



Resultaten watersysteem- analyse – Meetjaar 2024

Rapportage
uitvoeringsfase Fieldlab
Burghsluis

UITVOERINGSFASE – KLIMAATROBUUST WATERSYSTEEM FIELDLAB BURGHSLUIS

Uitgebracht aan: Gemeente Schouwen-Duiveland
Laan van St. Hilaire 2
4301 SH Zierikzee

Tussenpersoon: Dhr. Peter van Veelen

Uitgebracht door: Aequator Groen + Ruimte bv
Postbus 1171
3840 BD Harderwijk

Contactpersoon: Dhr. Thaem Mous (06 51587121)

Auteur(s): Dhr. Matheijs Pleijter (Aequator Groen + Ruimte)
Mvr. Joani Kannekens (Aequator Groen + Ruimte)
Dhr. Thaem Mous (Aequator Groen + Ruimte)

Versie: v3 (definitief)

Datum: 4-3-2025

Gecontroleerd door:

INHOUDSOPGAVE

1	DOEL VAN HET PROJECT	1
2	AANPASSINGEN HYDROLOGISCH SYSTEEM	2
3	RESULTATEN	4
3.1	Debietmetingen.....	4
3.2	Bodemopbouw.....	5
3.3	Geleidbaarheidsmetingen.....	7
3.4	Pilotresultaten	7
3.4.1	Pilot 1.....	7
3.4.2	Pilot 2.....	9
3.4.3	Pilot 3.....	11
3.4.4	Pilot 4.....	14

1 DOEL VAN HET PROJECT

Als onderdeel van het Fieldlab Burghsluis zijn in de periode begin 2023 tot eind 2024 metingen verricht naar het watersysteem en vier pilotopstellingen in het gebied ten zuiden van de N57. In deze rapportage worden de resultaten van de meetopstellingen en aanvullende handmetingen besproken. De opzet van de metingen is in de haalbaarheidsfase van dit project al uitvoerig besproken. Om deze reden zal in dit rapport de focus met name liggen op de aanvullende meetgegevens uit 2024 en een vergelijking met de reeds behandelde metingen.

Het uiteindelijke doel van het onderzoek is bepalen welke aanpassingen mogelijk tot een klimaatrobuuster watersysteem kunnen leiden. Het onderzoek richt zicht in beginsel op twee sporen (zoals benoemd in de visiefase):

- Zoet water (m.n. kwelwater uit de duinrand) langer vasthouden en beter benutten
- Zoute instroom en zoute kweldruk beperken door extra zoete aanvoer en door zoet-zoutscheiding

Vanuit de vier pilots kan de effectiviteit van maatregelen aan de hand van de metingen gebied breed worden getrokken om zo een plan voor het gehele projectgebied voor klimaatrobuuste inrichting te kunnen realiseren.

2 AANPASSINGEN HYDROLOGISCH SYSTEEM

In de haalbaarheidsfase Fieldlab Burghsluis zijn 3 pilots opgezet. De verdere uitwerking hiervan is weergegeven in de rapportage van de haalbaarheidsfase (M. Pleijter, J. Kannekens, T. Mous, 2023). Bij de bestaande pilots zijn in de huidige uitvoeringsfase een aantal aanpassingen gedaan. De pilot opzet en de aanpassingen zijn hieronder kort beschreven:

Pilot 1:

- Pilot 1 had als doel het scheiden van zoet- en zoutwater, door de zoute instroom vanuit de hoofdsloot te blokkeren én het vasthouden van zoetwater in de watergang om de zoetwaterlens te vergroten en zoute kweldruk te verminderen. Begin groeiseizoen 2023 zijn een oppervlaktewaterpeilbuis en een grondwaterpeilbuis geplaatst, waarna ook een stuw is geplaatst voor een duiker in de kavelsloot. De grondwaterpeilbuis is i.v.m. oogsten zowel in 2023 als 2024 verwijderd aan het einde van het groeiseizoen. Ook de stuw is eind groeiseizoen 2023 verwijderd door de natte omstandigheden. Vanwege het natte voorjaar en de aanhoudend natte omstandigheden in 2024 is deze stuw niet meer opnieuw geplaatst.
- Op 6 september 2023 is de grondwaterpeilbuis (BSGW01) verwijderd i.v.m. het oogsten van de uien. Deze peilbuis is opnieuw geplaatst op 29 maart 2024. Vóór het verwijderen hing er één sensor in de peilbuis op 165 cm onder maaiveld. Bij herplaatsing zijn er twee sensoren in de peilbuis gehangen op 165 cm en 115 cm onder maaiveld. Zo kan een mogelijke gradiënt in zoutgehalte in beeld worden gebracht.
- April 2023 is een stuw geplaatst vóór de duiker in het benedenstroomse deel van de kavelsloot. Aangezien deze stuw enkel bestond uit een houten plaat vóór de duiker en hierdoor niet regelbaar was is deze eind groeiseizoen 2023 weer verwijderd om te natte omstandigheden te voorkomen. Gedurende het gehele jaar 2024 is de stuw niet terug geplaatst door de agrariër in verband met de uitzonderlijk natte omstandigheden in 2024. De metingen die met de grondwater en oppervlaktewaterpeilbuizen bevatten voor 2024 enkel metingen van de 'normale' situatie zonder maatregelen.
- Op 9 september 2024 is de grondwaterpeilbuis opnieuw verwijderd i.v.m. oogst. Tussen 06-09-2023 en 29-03-2024 en vanaf 09-09-2024 tot heden ontbreken hierdoor de grondwatergegevens binnen deze pilot.

Pilot 2:

- Pilot 2 is uitgevoerd op een wat hoger gelegen kreekruigstelsel en had als doel na te gaan in hoeverre opzetten van de kavelsloot mogelijk was zonder aanvoer van zoet water én of via het opzetten van de kavelsloot de grondwaterstanden te beïnvloeden waren. Bij deze pilot zijn een grondwaterpeilbuis en een oppervlaktewaterpeilbuis geplaatst. Om peil op te zetten was begin 2023 het plan om twee stuwen te plaatsen. De eerste stuw is in augustus 2023 geplaatst. Hierdoor kon de stuw in het groeiseizoen van 2023 niet meer optimaal worden benut. Begin groeiseizoen 2024 is de tweede stuw geplaatst.
- De peilbuizen binnen deze pilot zijn sinds plaatsing (25-04-2023) blijven staan. Tot op heden wordt er continu gemeten.
- In september 2023 is een drainagesysteem aangelegd, regelbaar met een pompsysteem wat aanvoer naar de kavelsloot mogelijk maakt. Dit pompsysteem kan een peil boven drainhoogte realiseren. Dit is vanwege de natte omstandigheden in 2024 niet gedaan.
- Op 14 maart, vlak vóór groeiseizoen 2024, is een tweede stuw geplaatst in de kavelsloot, bij de duiker onder het kavelpad door. Zo wordt de kavelsloot aan twee kanten gestuurd en wordt

regen- en drainwater mogelijk nog efficiënter vastgehouden. Vanwege natte omstandigheden in op 5 april een opening, vlak onder drainhoogte, gemaakt in deze stuw.

Pilot 3:

- Pilot 3 had als doel te onderzoeken of het opstuwen van het zomerpeil in de primaire watergang haalbaar is en een significante verbetering oplevert voor de grondwaterstanden in het gebied. Deze pilot is niet volgens plan uitgevoerd. Het waterschap heeft bij de herplaatsing van de stuw aan de meeldijk in de zomer van 2024 het zomerpeil met 10 cm verhoogt. De meetreeksen uit de peilbuizen bedoeld voor de monitoring van pilot 3 geven desondanks informatie over het watersysteem. Eind april 2023 zijn twee grondwaterpeilbuizen en een oppervlaktewaterpeilbuis geplaatst, deze hebben enkel nulmeting uitgevoerd. Maart 2024 is één van de grondwaterpeilbuizen weer verwijderd aangezien deze t.o.v. de andere grondwaterpeilbuis weinig extra informatie gaf. Ondanks dat de stuw in de primaire watergang binnen het pilotgebied niet is geplaatst wordt het peil enigszins beïnvloed door een zuidelijker gelegen waterschap stuw. Deze is juli 2024 vernieuwd en 10cm opgezet t.o.v. het oude zomerpeil.
- Op 4 juli 2024 is de waterschap stuw aan de Meeldijk (KST456) herplaatst, sinds eind juli wordt hier een peil van 10cm hoger dan het oude zomerpeil gehanteerd (-1.0m+NAP i.p.v. -1.1m+NAP).
- Grondwaterpeilbuis BSGW03 is 29 maart 2024 verwijderd, t.o.v. BSGW02 had deze geen verdere toegevoegde waarde.

