiekarakteristieken (i.e., Maulem- en Van Genuchtenparameters), de verzadigde hydraulische conductiviteit en de bodemdensiteit ingegeven (zie Tabel 1). De Maulem- en Van Genuchtenparameters werden in RETC gefit op basis van de gemeten relatie tussen het volumetrisch vochtgehalte en de bodemwaterdruk. De verzadigde hydraulische conductiviteit werd afgeleid uit infiltratieproeven op terrein.

Tabel 1: Maulem- & Van Genuchten parameters en de verzadigde hydraulische conductiviteit ingesteld in SWAP voor de verschillende bodem-fysische lagen van Case 1 en Case 2.

Bodem-fysische laag	ORES	OSAT	ALFA	NPAR	KSAT	LEXP	BDENS
	cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup>	1/cm	-	cm/d	-	mg/cm <sup>3</sup>
1.1_P	0.05	0.46	0.0058	1.852	19.08	0.50	1413.3
1.2_P	0.02	0.40	0.0056	1.560	12.37	0.50	1536.7
1.3_P	0.01	0.33	0.0042	1.470	12.37	0.50	1693.3
1.1_C	0.07	0.46	0.0060	1.949	19.08	0.50	1393.3
1.2_C	0.01	0.34	0.0044	1.429	12.37	0.50	1667.0
1.3_C	0.01	0.34	0.0043	1.461	12.37	0.50	1680.0
2.1	0.16	0.50	0.0315	1.442	30.00	0.50	1255.4
2.2	0.09	0.38	0.1242	1.563	30.00	0.50	1593.4

### 2.3.3 Gewasmodule

Gewasgroei werd gemodelleerd met behulp van de eenvoudige gewasmodule. De teelt op de proefpercelen van Case 1 was aardappel. Op het proefperceel van Case 2 werd venkel geteeld. De start- en einddatums van de gewasgroeiperiode zijn weergegeven in Tabel 2.

Tabel 2: Gewasgroeiperiodes ingesteld in SWAP voor Case 1 en Case 2.

	Case 1	Case 2
Start groei (plant)	22/05/2025	04/07/2025
Einde groei (oogst)	13/09/2025	03/09/2025

Naast plant- en oogstdatum, dienen voor de verschillende stadia van de gewasgroei ook de evolutie van de leaf area index, de crop factor en de worteldiepte ingesteld te worden. Deze parameters werden gekozen met behulp van de kennis uit het irrigatiesturingsadvies van de Bodemkundige Dienst. In Figuur 5 wordt de evolutie van de gewasgroeiparameters voor beide cases weergegeven.

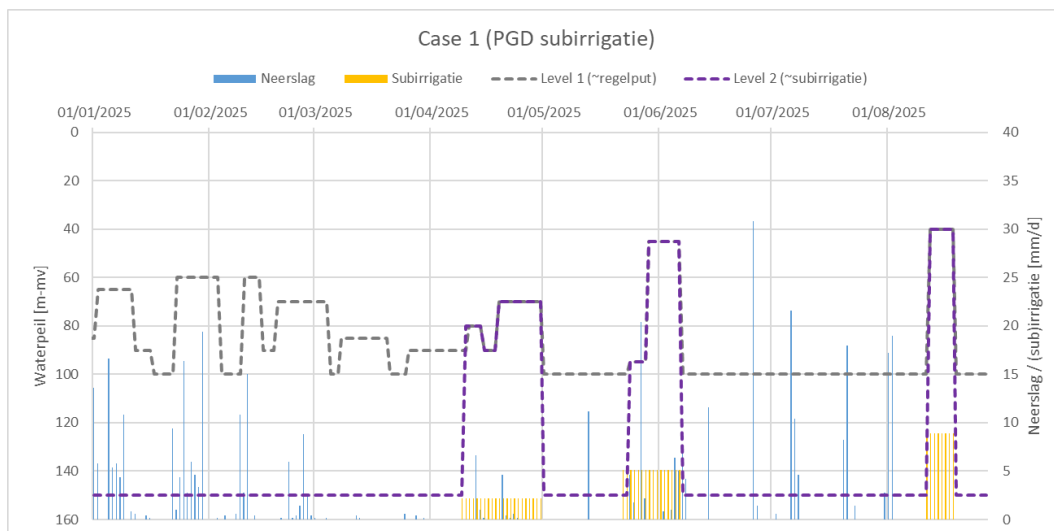


Figuur 5: Evolutie van de gewasgroeiparameters in SWAP doorheen de simulatieperiode voor beide cases. Linksboven: leaf area index; rechtsboven: crop factor; linksonder: worteldiepte.

#### 2.3.4 Module voor drainage en infiltratie

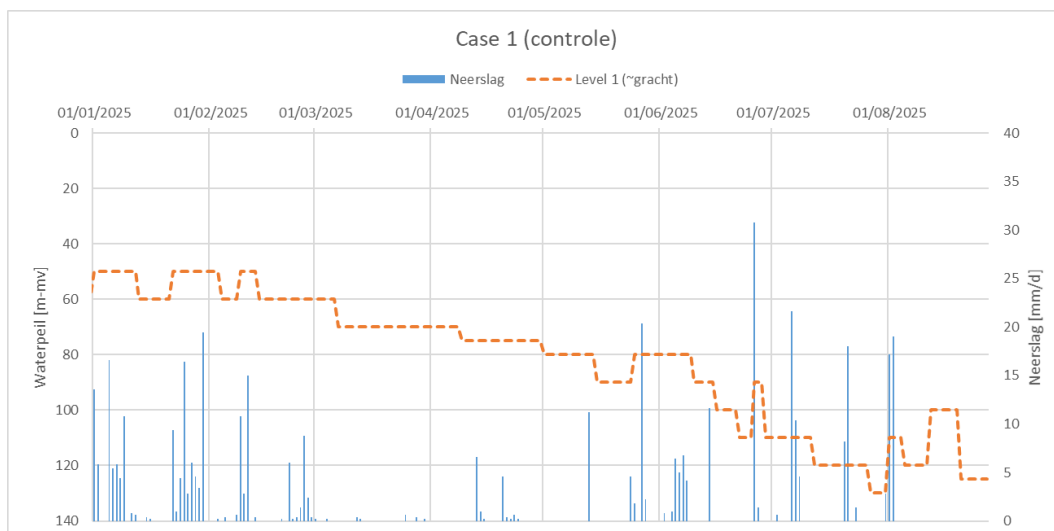
SWAP laat toe om op veldniveau verschillende niveaus van drainage in rekening te brengen. Met deze zogenaamde ‘multi-level drainage’ dienen er per ‘level’ bepaalde parameters ingesteld te worden. De gebruiker dient te specificeren opdat drainage, infiltratie of beiden toegelaten zijn. Overeenkomstig dient de drainage- en/of de infiltratieweerstand opgegeven te worden. Verder dient voor ieder ‘level’ de evolutie van de drainage-/infiltratiebasis gedurende de simulatieperiode ingesteld te worden. Het model berekent drainage wanneer de gesimuleerde grondwatertafel zich boven de drainagebasis bevindt. Infiltratie wordt berekend in het geval dat de infiltratiebasis hoger staat dan de grondwatertafel.

Voor het peilgestuurde perceel van Case 1 werden twee levels in het model ingesteld (zie Figuur 6). Level 1 (grijze stippellijn) benadert het waterniveau in de PGD regelput en laat enkel drainage toe. Level 2 (paarse stippellijn) laat enkel infiltratie toe en komt overeen met de tijdsblokken waarin de subirrigatie actief was.



Figuur 6: Evolutie van de drainage-/infiltratiebasis ingesteld per level voor de drainage- en infiltratiemodule in het model voor Case 1 (PGD perceel met subirrigatie). De drainage- en infiltratiebasis van de PGD regelput worden respectievelijk als een grijze en paarse stippellijn weergegeven. De dagelijkse neerslaghoeveelheid en het toegediend volume via subirrigatie worden respectievelijk met lichtblauwe en gele balken aangegeven.

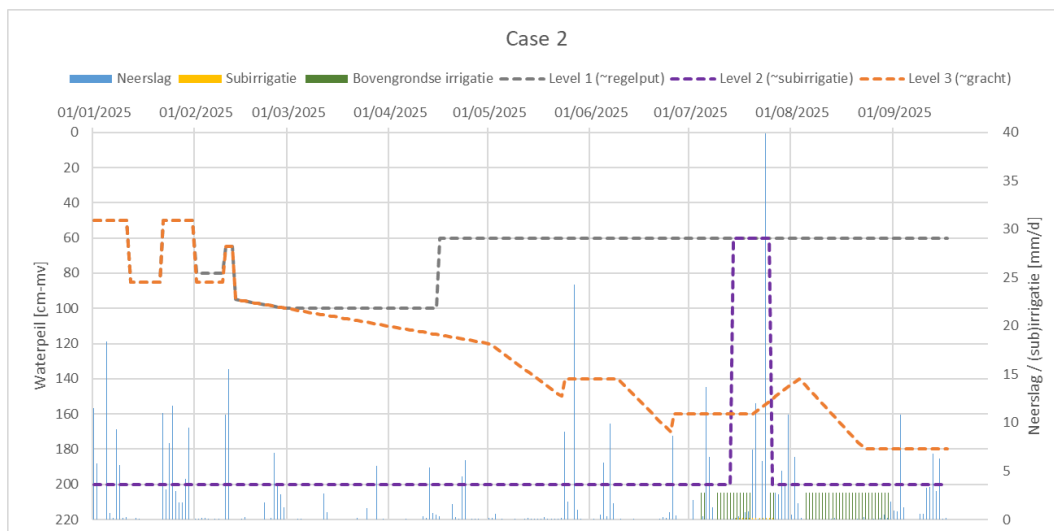
Voor het controleperceel zonder aangelegde drainage van Case 1 werd één level ingesteld dat zowel drainage als infiltratie toelaat (zie Figuur 7). De evolutie van de drainage-/infiltratiebasis voor dit level benadert de oppervlaktewaterstand in de gracht ten noorden van het perceel.



Figuur 7: Evolutie van de drainage-/infiltratiebasis ingesteld per level voor de drainage- en infiltratiemodule in het model voor Case 1 (controleperceel zonder aangelegde drainage). De drainage-/infiltratiebasis van de gracht wordt als een oranje stippellijn weergegeven. De dagelijkse neerslaghoeveelheid wordt met lichtblauwe balken aangegeven.

Voor het peilgestuurde perceel van Case 2 werden drie levels in het model ingesteld (zie Figuur 8). Level 1 (grijze stippellijn) benadert het peilopzet in de PGD regelput en laat enkel drainage toe. Level 2 (paarse stippellijn) laat enkel infiltratie toe en komt overeen met het tijdsblok waarin de subirrigatie actief was. Ten slotte werd ook een derde level toegevoegd (oranje stippellijn) dat het oppervlaktewaterpeil in de gracht benadert en zowel drainage als infiltratie toelaat.





Figuur 8: Evolutie van de drainage-/infiltratiebasis ingesteld per level voor de drainage- en infiltratiemodule in het model voor Case 2 (PGD perceel met subirrigatie). De drainage- en infiltratiebasis van de PGD regelput worden respectievelijk als een grijze en paarse stippellijn weergegeven. De drainage-/infiltratiebasis van de gracht wordt als een oranje stippellijn weergegeven. De dagelijkse neerslaghoeveelheid en de toegediende volumes via subirrigatie en bovengrondse irrigatie worden respectievelijk met lichtblauwe, gele en groene balken aangegeven.

