A network diagram consisting of various sized circles (nodes) connected by thin lines (edges). The nodes are arranged in a non-uniform pattern across the page, with some larger nodes and some smaller ones. The lines connect the nodes, creating a web-like structure. The background is a solid blue color.

KWR 2021.068 | Juni 2021

# Haalbaarheid van zoetwaterberging in twee natuurgebieden in Zeeland

Toetsingskader en quickscans Inlagen  
Noord-Beveland en Zwaakse Weel



# Haalbaarheid van zoetwaterberging in twee natuurgebieden in Zeeland

## Toetsingskader en quickscans Inlagen Noord-Beveland en Zwaakse Weel

KWR 2021.068 | Juni 2021

### Opdrachtnummer

403808

### Projectmanager

Dr. Edu Dorland

### Opdrachtgever

Provincie Zeeland

### Auteurs

Drs. Camiel Aggenbach, Dr.ir. Henk Krajenbrink

### Kwaliteitsborger

Dr. Klaasjan Raat, gedelegeerd door Dr.ir. Ruud Bartholomeus

### Verzonden naar

Dit rapport is openbaar.

Werkwijzen, rekenmodellen, en door KWR gedane voorstellen en ideeën die in het onderzoeksresultaat zijn opgenomen, zijn en blijven het eigendom van KWR. Ook alle rechten die voortvloeien uit intellectuele- en industriële eigendom, alsmede de auteursrechten, blijven bij KWR berusten en derhalve eigendom van KWR.

### Keywords

zoetwaterberging, natuur, landbouw, irrigatie, zeeland

Jaar van publicatie  
2021

Meer informatie  
Dr.ir. Henk Krajenbrink  
T +31 30 606 9647  
E Henk.Krajenbrink@kwrwater.nl

PO Box 1072  
3430 BB Nieuwegein  
The Netherlands

T +31 (0)30 60 69 511  
E info@kwrwater.nl  
I www.kwrwater.nl

**KWR**

Juni 2021 ©

Alle rechten voorbehouden aan KWR. Niets uit deze uitgave mag - zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van KWR - worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of enig andere manier.



## Samenvatting

In het kader van de uitwerking van het Zeeuws Deltaplan Zoet Water (ZDZW) heeft provincie Zeeland de vraag gesteld of extra zoet water kan worden geborgen in natuurgebieden om dit in droge perioden te gebruiken als zoetwatervoorziening voor de landbouw. Een belangrijke randvoorwaarde daarbij is dat dergelijke waterberging de natuurwaarden in deze gebieden niet aantast.

Door KWR is een toetsingskader opgesteld met een overzicht (figuur 1) van de belangrijkste aandachtspunten voor de haalbaarheid van zoetwateropslag in natuurgebieden. Belangrijke aandachtspunten betreffen waterbalans, waterpeildynamiek in het natuurgebied, waterkwaliteit van het water dat in het natuurgebied wordt opgeslagen, waterkwaliteit voor landbouw, randvoorwaarden van ecologie/natuurwaarden, en monitoring en beheer van waterberging.

Aan de hand van dit toetsingskader zijn quickscans uitgevoerd voor twee gebieden om de haalbaarheid van zoetwaterberging te evalueren op basis van bestaande informatie en gegevens. De gebieden zijn de inlagen 's-Gravenhoek en Oesterput (onderdeel van de inlagen Noord-Beveland), en het natuurgebied Zwaakse Weel (Zuid-Beveland). Voor de inlagen 's-Gravenhoek en Oesterput worden potenties van waterberging gering geacht, omdat er weinig overeenkomst is in de periode van vraag en aanbod van water ('s-Gravenhoek), er technische aandachtspunten bestaan bij het opzetten van het waterpeil (Oesterput), en de aanvoerroute van zoetwater uit de polder waarschijnlijk lang is. Op basis van deze aspecten lijkt de economische haalbaarheid gering. Daarnaast worden beide inlagen geheel door regenwater gevoed. Beleidsmatig is er terughoudendheid om in zulke systemen polderwater te bergen dat is vervuild met nutriënten en gewasbeschermingsmiddelen.

Het gebied Zwaakse Weel heeft potentie voor de berging van zoet water en de levering van irrigatiewater in het vroege voorjaar en de nazomer. Het water dat wordt geborgen in de Zwaakse Weel zal vermoedelijk in de chloride-range van matig tolerante gewassen vallen en daarmee geschikt zijn voor een brede range van gewassen. Aanpassing van de waterhuishouding voor waterberging is mogelijk met relatief geringe ingrepen (omleiding van de afvoer van polderwater, aanpassen van de stuwen) en heeft geringe nadelige neveneffecten als gevolg van vernatting. De waterberging kan worden gekoppeld aan een sterke verbetering van het oppervlaktewaterpeil in het gebied voor de natuur zelf (win-winsituatie). Belangrijke kanttekening is dat de potenties nader moeten worden onderzocht in een vervolgstudie waarin ook uiteenlopende perioden van droogte worden geanalyseerd. Tevens dienen onzekerheden te worden weggenomen in de mogelijkheden voor het bergen van neerslagpieken in de zomer en de invloed van lokale grondwateronttrekkingen op de grond- en oppervlaktewaterstand in het natuurgebied. In een integrale hydrologische vervolgstudie kunnen deze aspecten nader worden uitgezocht.

De variabele uitkomst van de twee quickscans maakt duidelijk dat mogelijkheden voor waterberging in natuur gebiedsspecifiek moeten worden beoordeeld en dat uitvoering van zulke waterbergingsplannen in natuurgebieden maatwerk vergt. Belangrijk is om te beseffen dat de uitkomsten voor de twee gebieden zijn gebaseerd op quickscan-analyses. Het potentiële gunstige perspectief voor Zwaakse Weel zal met een meer gedetailleerde studie beter moeten worden gekwantificeerd om de haalbaarheid goed te kunnen beoordelen. Op basis van zo'n vervolgstudie kan vervolgens worden besloten om de Zwaakse Weel te gaan gebruiken als waterbergingsgebied t.b.v. irrigatie van landbouwpercelen. Quickscan-analyses met het opgestelde toetsingskader als leidraad kunnen ook worden ingezet om de mogelijkheden voor zoetwaterberging in natuur voor andere Zeeuwse natuurgebieden te verkennen.

# Inhoud

<b>Samenvatting</b>	<b>3</b>
<b>Inhoud</b>	<b>4</b>
<b>1 Inleiding</b>	<b>5</b>
1.1 Waterberging in natuurgebied	5
1.2 Aanpak en leeswijzer	6
<b>2 Toetsingskader</b>	<b>7</b>
<b>3 Quickscans</b>	<b>12</b>
3.1 Inleiding	12
3.2 Inlagen 's-Gravenhoek en Oesterput, Noord-Beveland	12
3.2.1 Gebiedsbeschrijving	12
3.2.2 Hydrologie	13
3.2.3 Randvoorwaarden streefpeil voor natuur	14
3.2.4 Benodigde wateraanvoer en potentiële hoeveelheid water voor irrigatie	15
3.2.5 Waterkwaliteit	16
3.2.6 Irrigatiebehoefte en randvoorwaarden landbouw	18
3.2.7 Lacunes en onzekerheden	19
3.2.8 Perspectief	19
3.3 Natuurgebied Zwaakse Weel, Zuid-Beveland	20
3.3.1 Gebiedsbeschrijving	20
3.3.2 Hydrologie	21
3.3.3 Randvoorwaarde oppervlaktewaterpeil voor natuur	22
3.3.4 Benodigde wateraanvoer van polderwater en potentiële levering van irrigatiewater	24
3.3.5 Gevoeligheidsanalyse streefpeilregime	27
3.3.6 Waterkwaliteit	29
3.3.7 Maatregelen voor het realiseren van een aangepast peilregime	31
3.3.8 Lacunes en onzekerheden	32
3.3.9 Perspectief	34
3.4 Aanbevelingen voor beheer en monitoring	35
<b>4 Conclusies</b>	<b>36</b>
<b>5 Aanbevelingen</b>	<b>38</b>
<b>6 Bronvermelding</b>	<b>39</b>

# 1 Inleiding

## 1.1 Waterberging in natuurgebied

De provincie Zeeland is bezig met het opstellen van het Zeeuws Deltaplan Zoet Water (ZDZW). Dit plan beoogt de zoetwatersituatie in Zeeland actief te verbeteren en kent grofweg twee sporen: zuiniger omgaan met zoet water en het vergroten van de zoetwaterbeschikbaarheid. Voor dit laatste spoor is de provincie geïnteresseerd in de mogelijkheden van opslag van zoet water in natuurgebieden. Dit water, vastgehouden in een natte periode, zou in droge tijden kunnen worden gebruikt voor landbouwwatervoorziening en tegelijkertijd verdroging in de natuurgebieden kunnen tegengaan. De provincie wil antwoord op de hoofdvraag “Kan extra zoet water worden geborgen in natuurgebieden om dit in droge perioden te gebruiken als zoetwatervoorziening voor de landbouw zonder de natuurwaarden aan te tasten?” Daarbij worden verschillende deelvragen onderscheiden:

- Hoe verhouden vraag en aanbod van zoet water zich in de tijd tot elkaar? Is er zoet water over in de natuurgebieden op het moment dat de landbouw water nodig heeft?
- Hoe kan een natuurgebied extra zoet water ontvangen (naast regenwater)? Welke bronnen van zoet water zijn beschikbaar?
- Welke waterhuishoudkundige ingrepen zijn nodig, in de gebieden zelf en in de omgeving?
- Kan overtollig water uit het agrarisch gebied worden geborgen in de natuurgebieden zonder nadelige gevolgen voor de natuur, en hoe zijn mogelijke nadelige effecten voor natuur te voorkomen?
- Welke natuurwinst is te behalen met berging van zoet water?
- Is het zoete water van voldoende kwaliteit en ook bruikbaar voor de landbouw?

De provincie heeft de wens om bovenstaande vragen uit te werken in enkele voorbeeldgebieden om de mogelijkheden en beperkingen in kaart te brengen. Daarbij gelden de volgende randvoorwaarden: 1) opslag van zoetwater in natuurgebieden is alleen mogelijk als de aanwezige natuurwaarden niet worden aangetast, en 2) de waterkwaliteit van het te bergen water is geschikt voor de aanwezige natuur.

Om vast te stellen of waterberging een reële optie is voor tijdelijke berging van zoetwater voor landbouwdoeleinden, moet een scala aan aandachtspunten worden beschouwd: de dynamiek van watervraag en -aanbod, de benodigde waterhuishoudkundige ingrepen, effecten op het waterpeilregime in natuurgebieden, effecten op de waterkwaliteit in natuurgebieden (o.a. aanvoer van nutriënten en pesticiden), diverse ecologische effecten, en geschiktheid van het geborgen water voor agrarisch gebruik. Dit betekent dat een afweging op gebiedsniveau maatwerk vereist. Tegelijkertijd is het zinvol om een conceptueel toetsingskader te ontwikkelen dat het proces beschrijft en een checklist geeft voor de aandachtspunten om de haalbaarheid van berging van zoet water natuurgebied te toetsen. Zo'n toetsingskader biedt voor de betrokken stakeholders helderheid over de procesgang bij lokale uitwerkingen en maakt duidelijk welke aanvullende gegevens en analyse nodig zijn voor een definitieve beoordeling.

## 1.2 Aanpak en leeswijzer

Als eerste stap hebben we een conceptueel toetsingskader uitgewerkt met een helder overzicht van de belangrijkste aandachtspunten voor de haalbaarheid van zoetwateropslag in natuurgebieden. De aandachtspunten betreffen waterbalans, waterpeildynamiek in het natuurgebied, waterkwaliteit in het natuurgebied, waterkwaliteit voor landbouw en ecologie/natuurwaarden. Het doorlopen van het toetsingskader geeft een indicatie van het perspectief voor zoetwateropslag in het gebied in kwestie. Tevens biedt het een overzicht van de resterende onzekerheden om de haalbaarheid voldoende te onderbouwen, en van de benodigde gegevens om de haalbaarheid voldoende te kunnen duiden en de randvoorwaarden voor natuur te kunnen toetsen. Het toetsingskader wordt weergegeven en beknopt toegelicht in Hoofdstuk 2.

Het opgestelde toetsingskader is vervolgens gebruikt om voor twee natuurgebieden in Zeeland een quickscan op te stellen van de haalbaarheid van zoetwaterberging voor landbouwwatervoorziening. Het betreft de volgende gebieden:

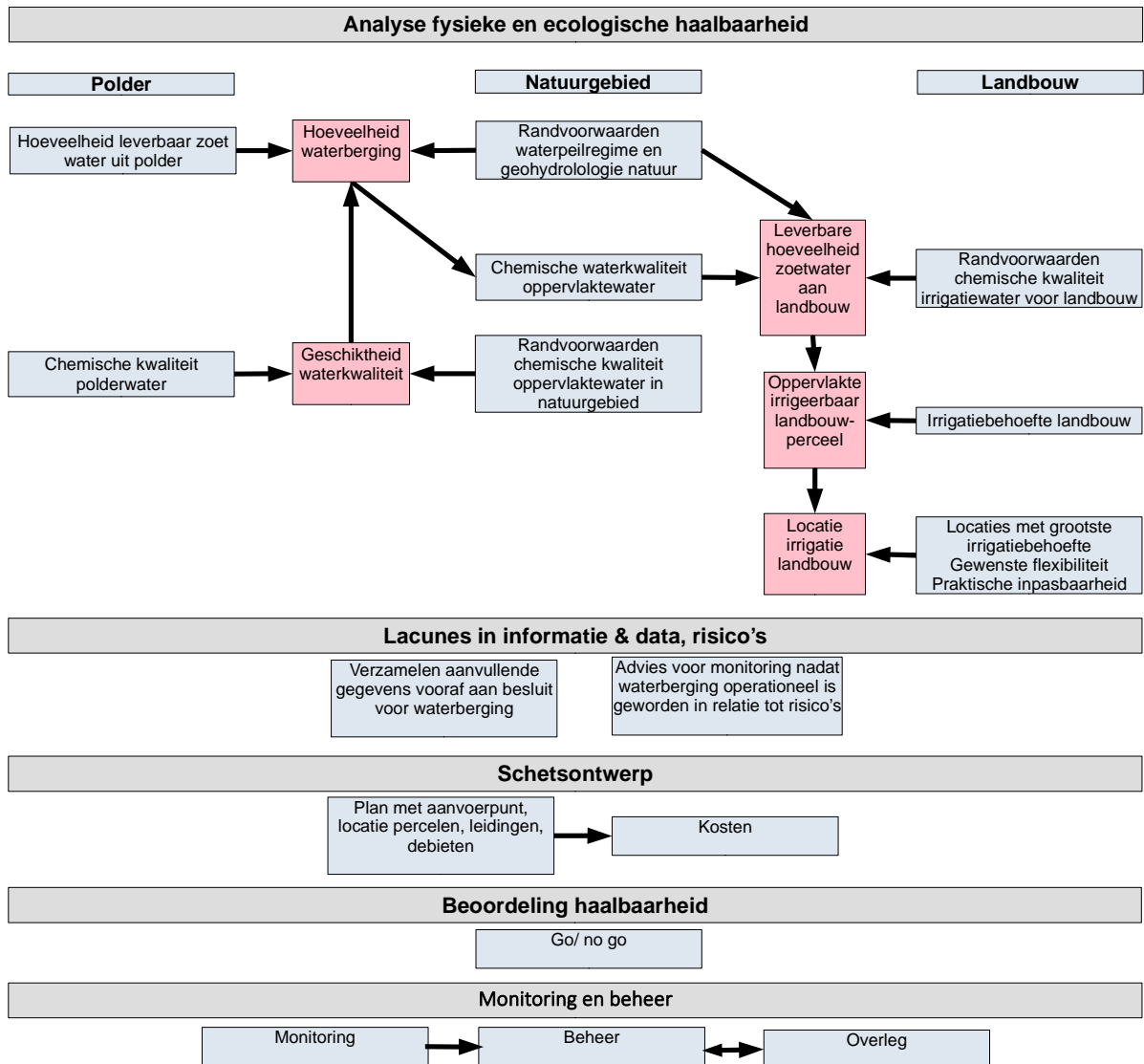
- 1) Inlagen 's-Gravenhoek en Oesterput, Noord-Beveland;
- 2) Zwaakse Weel, Zuid-Beveland.