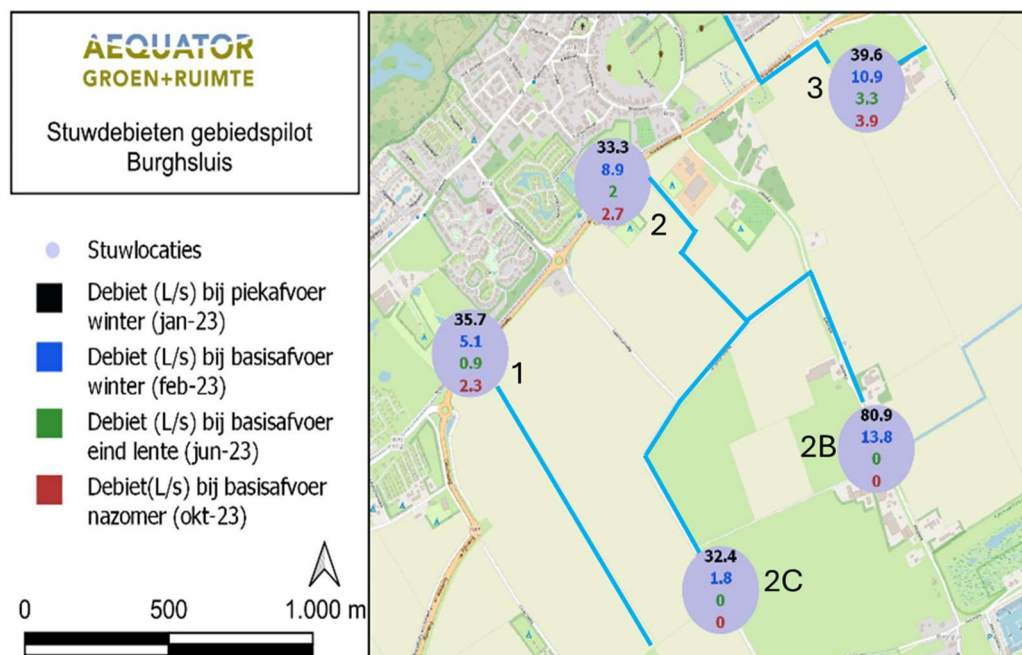
Pilot 4:

- Naast de bestaande pilots is een 4^e pilot opgezet, deze wordt uitvoerig besproken in de losstaande rapportage '*Pilotplan 4*'. Bij deze 4^e pilot ligt de focus op verbetering van de bodemstructuur, benutting van beschikbaar zoet water d.m.v. peilgestuurde en dubbele drainagesystemen en verbetering van de biodiversiteit en waterkwaliteit d.m.v. een natuurvriendelijke oever.
- Op 8 mei 2024 zijn hiervoor twee grondwaterpeilbuizen geplaatst met beide drie sensoren op variërende diepte (BSGW05: 130cm, 180cm, 195cm; BSGW06: 105cm, 155cm, 205cm) om zo de zoutgradiënt te bepalen. De peilbuizen zijn op het grensvlak tussen zoetwaterbel en ondiepe zoute kwel geplaatst om de gradiënt op deze grens in beeld te krijgen.

3 RESULTATEN

3.1 Debietmetingen

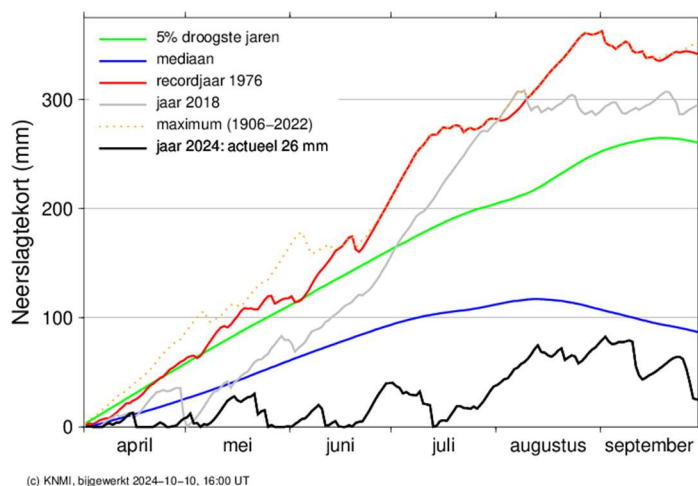
In 2023 zijn bij de stuwen van waterschap Scheldestromen de debieten gemeten om een beeld te krijgen van de zoete instroom vanuit de duinen en de afvoer het gebied uit (Figuur 1). In 2024 zijn op drie verschillende datums aanvullende debietmetingen uitgevoerd (tabel 1).



Figuur 1: Debieten gemeten in het projectgebied in 2023 (L/s). De debieten zijn gemeten bij een vijftal waterschap stuwen.

Neerslagtekort in Nederland in 2024

Landelijk gemiddelde over 13 stations



Figuur 2: Neerslagtekort/droogte in kaart gebracht door KNMI, 2024. Dit illustreert de natte omstandigheden gedurende het gehele groeiseizoen van 2024 (zwarte lijn) t.o.v. de mediaan en al helemaal t.o.v. de aangegeven droge jaren.

De winter van '23/'24 was extreem nat en ook het voorjaar van 2024 is erg nat verlopen (Figuur 2). In de debietmetingen die zijn gedaan zien we dat de zoetwateraanvoer in mei dit jaar gelijk was aan de aanvoer februari 2023. Dit benadrukt de grote hoeveelheid neerslag die in 2024 is gevallen. Ook in juli zijn de debieten veel hoger dan de metingen die in juni '23 zijn uitgevoerd.

Tabel 1: Debieten (L/s) bij waterschap stuwen in het gebied, de locaties van de stuwen is weergegeven in figuur 1. De oranje debieten zijn in 2023 gemeten, de groene debieten in 2024.

Datum	Stuw 1	Stuw 2	Stuw 3	Stuw 2B	Stuw 2C
12-jan-23	35.7	33.3	39.6	80.9	32.4
13-feb-23	5.1	8.9	10.9	13.8	1.8
12-jun-23	0.9	2.0	3.3	0.0	0.0
10-okt-23	2.3	2.7	3.9	0.0	0.0
8-mei-24			9.6		
4-jul-24	1.7	12.5	7.5	6.6	0.0
24-sep-24	2.8				

In de haalbaarheidsfase is uitgewerkt dat 30cm peilopzet bij 10L/s aanvoer in een kavelsloot van 1000mx2.5m in +/-1 dag en bij een perceel van 30ha in +/-50 dagen kan worden gerealiseerd. In 2023 was dit in februari nog mogelijk maar werd dit daarna al snel onhaalbaar. In 2024 zien we dat dit zeker tot in mei mogelijk blijft.

Dit betekent dat bij een droog voorjaar en zomer de instroom van zoete kwel uit de duinrand in het watersysteem van de polder onvoldoende zal zijn om een verhoogd peil te hanteren. Toch zal het vasthouden van zoetwater gunstig zijn, ook in een droog verlopend voorjaar, om het uitzakken van grondwater te vertragen.

3.2 Bodemopbouw

In de rapportage van de haalbaarheidsfase (M. Pleijter, J. Kannekens, T. Mous, 2023) is de ruimtelijke variatie in bodemopbouw uitvoerig besproken. Aanvullend is in de uitvoeringsfase, bij het plaatsen van de peilbuizen in pilotgebied 4, de bodemopbouw bij de peilbuizen beschreven. Ondanks de relatief kleine afstand zijn er duidelijke verschillen zichtbaar in de bodemopbouw. Gebaseerd op de detailbodemkaart in het gebied (Landinrichting Schouwen-West, 1999) zijn met name kreekruggronden, met een homogeen zavelpakket, en poelgronden, met naast de lichtere zavel ook een zware klei tussenlaag en lokaal een dunne veenlaag, te verwachten. Bij BSGW05 komt onder de zavel op 150 cm-mv matig fijn zeezand voor (Figuur 3). Iets zuidelijker bevat de bodem, onder een lichte toplaag, aanmerkelijk zwaarder materiaal, met daaronder een veenlaag van 20-30cm dik (150-170cm-mv).