### 2.3.5 Ondergrensvoorwaarden

De ondergrensvoorwaarden bepalen de waterflux tussen het modeldomein 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 voor de grondwatertafel in de onderliggende semi-afgesloten aquifer en de stromingsweerstand van de semi-afsluitende laag.

## 2.4 Modelkalibratie

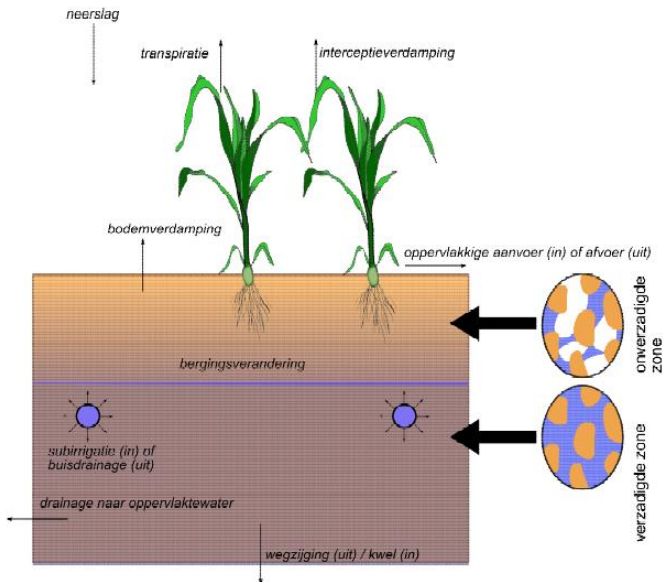
Het SWAP-model werd manueel gekalibreerd door de gesimuleerde dagelijkse grondwatertafel te vergelijken met de gemeten grondwatertafel. De overeenkomst werd geëvalueerd op basis van de Root Mean Square Error (RMSE) en de Nash-Sutcliffe Efficiency (NSE).

In een iteratief proces werden modelparameters aangepast die de ondergrensvoorwaarden bepalen (zijnde: rimlay, aqave, aqamp, aqmax), evenals de drainage- en infiltratieweerstanden van de verschillende niveaus binnen de drainage-/infiltratiemodule. Deze aanpassingen hadden tot doel de gereproduceerde grondwaterfluctuaties zo goed mogelijk af te stemmen op de waargenomen dynamiek.

## 2.5 Waterbalans en gewasgroei

Om meer inzicht te krijgen in de effecten van peilgestuurde drainage met subirrigatie op de waterbalans en de vochtvoorziening voor het gewas, werd voor elk proefperceel een waterbalans op perceelschaal opgesteld. De verschillende componenten van de waterbalans zijn weergegeven in Figuur 9. De waterbalanscomponenten worden ingedeeld in inkomende en uitgaande componenten (zie Vergelijking 1).





Figuur 9: Componenten van de waterbalans (De Wit et al., 2021).

Vergelijking 1: Componenten van de waterbalans.

$$\begin{aligned}
 & \text{neerslag} + \text{oppervlakkige aanvoer} + \text{laterale infiltratie} + \text{subirrigatie} + \text{kwel} \\
 & = \\
 & \text{interceptie} + \text{oppervlakkige afvoer} + \text{transpiratie} + \text{evaporatie} + \text{laterale drainage} \\
 & \quad + \text{buisdrainage} + \text{wegzijging} + \text{bergingsverandering}
 \end{aligned}$$

## 3 Resultaten

### 3.1 Case 1 (Viaverda)

#### 3.1.1 Modelkalibratie

Voor het peilgestuurde (gesubirrigeerde) perceel werden twintig verschillende SWAP-modellen opgezet. Voor het controleperceel zonder aangelegde buizendrainage werden dertien iteraties uitgevoerd.

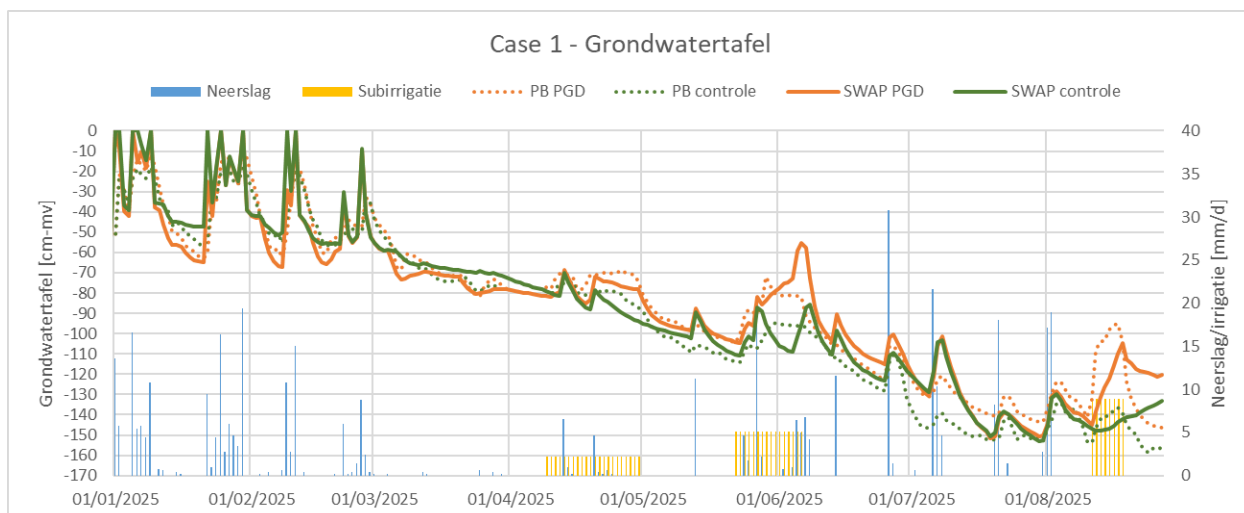
De prestaties van de modellen bij het reproduceren van de gemeten grondwatertafel werden geëvalueerd aan de hand van de RMSE- en NSE-metrics (zie Tabel 3). Model PGD\_1T en model CON\_1M bleken het best in staat om de gemeten grondwatertafel te simuleren. Model CON\_1M werd echter niet weerhouden, aangezien het onrealistisch hoge infiltratievolumes vanuit de gracht voorspelde. In plaats daarvan werd CON\_1A geselecteerd als het meest representatieve model voor het controleperceel.

Tabel 3: Evaluatie van de SWAP-modellen voor Case 1 die iteratief werden gekalibreerd op basis van de gemeten grondwatertafel.

Iteratie	Modelnaam PGD	RMSE [cm]	NSE [-]	Iteratie	Modelnaam controle	RMSE [cm]	NSE [-]
1	PGD_1A	23.86	0.57	1	CON_1A	11.70	0.92
2	PGD_1B	25.24	0.52	2	CON_1B	12.87	0.90
3	PGD_1C	25.63	0.51	3	CON_1C	17.81	0.81
4	PGD_1D	27.82	0.42	4	CON_1D	14.08	0.88
5	PGD_1E	29.27	0.36	5	CON_1E	14.08	0.88
6	PGD_1F	15.79	0.81	6	CON_1F	13.15	0.90
7	PGD_1G	14.90	0.83	7	CON_1G	13.86	0.89
8	PGD_1H	14.16	0.85	8	CON_1H	16.40	0.84
9	PGD_1I	13.35	0.87	9	CON_1I	11.97	0.92
10	PGD_1J	13.21	0.87	10	CON_1J	12.76	0.91
11	PGD_1K	11.90	0.89	11	CON_1K	16.18	0.85
12	PGD_1L	14.57	0.84	12	CON_1L	12.19	0.91
13	PGD_1M	17.47	0.77	13	CON_1M	11.55	0.92
14	PGD_1N	20.31	0.69				
15	PGD_1O	14.29	0.85				
16	PGD_1P	14.74	0.84				
17	PGD_1Q	12.52	0.88				
18	PGD_1R	12.64	0.88				
19	PGD_1S	12.47	0.88				
20	PGD_1T	11.14	0.91				

#### 3.1.2 Grondwaterdynamiek

Figuur 10 toont de gesimuleerde grondwatertafels van de best presterende SWAP modellen voor het PGD proefperceel (in oranje) en het ongedraineerde controleperceel (in groen) voor Case 1. Dagelijkse gemeten grondwatertafels worden in stippellijn weergegeven. Gedurende de drie periodes met subirrigatie tonen zowel de gemeten als de gemodelleerde grondwaterstanden aan dat het peil hoger rees op het gesubirrigeerde perceel.

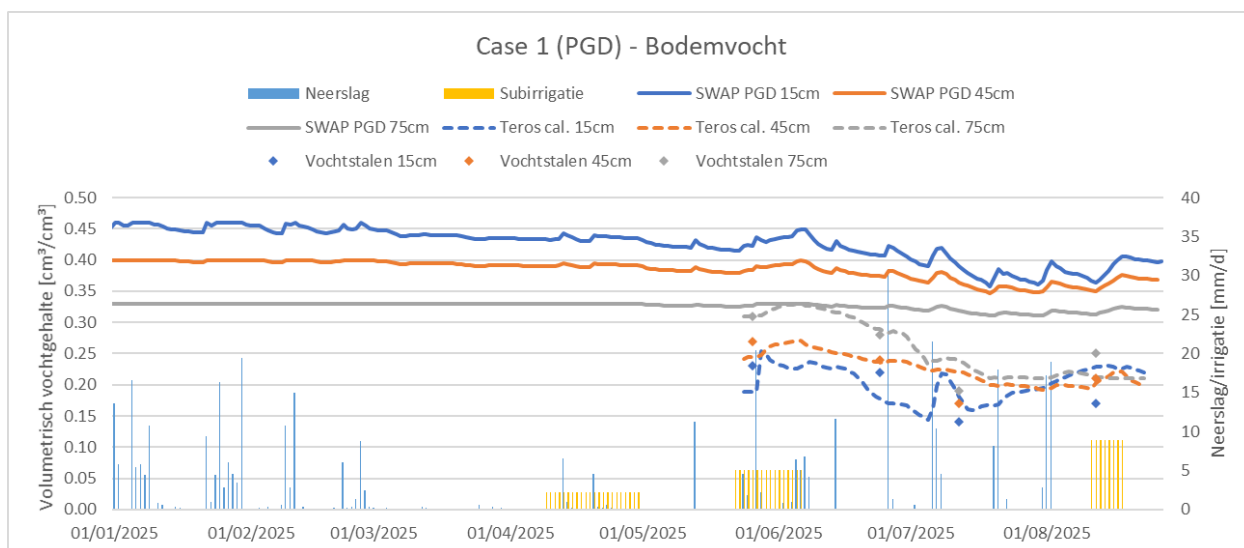


Figuur 10: Gemeten en gesimuleerde evolutie van de grondwatertafel voor het PGD proefperceel (oranje) en het controleperceel (groen) van Case 1.