De quickscans geven per gebied een indicatie van de haalbaarheid van zoetwateropslag, de bestaande onzekerheden en de aanvullend benodigde gegevens voor besluitvorming. Naast een bureaustudie naar de beschikbare gegevens bij beherende instanties, hebben we samen met terreinbeheerders aan beide gebieden een veldbezoek afgelegd om reeds opgedane informatie in het veld te toetsen en aan te scherpen. De resultaten van de quickscans worden besproken in Hoofdstuk 3.



## 2 Toetsingskader

Het conceptuele toetsingskader voor de berging zoet water in natuurgebieden ten behoeve van irrigatie van landbouwpercelen is weergegeven in Figuur 1. Verschillende onderdelen uit dit schema zullen hieronder nader worden toegelicht.



Figuur 1 Conceptueel toetsingskader voor de berging van zoet water in natuurgebieden ten behoeve van landbouwdoeleinden.

Het onderstaande geeft een beschrijving van de stappen die doorlopen worden in het toetsingskader.

## Hydrologie en waterpeilregime natuur

Een van de belangrijkste randvoorwaarden voor zoetwaterberging in natuurgebieden is de huidige hydrologie van het gebied en specifiek het gewenste of vereiste peilregime voor de aanwezige natuur. Ten aanzien van de hydrologie is het belangrijk om te weten hoe het natuurgebied zich verhoudt tot de omgeving: vindt er aan- en afvoer plaats of ligt het gebied geïsoleerd in de omgeving zonder aanvoer van oppervlaktewater of ontvangt het juist oppervlaktewater van elders, treedt kwel op of wegzijging, is toestroming van grondwater van belang voor het handhaven van zoete of juist brakke condities, hoe verhouden de peilen zich met de omgeving, etc. Het vereiste peilregime voor de natuur wordt sterk bepaald door de natuurdoeltypen van het gebied en de hoogteligging van de belangrijkste natuurtypen. Daarnaast kan de aanwezigheid van specifieke fauna, zoals vogelsoorten die op de grond broeden, van belang zijn voor waterstanden in het voorjaar.

Bij het opstellen van een gewenst/vereist peilregime is het een goed idee om bepaalde peilen op verschillende momenten in het jaar vast te stellen. Denk hierbij aan het hoogste en laagste peil, of het peil op verschillende momenten in het voorjaar. Tevens kunnen gedurende het voorjaar en voorzomer grenswaarden voor waterpeil worden gesteld om te waarborgen dat het waterpeil niet te snel kan dalen. Door het peilregime door het jaar heen te bepalen is het ook mogelijk om inzicht te krijgen in wanneer in het jaar er een wateroverschot- en tekort is voor het natuurgebied.

## Leverbaar zoet water uit poldersloten om te bergen in natuur

Om extra zoet water op te slaan in een natuurgebied zal doorgaans oppervlaktewater van elders moeten worden aangevoerd. Hiervoor kan in eerste instantie worden gedacht aan de nabije omgeving, doorgaans landbouwgebied in polders. Het vaststellen van de exacte hoeveelheid leverbaar water is niet eenvoudig en vereist soms een modelmatige aanpak, waarbij factoren als bodemopbouw, kwel/wegzijging en drainagesysteem een rol spelen. Een snelle inschatting kan al worden gemaakt door bijvoorbeeld te kijken naar het neerslagoverschot in (delen van) het jaar, de aanwezigheid van sloten of drainage, en het areaal landbouwgrond in de omgeving dat in potentie geschikt is om het neerslagoverschot op te vangen. Wat betreft het neerslagoverschot kan daarbij zowel naar een gemiddeld als een droog of nat jaar worden gekeken. Met behulp van metingen van het Elektrisch Geleidingsvermogen (EGV) in sloten en de dikte van neerslaglenzen op basis van FRESHM<sup>1</sup>-kaarten kunnen polderdelen met (relatief) zoet water worden gelokaliseerd.

## Leverbaar zoet water uit natuurgebied voor irrigatie in landbouw

Het streefpeilregime en de inschatting van de aan te voeren hoeveelheid zoet oppervlaktewater uit de omgeving worden gecombineerd om een inschatting te maken van de hoeveelheid zoet water die in potentie kan worden geleverd door het natuurgebied aan de landbouw. Hierbij volstaat vaak een waterbalansberekening om per maand het leverbaar volume (in tijden van overschot), dan wel het aan te voeren volume (in tijden van tekort) te berekenen. Bij de berekening van het leverbaar volume wordt rekening gehouden met neerslag, verdamping, wegzijging/kwel en reliëf. De leverbare hoeveelheden kunnen worden berekend voor een gemiddeld meteorologisch jaar, en bijvoorbeeld voor een extreem droog jaar en extreem nat jaar. De nadruk voor het leverbaar volume ligt hierbij op het groeiseizoen (april-augustus), aangezien de landbouwwatervraag zich in deze periode zal concentreren. Voor de hoeveelheid aan te voeren zoet water zal met name het natte seizoen (late najaar-winter) van belang zijn, hoewel ook piekbuien in de zomer een bron van water kunnen vormen.

De uitkomst van deze stappen rondom waterkwantiteit geven vaak al een goede eerste indicatie of het natuurgebied in kwestie in potentie geschikt is voor waterberging en irrigatiewater kan leveren op een voor de landbouw geschikt moment. Indien bijvoorbeeld het streefpeil vereist dat het waterpeil tot ver in het voorjaar hoog is, zal dit de mogelijkheden voor waterlevering aan de landbouw sterk belemmeren.

---

<sup>1</sup> <https://kaarten.zeeland.nl/map/freshem#>

### Randvoorwaarden chemische kwaliteit oppervlaktewater in natuurgebied

Naast de hoeveelheid water is de waterkwaliteit een belangrijk aspect in het toetsen van de geschiktheid van een natuurgebied voor waterberging. De eerste randvoorwaarde is dat de chemische waterkwaliteit van het natuurgebied niet verslechtert als gevolg van de aanvoer van oppervlaktewater uit polders. Daarvoor is het belangrijk om van verschillende kwaliteitsparameters gegevens te hebben van zowel het natuurgebied als het omliggende gebied waaruit water zou kunnen worden aangevoerd. Een eerste stap is vaak een vuistregel voor het Elektrisch Geleidingsvermogen (EGV, in mS/cm), een maat voor het zoutgehalte van het water. Daarnaast kunnen randvoorwaarden worden gesteld aan stoffen als chloride (Cl), stikstof (N-totaal), fosfor (P-totaal), ammonium (NH<sub>4</sub>) en sulfaat (SO<sub>4</sub>). Andere componenten om te beschouwen, vooral ten aanzien van de kwaliteit van aan te voeren polderwater, zijn gehalten aan gewasbeschermingsmiddelen en hun afbraakproducten. Elke randvoorwaarde wordt gebaseerd op het meest kritische natuurtype in een natuurgebied. De uitkomst van deze stap in het toetsingskader is een inschatting van de geschiktheid van het polderwater voor berging in het natuurgebied. Als dit water niet geschikt is, zal het natuurgebied doorgaans afvallen als potentiële locatie voor waterberging.

### Randvoorwaarden chemische kwaliteit irrigatiewater voor landbouw

Een tweede randvoorwaarde ten aanzien van waterkwaliteit zijn de eisen die de landbouw stelt aan het beoogde irrigatiewater. De belangrijkste parameter is doorgaans het zoutgehalte (EGV of Cl-concentratie), maar afhankelijk van de teelt kunnen ook andere stoffen van belang zijn. Om in te schatten wat de concentraties/waarden van bepaalde parameters in het te leveren irrigatiewater zullen zijn, dient men rekening te houden met de menging van water uit het natuurgebied en aan te voeren polderwater, waarbij ook neerslag en verdamping een rol spelen. In Tabel 1 wordt een overzicht gegeven van de vereisten voor de chlorideconcentratie van irrigatiewater voor gewassen die veel in Zeeland worden geteeld (info ZLTO).

Tabel 1 Gevoeligheid van landbouwgewassen voor de chlorideconcentratie van irrigatiewater (aangeleverd door ZLTO).

Klasse	Bovengrens chlorideconcentratie (mg/L)	Gewas
Gevoelig	300	Winterpeen; aardbeien; sla; ijsbergsla; stambonen; was- en bospeen; fruitgewassen; lelie en gladiool
Matig gevoelig	600	Zaaiuien; snijmaïs; aardappel; bloemkool; tuinbonen; tulp
Matig tolerant	1200	Wintertarwe, witlof; sluitkool; prei; laan- en parkbomen
Tolerant	2400	Grasland; suikerbiet

### Irrigatiebehoefte landbouw

De potentie van berging van zoet water in natuurgebieden ten behoeve van irrigatie is verder afhankelijk van de irrigatiebehoefte van landbouwpercelen in de omgeving. Deze irrigatiebehoefte wat betreft hoeveelheid en moment in het jaar wordt sterk bepaald door het soort teelt. Zo hebben bepaalde fijnzadige gewassen (o.a. zaai-ui) in geval van droogte vooral behoefte aan een of meerdere watergiften in het vroege voorjaar in verband met de

kieming. Andere gewassen hebben mogelijk later in het groeiseizoen ook water nodig, waarbij het weer een belangrijke factor is. Af en toe, wanneer het najaar extreem droog is, zorgt irrigatie dat het mogelijk is om aardappels te oogsten uit de sterk uitgedroogde grond. Omdat teelten wisselen en het optreden van droogte ook van jaar tot jaar wisselt is het niet mogelijk om te werken met een exacte irrigatiebehoefte. Voor verkennende analyses kan echter volstaan worden door uit te gaan van een gemiddelde irrigatiebehoefte van bijvoorbeeld 30 mm per maand gedurende april-augustus.

### **Oppervlakte en locatie van te irrigeren landbouwpercelen**

Als de hoeveelheid te leveren zoet water en de waterkwaliteit geschikt lijken, kan op basis van de hoeveelheid leverbaar zoet water uit het natuurgebied en de irrigatiebehoefte voor landbouw worden bepaald hoe groot de oppervlakte te irrigeren landbouwpercelen is. Dit is doorgaans een pragmatische uitkomst die volgt uit de tijdafhankelijke leverbaarheid van water uit het natuurgebied. Daarbij kan het handig zijn om uit te gaan verschillende meteorologische omstandigheden, bijvoorbeeld een gemiddeld meteorologisch jaar, een extreem droog jaar en een extreem nat jaar.

Op basis van de irrigeerbare oppervlakte kunnen percelen worden geselecteerd voor irrigatie. Dit kan worden gebaseerd op:

- locatie van de grootste behoefte aan irrigatie;
- de behoefte aan flexibiliteit van te irrigeren locaties; het type gewas is vaak voor afzonderlijke percelen in de tijd variabel en niet overal wordt in een jaar hetzelfde gewas geteeld; de percelen met irrigatiebehoefte zal daarom dynamisch in de tijd zijn;
- praktische inpasbaarheid waarbij afstand en passages voor de transportleiding van infrastructuur een rol kunnen spelen.

### **Lacunes informatie en risico's**

Elke processtap kan te maken hebben met gebrek aan informatie of metingen. Dit leidt ertoe dat een stap niet kan worden uitgevoerd of een (kwantitatieve) onderbouwing onzeker is. In deze stap van het toetsingskader worden lacunes vastgesteld en wordt bepaald hoe die lacunes kunnen worden verholpen. Indien nieuwe metingen nodig zijn, wordt bepaald welke metingen dat zijn en hoe lang gemeten dient te worden.

Het is ook mogelijk dat er risico's bestaan die op basis van de analyse met de bestaande informatie niet goed kunnen worden ingeschat, bijvoorbeeld rondom waterkwaliteit. Hierbij moet worden uitgezocht of 1) die risico's met de te verzamelen gegevens te beoordelen zijn voorafgaand aan de inrichting, 2) met monitoring het optreden van zulke risico's in de gaten kan worden gehouden nadat de waterberging is gerealiseerd.

### **Bevindingen haalbaarheid**

Aan het eind van het toetsingskader wordt de haalbaarheid van het plan geëvalueerd, op basis van randvoorwaarden voor natuur (waterpeil en waterkwaliteit), landbouw (waterkwaliteit), de beschikbaarheid van zoet polderwater voor berging, en de levercapaciteit van irrigatiewater uit het natuurgebied. Hieruit volgt de beslissing of het gebied potentie heeft voor zoetwaterberging of niet, en zo ja, welke vervolgstappen nodig zijn. De evaluatie is uitsluitend gebaseerd op de fysische en ecologische mogelijkheden, en is nadrukkelijk geen economische/financiële afweging. Uiteraard is een kosten-batenanalyse belangrijk bij de keuze om een besluit te nemen.

### **Uitwerking plan**

In geval van fysieke en ecologische haalbaarheid kan een ontwerpschets worden uitgewerkt op basis van:

- locatie van inname van polderwater;
- locaties van te irrigeren percelen;
- uitwerken hoe flexibiliteit van de te irrigeren percelen in ruimte en tijd kan worden gerealiseerd. Een deel van het transport van irrigatiewater zou met tijdelijke leidingen vanaf vaste aansluitpunten naar percelen kunnen plaatsvinden. Daarmee is het mogelijk om jaarlijks te wisselen in welke percelen irrigéert worden.

Het plan geeft ook informatie over:

- debiet, transportlengte en oppomphoogte voor inname;
- debiet, transportlengte en hoogteverschil tussen natuurgebied en polder voor irrigatie landbouwpercelen.

Dit levert de informatie op voor calculatie en ontwerp van de benodigde inrichtingsmaatregelen. Het maken van een ontwerpschets is geen onderdeel van de quickscans in dit rapport.

## 3 Quickscans

### 3.1 Inleiding

In samenspraak met Provincie Zeeland zijn twee natuurgebieden geselecteerd waarvoor een quickscan is uitgevoerd naar de haalbaarheid van waterberging voor landbouwwatervoorziening. Het betreft 1) de inlagen 's-Gravenhoek en Oesterput op Noord-Beveland, en 2) De Zwaakse Weel op Zuid-Beveland. Aan de hand van het toetsingskader uit Hoofdstuk 2 wordt per gebied gekeken naar de randvoorwaarden ten aanzien van waterkwantiteit (streefpeilregime, hoeveelheid leverbaar zoet water), waterkwaliteit (polderwater, natuurgebied) en de behoeften en randvoorwaarden voor de landbouw (o.a. kwantiteit en kwaliteit). De gegevens zijn verzameld via terreinbeheerders Het Zeeuwse Landschap (voor inlagen Noord-Beveland, 's-Gravenhoek en Oesterput Hoog) en Natuurmonumenten (Zwaakse Weel), Provincie Zeeland, aangevuld met een veldbezoek aan beide casusgebieden op 27 mei 2021.



Figuur 2 Ligging van Inlaag 's-Gravenhoek en Inlaag Oesterput.