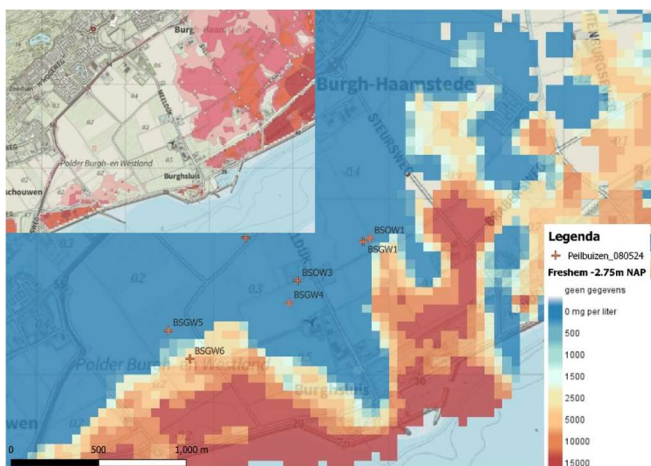
Figuur 3: Bodemopbouw bij de twee peilbuizen die voor pilot 4 zijn geplaatst.

3.3 Geleidbaarheidsmetingen

Het gebied kent grote variatie in zoete en zoute delen, deels komt dit door de sterke variatie in dikte van de zoetwaterlens die boven het zoute water uit de Oosterschelde ligt. Daarnaast wordt via een hoofdwatgang veelal brak/zout water aangevoerd het gebied in (Figuur 4). De variatie in dikte van de zoetwaterlens is duidelijk weergegeven in Figuur 5. Langs de Meeldijk is de zoetwaterlens aanmerkelijk dikker door de aanwezigheid van een kreekrug. De lager gelegen delen aan weerskanten van de kreekrug kennen een veel dunner zoetwaterlens, enkel regen gevoed. Hier is de invloed van zoute kwel veel duidelijker aanwezig. Een vergelijkbaar patroon is zichtbaar in de zoutmetingen (EC in mS/cm) die in 2023-2024 in het oppervlaktewater zijn uitgevoerd (Figuur 6).



Figuur 4: Hoogteprofiel in het projectgebied. Met name langs de westzijde van de Meeldijk is een duidelijke kreekrug met hogere ligging te zien. De rode lijn geeft de loop van de zoute vaart weer.



Figuur 5: Deze FRESHEM en zoute kwelgebiedenkaart (linksboven) geven respectievelijk het zoutgehalte op -2.75m+NAP en de aanwezigheid van zoute kweldruk weer. De weergave maakt duidelijk dat met name ter hoogte van de kreekrug langs de meeldijk (Figuur 4) de zoetwaterlens tot dicht bij de Oosterschelde nog relatief diep is. In de omliggende lageregelegen delen is op eenzelfde diepte het water al zout. Daarnaast ligt het maaiveld hier lager, het zoute water op -2.75m+NAP ligt daar dus nog dicht onder maaiveld.

De metingen (Figuur 6) in de grote vaart (uitgevoerd in het voorjaar 2023) geven aan dat de vaart behoorlijk zout is (EC: >>5mS/cm). Ook de watergangen die hier direct aan gekoppeld zijn bevatten vaak zout water. Dit is het geval met name ten oosten van de Steursweg en bij de Westerseweg te zien. Sloten die afwateren op de zoute vaart zijn met name vlak bij de monding zout door instroom van de zoute vaart, zeker als zomerpeil (hoger peil) is ingesteld in de vaart. Naast instroom is ook de zoute kwel duidelijk zichtbaar. (Kavel)sloten die in zuidelijke richting naar de Oosterschelde stromen laten vaak een diffuus patroon zien waarbij het zoutgehalte in zuidelijke richting langzaam oploopt. Voorbeelden waar dit zichtbaar is zijn de kavelsloot te midden van het grasland ten westen van de Meeldijk en de kavelsloot tussen de akkers ten westen van de Steursweg.



Figuur 6: De EC-metingen (geleidbaarheid, mS/cm) die in 2023 en 2024 in het projectgebied zijn uitgevoerd zijn weergegeven in dit figuur. De metingen zijn onderverdeeld in vier seizoenen, daarnaast is onderscheid gemaakt tussen de metingen die in 2023 (cirkels) en 2024 (driehoeken) zijn gedaan. De metingen die in dit figuur zijn weergegeven zijn allemaal ondiep in de watergang uitgevoerd (<20cm onder slootpeil).

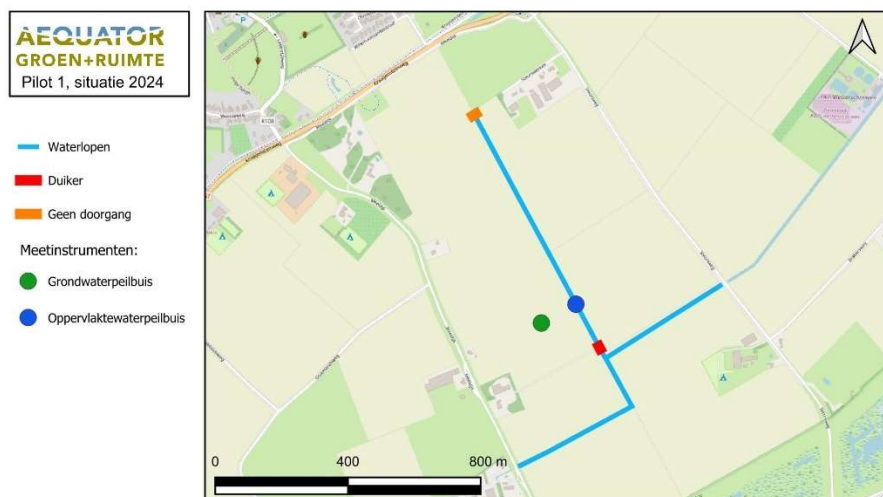
3.4 Pilotresultaten

3.4.1 Pilot 1

In 2023 is pilot 1 opgezet met de onderstaande doelen:

- Meten of en tot wanneer peilopzet mogelijk is met enkel de aanvoer van neerslag en drainwater in de kavelsloot door het plaatsen van een boerenstuw.
- Meten wat het zoutgehalte in de kavelsloot na plaatsing van de stuw. Is de aanvoer van zout water enkel via instroom vanuit de zoute vaart of is er ook zoute kwel?

Door de natte omstandigheden in 2024 is er door de agrariër voor gekozen de stuw niet te herplaatsen (deze was na het groeiseizoen 2023 verwijderd). Dit maakt dat in 2024 de pilot er uitziet zoals in Figuur 7 is geschetst. Vanwege het oogsten is de grondwaterpeilbuis eind groeiseizoen in beide meetjaren verwijderd. Hierdoor zijn er geen metingen van een volledig jaar aanwezig. In 2023 is gemeten van eind april t/m begin september. In 2024 van eind maart tot begin september.

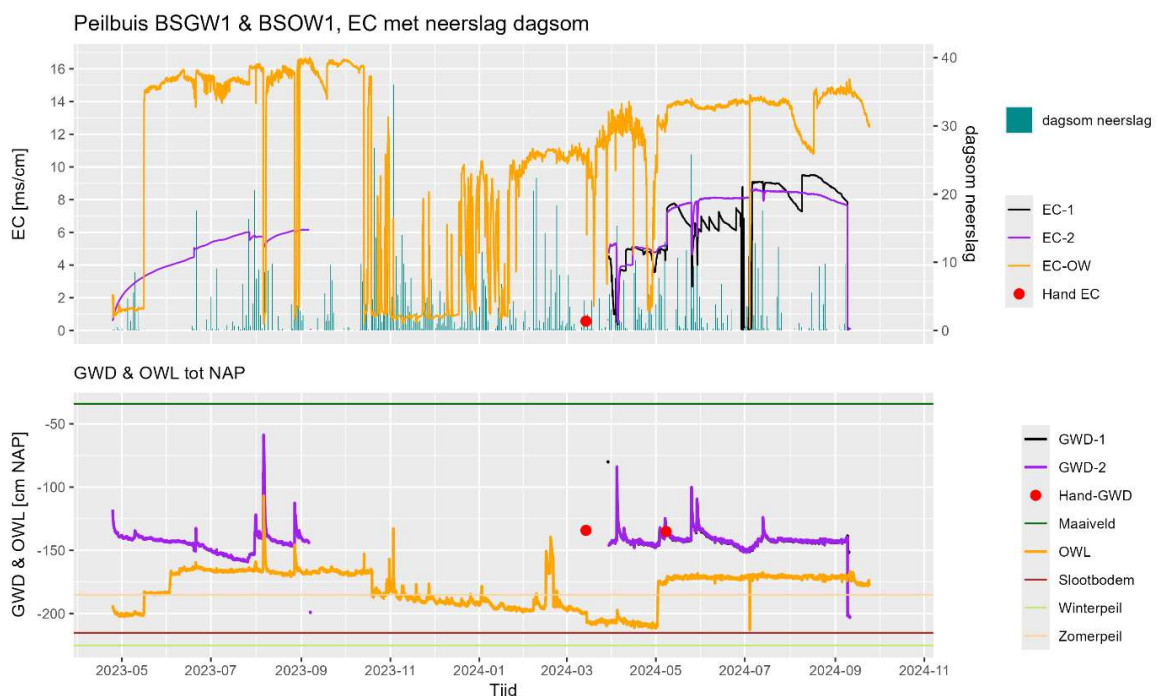


Figuur 7: Schematische weergave van pilotgebied 1. In 2024 heeft de oppervlaktewaterpeilbuis jaarrond gemeten en de grondwaterpeilbuis gedurende het groeiseizoen. Er zijn geen maatregelen getroffen.