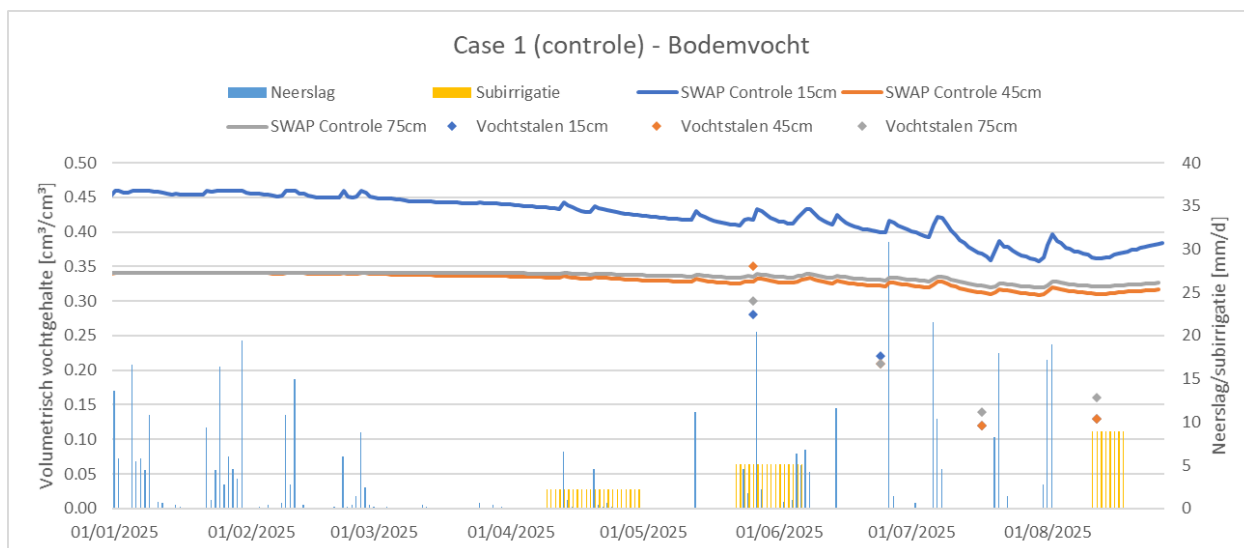
### 3.1.3 Bodemvochtdynamiek

Ter validatie worden de bodemvochtgehalten die gesimuleerd werden door de gekalibreerde SWAP-modellen afgetoetst met de gemeten bodemvochtgehalten. Zoals weergegeven in Figuur 11 overschat het SWAP-model voor het PGD-perceel duidelijk de gemeten bodemvochtgehalten op verschillende dieptes (15 cm, 45 cm en 75 cm). Een gelijkaardig patroon wordt ook vastgesteld bij de bodemvochtsimulatie van het controleperceel (zie Figuur 12).

Volgens het model dalen de berekende vochtgehalten nooit onder de ingestelde drempel voor droogtestress ( $pF_{2.5}$ ). Hierdoor wordt droogtestress waarschijnlijk onderschat, terwijl vochtstress mogelijks wordt overschat.



Figuur 11: Gemeten en gesimuleerde evolutie van het bodemvochtgehalte op verschillende dieptes voor het PGD proefperceel van Case 1.



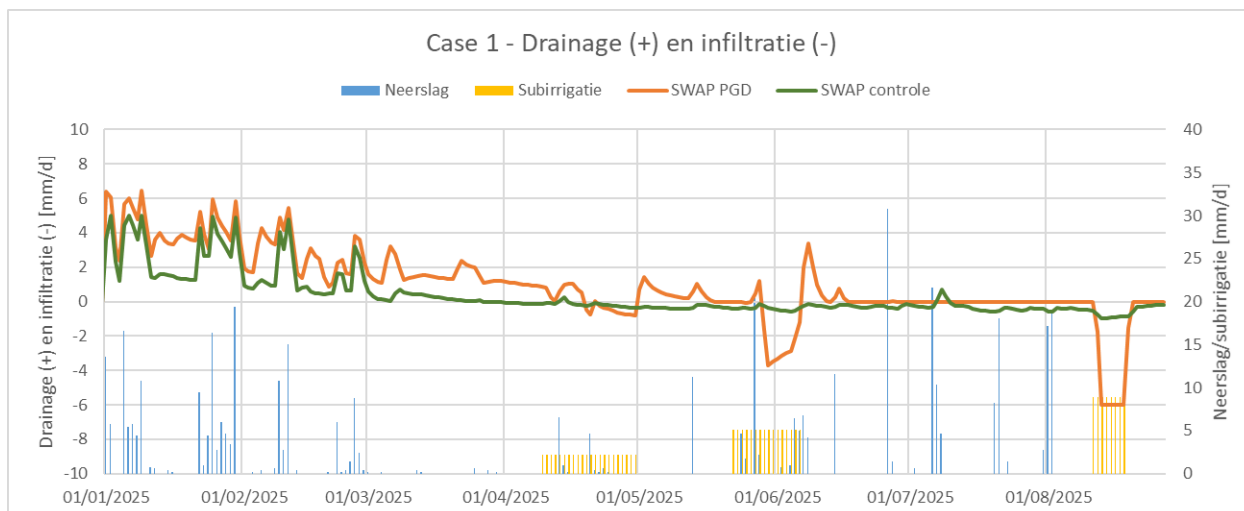
Figuur 12: Gemeten en gesimuleerde evolutie van het bodemvochtgehalte op verschillende dieptes voor het controleperceel van Case 1.

De overschatting van het bodemvochtgehalte door het model kan te wijten zijn aan een onjuiste parametrisatie van de bodemhydraulische eigenschappen. Als experiment in SWAP, werden de Maulem- & Van Genuchten parameters in het gekalibreerde model voor het PGD-perceel aangepast volgens twee zandige bodems uit de Nederlandse Staring Series, zijnde B/O03 (sterk lemige fijne zandbodem) en B/O05 (grove zandbodem). Figuur A1 in bijlage toont de evolutie van de gesimuleerde t.o.v. de gemeten grondwatertafel voor de originele en aangepaste modelsimulaties. Figuur A2, Figuur A3 en Figuur A4 geven de gesimuleerde bodemvochtwaarden weer op respectievelijk 15 cm, 45 cm en 75 cm diepte. Met betrekking tot het bodemvochtgehalte op 15 cm diepte vertoont model met bodemtype B/O05 de beste overeenkomst met de metingen, al wijken de modelresultaten sterk af na midden juli. Op 45 cm diepte sluit het model met bodemtype B/O03 het beste aan. En op 75 cm diepte geeft opnieuw het model met bodemtype B/O05 de beste benadering van het bodemvochtgehalte.

### 3.1.4 Drainage en infiltratie

Wanneer het oppervlaktewaterpeil in de gracht of het peilopzet in de regelput lager staat dan het grondwaterniveau draineert een deel van het water weg. Anderzijds, wanneer het oppervlaktewaterpeil in de gracht of het waterniveau in de regelput hoger staat dan het grondwaterniveau stroomt water lateraal of via subirrigatie het perceel in.

De drainagecomponent werd met SWAP gemodelleerd voor Case 1 (zie Figuur 13). Allereerst vindt er over het algemeen drainage naar het oppervlaktewater plaats in de wintermaanden. In deze periode wordt meer water uit het PGD-perceel gedraineerd dan uit het controleperceel. Op het controleperceel stabiliseert de drainageflux naar 0 mm/d vanaf eind maart. Nadien is de drainageflux overwegend negatief wat wijst op een netto aanvulling/infiltratie vanuit de gracht naar het grondwatersysteem. Op het PGD-perceel blijft de drainageflux langer positief. Eveneens kent de drainageflux tijdens de lente een toename na neerslag en na de periodes met subirrigatie. Bij toepassing van subirrigatie wordt de drainageflux negatief: er vindt dus netto aanvulling van het grondwatersysteem plaats.



Figuur 13: Gemodelleerde drainage voor het PGD proefperceel (oranje) en het controleperceel (groen) van Case 1. Positieve drainage is water dat via buisdrainage of lateraal draineert naar het oppervlaktewater. Negatieve drainage is subirrigatie of water dat vanaf het oppervlaktewater het perceel instroomt.

### 3.1.5 Kwel en wegzijging

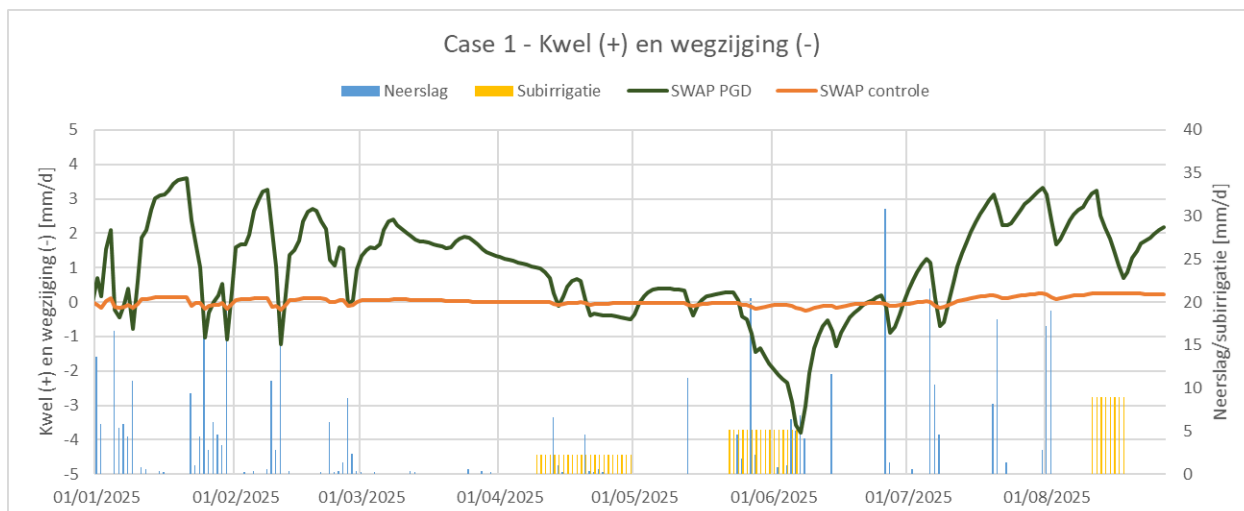
Het water dat aan de onderzijde van de SWAP-kolom uit het bodemprofiel stroomt, wordt beschouwd als diepe infiltratie of wegzijging. Water dat via de onderrand het bodemprofiel binnenkomt, wordt als kwelwater geïnterpreteerd. De richting en grootte van deze flux worden in zekere mate bepaald door de ingestelde ondergrensvoorwaarden.

De gemodelleerde onderrand flux voor beide proefpercelen van Case 1 wordt weergegeven in Figuur 14. De simulaties geven aan dat de flux tussen het ondiepe en diepe grondwater voor het controleperceel aanzienlijk kleiner is dan voor het perceel met peilgestuurde drainage, hoewel de ondergrensvoorwaarden nagenoeg identiek zijn.

Volgens het model treedt op het PGD-perceel tijdens de winter en het vroege voorjaar voornamelijk kwel op. In deze periode stijgt de kweldruk vooral op momenten waarop de drainagebasis dieper onder maaiveld is ingesteld. De wisselende peilinstellingen in de regelput verklaren de gemodelleerde fluctuaties in de onderrandflux.

Tijdens de subirrigatieperiodes wordt een hoog waterpeil in de regelput aangehouden, gecombineerd met een hoog ingestelde drainagebasis. In deze periodes neemt de kweldruk geleidelijk af en kan zelfs een netto wegzijging optreden. Vooral tijdens de tweede subirrigatieperiode is de wegzijging duidelijk groter, wat erop wijst dat het systeem tijdelijk een overschot aan water kent. Dit overschot draagt volgens het model bij aan de aanvulling van het diepere grondwater.

Deze modelresultaten suggereren dat PGD (met of zonder subirrigatie) tijdelijk de interactie tussen ondiep en diep grondwater kan omkeren.



Figuur 14: Gemodelleerde onderrand flux voor het PGD proefperceel (oranje) en het controleperceel (groen) van Case 1. Een positieve onderrand flux betekent water dat het bodemwatersysteem ingaat (kwel). Een negatieve onderrand flux betekent water dat het bodemwatersysteem verlaat (wegzijging). Water dat via wegzijging het bodemwatersysteem verlaat, is grondwateraanvulling naar het diepere pakket.