### 3.2 Inlagen 's-Gravenhoek en Oesterput, Noord-Beveland

#### 3.2.1 Gebiedsbeschrijving

Aan de noordkust van Noord-Beveland, aan de Oosterschelde, liggen een serie natuurgebieden die als één gebied worden beheerd door Het Zeeuwse Landschap. Het gebied bestaat uit een aantal inlagen, die zijn ontstaan doordat in het verleden achter de zeedijk een secundaire dijk (inlaagdijk) is aangelegd om te anticiperen op het wegzakken van de primaire dijk (dijkval). De inlaagdijk werd doorgaans aangelegd met grond uit de inlaag (Aben, 2009; Het Zeeuwse Landschap<sup>2</sup>). De ligging van de inlagen 's-Gravenhoek en Oesterput Hoog is opgenomen in Figuur 2. Beide inlagen zijn gevormd bij de aanleg van de inlaagdijk aan het eind van de 19<sup>e</sup> eeuw. Na een dijkval in 1933 kwam Inlaag 's-Gravenhoek weer in verbinding met de Oosterschelde te staan, tot in 1980 in het kader van de deltawerken de zeedijk weer is doorgetrokken en 's-Gravenhoek weer een echte inlaag werd. Beide inlagen zijn

<sup>2</sup> <https://www.hetzeeuwselandschap.nl/natuurgebieden/inlagen-noord-beveland>

geheel omdijkt en hebben geen afvoer van oppervlaktewater. De totale oppervlakte van de inlagen is ongeveer 24 ha. Beide inlagen bestaan hoofdzakelijk uit open, zoet water met aan de randen rietvelden en enige struikvegetatie. In 's-Gravenhoek zijn vier vogeleilanden aangelegd met zand en schelpen. Ook de Oesterput heeft een vogeleiland, maar dit betreft een vlot dat meebeweegt met fluctuatie van het waterpeil. In Inlaag 's-Gravenhoek is het open water nutriëntenrijk, vaak rijk aan fytoplankton. Ondergedoken waterplanten ontbreken hier. Het gebied kent vrij veel moeras dat voornamelijk bestaat uit soortenarm, zeer nat rietland dat niet gemaaid wordt. Hier en daar komen wilgenstruiken voor. Ontwikkeling van wilgen gaat hier langzaam. De Oesterput Hoog bestaat hoofdzakelijk uit ca. 2-3 m diep water, dat eveneens nutriëntenrijk is en geen waterplanten heeft. De oeverzones zijn hier veel steiler dan in de 's-Gravenhoek waardoor de zone met moeras (Riet, Kleine lisdodde) smal is.

### 3.2.2 Hydrologie

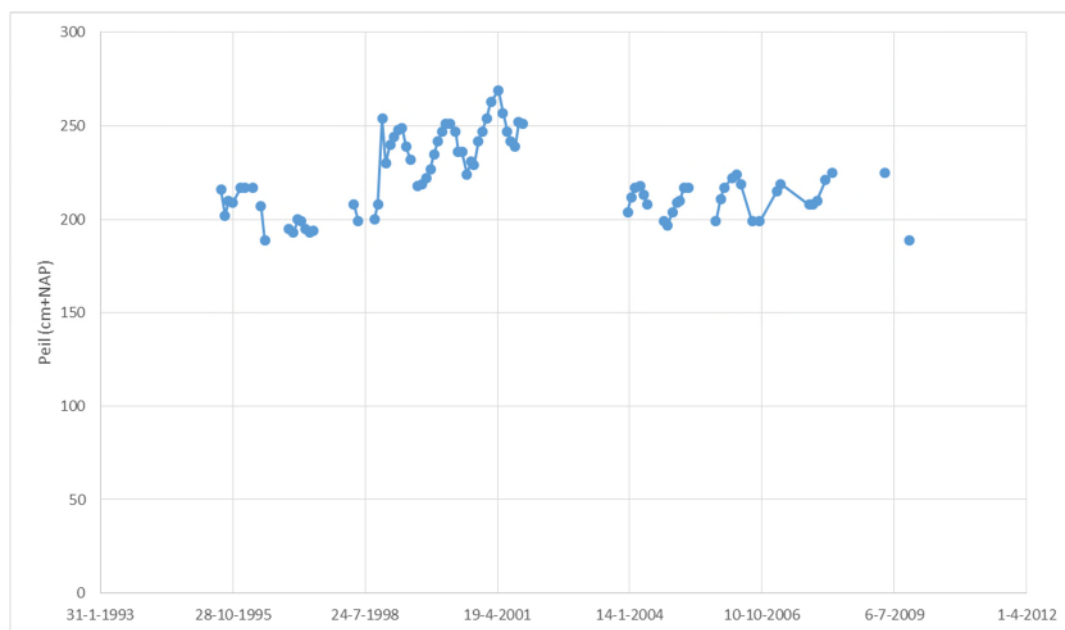
Beide inlagen zijn hydrologisch geïsoleerd van het oppervlaktewatersysteem in de omgeving; er vindt geen aan- of afvoer van oppervlaktewater plaats. Dit betekent dat beide inlagen alleen door regenwater worden gevoed. Het jaarlijkse neerslagoverschot van circa 120 mm (Tabel 2) zal wegens een waterstand in de inlagen die veel hoger is dan het gemiddelde zeeniveau wegzijgen. De diepte van de beide inlagen is niet goed bekend, hoewel in het veldbezoek is aangegeven dat de Oesterput waarschijnlijk vrij diep (minstens 2 m) is. In polders grenzend aan de inlagen treedt enige kwel op (0,1 – 0,5 mm/dag - Klimaateffectatlas<sup>3</sup>).

Over het waterpeil zijn geen recente gegevens beschikbaar. In Dinoloket zijn onregelmatige reeksen van waterpeilen beschikbaar voor Inlaag 's-Gravenhoek uit de periode 1995-2009, zie Figuur 3 en Aben (2009). Hieruit volgt dat het peil in die periode tussen de 1,9 en 2,7 m+NAP lag, met een jaarlijkse fluctuatie van 30-50 cm. Tussen 1995 en 2002 leek het waterpeil langzaam te stijgen, tot begin april 2002 een sterke daling optrad, veroorzaakt door het eenmalig actief afpompen van water (circa 45 cm) door het waterschap. In de periode 2004-2009 is de trend onduidelijk. Uit recente AHN-gegevens lijkt het huidige waterpeil in 's-Gravenhoek aanzienlijk lager te staan: de vogeleilandjes liggen op circa 1,55 m+NAP, terwijl tijdens het veldbezoek is vastgesteld dat de eilandjes enkele decimeters boven het wateroppervlak uitsteken. De huidige waterstand wordt zodoende ingeschat op circa 1,2 m+NAP.

Van Inlaag Oesterput zijn geen waterstandsgegevens bekend. Tijdens het veldbezoek leek het peil enkele decimeters hoger te staan dan in de 's-Gravenhoek (circa 1,5-1,6 m+NAP). De oorzaak van de schijnbare geleidelijke stijging van het waterpeil in de periode 1995-2002 en in mindere mate 2004-2007 in Inlaag 's-Gravenhoek is onduidelijk.

---

<sup>3</sup> www.klimaateffectatlas.nl



Figuur 3 Waterstandsmetingen (in cm t.o.v. NAP) in Inlaag 's-Gravenhoek tussen 1995 en 2009.

### 3.2.3 Randvoorwaarden streefpeil voor natuur

Volgens de gebiedsbeheerders zijn er enkele specifieke voorwaarden ten aanzien van het streefpeil voor de natuurgebieden. De inschatting is dat een jaarlijkse peilfluctuatie van enkele decimeters acceptabel is. Verder is de verwachting dat een peilopzet van 30 cm in Inlaag 's-Gravenhoek mogelijk is. Naar verwachting stromen de vogeleilandjes hierbij onder, maar dit is geen probleem mits de extra waterschijf vóór het broedseizoen (globaal medio maart) weer is afgevoerd en de eilanden de rest van het broedseizoen enkel decimeters boven water liggen. Overstroming van de eilandjes in de winter kan zelfs gunstig zijn, doordat hiermee het overgroeien met vegetatie kan worden tegengegaan. Momenteel moet de vegetatie regelmatig in het beheer worden verwijderd om de eilanden geschikt te houden voor grondbroeders als Kokmeeuw en Visdief. Een daling van de waterstand ten opzichte van de huidige situatie (meer dan 40 cm onder het niveau van de broedeilanden) wordt niet wenselijk geacht voor 's-Gravenhoek, omdat dit mogelijk de stabiliteit van de broedeilanden aantast. Ook zal dan de rietvegetatie te droog worden, waardoor struikgewas verder kan oprukken. Daarnaast is het voor een broedvogel als Bruine Kiekendief gunstig als tijdens het broedseizoen water in de rietvelden staat. Dit biedt dan bescherming tegen predatie door de vos. Als water op het maaiveld staat bouwt de Bruine kiekendief het nest enkele decimeters boven maaiveld.

Voor Inlaag Oesterput zal een peilopzet van enkele decimeters naar verwachting ook geen probleem opleveren voor het broedhabitat van Bruine Kiekendief. Broedvogels op het drijvende vogeleiland in deze inlaag zullen ook geen last hebben van peilverhoging omdat het zal meebewegen met het peil. De inschatting is dat ook een waterstandsval van enkele decimeters ten opzichte van de huidige situatie geen grote problemen oplevert, aangezien de Oesterput waarschijnlijk vrij diep is.

Er moeten worden aangetekend dat sterke waterstandsfluctuaties invloed kunnen hebben op de omringende dijken, met name bij de Oesterput. Tijdens het veldbezoek is vastgesteld dat de inlaagdijk relatief laag is. Daarnaast is de plas omgeven door houten beschoeiing. Sterke stijging of daling kan invloed hebben op de stabiliteit van de inlaagdijk en de beschoeiing (bijvoorbeeld snellere afbraak van het beschoeiingshout bij een laagpeil, golfslagwerking boven de beschoeiing bij een hoog peil). Dit vergt nader onderzoekwerk wanneer gekozen wordt voor waterberging in de Oesterput.



### 3.2.4 Benodigde wateraanvoer en potentiële hoeveelheid water voor irrigatie

Met behulp van bovenstaande randvoorwaarden ten aanzien van streefpeil is berekend hoeveel water zou kunnen worden geborgen in de inlagen. Voor 's-Gravenhoek (22 ha) is uitgegaan van een extra waterschijf van 30 cm, wat een volume van circa 65.000 m<sup>3</sup> betekent. In de Oesterput (2 ha) is uitgegaan van een peilopzet van 20 cm, gecombineerd met een daling van de waterstand van 30 cm. Dit betekent dat een waterschijf van 50 cm beschikbaar, een volume van 11.000 m<sup>3</sup>. Het totale volume potentieel beschikbaar water in beide inlagen komt hiermee op circa 76.000 m<sup>3</sup>. Uitgaande van een eenmalige gift van 30 mm in het vroege voorjaar zou hiermee een areaal van ongeveer 250 ha kunnen worden geïrrigeerd.

De extra waterschijf zou kunnen worden aangevoerd vanuit de omliggende polders, bijvoorbeeld door het jaarlijkse neerslagoverschot af te vangen en aan te voeren naar de inlagen. Op de locatie is het jaarlijkse neerslagoverschot van een gemiddeld jaar vastgesteld op basis van gegevens van KNMI-station Vlissingen van de afgelopen 30 jaar (1991-2020; klimaatperiode). In Tabel 2 zijn de gemiddelde maandelijkse sommen van neerslag en referentieverdamping en het daaruit volgende neerslagoverschot/-tekort opgenomen. In de maanden september tot en met maart treedt gemiddeld een neerslagoverschot op. Voor het berekenen van de hoeveelheid af te vangen polderwater wordt uitgegaan van de periode oktober tot en met februari, waarin het cumulatieve neerslagoverschot 260 mm bedraagt. Wanneer wordt aangenomen dat het volledige neerslagoverschot in deze maanden zou kunnen worden opgevangen en aangevoerd naar de inlagen, zou hiervoor een polderoppervlak van circa 29 ha nodig zijn.

Voor 's-Gravenhoek geldt dat wegens de eisen vanuit natuurwaarden (vogeleilandjes niet geïnundeerd vanaf begin broedseizoen medio/eind maart, geen diepere uitzakking van de waterstand in de zomer wegens rietmoeras), er vroeg in het jaar alleen irrigatiewater zou kunnen worden geleverd tot medio maart en niet van april tot en met augustus. De periode met levering van irrigatiewater zou wel kunnen worden verlengd indien het maaiveld van de vogeleilandjes kan worden verhoogd. Er is dan in eind maart en april meer ruimte om het peil te laten uitzakken. Levering in april-augustus is waarschijnlijk wel mogelijk vanuit de Oesterput, mits het peil niet verder uitzakt dan circa 30 cm beneden het huidige peil.

Tabel 2 Maandelijkse neerslagsom, referentieverdamping en neerslagoverschot/-tekort voor KNMI-station Vlissingen in de periode 1991-2020.

Maand	Neerslag (mm)	Referentie-verdamping (mm)	Neerslagoverschot/-tekort
Januari	59	10	49
Februari	53	18	35
Maart	45	40	5
April	35	68	-33
Mei	49	93	-43
Juni	62	103	-41
Juli	72	106	-34
Augustus	82	91	-9
September	74	59	15
Oktober	74	32	42
November	79	13	66
December	76	8	68
Jaar	759	639	120

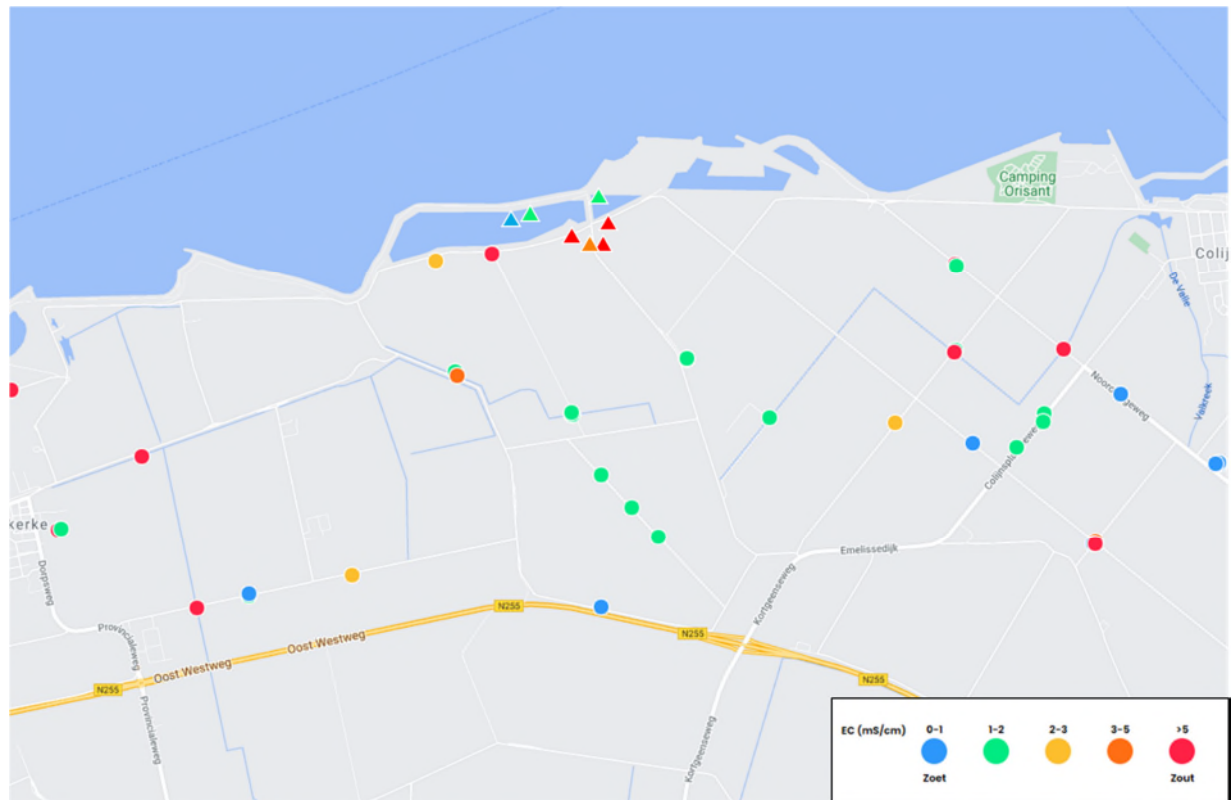
### 3.2.5 Waterkwaliteit

Het zoet-zoutgrensvlak in de ondergrond, dat wil zeggen een chloridegehalte van 1000 mg/L, ligt volgens gegevens van FRESHM<sup>4</sup> in de nabije omgeving van de inlagen op slechts enkele meters beneden maaiveld. Iets verder naar het zuiden, richting en ten zuiden van de N255 (Oost-Westweg) komt een zoetwaterlens in de ondergrond voor: het zoet-zoutgrensvlak ligt hier tussen de 15 en 25 m-mv. Gezien het ondiepe voorkomen van brak grondwater en de vrij grote ontwateringsdiepte (rond 1,5 m, tijdens het veldbezoek vastgesteld), is de verwachting dat het oppervlaktewater in de polder over het algemeen brak tot zout is. In Figuur 4 zijn recente metingen<sup>5</sup> van EGV (Elektrisch Geleidingsvermogen; een maat voor de totale concentratie ionen in water) van het oppervlaktewater in de omgeving van de inlagen gecombineerd met metingen die tijdens het veldbezoek op 27 mei zijn gedaan. Het oppervlaktewater in de poldersloten, blijkt inderdaad brak te zijn, met gemeten waarden in de range van 3 tot 8 mS/cm, wat neerkomt op 630-2430 mg/L chloride. In de richting van de N255 lijkt het oppervlaktewater inderdaad zoeter te zijn, met waarden tussen de 1 en 2 mS/cm (ca. <270 mg /l chloride). Andere gegevens van de chemische kwaliteit van het polderwater, zoals nutriënten en gewasbeschermingsmiddelen, waren tijdens de quickscan niet beschikbaar. In een eventueel vervolgonderzoek is het aan te bevelen hier meer inzicht in te verkrijgen, bijvoorbeeld door watermonsters te nemen.