Hieronder zijn de bevindingen binnen de pilot aan de hand van de peilbuisgegevens (Figuur 8) puntsgewijs weergegeven:

- In de wintermaanden (2023-2024) is een daling in oppervlaktewaterpeil (OWL) te zien na het hanteren van het winterpeil in de aangrenzende zoute vaart. Met het hanteren van zomerpeil stijgt ook het peil in de sloot weer. De grondwaterspiegeldiepte (GWD) en oppervlaktewaterpeil (OWL) blijft ook in 2024, zonder stuw, constant gedurende het gehele groeiseizoen (GWD rond 110cm-mv/-145cm+NAP & OWL -170cm+NAP).
- De EC-waarden (zoutgehalte) laten, met name in de kavelsloot, veel variatie zien. In het oppervlaktewater is een sterke reactie op neerslag zichtbaar. In de wintermaanden zakt het zoutgehalte hier vaak uit tot onder de 1.0 mS/cm (zoet). In het groeiseizoen stijgt de EC sterk tot waarden van 14-16 mS/cm (zout en schadelijk voor gewassen). Op het moment dat in de vaart, benedenstreams van de kavelsloot, het zomerpeil wordt ingesteld stijgt de EC-waarde extra. Dit insinueert **zoute instroom vanuit de vaart**. Handmetingen in het ondiepe deel van de kavelsloot geven, tijdens het groeiseizoen, waarden van 2-3mS/cm (brak, opbrengstderving bij veel gewassen). Dit grote verschil met de EC-waarden gemeten in de peilbuis (sensor op slootbodem) wijst erop dat er **duidelijke stratificatie van het zout met diepte** optreedt en dat mogelijk van onderaf zoute kwel de kavelsloot intreedt.

- In de grondwaterpeilbuis zijn twee sensoren geplaatst. Op 115cm-mv (EC-1) en op 165cm-mv (EC-2). Aangezien op beide dieptes de EC in het grondwater stijgt gedurende het groeiseizoen, tot waarden rond de $\sim 8\text{mS/cm}$ (zout, schadelijk voor gewassen), speelt niet alleen zoute instroom vanuit de vaart een rol maar treed ook zoute **kwel vanuit de Oosterschelde** een rol. Ook in een relatief nat jaar als 2024 stijgt de EC-waarde tot een schadelijk zoutgehalte. De gegevens laten zien dat de zoet-zout grens tijdens het groeiseizoen ondieper ligt dan 115cm-mv. Aangezien de grondwaterstand op eenzelfde moment uitzakt tot 110cm-mv spreken we van **een zoetwaterlens van maximaal enkele centimeters**, en dit in een nat jaar, de gewassen moeten het met name hebben van de neerslag die in de bovengrond vast kan worden gehouden. Met name in drogere perioden is het risico dat opname van grondwater in de wortelzone, via capillaire nalevering, zorgt voor zoutschade.
- Dat de stuw gedurende het gehele groeiseizoen in 2024 niet is herplaatst laat zien dat de maatregel enkel met aanhoudende, droge omstandigheden gewenst is. In een droge zomer zal peilopzet in de sloot echter moeilijk zijn omdat de kavelsloot alleen door regenwater en mogelijk brak/zout drainwater wordt gevoed. In nattere omstandigheden is juist goede ontwatering via de drains en naar de zoute vaart van belang. Mocht een stuw op de aangewezen locatie toch gewenst zijn dat is het advies om deze **regelbaar** te maken en om d.m.v. een duiker de sloot te verbinden met watergangen die zoet duinwater aanvoeren vanuit het noorden.
- Hoe oppervlaktewatersysteem nu is ingericht lijkt de stuw weinig effectief. Ook tijdens peilopzet met de stuw in 2023 zien we dat de **grondwaterstanden altijd boven OWL** zijn gebleven. (**Goed werkende**) **drainage is veel meer bepalend dan dat slootpeil** is voor de grondwaterstanden. Echter is dan we de kans dat het zoete grondwater juist wordt afgevoerd. Een regelbaar systeem dat dieper zout water afvoert en de zoetwaterlens behoudt is gewenst.



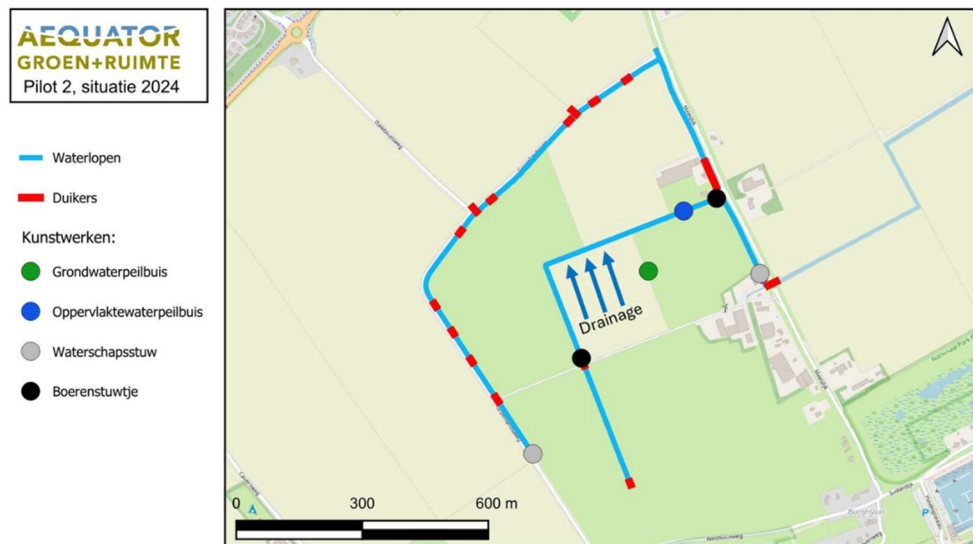
Figuur 8: Meetreeksen van EC (geleidbaarheid = indicatie zoutgehalte) en waterpeil van grondwaterpeilbuis BSGW01 en oppervlaktewaterpeilbuis BSOW01. EC-1 geeft het zoutgehalte in BSGW01 op 115cm-mv, EC-2 op 165cm-mv. EC-OW geeft het zoutgehalte rond slootbodem bij BSOW01. De rode stippen geven de waarden van uitgevoerde handmetingen. GWD is de grondwaterspiegeldiepte (voor beide sensoren GWD-1 en GWD-2 is dit gelijk) en OWL geeft het oppervlaktewaterpeil.

3.4.2 Pilot 2

Deze pilot is opgezet met onderstaande doelen:

- Peilopzet in de kavelsloot en zoetwaterinfiltratie door peil gestuurde drainage.
- Zoet-zoutscheiding door de stuw langs het kavelpad.

In het voorjaar van 2024 is een tweede stuwkje in de kavelsloot geplaatst, op het kaartje (Figuur 9) ten zuidwesten van de grondwaterpeilbuis aangegeven. Kort na plaatsing is een opening in de stuw gemaakt onder drainhoogte om ontwatering te bevorderen vanwege de natte omstandigheden.