### 3.1.6 Waterbalans op perceelschaal

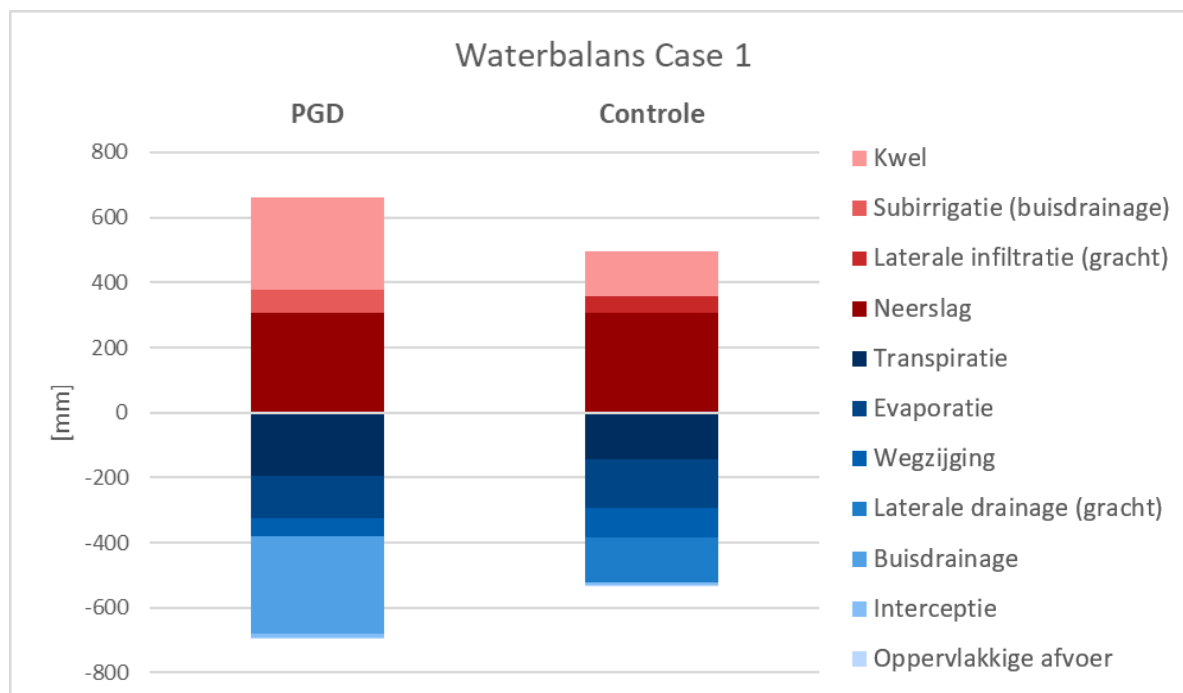
Figuur 15 toont de gemodelleerde waterbalansen voor het PGD proefperceel (links) en het controleperceel (rechts) gedurende 2025 tot einde groeiseizoen. De bijhorende waarden per component zijn samengevat in Tabel 4. Een waterbalans geeft de verhouding weer tussen de verschillende in- en uitgaande waterstromen. Zowel de totale instroom als de totale uitstroom zijn op het PGD-perceel hoger dan op het controleperceel.

#### 3.1.6.1 Instroomcomponenten

Het PGD-perceel ontvangt ongeveer tweemaal zoveel kwelwater als het controleperceel. Daarnaast wordt het perceel bijkomend gevoed door 71,2 mm water via subirrigatie vanuit de drainagebuizen. Het controleperceel ontvangt daarentegen grondwatervoeding vanuit de aangrenzende gracht (50,2 mm). Metingen tonen aan dat het waterpeil in de gracht stijgt wanneer subirrigatie actief is, wat erop wijst dat het effect van subirrigatie zich indirect ook uitstrekt tot het controleperceel.

#### 3.1.6.2 Uitstroomcomponenten

Op het PGD-perceel bedraagt de verdamping door gewassen ongeveer 50 mm meer dan op het controleperceel. In sectie 3.1.7 wordt besproken in welke mate deze toename kan worden toegeschreven aan de toegepaste subirrigatie. De drainage-afvoer is eveneens duidelijk hoger op het PGD-perceel: in totaal werd 297,6 mm (of 2976 m<sup>3</sup>/ha) afgevoerd, tegenover 136,1 mm (1361 m<sup>3</sup>/ha) via de gracht op het controleperceel. De cumulatieve wegzijging naar het diepe grondwater is groter op het controleperceel (93,6 mm) dan op het PGD-perceel (57,5 mm). Op het controleperceel treedt deze wegzijging vrijwel continu op tussen midden april en midden juli, terwijl ze op het PGD-perceel vooral optreedt tijdens perioden met intense neerslag of actieve subirrigatie. De afwezigheid van drainagebuizen op het controleperceel kan een verklaring bieden voor de hogere wegzijging. Anderzijds is de wegzijging in het model ook in belangrijke mate afhankelijk van de instellingen voor de ondergrenscondities, en deze hebben een andere instelling voor beide percelen.



Figuur 15: Gesimuleerde waterbalansen gedurende 2025 (tot einde van groeiseizoen) voor het PGD proefperceel (links) en het controleperceel (rechts) van Case 1. Componenten boven/onder de nul-lijn zijn inkomende/uitgaande waterfluxen.

Tabel 4: Gesimuleerde waterbalansen gedurende 2025 (tot einde van groeiseizoen) voor het PGD proefperceel (links) en het controleperceel (rechts) van Case 1. Een positieve/negatieve bergingsverandering wijst op water dat in het systeem is opgeslagen / het systeem heeft verlaten.

	Component	PGD [mm]	Controle [mm]
IN	Neerslag	307.0	307.0
	Oppervlakkige aanvoer	0.0	0.0
	Laterale infiltratie (gracht)	0.0	50.2
	Subirrigatie (buisdrainage)	71.2	0.0
	Kwel	284.4	139.3
	<b>SOM</b>	<b>662.6</b>	<b>496.5</b>
UIT	Interceptie	12.5	6.7
	Oppervlakkige afvoer	0.3	0.8
	Transpiratie	194.6	143.2
	Evaporatie	128.8	148.8
	Laterale drainage (gracht)	0.0	136.1
	Buisdrainage	297.6	0.0
	Wegzijging	57.5	93.6
	<b>SOM</b>	<b>691.3</b>	<b>529.2</b>
	<b>Beginsverandering</b>	<b>-28.7</b>	<b>-32.7</b>



### 3.1.6.3 Model versus terreinmetingen

#### Subirrigatievolume:

Volgens de modelberekening voor het PGD-perceel werd in totaal 712 m<sup>3</sup> water gesubirrigeerd (op een perceeloppervlakte van 1 ha). Daarvan werd 9 % toegediend tijdens de eerste subirrigatieperiode (april 2025), 34 % tijdens de tweede periode (mei–juni 2025) en 57 % tijdens de derde periode (augustus 2025).

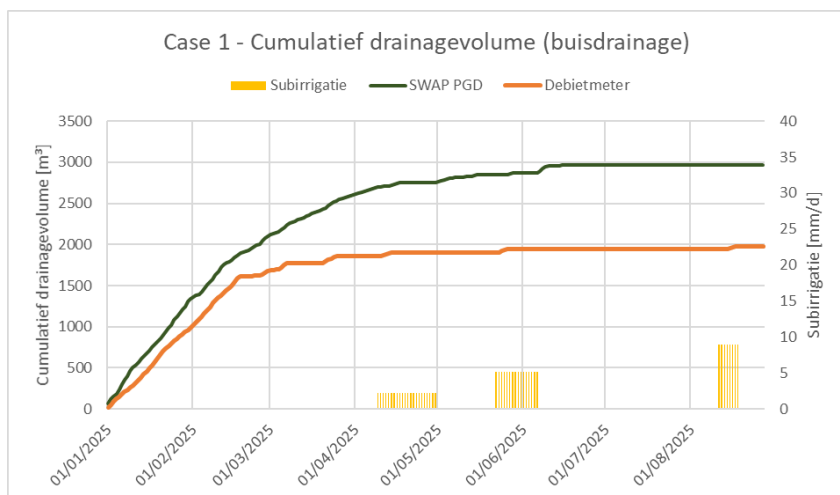
Deze gemodelleerde volumes liggen aanzienlijk lager dan de waarden die op het terrein werden gemeten met de debietmeter aan de inlaat van de regelput. De debietmeter registreerde een totaal van 2010 m<sup>3</sup> gesubirrigeerd water, met een verdeling van respectievelijk 24 %, 40 % en 36 % over de drie subirrigatieperiodes.

De verschillen tussen de gemodelleerde en gemeten volumes kunnen onder meer worden verklaard door de volgende factoren:

1. Waterverliezen op terrein. Tijdens de eerste en tweede subirrigatieperiode traden verliezen op doordat in de PGD-regelput nog geen vlottersysteem aanwezig was. Hierdoor kon een deel (telkens ca. 30 m<sup>3</sup>) van het toegediende water overlopen naar de gracht. Het vlottersysteem werd pas geïnstalleerd op 28 mei 2025, midden in de tweede subirrigatieperiode.
2. Representativiteit van de modelpuntlocatie. In SWAP wordt het bodemprofiel gemodelleerd op één representatieve locatie, die voor het PGD-perceel overeenkomt met peilbuis 'PB subirrigatie' (zie Figuur 2). Deze bevindt zich stroomopwaarts in het perceel, verder van de inlaat voor subirrigatie. De waterdruk die tijdens subirrigatie wordt opgebouwd, is op deze positie vermoedelijk lager dan nabij de inlaat.
3. Een foutieve instelling van de infiltratieweerstand vanuit de buisdrainage in het model. Deze parameter werd echter mee gekalibreerd.

#### Drainagevolume (buisdrainage)

Figuur 16 toont voor het PGD-perceel de cumulatieve volumes gedraineerd grondwater gedurende 2025 (tot 27/08/2025), zowel gemodelleerd met SWAP (groen) als gemeten met de debietmeter op terrein (oranje). Volgens het model bedroeg het totale gedraineerde volume 2968 m<sup>3</sup> grondwater via buisdrainage, terwijl de debietmeter een lager volume van 1972 m<sup>3</sup> registreerde. De grafieken in Figuur 16 lopen tot midden februari vrijwel gelijk, maar daarna vlakt het gemeten drainagevolume duidelijk af, terwijl het gemodelleerde volume nog enige tijd verder toeneemt.



Figuur 16: Cumulatieve volumes gedraineerd grondwater gedurende 2025 (tot einde groeiseizoen) gemodelleerd met SWAP (groen) en gemeten op terrein (oranje) voor het PGD-perceel van Case 1.

Zowel het model als de metingen tonen een toename van drainageactiviteit tijdens de perioden van subirrigatie. Dit effect is in de terreinmetingen sterker uitgesproken dan in de simulaties (zie Tabel 5). Het verschil is het grootst tijdens de derde subirrigatieperiode, midden augustus, wanneer de debietmeter een bijkomend volume van 299 m<sup>3</sup> registreerde, terwijl in het model geen drainage optreedt.

Tabel 5: Volumes gedraineerd grondwater gedurende de subirrigatieperiodes gemodelleerd met SWAP en gemeten door de debietmeter.