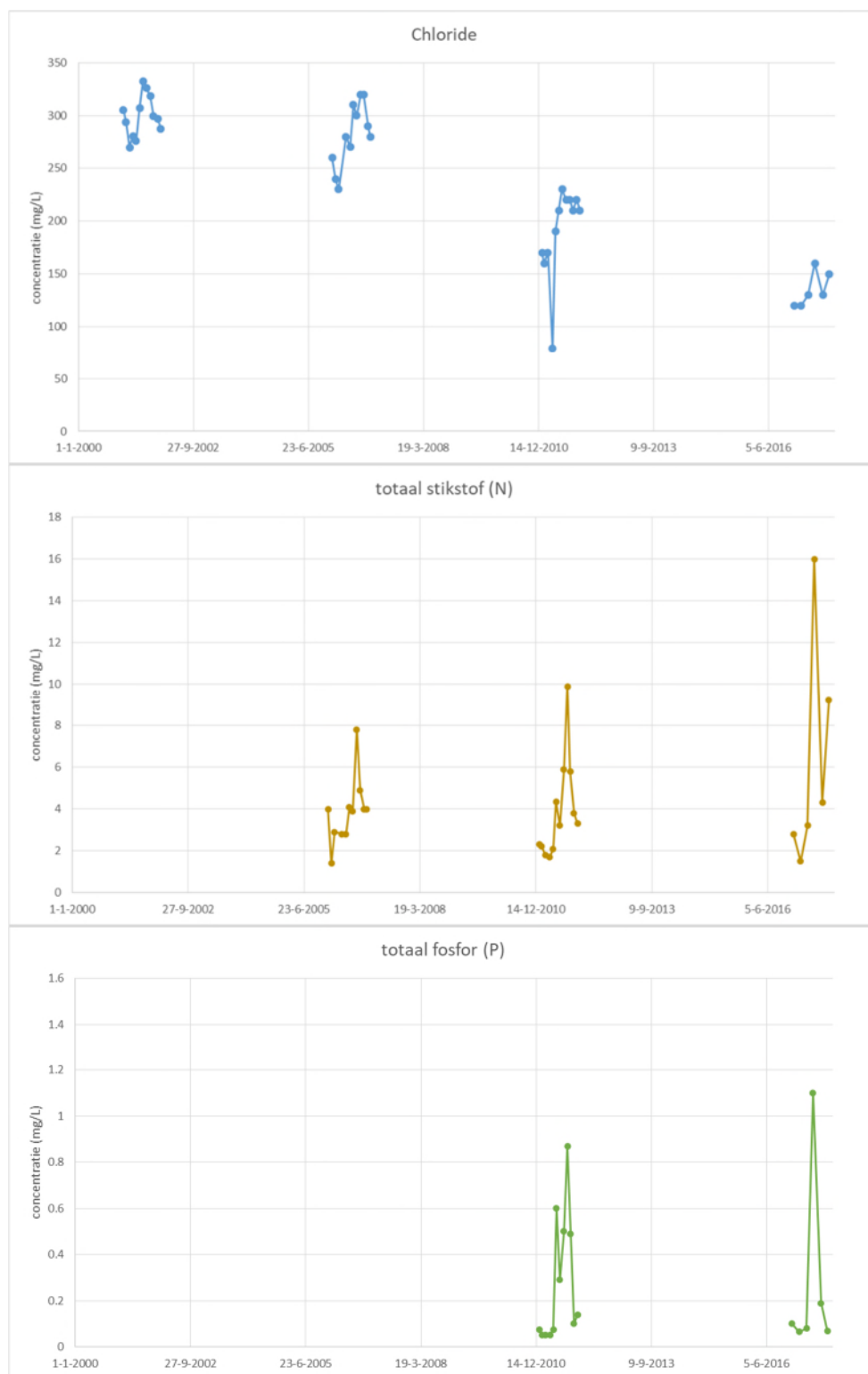
De EGV van het water in de inlagen blijkt aanzienlijk lager te zijn dan de omliggende poldersloten. De EGV in Inlaag 's-Gravenhoek is vastgesteld op 900-1250  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (twee metingen), de EGV in de Oesterput op 1150  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (één meting). Dit betekent dat de eventuele aanvoer van polderwater tot een verhoging van het EGV zal leiden. Waterschap Scheldestromen heeft gedurende enkele jaren in 's-Gravenhoek metingen verricht van chloride (Cl), stikstof (totaal N) en fosfor (totaal P). Grafieken van de metingen zijn opgenomen in Figuur 5. De chloride-metingen wijzen op een gestage verzoeting van de inlaag. In 2001 varieerde het chloridegehalte nog rond 300 mg/L, terwijl het gehalte in 2017 vrijwel gehalveerd is. Deze trend is waarschijnlijk ingezet vanaf 1980, toen de zeedijk werd versterkt en 's-Gravenhoek werd afgesloten van de Oosterschelde. Tevens is het een duidelijke aanwijzing dat beide inlagen alleen door neerslag worden gevoed. De grafieken concentraties totaal stikstof (N) en fosfor (P) geven aan dat het water in 's-Gravenhoek zeer nutriëntenrijk is. Voor het oppervlaktewater geldt geen specifiek natuurdoel voor vegetatie of waterlichaamtype voor de Kaderrichtlijn Water (KRW). Op basis van doelen kunnen daarom geen specifieke randvoorwaarden voor nutriëntenconcentraties worden afgeleid. Wanneer de gemeten nutriëntenconcentraties worden vergeleken met de maatlat voor KRW-type *Ondiepe (matig grote) gebufferde plassen (M14)* valt de N-totaal concentratie meestal in de categorie 'slecht' (> 2,9 mg N/l) en de P-totaal concentratie in de categorie 'ontoereikend' en 'slecht' (resp. 0,18-0,36 en >0,36 mg P/l) (Van der Molen et al. 2018). Over de waterkwaliteit van het oppervlaktewater in de omliggende polder, bijvoorbeeld ten aanzien van nutriënten (N en P) en gewasbeschermingsmiddelen, zijn geen gegevens bekend.

<sup>4</sup> <https://kaarten.zeeland.nl/map/freshem#>

<sup>5</sup> <https://noordbevelandmeet.nl/bord>



Figuur 4 EGV-metingen van het oppervlaktewater. Bollen: meetnet Noord-Beveland, situatie eind mei 2021; driehoeken: eigen metingen tijdens veldbezoek 27 mei 2021 (bron: dashboard Noordbevelandmeet.nl).



Figuur 5 Concentraties van chloride, totaal stikstof en totaal fosfor in Inlaag 's-Gravenhoek.

### 3.2.6 Irrigatiebehoefte en randvoorwaarden landbouw

In de omgeving van de inlagen is akkerbouw met verschillende teelten aanwezig, waaronder fijnzadige gewassen zoals zaa-*u*. Dergelijke gewassen zijn vooral gebaat bij een of meerdere giften in de kiemfase in het vroege voorjaar. Dit is doorgaans in de periode eind maart tot begin april, maar kan ook eerder of later vallen (globaal

binnen de periode medio maart tot begin mei), afhankelijk van het weer. Hierbij wordt uitgegaan van een eenmalige gift van 30 mm. In geval van droogte later in het groeiseizoen kan het nodig zijn om iedere maand ca 20 mm te irrigeren. De periode van irrigatiebehoefte in het vroege voorjaar komt slecht overeen met de mogelijkheid van levering van irrigatiewater. Na medio maart kan uit de 's-Gravenhoek juist geen irrigatiewater worden geleverd (par. 3.2.3). Levering vanuit de Oesterput is dan nog wel mogelijk.

Ten aanzien van de waterkwaliteit geldt dat het chloridegehalte een belangrijke factor is (Tabel 1), afhankelijk van de teelt. Om het chloridegehalte van het water in de inlagen laag te houden, is het voor aanvulling van de watervoorraad nodig water aan te voeren uit het zoete deel van de polder op ca. 1 tot 1,5 km afstand van het gebied. Aanvoer van polderwater uit sloten dichterbij zal leiden tot verzilting van het water waardoor alleen gewassen uit de categorieën matig tolerant (600-1200 mg Cl/L) en tolerant (1200-2400 mg Cl/L) geïrrigeerd kunnen worden. Overigens is de verwachting dat enige verzilting niet direct een probleem zal zijn voor de natuurwaarden van de inlagen, maar dit zou nader moeten worden onderzocht. Over andere waterkwaliteitsparameters is op dit moment onvoldoende informatie beschikbaar.

### 3.2.7 Lacunes en onzekerheden

- Metingen van het waterpeil in inlaag 's Gravenhoek vertonen hiaten en de oude peilmetingen moeten worden gecontroleerd voor de absolute hoogte. Inlaag Oesterput heeft helemaal geen peilmetingen.
- Het ruimtelijke patroon en dynamiek van het zoutgehalte van water in poldersloten.
- In het algemeen: meer kennis en metingen over kwaliteit van polderwater: o.a. nutriënten, gewasbeschermingsmiddelen.

### 3.2.8 Perspectief

Het perspectief voor waterberging ten behoeve van irrigatiewater voor landbouw is in de beide inlagen ongunstig om de volgende redenen:

- De periode dat irrigatiewater kan worden geleverd komt niet overeen met de irrigatiebehoefte in de periode eind maart-april voor fijnzadige gewassen. Voor de inlaag 's-Gravenhoek is dat alleen mogelijk met het ophogen van de vogeleilanden. In zomer kan deze inlaag geen irrigatiewater leveren.
- Het gebruik van inlaag Oesterput is weliswaar vanuit randvoorwaarde voor natuur mogelijk, eventueel na medio maart, maar heeft technische complicaties (aanpassen beschoeiing, stabiliteit binnendijk) die kostbare aanpassingen kunnen vergen.
- De polderzone die zoet water kan leveren ligt vrij ver weg (1-1,5 km) van de inlagen en de aanvoerroute moet een brakke sloot kruisen. Tevens moet het water omhoog worden gepompt.

Deze factoren maken dat de kosten-batenbalans van waterberging ten behoeve van landbouwirrigatie waarschijnlijk ongunstig uitpakt.

Daarnaast geldt nog een belangrijk aspect voor natuur. Beide inlagen zijn oppervlaktewater-moerassystemen die nu alleen door regenwater worden gevoed. Dit is voor de poldergebieden van Zeeland een zeldzame situatie. Met waterberging waarvoor aanvoer van polderwater nodig is, zal dat drastisch veranderen. Met waterberging wordt ook oppervlaktewater aangevoerd dat is vervuild met nutriënten en gewasbeschermingsmiddelen. Het vergt een beleidsmatige afweging of een dergelijke verandering moet worden nagestreefd.

### 3.3 Natuurgebied Zwaakse Weel, Zuid-Beveland

#### 3.3.1 Gebiedsbeschrijving

De Zwaakse Weel is een natuurgebied op Zuid-Beveland van ongeveer 130 ha, gelegen tussen de dorpen 's-Gravenpolder en Kwadendamme (zie Figuur 6). Het gebied omvat het restant van een oude kreek, die eeuwen geleden is afgedamd en grotendeels ingepolderd. De Zwaakse Weel is in eigendom van Natuurmonumenten, dat de eerste delen van het gebied ongeveer 30 jaar geleden in bezit kreeg. Tussen 2004 en 2015 is het gebied sterk uitgebreid en is veel nieuwe natuur ingericht (Stempher, 2020).



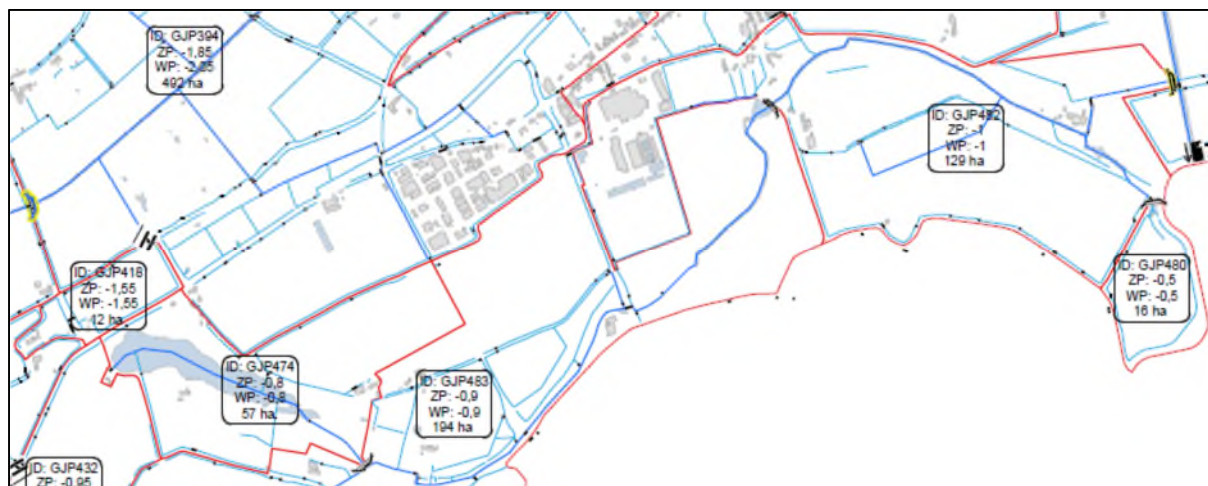
Figuur 6 Ligging van natuurgebied de Zwaakse Weel.