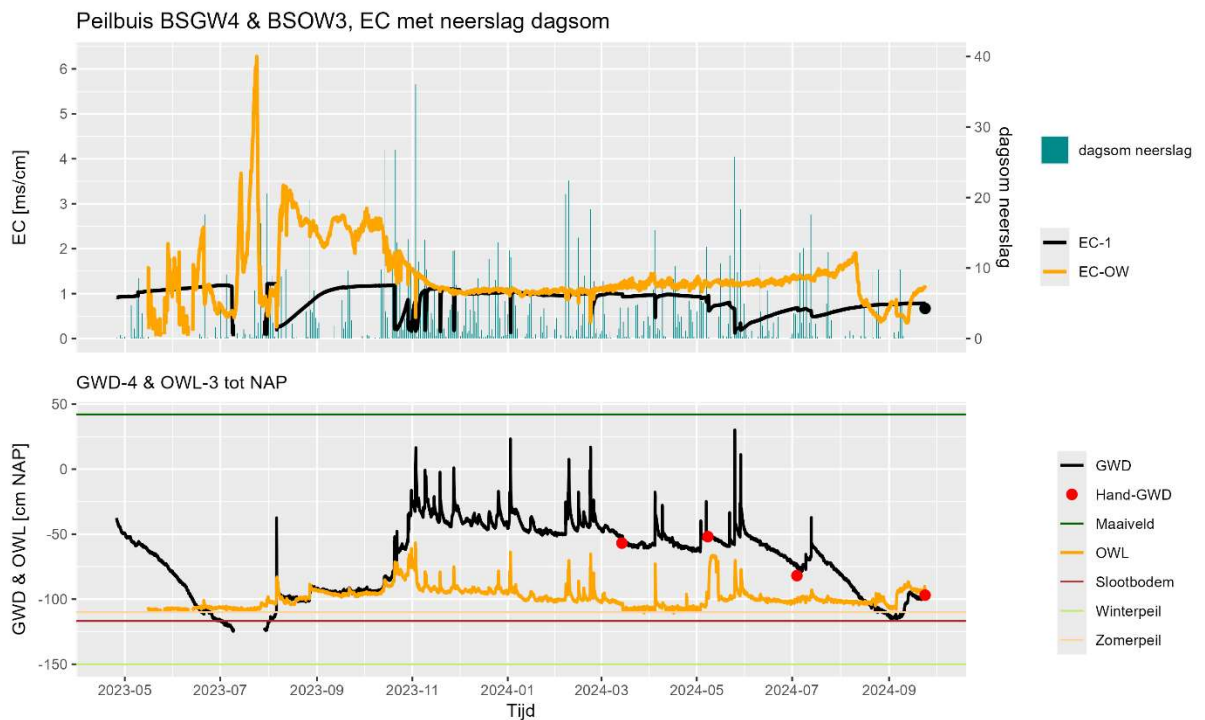
Figuur 9: Schematische weergave van pilotgebied 2. In 2024 hebben beide peilbuizen jaarrond gemeten. Aanvullend op het boerenstuwje langs de Meeldijk is eind maart 2024 ook het stuwje langs het kavelpad geplaatst. Daarnaast zijn, grenzend aan de percelen, ook twee waterschap stuwen aanwezig.

Hieronder zijn de bevindingen binnen de pilot aan de hand van de peilbuisgegevens (Figuur 10) puntsgewijs weergegeven:

- Gedurende de wintermaanden en ook bij een nat voorjaar ligt de grondwaterspiegeldiepte hoger dan het aangrenzende slootpeil. Bij voldoende aanvoer (neerslag) is de grondwaterspiegeldiepte dus voornamelijk drain gestuurd. Gezien de snelle afname in grondwaterspiegeldiepte na een bui lijken de **drains goed te functioneren**. Bij veel verdamping en weinig neerslag, met name zichtbaar tussen mei en juli 2023, **daalt de grondwaterspiegeldiepte snel** (60-70cm in 2 maanden). In dergelijke perioden is peilopzet d.m.v. stuwen en extra aanvoer via pompen gewenst. Zo kunnen peilen in de percelen zo lang mogelijk hoog worden gehouden waardoor de drainagebasis hoger ligt en er minder wegzijging optreedt. Het oppervlaktewaterpeil lijkt jaarrond redelijk constant. Het gaat dus niet op het op peil houden van de sloot in droge perioden maar om het **hanteren van een algeheel hoger slootpeil**. Om een beter beeld te krijgen van de effectiviteit van de stuwen en het pompsysteem moet de grondwaterspiegeldiepte bij hoger slootpeil in een droge periode worden gemeten. Dit is binnen de huidige meetreeks niet gebeurd.
- In de kavelsloot is de EC in heel 2024 nagenoeg zoet. Einde groeiseizoen is een lichte stijging tot 2mS/cm te zien, dit kan voor sommige gewassen al ongewenst zijn bij gebruik als beregeningswater. Het grondwater is echter zoeter dan het oppervlaktewater. Grondwater dat via capillaire nalevering in de wortelzone terecht komt zal hier geen zoutschade veroorzaken. Deze meetlocatie ligt ongeveer even ver van de Oosterschelde als de meetpunten BSOW1 en BSGW1. Toch is hier de **zoetwaterlens dikker**. Dit komt omdat de Meeldijk en de

aangrenzende percelen zich op een ietwat hoger gelegen kreekrug begeven (Figuur 4) waarin meer zoetwater wordt opgevangen en minder zoute kwel omhoogkomt (Figuur 5). Zoute kwel speelt hier in ieder geval binnen ~185cm-mv geen rol (sensorhoogte t.o.v. maaiveld). Met name bij natte omstandigheden (GWD ~110cm) is de zoetwaterlens minimaal 70cm dik. Eind groeiseizoen zakt de GWD uit tot 155cm, ook dan is er dus nog een zoetwaterlens aanwezig van minstens 30cm.

- Handmetingen laten in het oppervlaktewater bovenstrooms van de duiker onder het kavelpad, na plaatsing van de stuw, EC-waarden van 3-4mS/cm zien (brak tot zout). Hier treedt er dus wel **kwel van zoutwater** op. Het deel van de sloot net bovenstrooms van de stuw bevindt zich ook náást de kreekrug en daarmee lager dan het maaiveld rond de peilbuizen (Figuur 4). Ook op de FRESHEM kaart is te zien dat het zoute water zich hier al ondieper bevindt (Figuur 5). Dat er zoute kwel aanwezig is neemt risico's voor de grondwaterkwaliteit met zich mee als bij peilopzet in de sloot infiltratie via de drains optreedt. Hier dient de agrariër rekening mee te houden. **Aanvullende EC-metingen** in de sloot, bij peilopzet, zijn gewenst.



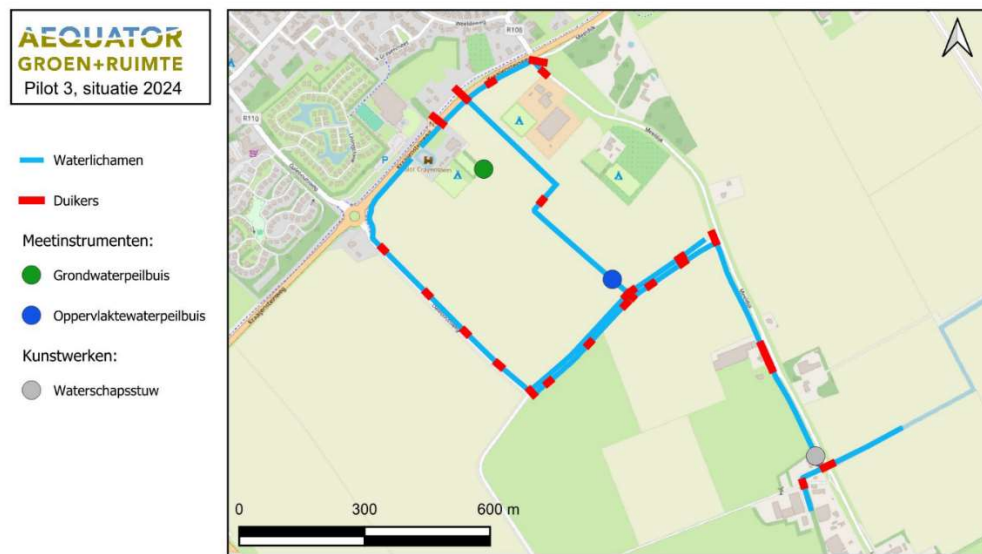
Figuur 10: Meetreeksen van EC (geleidbaarheid = indicatie zoutgehalte) en waterpeil van grondwaterpeilbuis BSGW04 en oppervlaktewaterpeilbuis BSOW03. EC-1 geeft het zoutgehalte in BSGW04 op 185cm-mv. EC-OW geeft het zoutgehalte rond slootbodembodem bij BSOW03. De rode stippen geven de waarden van uitgevoerde handmetingen. GWD is de grondwaterspiegeldiepte en OWL geeft het oppervlaktewaterpeil.

3.4.3 Pilot 3

Deze pilot is opgezet met onderstaande doelen:

- Het opzetten van het zomerpeil op zo meer zoet duinwater op te vangen en in het groeiseizoen te benutten.