	SWAP PGD (m <sup>3</sup> )	Debietmeter (m <sup>3</sup> )
<b>Periode 1 (april)</b>	40	49
<b>Periode 2 (mei-juni)</b>	166	344
<b>Periode 3 (augustus)</b>	0	299

Tijdens de verschillende subirrigatieperiodes werd een grondwatertafelhoogte van ongeveer 70 cm-mv, 80 cm-mv en 100 cm-mv gemeten (zie oranje stippellijn in Figuur 10). Op die momenten stond het waterpeil (drainagebasis) in de regelput hoog (zie Figuur 6), wat erop wijst dat de drainagebasis meestal te ondiep zat om afvoer te veroorzaken. Voornamelijk aan het begin van de eerste twee subirrigatieperiodes tellen de gemeten volumes drainagewater op. Echter voor de derde subirrigatieperiode telt de debietmeter het snelst op 15 en 16 augustus, midden in de subirrigatieperiode.

De verschillen tussen de gemodelleerde en gemeten volumes kunnen onder meer worden verklaard door de volgende factoren:

1. Het beheer van de regelput tijdens de subirrigatie en de positionering van de debietmeter.
2. Een afwijkende instelling van de onderrandconditie in het model waardoor een teveel aan kwel wordt berekend gedurende maart en april.
3. Ook de instelling van de drainageweerstand in het model dient mogelijk verder verfijnd te worden om de werkelijke dynamiek beter te benaderen.

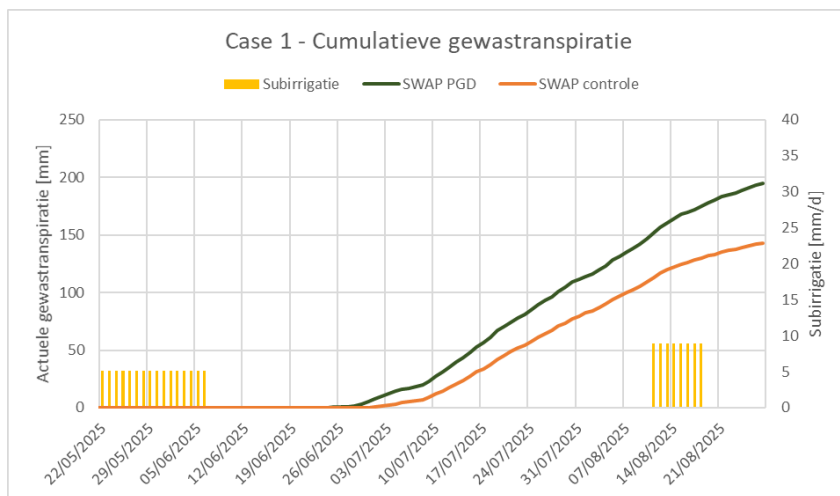
### 3.1.7 Invloed op gewasgroei

Het SWAP-model berekent gedurende het groeiseizoen van het gewas zowel de actuele en potentiële (cumulatieve) gewastranspiratie. Transpiratie is afhankelijk van de weersomstandigheden, de gewassenmerken en het bodemvochtgehalte. Wanneer het bodemvochtgehalte afwijkt van de optimale waarden, kan droogte- of zuurstofstress optreden.

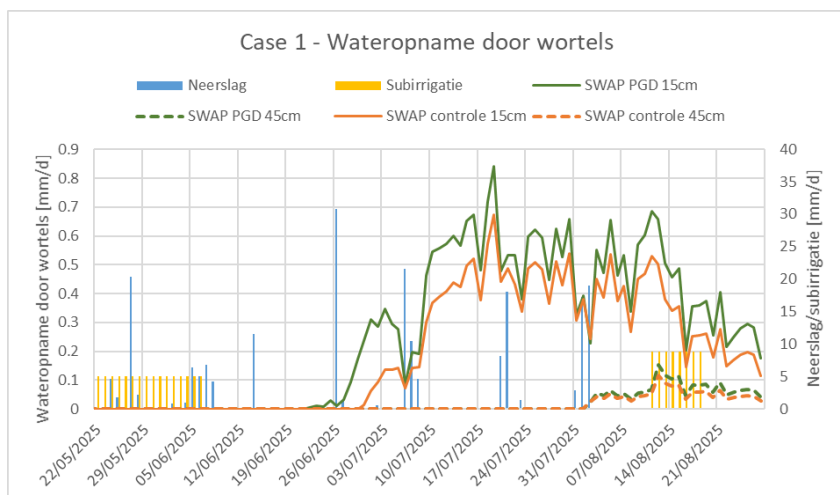
Figuur 17 toont de cumulatieve actuele gewastranspiratie, zoals gemodelleerd voor het PGD-perceel (groen) en het controleperceel (oranje) tijdens het groeiseizoen van aardappel in 2025. De potentiële gewastranspiratie is niet weergegeven, maar komt in beide modellen overeen met de actuele waarde. Dit impliceert dat het gewas volgens het model geen droogte- of zuurstofstress ondervindt. Zoals reeds vermeld in sectie 3.1.3, is dit niet realistisch, aangezien de zomermaanden juni tot en met augustus gekenmerkt werden door meerdere droge periodes.

Het model berekent een cumulatieve gewastranspiratie die hoger is op het PGD-perceel dan op het controleperceel. Dit kan worden verklaard door de hogere grondwatertafel en de daardoor verhoogde bodemvochtgehaltenes in de wortelzone op het PGD-perceel volgens de modelsimulaties. Deze omstandigheden leiden ertoe dat, volgens het model, het gewas op het PGD-perceel meer water opneemt via de wortels dan op het controleperceel. Dit wordt geïllustreerd in Figuur 18.

De wateropname door de wortels is op 15 cm diepte voor beide percelen aanzienlijk hoger dan op 45 cm diepte. Dit komt doordat het wortelstelsel zich sneller en dichter ontwikkelt in de bovenste bodemlagen, terwijl de diepere lagen pas later in het groeiseizoen worden bereikt.



Figuur 17: Cumulatieve, actuele gewastranspiratie gedurende het groeiseizoen van aardappel in 2025, gemodelleerd met SWAP voor het PGD-perceel (groen) en het controleperceel (oranje) van Case 1.



Figuur 18: Wateropname door de wortels op 15 cm en 45 cm onder maaiveld gedurende het groeiseizoen van aardappel in 2025, gemodelleerd met SWAP voor het PGD-perceel (groen) en het controleperceel (oranje) van Case 1.

Op basis van Figuur 17 en Figuur 18 kan een voorzichtig positief antwoord worden geformuleerd op de vraag of subirrigatie invloed heeft op de gewasgroei.

- Ten eerste vertonen de curves van de cumulatieve gewastranspiratie een lichte knik met een sterkere toename aan het begin van de derde subirrigatieperiode. In deze periode (12/08/2025–19/08/2025) stijgt de gewastranspiratie met 21 mm op het PGD-perceel en met 15 mm op het controleperceel.
- Ten tweede wijst de wateropname op 45 cm diepte (de onderzijde van de wortelzone) op een effect van subirrigatie. Zowel op het PGD- als op het controleperceel neemt de opname op deze diepte toe, maar de toename is duidelijk sterker op het PGD-perceel dankzij de toegepaste subirrigatie.

## 3.2 Case 2 (PSKW)

### 3.2.1 Modelkalibratie

Voor het peilgestuurde (gesubirrigeerde) perceel werden veertien verschillende SWAP-modellen opgezet.

De prestaties van de modellen bij het reproduceren van de gemeten grondwatertafel werden geëvalueerd aan de hand van de RMSE- en NSE-metrics (zie Tabel 6). Model PGD\_20 bleek het best in staat om de gemeten grondwatertafel te simuleren.

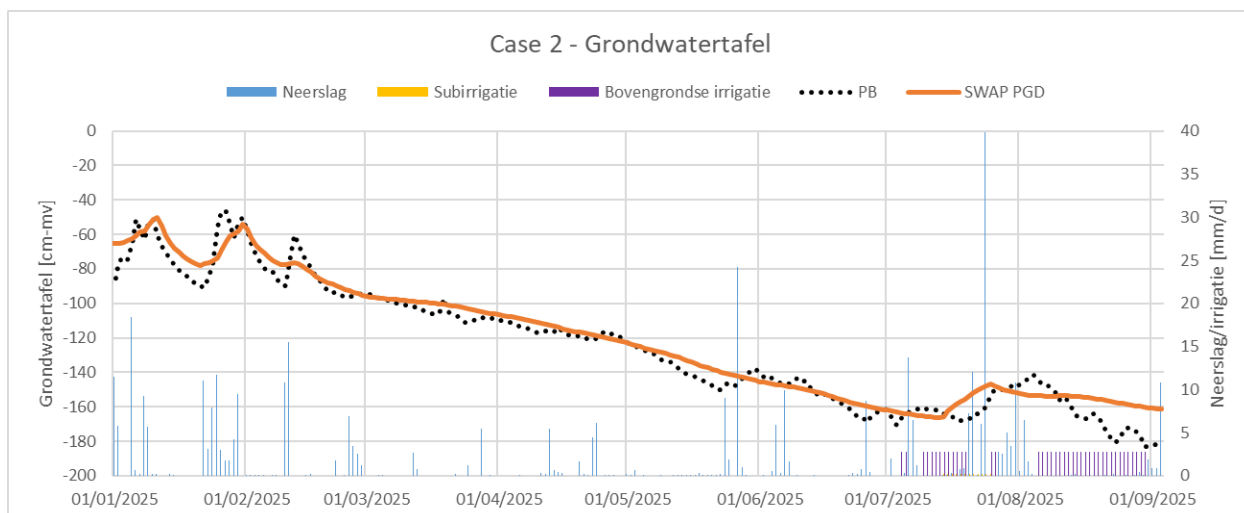
Tabel 6: Evaluatie van de SWAP-modellen voor Case 2 die iteratief werden gekalibreerd op basis van de gemeten grondwatertafel.

Iteratie	Modelnaam PGD	RMSE [cm]	NSE [-]
1	PGD_2A	46.16	-0.70
2	PGD_2B	32.84	0.14
3	PGD_2C	34.93	0.03
4	PGD_2D	30.26	0.27
5	PGD_2E	30.42	0.26
6	PGD_2F	20.34	0.67
7	PGD_2G	14.80	0.83
8	PGD_2H	18.27	0.73
9	PGD_2I	14.81	0.83
10	PGD_2K	12.93	0.87
11	PGD_2L	41.51	-0.37
12	PGD_2M	16.57	0.78
13	PGD_2N	14.36	0.84
14	PGD_2O	8.12	0.95

### 3.2.2 Grondwaterdynamiek

Figuur 19 toont de gesimuleerde grondwatertafel van het best presterende SWAP-model voor het PGD-perceel van Case 2. De dagelijks gemeten grondwatertafel is weergegeven met een stippellijn. Tijdens het groeiseizoen van de venkelteelt werd zowel bovengrondse irrigatie als subirrigatie toegepast. De subirrigatieperiode was echter kort (van 14/07/2025 tot 25/07/2025) en de toegediende waterhoeveelheden waren beperkt in vergelijking met de bovengrondse irrigatie.