Onderstaande beschrijving over de natuur van de Zwaakse Weel is gebaseerd op een gedetailleerde vegetatiekartering van Natuurmonumenten uit 2019 (Simmelink 2019), opgenomen 10-15 jaar na uitvoering van inrichtingsmaatregelen voor natuurherstel. Het natuurgebied bestaat uit een afwisseling van moerassen, natte tot droge graslanden en bosjes. De geul van de Zwaakse Weel bestaat uit open water zonder waterplanten en moeras, hoofdzakelijk soortenarme Riet-vegetatie en drogere vormen van Riet-vegetatie met soorten als Bitterzoet, Haagwinde en Grote brandnetel. In de overgangszones van zeer nat naar droog komen langs De Zwaakse Weel vochtige tot natte schraallanden en overstromingsgraslanden voor. Overstromingsgraslanden komen tevens voor in natte slenken in de hoger gelegen delen. Soortenrijke vochtige tot natte graslanden zijn in de oeverzone ontstaan na inrichtingsmaatregelen in 2005-2006 op locaties waar de bodem ondiep is afgegraven. De vegetatie bestaat hier uit vegetatie met Duinriet en Zeegroene zegge (type Vegetatie van Nederland: RG Duinriet en Addertong [Klasse van de kleine zeggen]) en vegetatie met Zeegroene zegge en Rietorchis (type Vegetatie van Nederland: RG Zeegroene zegge [Klasse van de kleine zeggen/Klasse van de matig voedselrijke graslanden]). Deze vegetatie is gebonden aan grondwaterstanden die in de winter aan of dicht onder maaiveld staan en in de zomer enkele decimeters onder maaiveld uitzakken. De laagten in de hogere delen die in 2005-2006 en 2009 zijn uitgegraven

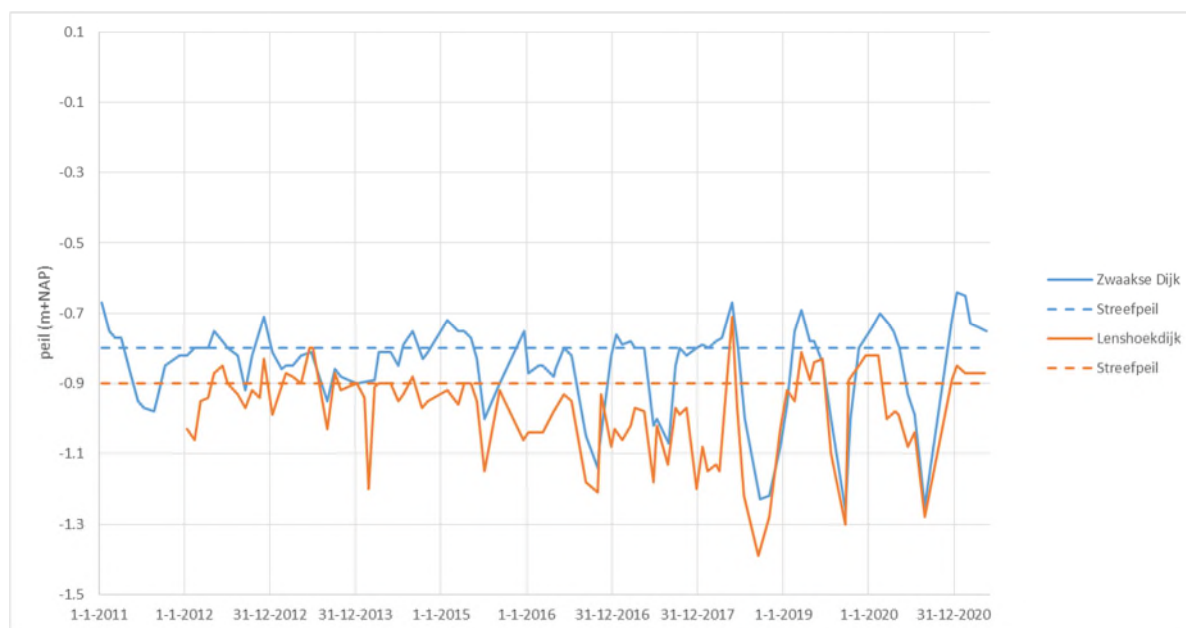
hebben diverse typen overstromingsgraslanden en pioniervegetaties. De pioniervegetatie met onder andere Moeraskers, Moeraszuring en Slijkgroen komt voor op plekken die langdurig inunderen. Een belangrijke grondbroeder in de moeraszone gebied is de Bruine kiekendief (Hoekstein 2019).

### 3.3.2 Hydrologie

De kreekrestant in de Zwaakse Weel is onderdeel van het oppervlaktewatersysteem in de omringende polder. Aan de Zwaaksedijk, aan de zuidkant van het gebied, stroomt water vanuit de Kaneelpolder en Vlieguitpolder het gebied in. De inrichtingsmaatregelen, waarbij langs de Zwaakse Weel en in hogere delen ondiep is afgegraven ten behoeve ontwikkeling van grondwaterafhankelijke graslanden, zijn destijds afgestemd op een waterpeil van  $-0,50$  m+NAP (mondelijke mededeling W. Stempher). Dit peil is hoger dan de streefpeilen die door het waterschap worden gehanteerd:  $-0,80$  m+NAP in peilvak GJP474 (via stuw Zwaakse Dijk) en  $-0,90$  m+NAP in peilvak GJP483 (via stuw Lenhoekdijk) (Figuur 7). Het huidige peil ligt in de winter en voorjaar deels boven het streefpeil (hoogste stand  $-0,70/-0,65$  m+NAP), terwijl in het in de zomer vaak ver daaronder ligt (laagste stand  $-1,20$  m+NAP). In de zomers van 2018, 2019, en 2020 zakte het waterpeil ver uit tot  $1,25-1,40$  m onder NAP (Figuur 8). In 2019 vielen ook delen van de Zwaakse Weel droog en bevatten de uitgegraven laagten in de hogere delen geen water meer (mondelijke mededeling W. Stempher).



Figuur 7 Peilvakken met zomer- en winterpeilen in en rond de Zwaakse Weel (Waterschap Scheldestromen, 2013).



Figuur 8 Waterstandsmetingen en streefpeil van de peilvakken GJP474 (stuw Zwaakse Dijk) en GJP483 (stuw Lenshoekdijk), in m+NAP.

### 3.3.3 Randvoorwaarde oppervlaktewaterpeil voor natuur

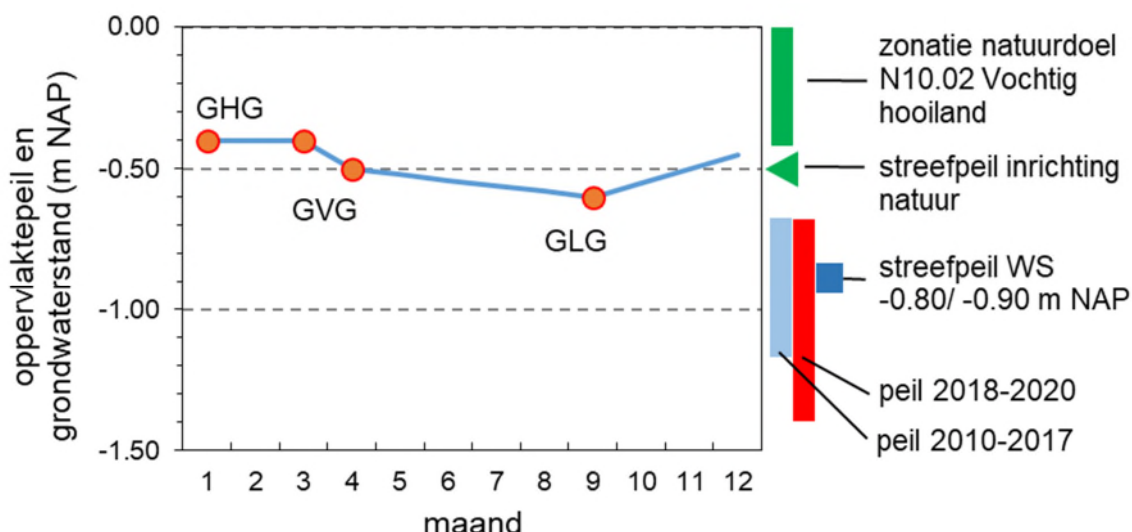
De Zwaakse Weel heeft als belangrijke waterafhankelijke natuurdoelen N05.01 Moeras en N10.02 Vochtig hooiland (Stempher, 2020). De kwaliteit van N05.01 Moeras wordt in de laatste kwaliteitstoets van Natuurmonumenten (Stempher, 2020) als matig beoordeeld vanwege te lage oppervlaktewaterstanden en een te hoge nutriëntenrijkdom van het oppervlaktewater als gevolg van doorstroming met polderwater vanuit de Kaneelpolder. De kwaliteit van N10.02 Vochtig hooiland wordt als matig beoordeeld als gevolg van een te lage grondwaterstand. Voor een exactere bepaling van voor natuur optimaal oppervlaktewaterpeil zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- In de analyse wordt ervan uitgegaan dat de grondwaterstand in de nabijheid van de kreekrestanten het oppervlaktewaterpeil volgt. Dit uitgangspunt is gehanteerd om een snelle analyse te kunnen uitvoeren zonder meer complex berekeningen van het grondwaterpeil uit te voeren. Omdat natuurdoel N10.02 Vochtig hooiland in smalle zones in de geul van de Zwaakse Weel vlak langs het open water voorkomt wordt aangenomen dat het grondwaterpeil in deze zones in sterke mate het oppervlaktewaterpeil volgt.
- Er wordt een op seizoensbasis fluctuerend oppervlaktewaterpeil (geringe fluctuatie) nagestreefd met de hoogste waterstand in de winter en de laagste waterstand in de nazomer (september).
- Voor verbetering van de kwaliteit van doeltipe N10.02 Vochtig hooiland wordt het oppervlaktewaterpeil geoptimaliseerd voor soortenrijke vochtige natte graslanden die op afgegraven oevers van de Zwaakse Weel voorkomen (vegetatie met Duinriet en Zeegroene zegge en vegetatie met Zeegroene zegge en Rietorchis). We gaan ervan uit dat een goede kwaliteit van deze graslanden het belangrijkste criterium is voor het streefpeilregime. Dit betreft een hoge, weinig fluctuerende oppervlaktewaterstand en geen of hooguit kortdurende overstroming met nutriëntenrijk oppervlaktewater. Het wenselijk hoogste oppervlaktewaterpeil is niet hoger dan de onderkant van de hoogtezoonatie van deze twee vegetatietypen. Dit voorkomt overstroming met zeer eutroof oppervlaktewater dat kan leiden tot ontwikkeling van algenflap. Het oppervlaktewaterpeil op 1 april zakt hooguit 0,10 m uit onder de hoogste oppervlaktewaterstand, opdat de grondwaterstand de GVG benadert. Het oppervlaktewater zakt in de



zomer hooguit 0,40 m onder maaiveld, opdat de grondwaterstand richting GLG zakt. Betreffende eisen, gekoppeld aan GVG en GLG, zijn gebaseerd op de vereiste ranges van vegetatietypen die verwant zijn aan de typen vegetatie die in dit type gebied worden verwacht (

- Tabel 3).
- Voor verbetering van de kwaliteit van doeltype N05.01 Moeras is een verhoging van het oppervlaktewaterpeil met een geringe seizoensmatige fluctuatie (hooguit enkele decimeters) noodzakelijk. Een dergelijk oppervlaktewaterpeil zal zorgen voor uitbreiding van Rietvegetaties en zal de oppervlakte met verruigde Riet-vegetatie verminderen. Door bovengenoemde aanpassing van het oppervlaktewaterpeil voor een goede kwaliteit van doeltype N10.02 Vochtig hooiland in de oever van de Zwaakse Weel zal ook een geschikt waterpeil voor moerasvegetatie worden gerealiseerd. Aangenomen wordt dat onder een nieuw waterpeilregime de nutriëntencondities in de moeraszone zeer eutroof blijven. Het streefpeil is gevisualiseerd in Figuur 9.



Figuur 9 Visualisatie van de vereiste gemiddelde voorjaarsstand (GVG), gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) en gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) (oranje bollen) voor de lokale vegetatietypen met Duinriet en Zeegroene zegge en vegetatie met Zeegroene zegge en Rietorchis, gekoppeld aan het streefpeil voor het oppervlaktewater (blauwe lijn). De eisen zijn gebaseerd op vegetatietypen waarvan de eisen voor GVG en GLG bekend zijn en die of verwante vormen daarvan verwacht worden. GxG-waarden worden weergegeven ten opzichte van NAP.

Tabel 3 Ranges voor de vereiste gemiddelde voorjaarsstand (GVG) en gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) voor de lokale vegetatietypen met Duinriet en Zeegroene zegge en vegetatie met Zeegroene zegge en Rietorchis. De eisen zijn gebaseerd op vegetatietypen waarvan de eisen voor GVG en GLG bekend zijn en die of verwante vormen daarvan verwacht worden. GVG en GLG worden weergegeven ten opzichte van maaiveld. Een grondwaterstand onder maaiveld heeft een positieve waarde.

Vegetatietype	GVG (m t.o.v. maaiveld)	GLG (m t.o.v. maaiveld)	Referentie
Associatie van Moerasstruisgras en Zompzegge	-0,15 tot 0,10	<0,40	Waterlood terrestrisch 3.0.4
Knobbies-associatie	-0.05 tot 0.20	0,20 tot 0,90	Waterlood terrestrisch 3.0.4; Grootjans et al. 1995

Associatie van Boterbloemen en Waterkruiskruid, subassociatie met Zomprus	0,00 tot 0,25	0,10 tot 0,55	Waternoed terrestrisch 3.0.4
---	---------------	---------------	------------------------------

Toepassing van deze uitgangspunten in combinatie met de hoogtezoonatie van vegetatie met Duinriet en Zeegroene zegge en vegetatie met Zeegroene zegge en Rietorchis geeft een voor natuur gewenst oppervlaktewaterpeilregime t.o.v. NAP. Op basis van AHN3 is de hoogtezoonatie van beide vegetatietype vastgesteld op 0,00 tot -0,40 m+NAP. Dit geeft dan een peilregime met een hoogste oppervlaktewaterstand op -0.40 m+NAP, een oppervlaktewaterstand op 1 april op -0,50 m+NAP en een laagste oppervlaktewaterstand op 1 september op -0,60 m+NAP. Voor de laagste oppervlaktewaterstand is de eis voor GLG toegepast op de gemiddelde hoogteligging van -0,20 m+NAP van de beide vegetatietype.

### 3.3.4 Benodigde wateraanvoer van polderwater en potentiële levering van irrigatiewater

Geanalyseerd is wanneer en hoeveel aanvoer van oppervlaktewater nodig is uit de Vlieguitpolder om het optimale peilregime voor natuur te waarborgen en hoeveel wateroverschot de Zwaakse Weel heeft voor levering van irrigatiewater. Daarvoor is per maand de vereenvoudigde waterbalans van het gebied doorgerekend met de volgende uitgangspunten:

- De waterbalans is uitgerekend voor het deel van de Zwaakse Weel waar water als oppervlaktewater kan worden geborgen. Daarvoor is op basis van de vegetatiekartering van 2019 (Simmelink 2019) de oppervlakte open water (13,1 ha) en de helft van de oppervlakte moeras (10,4 ha) opgeteld (totaal 18,5 ha). De oppervlakte moeras wordt niet volledig meegeteld om rekening te houden met delen die mogelijk niet inunderen.
- De GHG, GVG en GLG voor N10.02 Vochtig hooiland (Figuur 9) leggen het verloop van het waterpeil op.
- Voor neerslag en verdamping is gerekend met het maandgemiddelde over de afgelopen 30 jaar (1991-2020) van KNMI-weerstation Vlissingen (Tabel 2). Voor verdamping is uitgegaan van de Makkink referentieverdamping.
- Voor de netto aanvoer van grondwater (kwel) en wegzijging is uitgegaan van een hydrologisch neutrale situatie (0 mm/d). De invloed van grondwateronttrekkingen op de grondwaterstand en het waterpeil van de Zwaakse Weel is evenmin meegenomen.
- Bij de berekeningen is ervan uitgegaan dat het berekende maandelijkse overschot of tekort in de daaropvolgende maand daadwerkelijk is afgevoerd resp. aangevoerd, zodat de waterbalans in de volgende maand op 0 begint.