Aangezien plaatsing van een stuw net benedenstrooms van de oppervlaktewaterpeilbuis BSGW02 (Figuur 11) niet mogelijk was, wordt het peil in de sloot enkel gestuurd door de waterschap stuw langs de Meeldijk (KST456). Deze is vanaf juli 2024 met 10cm opgezet.

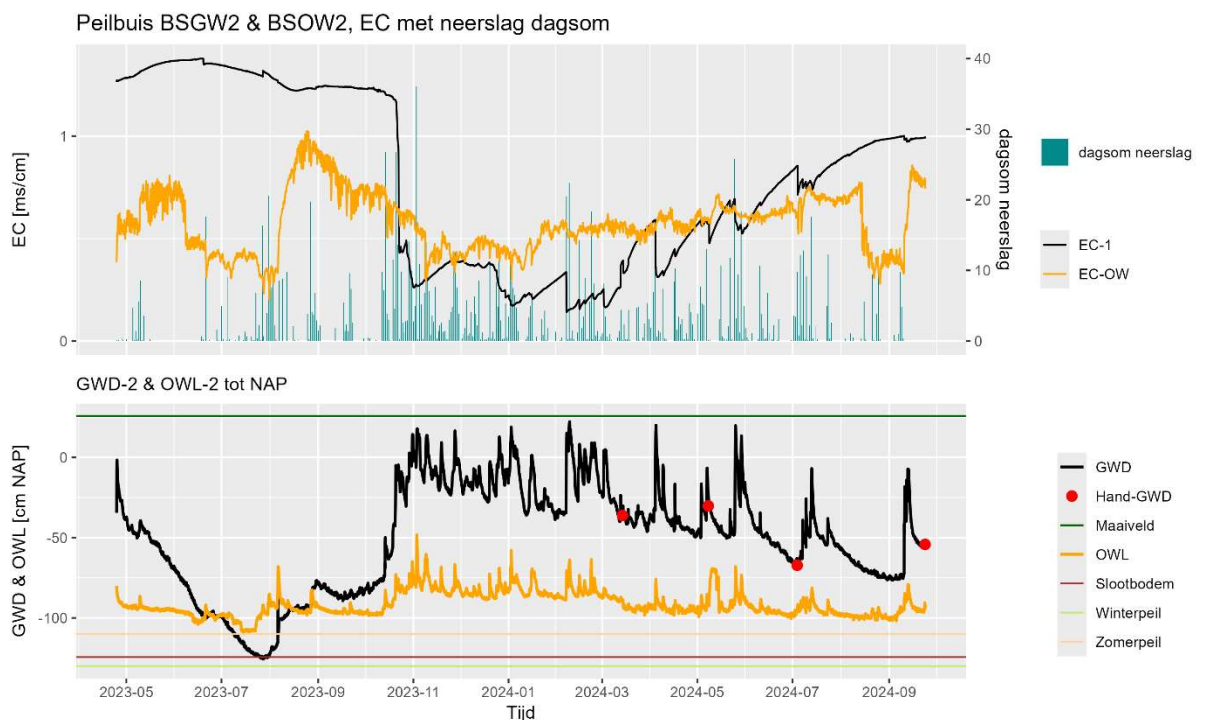


Figuur 11: Schematische weergave van pilotgebied 3. In 2024 hebben beide peilbuizen jaarrond gemeten. Peilbuis BSGW03, die eind maart 2024 is verwijderd, is niet weergegeven. Binnen deze pilot zijn geen stuwen geplaatst. Enkel de waterschap stuw langs de Meeldijk beïnvloedt de peilen in de sloot binnen het pilotgebied (sloot waar de oppervlaktewaterpeilbuis in is geplaatst).

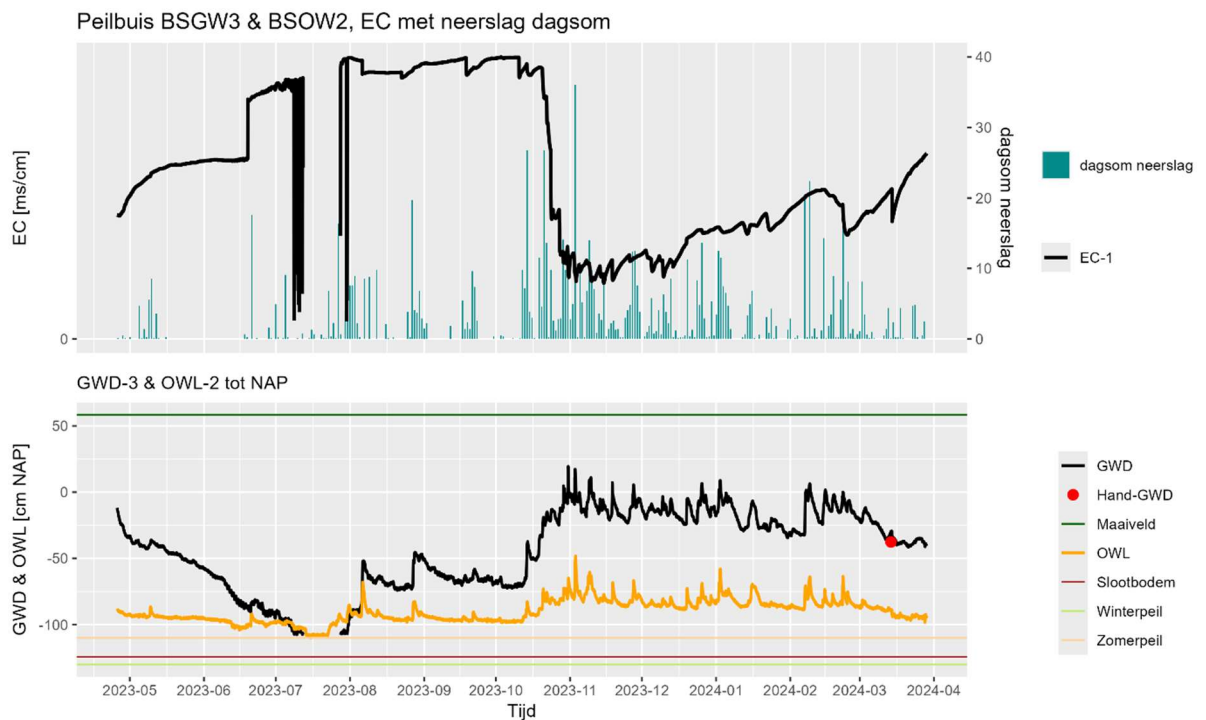
Hieronder zijn de bevindingen binnen de pilot aan de hand van de peilbuisgegevens (Figuur 12 & Figuur 13) puntsgewijs weergegeven:

- Vanwege mogelijke risico's op wateroverlast in Burgh-Haamstede, als gevolg van het plaatsen van een stuw in de primaire watergang in dit pilotgebied, is door waterschap Scheldestromen besloten van de plaatsing van de stuw af te zien. Het oppervlaktewater in de watergang kan hierdoor enkel opgestuwd worden door de waterschap stuw langs de Meeldijk (KST456, grijze punt in Figuur 11). Aangezien er nauwelijks hoogteverschil is tussen de sloot bij de oppervlaktewaterpeilbuis en de sloot bij KST456 **kan opzet van de stuw merkbaar zijn in het pilotgebied**. De duiker benedenstrooms van BSOW02 ligt namelijk op -1.47m+NAP en de kruinhoogte van de stuw kan worden versteld tussen -1.58m+NAP en -0.07m+NAP. Peilopzet van stuw KST456 met 10cm in juli-24 is echter **niet terug te zien in de meetreeks**.
- De grondwaterspiegeldiepte staat gedurende het gehele meetjaar 2024 boven oppervlaktewaterpeil. Daardoor treedt wegzijging op en is **met name drainage bepalend** voor de grondwaterspiegeldiepte. De drainage laat in delen van dit pilotgebied te wensen over. Hierdoor staat de grondwaterspiegeldiepte bij natte omstandigheden soms maar 20-30cm-mv. Eind 2023 is bij droge omstandigheden wel te zien dat de **grondwaterstanden uitzakken met +/-50cm in twee maanden** (tot onder zomerpeil). Door bij drogere omstandigheden, dan in 2024 voorkwamen, en met een hoger zomerpeil (bij KST456) de grondwaterspiegeldiepte te meten kan inzichtelijk worden gemaakt welk **effect deze peilverhoging heeft om de snelheid waarmee de grondwaterspiegeldiepte uitzakt**.