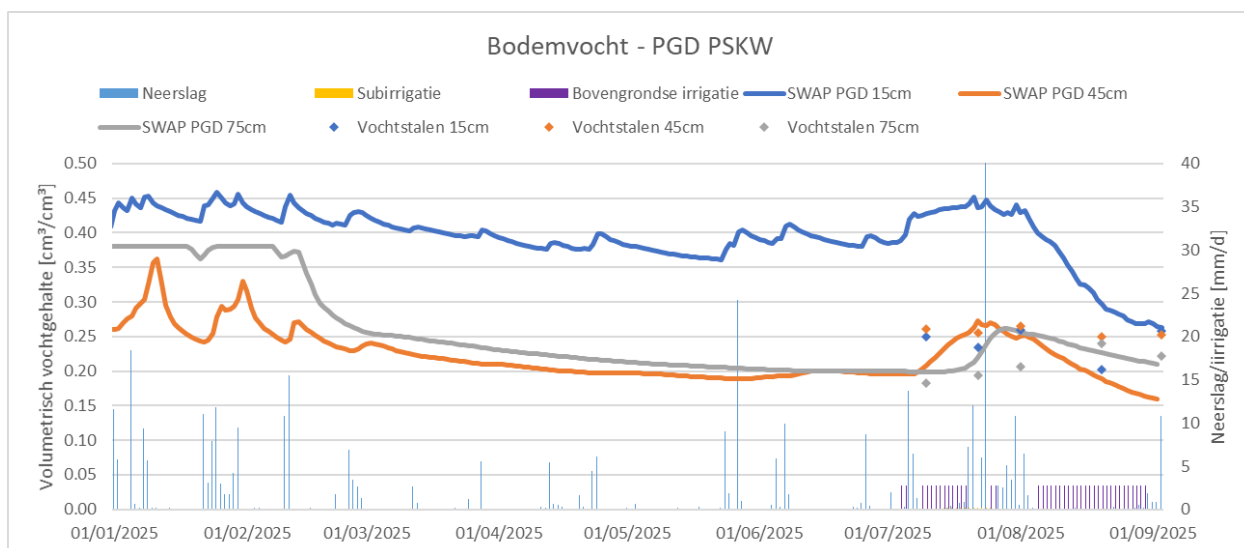
In de gemodelleerde resultaten is in de tweede helft van juli een stijging van de grondwatertafel zichtbaar. Op basis van de figuur kan echter niet met zekerheid worden vastgesteld of deze toename het gevolg is van subirrigatie. De gemeten grondwatertafel vertoont eveneens een stijging vanaf midden juli, met een piek begin augustus. Deze evolutie valt grotendeels samen met de periode van hoge neerslag, wat erop wijst dat de waargenomen stijging vooral door neerslagafvoer verklaard kan worden.



Figuur 19: Gemeten en gesimuleerde evolutie van de grondwatertafel voor het PGD proefperceel van Case 2.

### 3.2.3 Bodemvochtdynamiek

Ter validatie worden de bodemvochtgehalten die gesimuleerd werden door het gekalibreerde SWAP-model afgetoetst met de gemeten bodemvochtgehalten. Zoals weergegeven in Figuur 20 overschat het model het gemeten vochtgehalte op 15 cm diepte. De gemodelleerde daling van het vochtgehalte op 15 cm diepte treedt volgens het model pas zeer laat op. Op 45 cm en 75 cm diepte liggen de berekende vochtgehalten beter in lijn met de metingen.

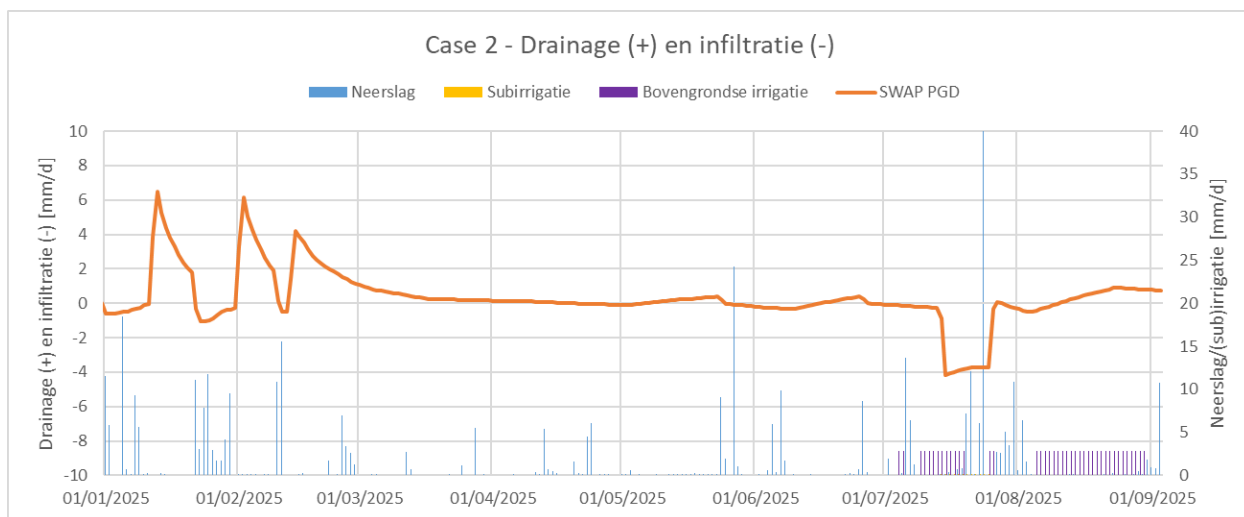


Figuur 20: Gemeten en gesimuleerde evolutie van het bodemvochtgehalte op verschillende dieptes voor het PGD proefperceel van Case 2.

### 3.2.4 Drainage en infiltratie

Wanneer het oppervlaktewaterpeil in de gracht lager staat dan het grondwaterniveau draineert een deel van het water weg. Anderzijds, wanneer het oppervlaktewaterpeil in de gracht hoger staat dan het grondwaterniveau stroomt water lateraal het perceel in.

De drainagecomponent werd met SWAP gemodelleerd voor Case 2 (zie Figuur 21). Allereerst vindt er voornamelijk drainage plaats gedurende de wintermaanden en het vroege voorjaar aangezien dan het grondwaterpeil in het perceel meestal hoog staat ten opzichte van de naastgelegen gracht. Tijdens natte periodes met hoge neerslag en tijdens de subirrigatieperiode in juli wordt de drainageflux tijdelijk negatief, wat wijst op een netto aanvulling/infiltratie vanuit de gracht naar het grondwatersysteem.



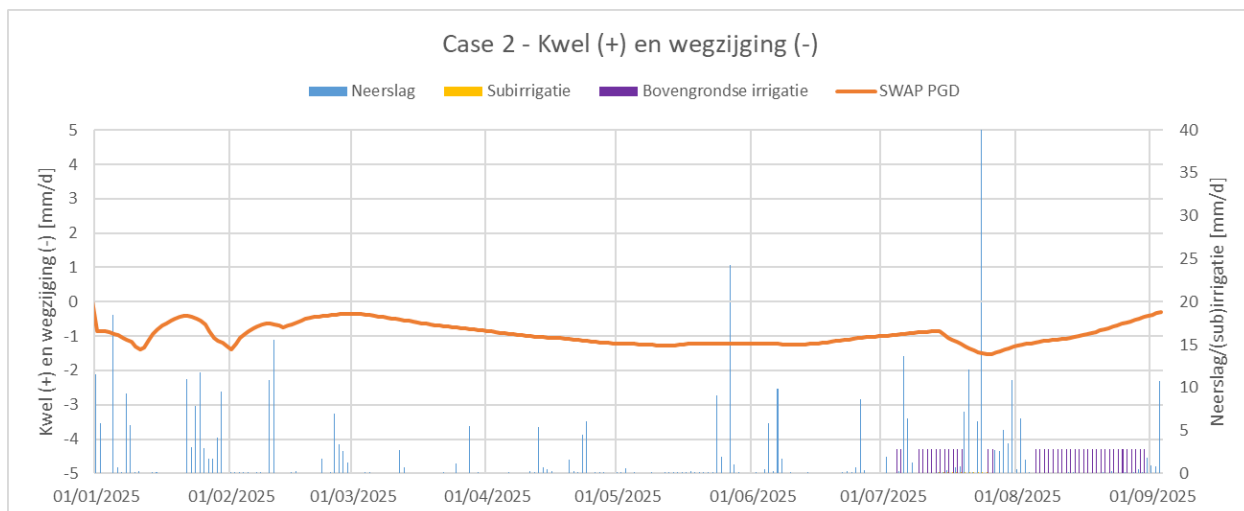
Figuur 21: Gemodelleerde drainage voor het PGD proefperceel van Case 2. Positieve drainage is water dat lateraal draineert naar het oppervlaktewater (afvoer). Negatieve drainage is subirrigatie of water dat vanaf het oppervlaktewater het perceel instroomt.

### 3.2.5 Kwel en wegzijging

Het water dat aan de onderzijde van de SWAP-kolom uit het bodemprofiel stroomt, wordt beschouwd als diepe infiltratie of wegzijging. Water dat via de onderrand het bodemprofiel binnenkomt, wordt als kwelwater geïnterpreteerd. De richting en grootte van deze flux worden in zekere mate bepaald door de ingestelde ondergrensvoorwaarden.

De gemodelleerde onderrand flux voor het proefperceel van Case 2 wordt weergegeven in Figuur 22. Volgens het model treedt gedurende de hele simulatieperiode wegzijging op (flux < 0). Tijdens perioden met verhoogde neerslag wordt de freatische grondwatertafel extra aangevuld, wat leidt tot een verhoogde wegzijging naar het diepere grondwater. Ook de toepassing van subirrigatie lijkt dit proces te versterken en bij te dragen aan extra wegzijging.





Figuur 22: Gemodelleerde onderrand flux voor het PGD proefperceel van Case 2. Een positieve onderrand flux betekent water dat het bodemwatersysteem ingaat (kwel). Een negatieve onderrand flux betekent water dat het bodemwatersysteem verlaat (wegzijging). Water dat via wegzijging het bodemwatersysteem verlaat, is grondwateraanvulling naar het diepere pakket.

### 3.2.6 Waterbalans op perceelschaal

Figuur 23 toont de gemodelleerde waterbalans voor het PGD-perceel t.e.m. het groeiseizoen van 2025. De bijhorende waarden per component zijn samengevat in Tabel 7. Een waterbalans geeft de verhouding weer tussen de verschillende in- en uitgaande waterstromen.

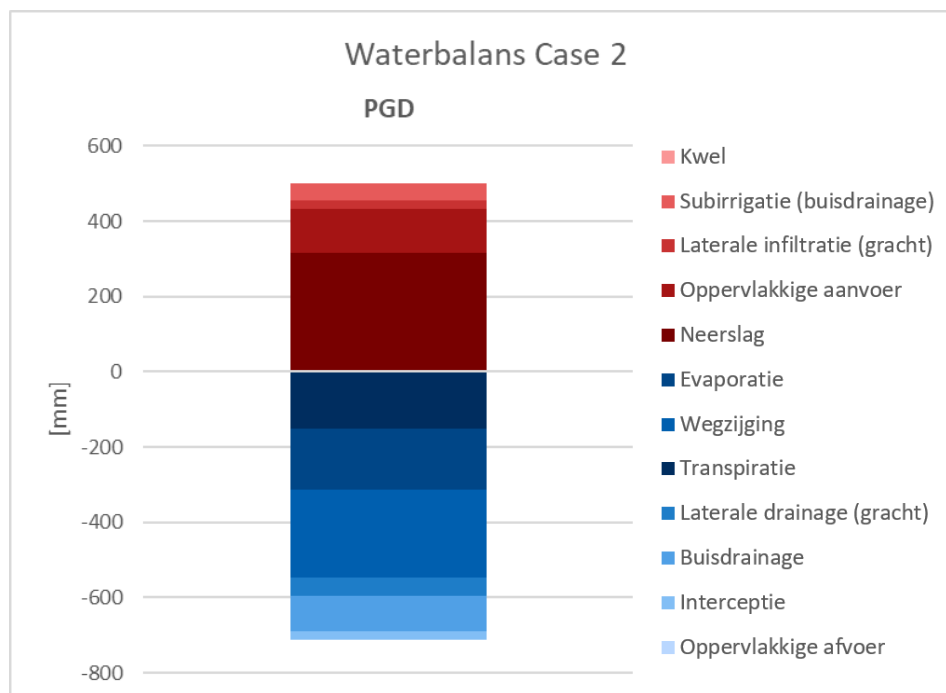
#### 3.2.6.1 Instroomcomponenten

Neerslag is de belangrijkste instroomcomponent. Er treedt volgens het model geen kwel op vanuit het diepere grondwater. De tweede belangrijkste inkomende flux is met 114,8 mm de bovengrondse irrigatie toegediend via druppelslangen. De grondwatervoeding via subirrigatie bedraagt 45,1 mm. Het perceel ontvangt daarnaast ook voeding vanuit de aangrenzende gracht (23,9 mm).