Het maandelijkse wateroverschot of -tekort in de situatie waarin het waterpeil het peilregime voor natuur volgt is als volgt berekend:

$$Q = P - ET + K - dS$$

Hierin is:

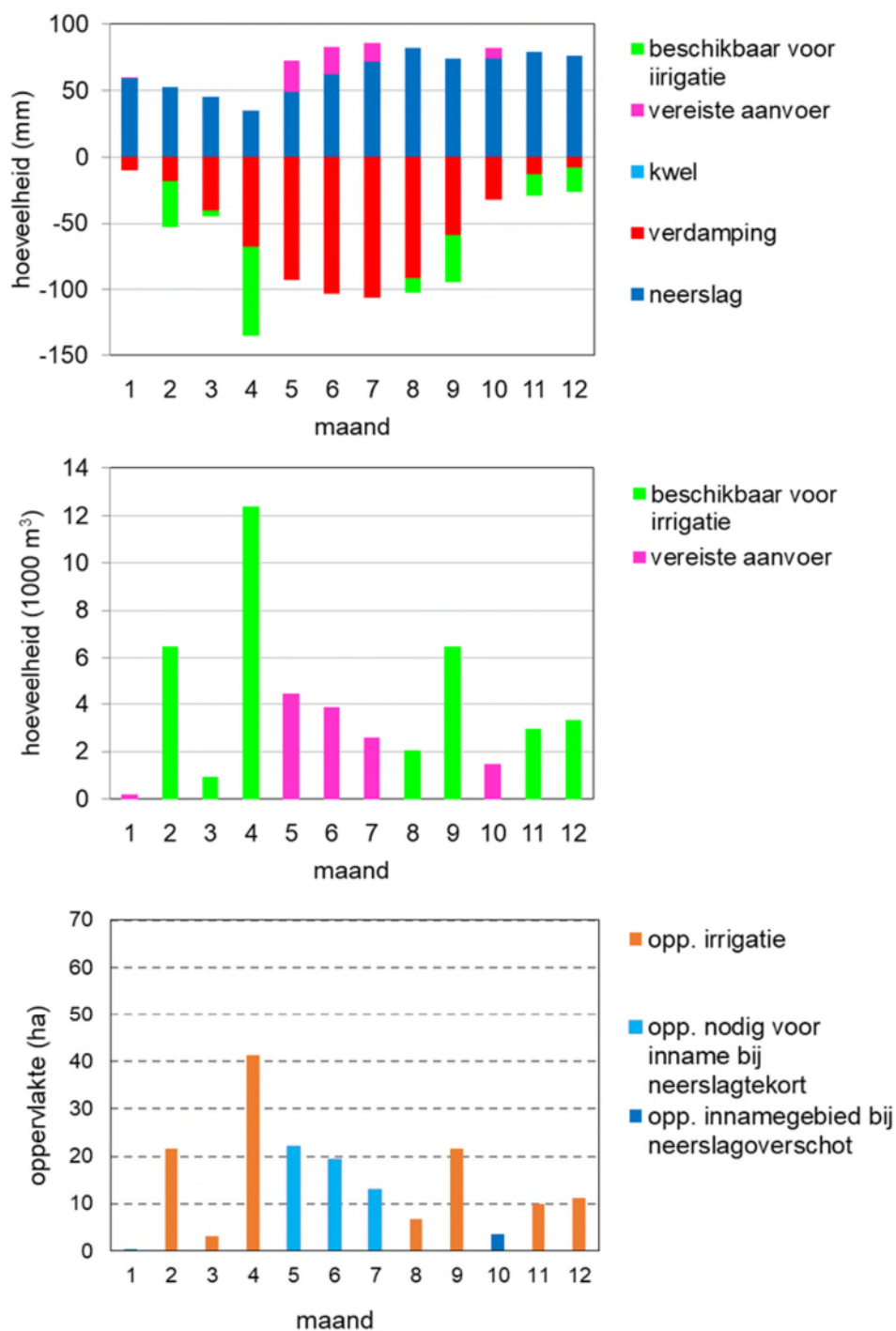
- Q het wateroverschot of -tekort (mm). Een positieve waarde is een overschot dat aangewend kan worden als irrigatiewater, een negatieve waarde een tekort dat moet worden aangevuld met inname van polderwater;
- P de neerslag (mm);

- ET de verdamping (referentiegewasverdamping volgens Makkink; in mm);
- K de kwelflux (mm);
- dS de volumeverandering van oppervlaktewater (mm) als gevolg van verandering in het streefpeil. Een positieve waarde duidt op een stijging van het oppervlaktewaterpeil, waardoor een extra waterschijf nodig is; een negatieve waarde duidt op een daling van het waterpeil, dus een waterschijf die moet worden afgevoerd.

Voor de benodigde aanvoer van water uit de polder is berekend hoeveel oppervlakte aan polder nodig is. In maanden met een neerslagoverschot wordt deze oppervlakte gebaseerd op het neerslagoverschot. In maanden met een neerslagtekort wordt aangenomen dat 20 mm water van piekbuien kan worden afgevangen. Voor maanden met een overschot aan water in de Zwaakse Weel wordt berekend hoeveel oppervlakte landbouwgrond van irrigatiewater kan worden voorzien. Daarbij wordt uitgegaan van gemiddelde irrigatiebehoefte van 30 mm/mnd (zie ook paragraaf 3.2.6). Deze sterk vereenvoudigde kwantificering van de oppervlakte polder die noodzakelijk voor aanvoer en de oppervlakte landbouwgrond die kan worden geïrrigeerd, geeft een idee van de haalbaarheid van opslag van water in de Zwaakse Weel ten behoeve van irrigatie van agrarische percelen.

In Figuur 10 worden de resultaten weergegeven van de waterbalansbekening. Hierin is te zien dat vooral in de maanden mei, juni en juli inname van water nodig is om een het streefpeil voor natuur te handhaven. Dat vergt in die periode een oppervlakte van 13 tot 22 ha polder waar de piekbuien worden aangewend voor wateraanvoer. In die periode is daardoor geen irrigatiewater beschikbaar. In april en september is in theorie veel water beschikbaar (respectievelijk 12.400 en 6.500 m<sup>3</sup>) waarmee een oppervlakte landbouwperceel kan worden geïrrigeerd (respectievelijk 41 en 21 ha). Op basis van deze analyse kan worden gesteld dat het realiseren van een hoger oppervlaktewaterpeil in Zwaakse Weel voor verbetering van natte natuur, kan worden gecombineerd met substantiële levering van irrigatiewater. Belangrijk is dat dan ook in april water geleverd kan worden, wat belangrijk is voor de kieming van droogtegevoelige fijnzadige gewassen (o.a. ui).

van irrigatiewater. Belangrijk is dat dan ook in april water geleverd kan worden, wat belangrijk is voor de kieming van droogtegevoelige fijnzadige gewassen (o.a. ui).



Figuur 10 Waterbalansberekeningen voor de Zwaakse Weel bij hantering van het gewenste streefpeilregime (zie Figuur 9) Boven: de maandelijkse aan- en afvoerfluxen van water waarbij het optimale waterpeil voor natuur wordt gerealiseerd. Midden: de volumes van inname van polderwater en beschikbaarheid van irrigatiewater. Onder: kwantificering van het polderoppervlak dat nodig is voor wateraanvoer in maanden met een watertekort in Zwaakse Weel en van de oppervlakte landbouwgrond die kan worden geïrrigeerd met oppervlaktewater uit de Zwaakse Weel in maanden met een wateroverschot.

### 3.3.5 Gevoeligheidsanalyse streefpeilregime

Om inzicht te krijgen in de effecten van wijzigingen in het oppervlaktewaterpeil van de Zwaakse Weel en een afwijkende geohydrologische situatie is een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd. In aanvulling op het standaard streefpeilregime, behandeld in paragraaf 3.3.4, zijn drie aanvullende scenario's doorgerekend:

1. de kwelflux bedraagt 0,5 mm/d in plaats 0 mm/d;
2. hoogste waterstand bedraagt -0,50 m NAP in plaats van -0,40 m NAP; kwelflux 0 mm/d;
3. de laagste waterstand bedraagt -0,70 m NAP in plaats -0,60 m NAP; kwelflux 0 mm/d.

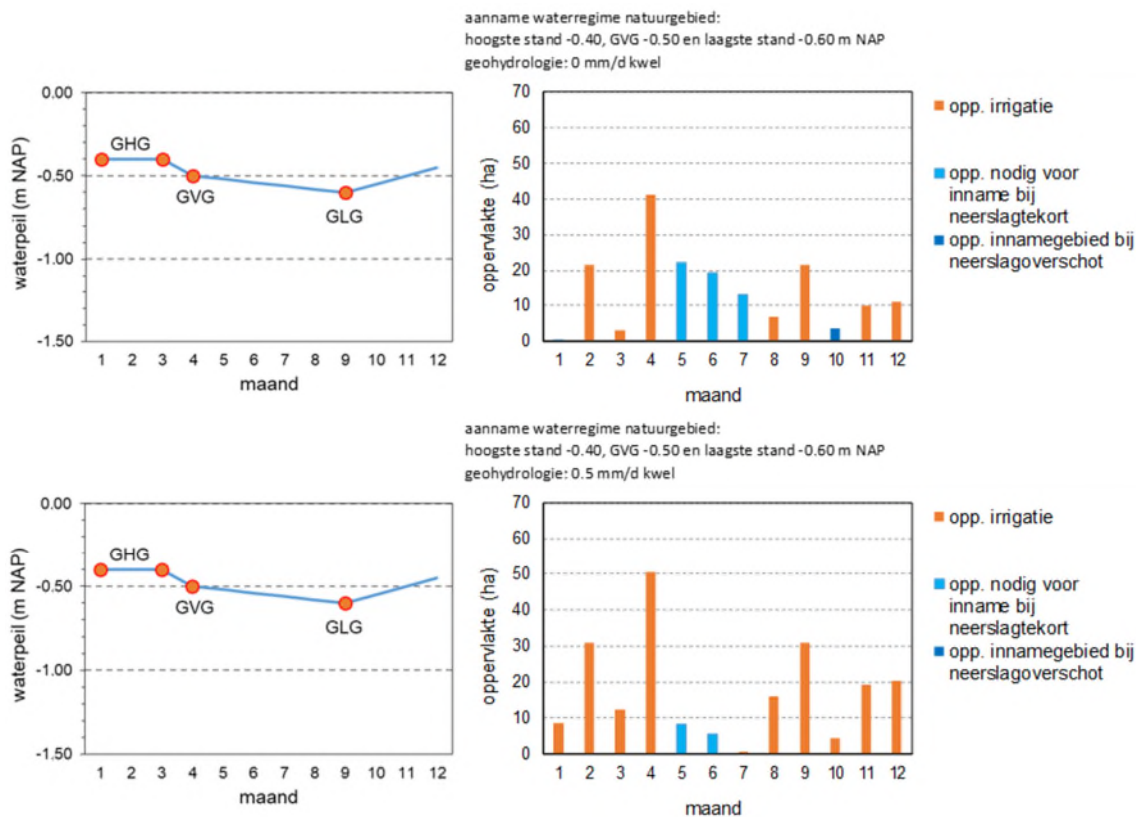
De variatie in kwelflux (Scenario 1) is geanalyseerd omdat onzeker is wat de werkelijke kwelflux is. Op basis van analytische berekening door A. van der Straat<sup>6</sup>, die een ruwe schatting geeft van de kwelflux, bedraagt de kwelflux in Zwaakse Weel <0,05 tot 1,25 mm/d. Gemiddeld is dat ongeveer 0,4 mm/d. Op basis van het landelijke hydrologische model NHI bedraagt de kwelflux 0,1 tot 1.0 mm/d (Klein 2012), dus van dezelfde orde grootte als de genoemde analytische berekening. Op basis van een schatting van de afvoer over de stuw in de Lenshoekdijk op 27 mei 2021 (veldbezoek) kan ook een kwelflux worden geschat. De afvoer is toen visueel geschat op enkele liters per seconde. Wanneer wordt gerekend met een afvoer van 1, 2 en 3 l/s uit een gebied van 18 ha dan geeft dat een kwelflux van respectievelijk 0,5, 1,0 en 1,4 mm/d. Mogelijk is de kwelflux lager als de Zwaakse Weel op dat moment ook aanvoer van polderwater had, of nog neerslagoverschot afvoert van de regenrijke periode daarvoor, of de stuwstand recent was verlaagd. De berekende kwelfluxen geven daarmee indicatie voor de bovengrens. Deze kwelberekening vormt een aanwijzing dat in de Zwaakse Weel netto zwakke kwel kan optreden. Het optreden van kwel wordt ook bevestigd door het stijghoogteverschil van twee peilbuizen op een locatie in de geul van de Zwaakse Weel (B48H0325002, data DINO-loket). De diepere filter in het zandpakket heeft een overwegend hogere stijghoogte dan de ondiepe filter (gemiddeld 4,6 cm) waardoor opwaartse stroming van grondwater mogelijk is. Indien er inderdaad een zwakke kwelflux optreedt, zullen de scenario's zonder kwel het wateroverschot dat beschikbaar is voor irrigatie onderschatten en de noodzakelijke wateraanvoer overschatten. De sterke fluctuatie van het stijghoogteverschil op genoemde locatie geeft aan dat de kwelflux een hoge dynamiek heeft en dat periodiek ook infiltratie optreedt.

In Figuur 11 en Figuur 12 worden de uitkomsten gegeven van de scenario's voor de oppervlakte aan polder die nodig is voor aanvoer van innamewater en de oppervlakte die geïrrigeerd kan worden. Het scenario met een kwelflux van 0,5 mm/d (Scenario 1, Figuur 11) geeft ten opzichte van het scenario's zonder kwel een duidelijke verhoging van de irrigeerbare oppervlakte en ook een geringere oppervlakte polder die nodig is voor wateraanvoer. Een lagere hoogste oppervlaktewaterstand in de winter (-0,50 i.p.v. -0,40 m NAP; Figuur 12) leidt voor april tot een omslag van een aanzienlijke irrigeerbare oppervlakte (50 ha) naar een behoefte aan waterinname uit polder gebied (31 ha). In de periode mei tot en met juli geeft dit ook een grotere behoefte aan wateraanvoer naar de Zwaakse Weel. Een lagere laagste oppervlaktewaterstand in september (-0,60 i.p.v. -0,70 m NAP; Figuur 12) zorgt voor een veel lagere behoefte aan waterinname in mei en juni en tot een duidelijk hoger irrigeerbare oppervlakte in augustus en september. Uit deze gevoeligheidsanalyses kan het volgende worden geconcludeerd:

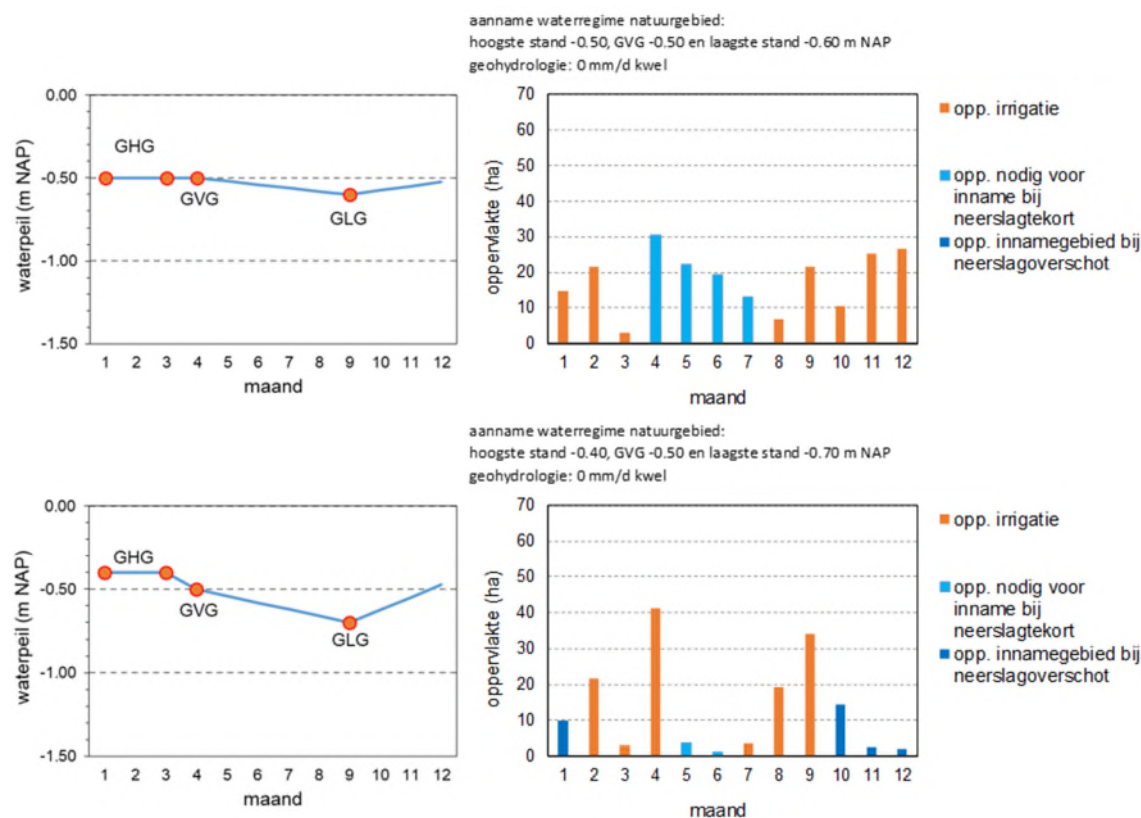
- Voor een aanzienlijke beschikbaarheid van water voor irrigatie in april is een hoog winterpeil noodzakelijk; dit kan worden bereikt in combinatie met een geringe uitzakking (10 cm) van het oppervlaktewaterpeil in april.
- Een lagere laagste oppervlaktewaterstand zorgt voor een duidelijke geringere behoefte aan waterinlaat in de zomer en een groter irrigatiepotentieel in de nazomer.