- Dit pilotgebied bevindt zich relatief dicht bij de duinen en bevat daarmee een dikke zoetwaterbel. Gebaseerd op de FRESHEM wordt hier een **zoetwaterbel van +/-40m diep** verwacht. Daarmee speelt intrusie van zoutwater geen rol. De EC-metingen van de peilbuizen bevestigen dit. Ook in droge perioden blijft de EC rond de 1mS/cm en is daarmee zoet. De variatie en stijging in EC-waarden die wel zichtbaar is kan, gekoppeld aan neerslag en daarmee af- en uitspoeling ook worden gerelateerd aan nutriënten. In verhouding met zout is het effect van nutriënten op de geleidbaarheid veel kleiner maar ook nutriënten kunnen de geleidbaarheid toe laten nemen. Denk hierbij aan tientallen tot enkele honderden micro Siemens per cm ($\sim 0.01\text{mS/m}$ - 0.1mS/cm).



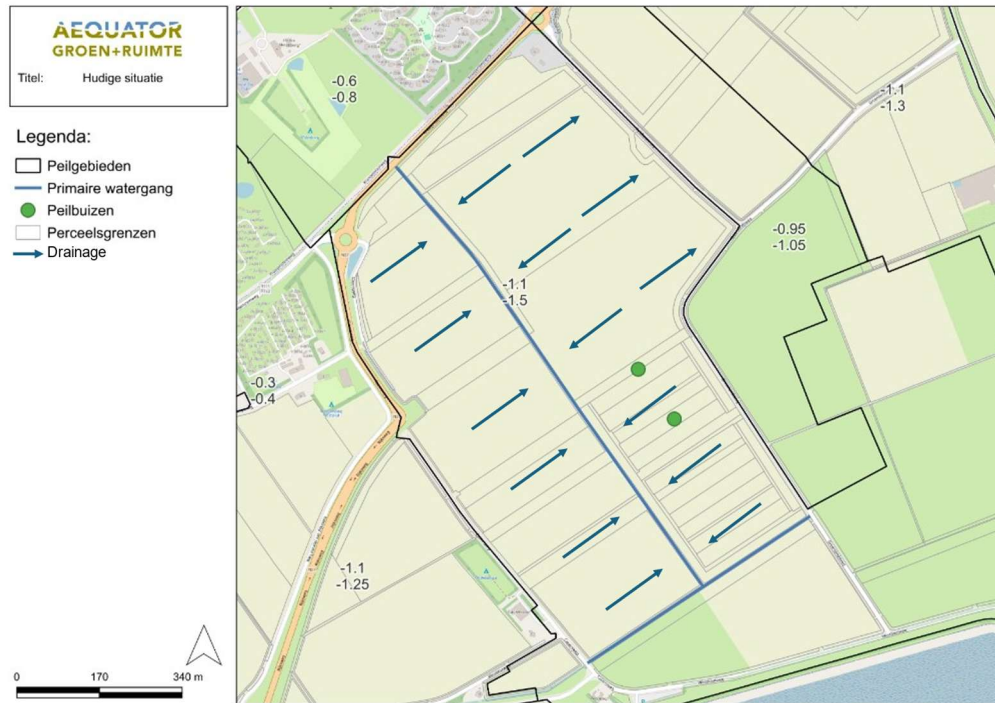
Figuur 12: Meetreeksen van EC (geleidbaarheid = indicatie zoutgehalte) en waterpeil van grondwaterpeilbuis BSGW02 en oppervlaktewaterpeilbuis BSOW02. EC-1 geeft het zoutgehalte in BSGW02 op 184cm-mv. EC-OW geeft het zoutgehalte rond slootbodem bij BSOW02. De rode stippen geven de waarden van uitgevoerde handmetingen. GWD is de grondwaterspiegeldiepte en OWL geeft het oppervlaktewaterpeil.



Figuur 13: Meetreeksen van EC (geleidbaarheid = indicatie zoutgehalte) en waterpeil van grondwaterpeilbuis BSGW03 en oppervlaktewaterpeilbuis BSOW02. EC-1 geeft het zoutgehalte in BSGW03 op 185cm-mv. EC-OW geeft het zoutgehalte rond slootbodern bij BSOW02. De rode stip geeft een waarde van uitgevoerde handmeting. GWD is de grondwaterspiegeldiepte en OWL geeft het oppervlaktewaterpeil. Peilbuis BSGW03 is eind maart 2024 verwijderd.

3.4.4 Pilot 4

Binnen de uitvoeringsfase van Fieldlab Burghsluis is een 4^e pilot uitgewerkt, het doel en de opzet van deze pilot is uitvoerig uitgelegd in de losstaande rapportage 'Pilotplan 4'. In



Figuur 14: Projectgebied van pilot 4 met een gedeelte van de gewenste maatregelen. Met de groene punten is de locatie gegeven van twee peilbuizen die op 8 mei 2024 zijn geplaatst.

Hieronder zijn de bevindingen binnen de pilot aan de hand van de peilbuisgegevens (Figuur 15 & Figuur 16) puntsgewijs weergegeven:

- De peilbuizen zijn geplaatst om de stratificatie van het zout en daarmee de diepte van de zoetwaterbel in dit pilotgebied in kaart te brengen. Gebaseerd op de FRESHM kaart zijn de peilbuizen geplaatst rondom het grensgebied waar de zoetwaterbel van diep (invloed vanuit de duinen) naar ondiep (enkel regen gevoed) gaat. Door op verschillende dieptes een sensor te hangen, die naast waterpeil ook EC-metingen uitvoert, is de variatie in zoutgehalte over diepte gemeten. In Figuur 15 en Figuur 16 is aangegeven op welke diepte de sensoren hangen.
- De grondwaterspiegeldiepte komt tussen beide peilbuizen redelijk overeen. Daarnaast laten beide eenzelfde patroon zien. Wel wordt uit de metingen zichtbaar dat het grondwater bij BSGW06 meer stijging in grondwater laat zien bij eenzelfde bui. Dit kan ofwel te maken hebben met de bodemopbouw, ofwel met een verschil in kwaliteit van het drainagesysteem. De bodem bij BSGW06 bevat zwaardere zavel en een storende veenlaag (Figuur 3) waardoor de doorlatendheid minder is en daarmee ook de ontwateringstoestand minder kan zijn. Als het drainagesysteem niet optimaal functioneert rondom BSGW06 dan kan overtollig water minder snel worden afgevoerd.
- De EC-metingen in beide peilbuizen laten zien dat zoute kwel hier een sterke invloed heeft. Zowel bij BSGW06 als de peilbuis dicht bij de duinrand (BSGW05) worden EC-waarden van boven de 15mS/cm (zeer zout) gemeten.
- Bij BSGW05 is over diepte relatief weinig verschil te zien. Enkel na een periode met veel neerslag in een korte tijd (verzadiging bodem?), waar ook een piek in grondwaterspiegeldiepte te zien is, is variatie zichtbaar. Op 195cm-mv blijft het grondwater zout, daarboven (<180cm-

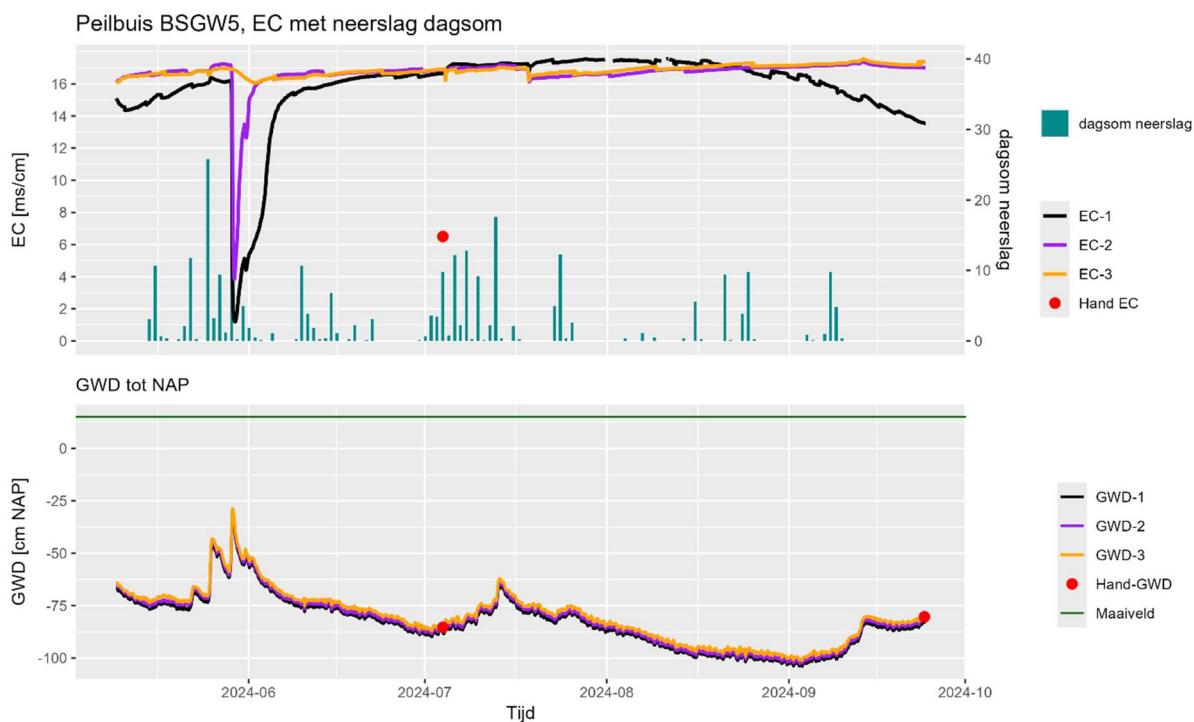
mv) wordt het grondwater voor een korte periode zoet. Nog ondieper (<130cm-mv) is de periode van verzoeting langer. Naast dit piekmoment is het grondwater, i.i.g. op 130cm-mv en dieper, zout.