#### 3.2.6.2 Uitstroomcomponenten

Verdamping (transpiratie + evaporatie) is de belangrijkste uitgaande component (312 mm). De wegzijging naar het diepe grondwater is met 233 mm de tweede belangrijkste flux. Ten slotte zijn buisdrainage en laterale drainage naar de gracht ook belangrijk voor de afvoer van grondwater. Via buisdrainage wordt ongeveer twee keer zoveel water afgevoerd als rechtstreeks via de gracht (95,1 mm t.o.v. 48,8 mm).

De waterbalans geeft een afname van de bodemwaterberging aan (i.e. --210,9 mm). De reden hiervoor is dat voor de gesimuleerde periode voornamelijk de uitgaande fluxen domineerden (hoge verdamping en wegzijging). Wanneer ook de maanden na het groeiseizoen meegenomen zouden worden, zouden de inkomende fluxen zoals neerslag en laterale infiltratie toenemen.



Figuur 23: Gesimuleerde waterbalansen 2025 (tot het einde van het groeiseizoen) voor het PGD proefperceel van Case 2. Componenten boven/onder de nul-lijn zijn inkomende/uitgaande waterfluxen.

Tabel 7: Gesimuleerde waterbalans gedurende 2025 (tot einde groeiseizoen) voor het PGD proefperceel van Case 2. Een positieve/negatieve bergingsverandering wijst op water dat in het systeem is opgeslagen/het systeem heeft verlaten.

	Component	PGD [mm]
In	Neerslag	317
	Oppervlakkige aanvoer (bovengrondse irrigatie)	114.8
	Laterale infiltratie (gracht)	23.9
	Subirrigatie (buisdrainage)	45.1
	Kwel	0
	SOM	500.8
Uit	Interceptie	21.1
	Oppervlakkige afvoer	0
	Transpiratie	149.6
	Evaporatie	164.4
	Laterale drainage (gracht)	48.8
	Buisdrainage	95.1
	Wegzijing	232.7
	SOM	711.7
Bergingsverandering		-210.9

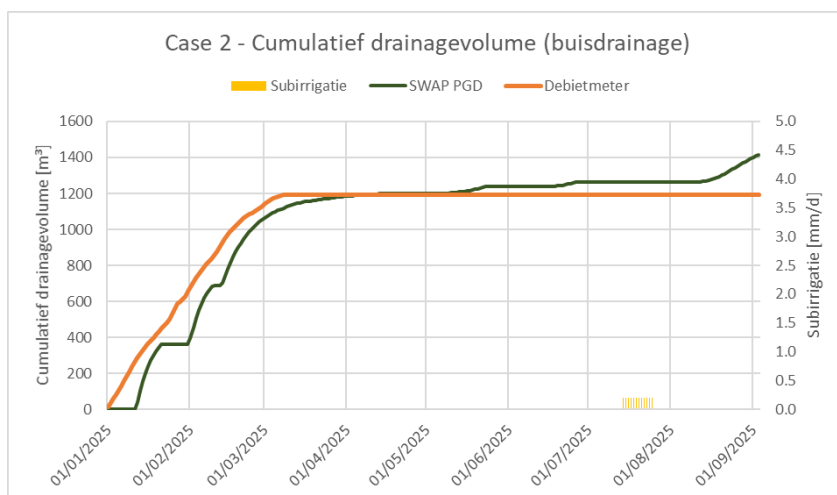
### 3.2.6.3 Model versus terreinmetingen

#### Subirrigatievolume

Volgens de modelberekening voor het PGD-perceel werd in totaal 45,1 m<sup>3</sup> water gesubirrigeerd (op een perceeloppervlakte van 1 ha). Deze volumes liggen hoger dan de waarden die op het terrein werden gemeten met de debietmeter. De debietmeter registreerde 22,5 m<sup>3</sup> gesubirrigeerd water. De volumes bevinden zich wel in dezelfde grootteorde.

#### Drainagevolume (buisdrainage)

Figuur 24 toont voor het PGD-perceel de cumulatieve volumes gedraineerd grondwater gedurende 2025 (tot 03/09/2025), zowel gemodelleerd met SWAP (groen) als gemeten met de debietmeter op terrein (oranje). Volgens het model bedroeg het totale gedraineerde volume 1415 m<sup>3</sup> grondwater via buisdrainage, terwijl de debietmeter een volume van 1195 m<sup>3</sup> registreerde. De grafieken lopen tot begin mei erg gelijkaardig. Sindsdien blijft het gemeten drainagevolume constant, terwijl het gemodelleerde volume nog gedurende drie periodes verder toeneemt (06/05-24/05; 16/06-27/06; 11/08-03/09). Een oorzaak in het model kan een overschatting van de kweldruk zijn, al dan niet in combinatie met de toediening van bovengrondse irrigatie. Gedurende de subirrigatieperiode in juli blijft het gedraineerd volume grondwater quasi onveranderd voor beide grafieken.



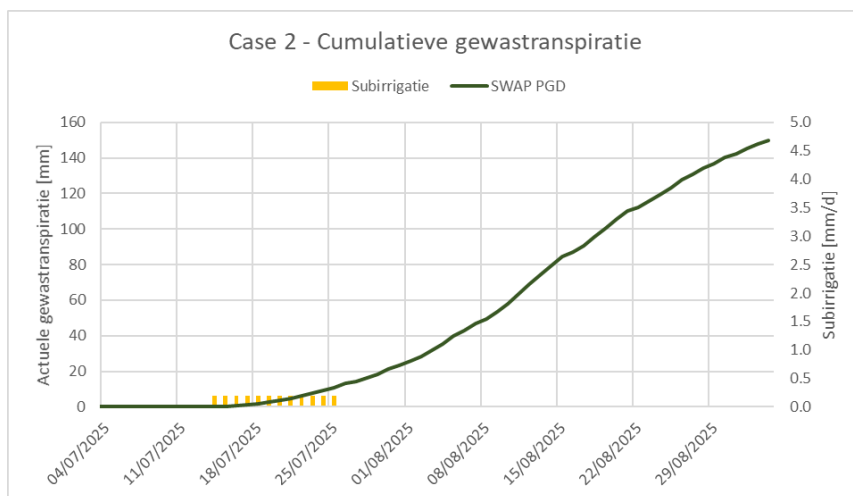
Figuur 24: Cumulatieve volumes gedraineerd grondwater gedurende 2025 (tot einde groeiseizoen) gemodelleerd met SWAP (groen) en gemeten op terrein (oranje) voor het PGD-perceel van Case 2.

### 3.2.7 Invloed op gewasgroei

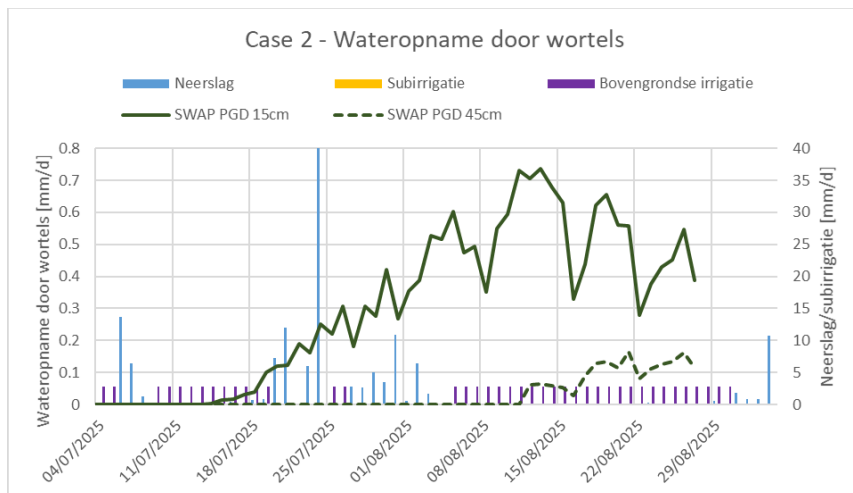
Het SWAP-model berekent gedurende het groeiseizoen van het gewas zowel de actuele en potentiële (cumulatieve) gewastranspiratie. Transpiratie is afhankelijk van de weersomstandigheden, de gewassenmerken en het bodemvochtgehalte. Wanneer het bodemvochtgehalte afwijkt van de optimale waarden, kan droogte- of zuurstofstress optreden.

Figuur 25 toont de cumulatieve actuele gewastranspiratie, zoals gemodelleerd voor het PGD-perceel tijdens het groeiseizoen van venkel in 2025. De potentiële gewastranspiratie is niet weergegeven, maar komt overeen met de actuele waarde. Dit impliceert dat het gewas volgens het model geen droogte- of zuurstofstress ondervindt.

De gemodelleerde wortelwateropname op 15 cm en 45 cm diepte wordt weergegeven in Figuur 26. Net zoals voor Case 1 is de wateropname door de wortels op 15 cm diepte aanzienlijk hoger dan op 45 cm diepte. Aangezien de toediening van water via subirrigatie plaatsvond toen dat de wortels nog niet diep ontwikkeld waren (i.e., tweede helft van juli), lijkt er geen positief effect op de wortelwateropname op te treden.



Figuur 25: Cumulatieve, actuele gewastranspiratie gedurende het groeiseizoen van venkel in 2025, gemodelleerd met SWAP voor het PGD-perceel van Case 2.



Figuur 26: Wateropname door de wortels op 15 cm en 45 cm onder maaiveld gedurende het groeiseizoen van venkel in 2025, gemodelleerd met SWAP voor het PGD-perceel van Case 2.

## 4 Conclusies

In dit rapport werden de effecten van subirrigatie op de grondwatertafel en de gewasgroei onderzocht aan de hand van modelsimulaties met SWAP. Er werden afzonderlijke modellen ontwikkeld voor twee proeflocaties met peilgestuurde drainage: Case 1 (Kruishoutem) en Case 2 (Sint-Katelijne-Waver).

De simulaties bestrijken de periode van januari tot eind zomer 2025. Door de natte omstandigheden in 2024 werd subirrigatie dat jaar niet of slechts in zeer beperkte mate toegepast.

Voor elk proefperceel werd een gekalibreerd SWAP-model opgesteld, waarbij ondergrensvoorwaarden en drainage- en infiltratieweerstanden handmatig werden gekalibreerd om de gemodelleerde grondwatertafel zo goed mogelijk te laten overeenstemmen met de metingen. Vervolgens werd een waterbalans op perceelschaal opgesteld om de invloed van subirrigatie op de waterhuishouding en de vochtbeschikbaarheid voor het gewas te evalueren. Het gemodelleerde effect blijkt sterk afhankelijk van het gewas, de bodemopbouw, het bodemtype en de hydrologische randvoorwaarden.

### Case 1 – Kruishoutem:

De modelsimulaties tonen dat subirrigatie de wateropname door het gewas bevordert en leidt tot een iets hogere gewastranspiratie. Hoewel SWAP voor het perceel geen droogtestress simuleert, wijzen de resultaten op een gunstiger vochttoestand in de wortelzone en een mogelijk positief effect op de gewasgroei.