<sup>6</sup> <https://dataportaal.zeeland.nl/dataportaal/srv/dut/catalog.search#/metadata/ebc21ae3-55c8-4c41-aba8-b638a3d629d2>.

- Het standaard scenario met een voor natuur optimaal oppervlaktewaterpeil en een kwelflux van 0 mm/d geeft een conservatieve schatting voor het irrigatiepotentieel, omdat er geen rekening wordt gehouden met kwel die vermoedelijk wel gemiddeld over het jaar optreedt. Dat kan ook betekenen dat de behoefte van inname van polderwater voor het handhaven van het natuurstreefpeil lager is dan aangenomen.



Figuur 11 De oppervlakte polder die nodig is voor wateraanvoer in maanden met een watertekort in Zwaakse Weel (blauw) en de oppervlakte landbouwgrond die kan worden geïrrigeerd met oppervlaktewater uit de Zwaakse Weel in maanden met een wateroverschot (donkerblauw), onder het standaard streefpeilregime (boven; zie paragraaf 3.3.4) en in Scenario 1 (onder; kwelflux 0,5 mm/d). Bij waterinname in maanden met een neerslagoverschot is de oppervlakte berekend op basis het neerslagoverschot. Bij waterinname in maanden met een neerslagtekort wordt uitgegaan dat 20mm/mnd aan piekbuien kunnen worden afgevangen.



Figuur 12 De oppervlakte polder die nodig is voor wateraanvoer in maanden met een watertekort in Zwaakse Weel (blauw) en de oppervlakte landbouwgrond die kan worden geïrrigeerd met oppervlaktewater uit de Zwaakse Weel in maanden met een wateroverschot (donkerblauw), in Scenario 2 (boven; lagere hoogste waterstand) en Scenario 3 (onder; lagere laagste waterstand). Bij waterinname in maanden met een neerslagtekort wordt uitgegaan dat 20mm/mnd aan piekbuien kunnen worden afgevangen.

### 3.3.6 Waterkwaliteit

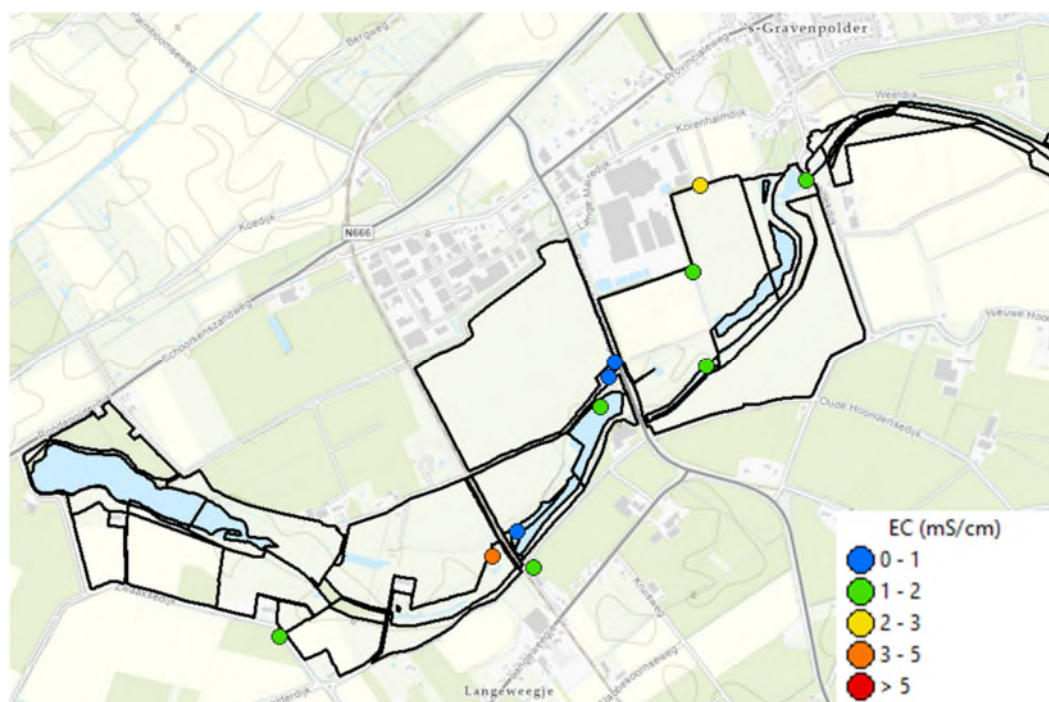
Het zoet-zoutgrensvlak in de ondergrond, dat wil zeggen een chloridegehalte van 1000 mg/L, ligt volgens gegevens van FRESHM<sup>7</sup> ter hoogte van de voormalige kreek op 6-10 meter beneden maaiveld. Lokaal komt in de omgeving tot grotere diepte zoet grondwater voor (25-30 m-mv). Elders ligt het zoet-zoutgrensvlak ondieper, tot slechts enkele meters beneden maaiveld, met name ten zuidoosten en noordwesten van het natuurgebied. Gezien de wisselende diepte van brak grondwater in de ondergrond is de verwachting dat het oppervlaktewater in de Zwaakse Weel en omringende polder sterk varieert, maar lokaal vrij brak kan zijn. In Figuur 13 zijn EGV-metingen weergegeven van het oppervlaktewater in de Zwaakse Weel en de omgeving, gemeten tijdens het veldbezoek op 27 mei. Het open water van de Zwaakse Weel heeft een EGV van 1,2 tot 1,6 mS/cm. In kwelzones varieert het EGV van 1,2 (zoet) tot 3,1 (licht brak) mS/cm. Enkele sloten hebben een bereik van 0,9 tot 2,1 mS/cm. Op basis van deze metingen schatten we in dat de chloride concentratie van het irrigatiewater in het bereik van 300-600 mg/l zal liggen. Dit is in het matig gevoelige bereik voor landbouwgewassen waarbij nog een groot deel van de gangbare gewassen in het gebied kunnen worden geteeld (Tabel 1).

Het EGV van de aanvoersloot bij de Zwaaksedijk, die water aanvoert vanuit de Kaneelpolder en Vlieguitpolder, is vastgesteld op 1,13 mS/cm. Hieruit volgt dat het zoutgehalte van het polderwater overeenkomt met delen van de Zwaakse Weel, hoewel het EGV in delen van het natuurgebied hoger is dan deze waarde. Verhoogde aanvoer van polderwater zal het zoutgehalte in het natuurgebied waarschijnlijk niet sterk beïnvloeden. Waterschap Scheldestromen heeft gedurende enkele jaren in de Zwaakse Weel metingen verricht van chloride (Cl), stikstof

<sup>7</sup> <https://kaarten.zeeland.nl/map/freshem#>

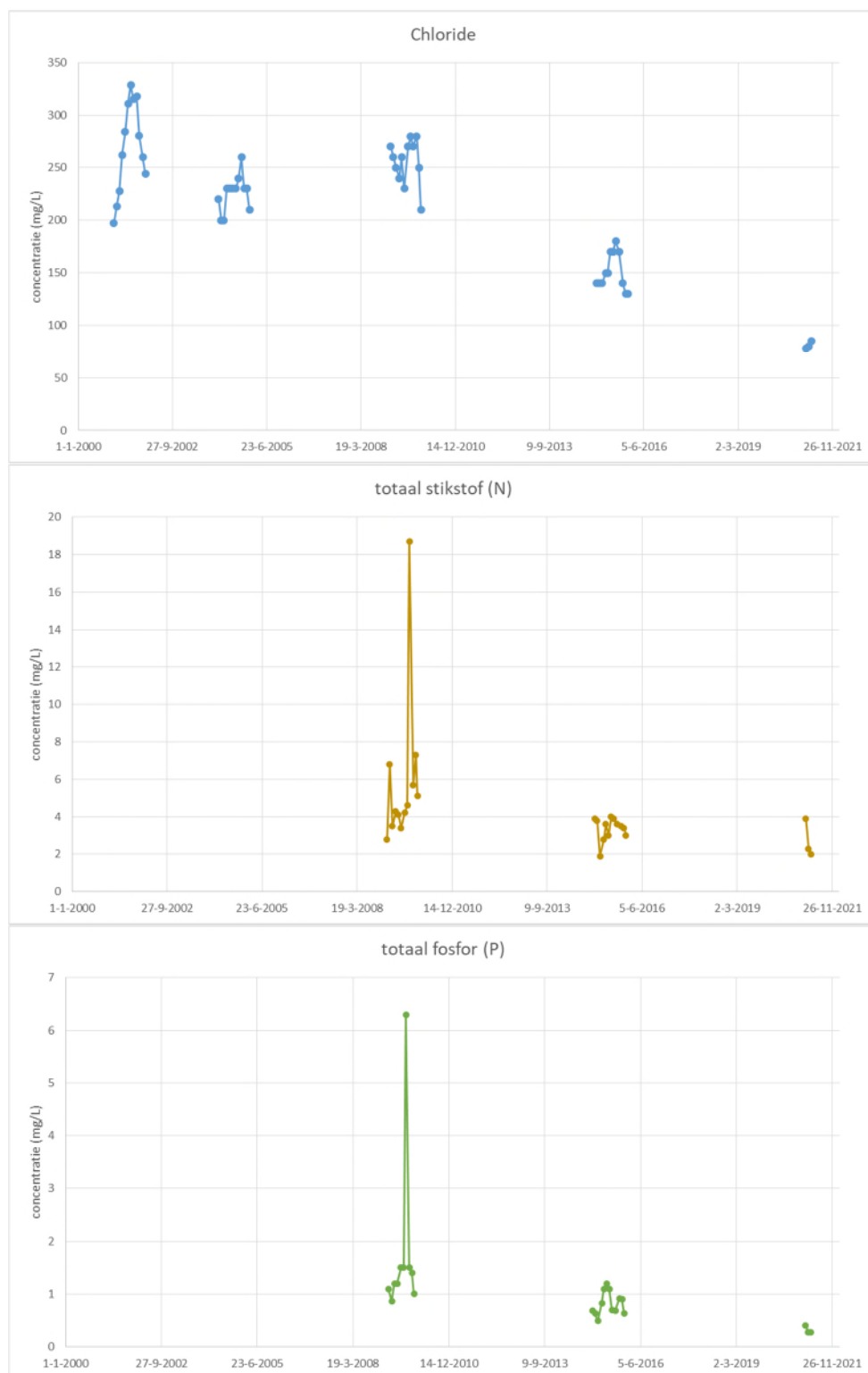
(totaal N) en fosfor (totaal P). Grafieken van de metingen zijn opgenomen in Figuur 14. De chloride-metingen lijken te wijzen op enige verzoeting van het oppervlaktewater in het gebied. In 2001 varieerde het chloridegehalte nog tussen 200 en 330 mg/L, terwijl het gehalte in 2015 en 2021 niet boven de 200 mg/L uitkomt. De grafieken concentraties totaal stikstof (N) en fosfor (P) geven aan dat het water in de Zwaakse Weel zeer nutriëntenrijk is, met vooral in 2009 enkele uitschieters. Wel is een licht dalende trend zichtbaar. Voor het oppervlaktewater geldt geen specifiek natuurdoel voor vegetatie of waterlichaamtype voor de KRW. Op basis van doelen kunnen daarom geen specifieke randvoorwaarden voor nutriëntenconcentraties worden afgeleid. Wanneer de gemeten nutriëntenconcentraties worden vergeleken met de maatlat voor KRW-type *Ondiepe (matig grote) gebufferde plassen (M14)* valt de N-totaal concentratie meestal in de categorie 'slecht' (> 2,9 mg N/l) en de P-totaal concentratie in de categorie 'ontoereikend' en 'slecht' (resp. 0,18-0,36 en >0.36 mg P/l) (Van der Molen et al. 2018). Gegevens over nutriënten in het oppervlaktewater in de Zwaakse Weel waren tijdens de quickscan niet beschikbaar, evenmin als gegevens over andere chemische aspecten zoals gewasbeschermingsmiddelen in het natuurgebied en in het polderwater.

Uit informatie van de gemeente Borsele blijkt dat er een aantal riooloverstorten aanwezig zijn in de dorpen 's-Gravenpolder en Kwadendamme, onder andere aan het Langeweegje nabij het spoor, dichtbij het natuurgebied. In vervolgonderzoek dient nader te worden uitgezocht waar de overstorten zich precies bevinden en hoe vaak overstort plaatsvindt, om een beeld te krijgen van de risico's voor oppervlaktewateraanvoer.



Figuur 13 EGV-metingen van het oppervlaktewater, gedaan tijdens het veldbezoek van 27 mei 2021.





Figuur 14 Concentraties van chloride, totaal stikstof en totaal fosfor in de Zwaakse Weel.

### 3.3.7 Maatregelen voor het realiseren van een aangepast peilregime

Momenteel zijn het open water en de moerassen van de Zwaakse Weel zeer nutriëntenrijk omdat water uit de Vliegpolder via de Zwaakse Weel wordt afgevoerd. Dit water kan ook zorgen ook voor aanvoer van gewasbeschermingsmiddelen. Het water uit de Vliegpolder zou via een nieuw aan te leggen watergang kunnen worden omgeleid, indien hiermee het risico op aanvoer van dergelijke stoffen kan worden verkleind.

De stuw tussen de peilvakken GJP474, GJP483 en GJP482 kunnen worden verwijderd of hoeven niet meer te stuwen (Zwaaksedijk en Lenshoekdijk). Met de stuw tussen de peilvakken GJP482 en GJP480 kan dat het peil van de Zwaakse Weel worden gereguleerd. Verder kan wateraanvoer worden gereguleerd met een regelbare stuw in de waterloop en mogelijk ook een pomp die water uit de Vlieguitpolder afvoert.