- Bij BSGW06 is meer variatie in diepte te zien. Op 205cm-mv is het grondwater gedurende de gehele meetperiode zout. Na de natte periode eind mei '24 is een langzame daling te zien van 22mS/cm naar 6mS/cm (beide zout) waarna de EC weer stijgt gedurende de rest van het groeiseizoen. Op 155cm-mv reageert de EC veel directer op neerslag. Daarnaast is de EC in een overgroot deel van de tijd, gek genoeg, zouter dan bij de diepere sensor. Dit kan te maken hebben met de bodemopbouw. De middelste sensor hangt precies te hoogte van de veenlaag in het profiel (Figuur 3), aangezien deze laag deels uit grof onvervaard materiaal bestaat is de doorlatendheid van deze laag groter dan bij de zavel boven en onder de veenlaag. Het kan zijn dat hierdoor zout water via verticale voorkeursstroming toetreedt. Op 105cm-mv is juist stijging in EC te zien, dit lijkt onlogisch maar kan, bij neerslag, te maken hebben met toestroom de peilbuis in waardoor de stratificatie van het water tijdelijk omkeert. Na de neerslag herstelt de stratificatie van zout zich met diepte. Daarnaast lijkt de bovenste sensor een deel van de tijd droog te vallen. Opvallend is wel dat, juist wanneer de grondwaterspiegeldiepte het laagst is, de sensor wel metingen laat zien. Dit is tot dusver nog niet verklaard.
- Aangezien een handmeting op 100cm-mv, in peilbuis BSGW05, een stuk minder zout uitviel dan de EC van de bovenste sensor (130cm-mv), is op beide peilbuislocaties, op een aantal dieptes een validerende boorgatmeting uitgevoerd (Tabel 2). Met name bij BSGW05 vallen de metingen minder zout uit dan de sensoren aangeven. Dit kan te maken hebben met vermenging van ondiep zoeter water met diep zout water bij instroom het boorgat. Echter is wel een aantal uur gewacht met meten om stratificatie mogelijk te maken. Ondanks de verschillen tussen de EC-metingen in de boorgaten en de EC-metingen van de sensoren wijzen alle metingen erop dat het grondwater op beide locaties zout is.

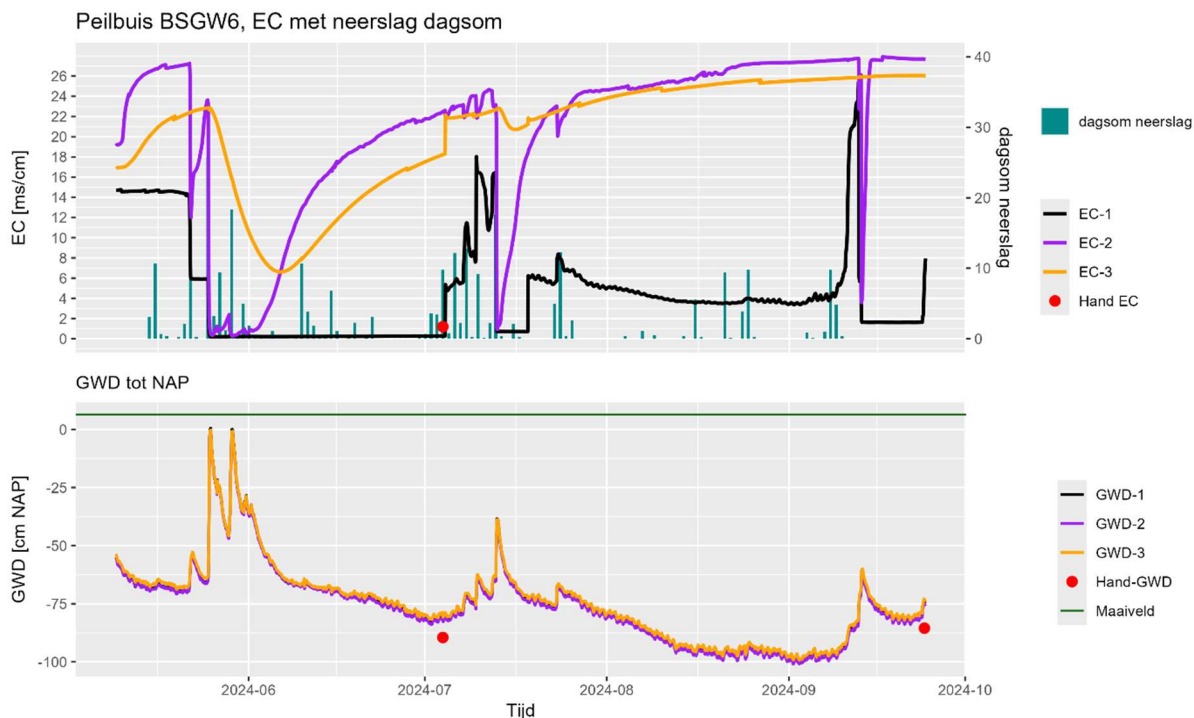
Tabel 2: Handmeting van EC om variërende diepte bij peilbuislocaties BSGW05 en BSGW06. De metingen zijn uitgevoerd in boorgaten op 24 september 2024. Voor elke meting is een ander boorgat gemaakt.

Locatie	Diepte (cm)	EC (mS/cm)
BSGW05	100	nvt
	120	5.9
	150	6.36
	200	6.58
BSGW06	100	1.95
	120	5.01
	150	12.44
	200	17.31

- Aanbeveling voor toekomstige meting is om de sensoren die op verschillende dieptes hangen elk in een eigen peilbuis te plaatsen. Op deze manier kan ook worden gevarieerd in de diepte van de peilbuisfilter. Door de drie sensoren in eenzelfde peilbuis te hangen kan het water dat op grotere diepte de peilbuis instroomt vermengen met ondieper grondwater waardoor de stratificatie wordt verstoord. Door elke sensor in een andere peilbuis met verschil in diepte te plaatsen treedt enkel het grondwater tot de diepte waarop de peilbuis is geplaatst toe en is het verschil in zoutgehalte over diepte duidelijker in beeld te brengen.
- Op beide peilbuislocaties is het grondwater tot dicht onder maaiveld zout. Vanwege de kweldruk die hier optreedt wordt aangeraden op de stuw dicht naar de duinrand te plaatsen. Zo wordt zoute kwel zo min mogelijk bovenstrooms van de stuw gevangen. Om de zoetwaterbel in de percelen rondom de peilbuizen en ten zuiden daarvan te vergroten wordt ontziltingsdrainage (zie: 'notitie drainage') geadviseerd.



Figuur 15: Meetreeksen van EC (geleidbaarheid = indicatie zoutgehalte) en waterpeil van grondwaterpeilbuis BSGW05. EC-1 geeft het zoutgehalte in BSGW05 op 130cm-mv, EC-2 op 180cm-mv en EC-3 op 195cm-mv. De rode stippen geven de waarden van uitgevoerde handmetingen. GWD is de grondwaterspiegeldiepte (voor alle sensoren gelijk).



Figuur 16: Meetreeksen van EC (geleidbaarheid = indicatie zoutgehalte) en waterpeil van grondwaterpeilbuis BSGW06. EC-1 geeft het zoutgehalte in BSGW06 op 105cm-mv, EC-2 op 155cm-mv en EC-3 op 205cm-mv. De rode stippen geven de waarden van uitgevoerde handmetingen. GWD is de grondwaterspiegeldiepte (voor alle sensoren gelijk).