### Case 2 – Sint-Katelijne-Waver:

Het effect van subirrigatie op de grondwatertafel was beperkt, voornamelijk door de kleine toegediende waterhoeveelheden en de korte toepassingstijd. Bovendien werd het perceel gedurende het groeiseizoen intensief bovengronds geïrrigeerd via druppelslangen. Dit volume lag aanzienlijk hoger dan dat van de subirrigatie, waardoor het modelmatig moeilijk was om het afzonderlijke effect van subirrigatie te onderscheiden. Subirrigatie vond bovendien plaats in een vroege groeifase, wanneer het wortelstelsel nog beperkt ontwikkeld was, wat de impact verder verkleinde.

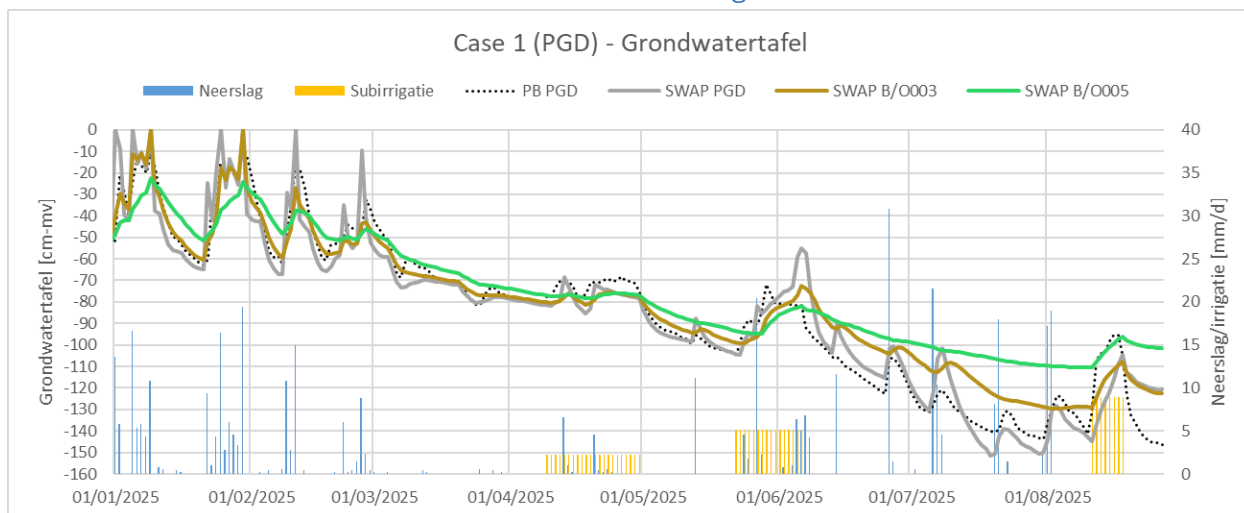
Samenvattend kan worden gesteld dat subirrigatie volgens de modelsimulaties een positieve invloed kan hebben op de vochtvoorziening en mogelijk ook op de gewasgroei, maar dat dit effect sterk afhangt van de lokale omstandigheden en de timing en intensiteit van de subirrigatie. Er dient echter gewezen te worden op het feit dat de modelberekeningen niet goed in staat bleken om de gemeten evolutie in bodemvochtdynamiek te benaderen. Daardoor zijn de resultaten in termen van gewasgroei minder betrouwbaar.

## 5 Referenties

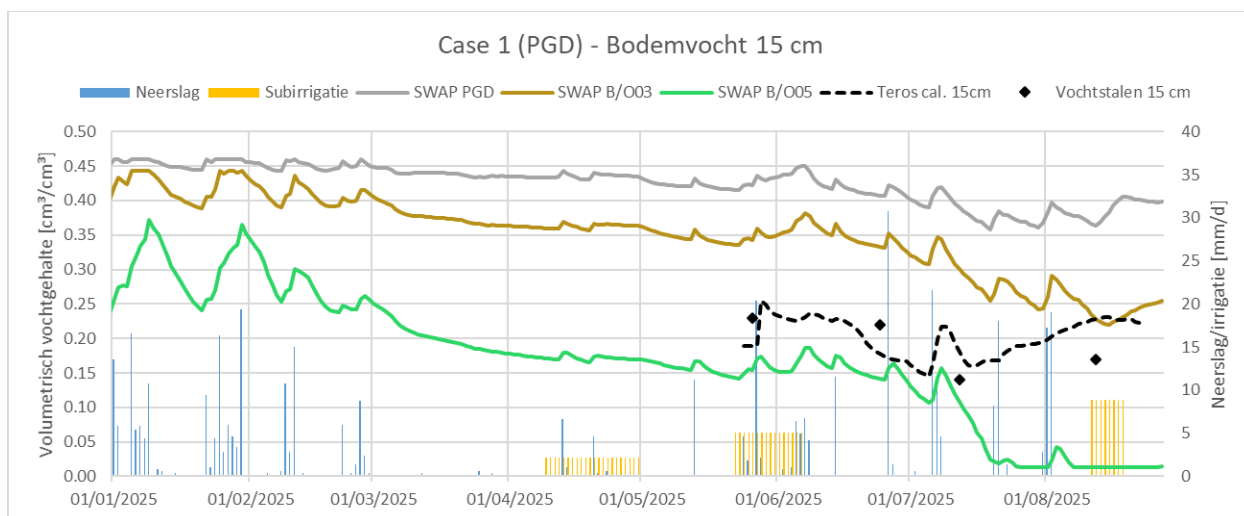
- De Wit, J., Van Huijgevoort, M., Van Deijl, D., Van Den Eertwegh, G., & Bartholomeus, R. (2021). *Regelbare drainage met subirrigatie en slimme stuwen*. KWR Water Research Institute.
- Kroes, J.G., J.C. van Dam, R.P. Bartholomeus, P. Groenendijk, M. Heinen, R.F.A. Hendriks, H.M. Mulder, I. Supit, P.E.V. van Walsum, 2017. *SWAP version 4; Theory description and user manual*. Wageningen, Wageningen Environmental Research, [Report 2780](#). Available at: <https://swap.wur.nl>

## 6 Bijlagen

### 6.1 SWAP simulaties Case 1 met bodems uit Staring series

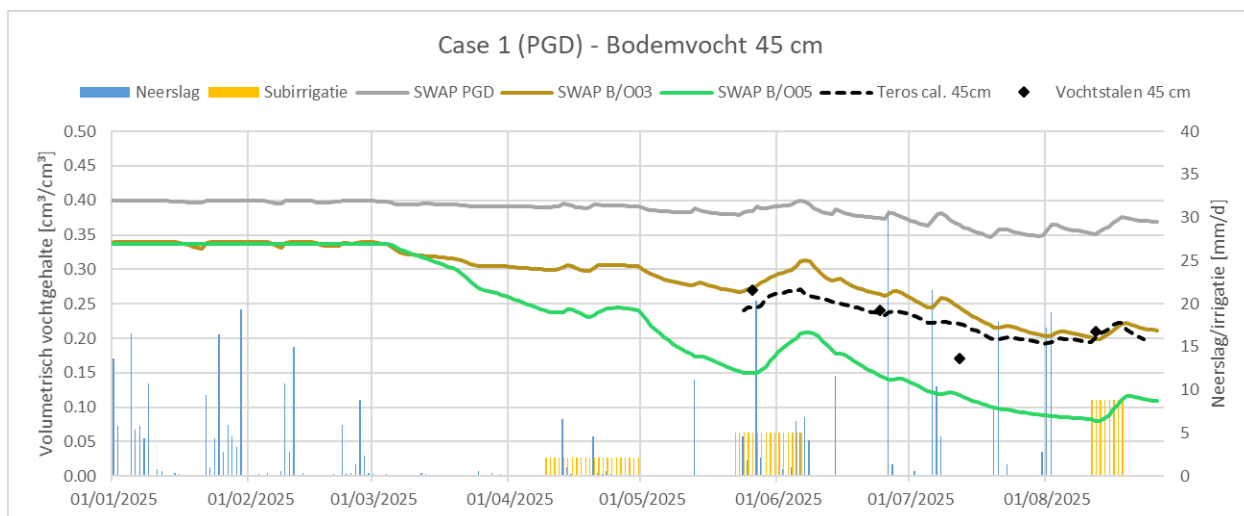


Figuur A1: Gemeten en gesimuleerde evolutie van de grondwatertafel voor het PGD proefperceel van Case 1. Naast de gesimuleerde grondwatertafel voor het gekalibreerde model (grijze lijn) worden ook de simulaties met de aangepaste bodemtypes weergegeven (bruine en groene lijnen).

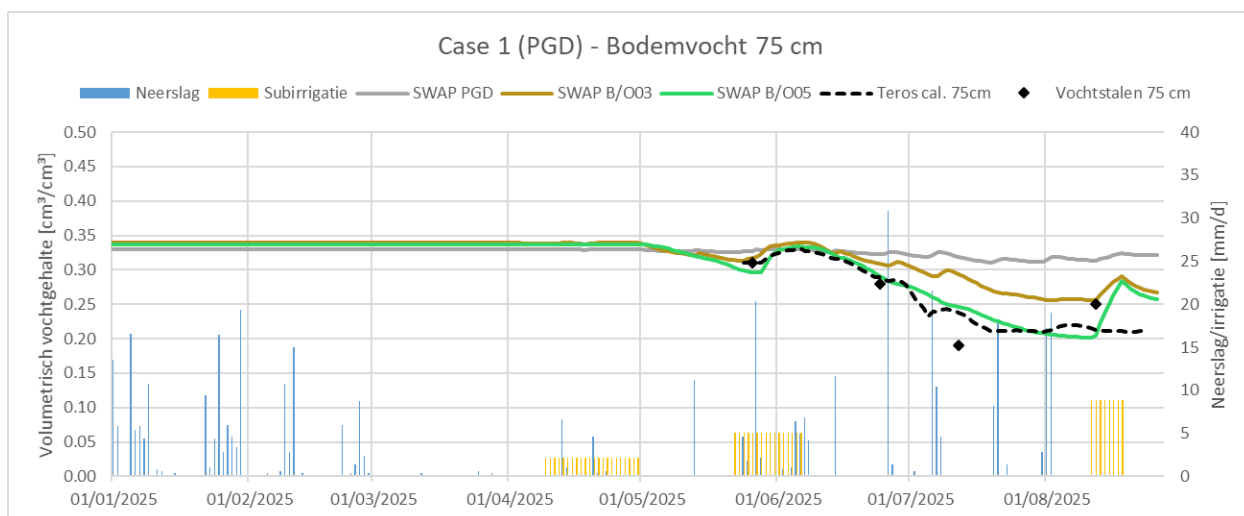


Figuur A2: Gemeten en gesimuleerde evolutie van het bodemvochtgehalte op 15 cm diepte voor het PGD proefperceel van Case 1. Naast het gesimuleerde bodemvochtgehalte voor het gekalibreerde model (grijze lijn) worden ook de simulaties met de aangepaste bodemtypes weergegeven (bruine en groene lijnen).





Figuur A3: Gemeten en gesimuleerde evolutie van het bodemvochtgehalte op 45 cm diepte voor het PGD proefperceel van Case 1. Naast het gesimuleerde bodemvochtgehalte voor het gekalibreerde model (grijze lijn) worden ook de simulaties met de aangepaste bodemtypes weergegeven (bruine en groene lijnen).



Figuur A4: Gemeten en gesimuleerde evolutie van het bodemvochtgehalte op 75 cm diepte voor het PGD proefperceel van Case 1. Naast het gesimuleerde bodemvochtgehalte voor het gekalibreerde model (grijze lijn) worden ook de simulaties met de aangepaste bodemtypes weergegeven (bruine en groene lijnen).