Een peilverhoging kan leiden tot een te geringe drooglegging op een aantal plekken rond de Zwaakse Weel. Door Waterschap Scheldestromen is een verkennende analyse uitgevoerd naar de effecten van een verhoging van het peil in de peilvakken GJP474 en GJP483 naar -0,75 m+NAP (Anonymus 2020). Uit deze analyse blijkt dat de peilverhoging invloed kan hebben op de stabiliteit van de Zwaaksedijk en het Groentewegje. Tevens kunnen twee agrarische percelen door een peilverhoging een te geringe drooglegging krijgen (grondwaterstand hoger dan 1,20 m-mv in de winter) wat dan aankoop of maaiveldophoging kan vergen. Bij een sterkere peilverhoging kan de drooglegging nog minder worden. Het is zinvol om de effecten van het nieuwe peilregime meer gedetailleerd te evalueren. De verkennende analyse van het waterschap gaat uit van een analyse van het verschil in de NAP-hoogte van het nieuwe waterpeil met de maaiveldhoogte minus een drooglegging van 1,20 m. In een meer gedetailleerde analyse kan rekening worden gehouden met hoe de peilverhoging ruimtelijke uitwerkt op verhoging van de grondwaterstand (effect nemen af met toenemende afstand van waterlopen met de peilverhoging) en te kijken of voor betreffende agrarische percelen niet een geringere droogleggingsnorm voor de winter kan worden gehanteerd. Voorts kan ook worden gekeken naar de positieve effecten op de vochtvoorziening in agrarische percelen gedurende het voorjaar en de zomer (minder droogtestress). Op basis van deze analyse kunnen keuzes worden gemaakt voor maatregelen om stabiliteit van infrastructuur te waarborgen en maatregelen voor omgang met vernatting van agrarische percelen.

Een maatregel om risico's van eutrofiëring en vervuiling te verminderen is het baggeren van de Zwaakse Weel.

### 3.3.8 Lacunes en onzekerheden

Bij het realiseren van een hoger en minder fluctuerend peil spelen de volgende onzekerheden:

- Het eenvoudige waterbalansmodel is gebaseerd op een 30-jarig gemiddelde van neerslag en verdamping. Het neerslag-verdampingspatroon is echter sterk variabel. Voor drogere jaren (bv droge winter, droge zomer) kunnen de uitkomsten voor de noodzakelijke wateraanvoer om het waterpeil in de Zwaakse Weel te handhaven en voor de hoeveelheid beschikbare irrigatie water ongunstiger zijn. De effecten van droge jaren op de waterbalans kunnen eenvoudig worden doorgerekend voor concrete droge jaren. Daarmee kan bijvoorbeeld ook een beter beeld worden verkregen van de waterbeschikbaarheid in de nazomer. Het is namelijk de vraag of de berekende beschikbaarheid van irrigatiewater realistisch is in droge jaren.
- De aanvoer van water in de zomermaanden om een voldoende hoog peil voor natuur te handhaven in de Zwaakse Weel is afhankelijk van de aanvoer van neerslagpieken uit de polder. In deze quickscan is bij de berekening van de oppervlakte aan polder die nodig is voor wateraanvoer, uitgegaan van de grove aanname dat per maand 20 mm polderwater kan worden geleverd door neerslagpieken. In deze quickscan was het niet mogelijk om deze aanname te onderbouwen. Bovendien is de afvoerdynamiek van polderwater onvoldoende bekend om te beoordelen er in de zomermaanden werkelijk voldoende zoet water kan worden aangevoerd. Deze lacune kan worden opgelost met en op basis van hoogfrequente meetreeksen van de waterafvoer van de aanvoersloot uit de Kaneelpolder. Om meer inzicht te krijgen in de mogelijk variatie van neerslag tussen jaren zou ook een analyse van de neerslagdynamiek op basis van analyse van vlakdekkende, geïnterpoleerde neerslaggegevens (meteobase.nl; data op uurbasis) kunnen worden uitgevoerd.
- De analyse met het eenvoudige waterbalansmodel gaat ervan uit dat elke maand met watertekort voor Zwaakse Weel het beoogde streefpeil in de Zwaakse Weel kan worden gerealiseerd. Het model houdt op deze manier geen rekening met de eventuele doorwerking van droogteperioden in de tijd. Deze tekortkoming kan worden opgelost met een uitgebreider waterbalansmodel. Het is ook een optie de

waterbalans van Zwaakse Weel door te rekenen met een gekoppeld instationair grond- en oppervlaktewatermodel. Het is dan ook mogelijk om meer inzicht te krijgen in hoeverre in de zomer het natuurstreefpeil voor Zwaakse Weel kan worden gehandhaafd en of er in de nazomer irrigatiewater kan worden geleverd.

- Het voor natuur optimale peilregime is gebaseerd op de hoogteligging van twee typen soortenrijke vochtige graslanden in de oever van de Zwaakse Weel op basis van een voor hoogte gefilterd AHN3 bestand. Voor natuurlijke vegetatie kan de werkelijke hoogteligging iets afwijken van de hoogte in gefilterde AHN-bestanden. De onzekerheid in de hoogten kan worden weggenomen met opname van hoogte in het veld met een RTK-GPS in de betreffende graslanden. Op basis daarvan kan de hoogte van het voor natuur optimale peilregime worden bijgesteld conform de genoemde criteria.
- Periodieke aanvoer van polderwater naar de Zwaakse Weel zal leiden voor aanvoer van gewasbeschermingsmiddelen en hun afbraakproducten. Welke stoffen worden aangevoerd, en in welke concentraties, is onduidelijk. Als gevolg hiervan, alsook door gebrek aan kennis over ecologische effecten van gewasbeschermingsmiddelen, kunnen ecologische effecten op het open water en moerassen in De Zwaakse Weel niet worden gekwantificeerd. Mogelijke nadelige effecten zullen sterk worden beperkt wanneer als aanvullende maatregel het polderwater dat momenteel door de Zwaakse Weel wordt doorgevoerd, wordt afgevoerd via een nieuwe omleiding. De belasting met gewasbeschermingsmiddelen zal daardoor sterk afnemen. In het algemeen is het zinvol om meer zicht te krijgen op ecologische effecten van gewasbeschermingsmiddelen op natuur.
- Onttrekking van grondwater voor beregening en voor proceswater in de nabije omgeving van de Zwaakse Weel kan zorgen voor verlaging van de grondwaterstand en het oppervlaktewaterpeil van de Zwaakse Weel en daarmee zorgen voor een te lage waterstand in waterafhankelijke natuurtypen. Op basis van informatie uit de WKO-tool<sup>8</sup> blijkt een aanzienlijk aantal grondwaterputten ten behoeve van irrigatie ten zuidwesten van het gebied aanwezig te zijn. Daarnaast bevinden zich enkele onttrekkingen in de omgeving van 's-Gravenpolder. Momenteel is er geen goed inzicht in de kwantitatieve effecten van de grondwateronttrekkingen op de grondwaterstand. Daarmee is ook onduidelijk in hoeverre grondwateronttrekkingen de realisatie van het gewenste streefpeil voor natuur belemmeren door een te diepe uitzakking van de grondwaterstand in de zomer. Bij de beheerder bestaat de indruk dat het oppervlaktepeil in de Zwaakse Weel relatief snel reageert op onttrekkingen (mondelijke mededeling W. Stempfer). Het is daarom zinvol om de invloed van grondwateronttrekkingen op de waterhuishouding van de Zwaakse Weel nader te bekijken met grondwatermodellering.
- Door het instellen van een hoger peil, zal de Zwaakse Weel een hoger peil krijgen ten opzichte van de omliggende polders. De effecten van peilverandering op de kwelflux kunnen in beeld gebracht worden met grondwatermodellering. De kwelflux kan daardoor afnemen en het gebied kan ook omslaan naar netto infiltratie. Ook zijn de effecten op de kwaliteit van opkwellende grondwater (zoet en licht brak) lastig te kwantificeren, mede omdat in de Zwaakse Weel geen metingen verricht zijn aan de kwaliteit van het toestromende grondwater en niet geanalyseerd is hoe peilverandering daarop zal doorwerken. De kwelflux van brak water zou kunnen afnemen door een hoger peil. Lokale kwelzones kunnen ook omhoogschuiven in de oeverzones. In geval een hoger peil leidt tot minder toestroming van licht brak grondwater kan dat een negatief effect hebben op het voorkomen van plantensoorten die gedijen in zilte condities. Met monitoring van de chemische samenstelling van het ondiepe grondwater en porievocht van de bodemtoplaag kunnen effecten van peilverhoging in beeld worden gebracht.

---

<sup>8</sup> <https://wkotool.nl/>

- Het instellen van een hoger en minder sterk fluctuerend waterpeil kan leiden tot eutrofiëring van relatief nutriëntenarme graslanden in de oeverzones. De hogere waterstand kan namelijk zorgen voor langere of permanente anaërobie in de bodemtoplaag. Hierdoor kan door reductie van ijzerhydroxiden aan de bodem geadsorbeerd fosfaat vrijkomen. Als dit gebeurt, kan dit kort (enkele jaren) of langduriger voor een hogere fosfaatbeschikbaarheid zorgen en mogelijk de productiviteit van de vegetatie vergroten, wat nadelig is voor de kwaliteit. Met monitoring van de vegetatie en chemische metingen in de bodemtoplaag kan dit risico in de gaten worden gehouden. Indien langer durende interne P-eutrofiëring nadelig uitpakt voor de vegetatie zou gekozen kunnen worden voor een iets lager laagste peil in de zomer.
- De effecten op het zoutgehalte van het irrigatiewater zijn niet exact te voorspellen. In de nazomer kan het irrigatiewater mogelijk een hogere chlorideconcentratie hebben, doordat dan het aandeel van brakke kwel in de Zwaakse Weel groter en het aandeel van zoete kwel geringer wordt dan in de winter en het voorjaar. Verder zal het water in het voorjaar armer aan chloride zijn door een hoger neerslagoverschot dan in de nazomer (Figuur 10). Frequente monitoring van het elektrisch geleidingsvermogen (EGV) kan de onzekerheden wegnemen.

### 3.3.9 Perspectief

De Zwaakse Weel biedt perspectief voor het bergen van water ten behoeve van irrigatie voor landbouw om de volgende redenen:

- Het kan worden gecombineerd met sterke verbetering van het waterpeilregime voor natuur, dat momenteel te laag is.
- In het vroege voorjaar (april) is een aanzienlijke hoeveelheid zoet water beschikbaar dat gebruikt kan worden voor droogtegevoelige fijnzadige gewassen.
- In de kreekkruggen langs de Zwaakse Weel zijn vrij dikke zoete neerslaglenzen aanwezig. Daardoor is er vermoedelijk voldoende (relatief) zoet water aanwezig om te bergen. Het water uit de Zwaakse Weel dat gebruikt wordt voor irrigatie is ook zoet genoeg voor het irrigeren van een breed scala aan gewassen.
- Aanpassingen in de waterhuishouding zijn gering en liggen ook in lijn met de wensen voor optimalisatie van de waterhuishouding voor natuur.

Dit tezamen maakt dat er vermoedelijk een gunstige kosten-batenbalans is en er voor landbouw en natuur een win-winsituatie kan worden gerealiseerd.

Voor irrigatie later in het voorjaar en de zomer (april-augustus) lijken de mogelijkheden gering te zijn.

Voor het bereiken van een win-winsituatie voor landbouw en natuur is het wel nodig dat het waterpeil van de Zwaakse Weel wordt verhoogd. Aanleg van een omleiding voor water uit de Vliegpolder maakt het mogelijk om in Zwaakse Weel het waterpeil onafhankelijk van het waterpeil in de Vliegpolder te reguleren en de invloed van nutriënten en gewasbeschermingsmiddelen (toenemend bij hoger waterpeil) sterk te verminderen. Er zijn twee belangrijke aandachtspunten voor de uitvoering van een gecombineerd plan voor waterberging en verdrogingsbestrijding: 1) een afgewogen omgang met onttrekking van lokaal grondwater voor landbouw en industrie ten einde mogelijke verdrogende effecten op natuur te voorkomen en 2) maatregelen nemen voor eventuele nadelige lokale effecten van vernatting van infrastructuur en enkele agrarische percelen.

### 3.4 Aanbevelingen voor beheer en monitoring

Wanneer wordt besloten om een natuurgebied te gebruiken voor het bergen van water en het leveren van irrigatie is beheer en monitoring nodig voor regeling van de waterinname en levering van irrigatiewater. De regulatie van de berging en levering van water voor irrigatie vergt ook een beheerder die op basis van vooraf vastgelegde randvoorwaarden en monitoringdata berging van polderwater en levering water uit natuurgebied stuurt. Het vergt tevens een overlegstructuur tussen beheerder, natuurbeheerder en agrariërs voor afstemming van het operationele beheer.

Monitoring voor het operationele beheer kan bestaan uit:

- Continuumetingen van het oppervlaktewaterpeil in het natuurgebied (telemetrische logger, bijvoorbeeld 1 meting per uur). Deze metingen worden gebruikt voor de regulatie van de inname polderwater en voor levering van irrigatiewater aan de landbouw.
- Debietmetingen van de afvoer van oppervlaktewater en de aanvoer van polderwater. Deze metingen zijn belangrijk voor het bijhouden van de waterbalans van Zwaakse Weel. In combinatie met waterstandsmetingen en neerslag- en verdampingsgegevens kan met deze debietmetingen ook een betere schatting van kwel en wegzijging worden gegeven.
- Continuumeting van het EGV (telemetrische logger, bijvoorbeeld 1 meting per uur) en periodieke (bijvoorbeeld tweewekelijks) meting van Cl, Na, P-totaal, PO<sub>4</sub>-ortho, N-totaal, NH<sub>4</sub>, NO<sub>3</sub>, SO<sub>4</sub> in het oppervlaktewater van het natuurgebied en bij het innamepunt van polderwater. Deze metingen in het natuurgebied worden gebruikt om te evalueren in hoeverre de chemische kwaliteit binnen randvoorwaarden van natuur zit en voor een check op de chemische kwaliteit van het te leveren water aan de landbouw. Deze metingen bij het innamepunt geven inzicht in de dynamiek van de waterkwaliteit. De hoogfrequente metingen van het EGV maken het ook mogelijk om meer zicht te krijgen op hoe piekbuien doorwerken op het zoutgehalte van het slotwater. De chemische metingen kunnen in combinatie met gegevens van de waterbalans worden gebruikt om de stofbalans van chloride en andere stoffen bij te houden.

Voor het ontwerp van het beheersysteem is het zinvol om al met monitoring te beginnen voordat berging en irrigatie gaat plaatsvinden, zodat er meer zicht is op de uitgangssituatie. Monitoring over meerdere jaren levert informatie op hoe de water- en stofbalans werkt in relatie tot variatie in de meteorologie (droge, versus natte jaren).

De regulatie van inname van polderwater in het natuurgebied is gebaseerd op het gemeten verloop van de waterstand, de verwachte neerslag, verdamping en wegzijging in het natuurgebied, en de chemische kwaliteit van het polderwater en van het oppervlaktewater in het natuurgebied. Het vasthouden van neerslag heeft voorrang op berging van polderwater. De regulatie van levering irrigatiewater uit natuurgebied dient tijdsafhankelijk gebaseerd te zijn op de op het gemeten verloop van het oppervlaktewaterpeil in de Zwaakse Weel en de verwachting van neerslag-verdamping en wegzijging in natuurgebied. De bruikbaarheid van irrigatiewater kan worden bepaald op basis van de meting van de zoutconcentratie van het oppervlaktewater in de Zwaakse Weel en het gewastype. De regulatie van waterinname en waterlevering kan worden ondersteund met een eenvoudig balansmodel voor water en stoffen (bijvoorbeeld een Excelbestand met invoergegevens en een rekensheet).

Verder is het zinvol om de effecten op natuur na enige tijd (bijvoorbeeld elke zes jaar) te evalueren in relatie tot de mogelijke effecten van waterberging en levering van irrigatiewater. Voor deze evaluatie kan gebruik worden gemaakt van monitoringdata van vegetatie en fauna die al worden verzameld voor evaluatie en verantwoording van het natuurbeheer. Indien voor een natuurgebied specifieke onzekerheden spelen over de effecten van waterberging, zou hier gerichte monitoring plaats kunnen vinden.

## 4 Conclusies

In deze studie is een conceptueel toetsingskader voor de haalbaarheid van zoetwaterberging in natuurgebieden uitgewerkt. Het biedt een helder overzicht van de belangrijkste aandachtspunten voor de haalbaarheid van zoetwateropslag in natuurgebieden ten behoeve van irrigatie van landbouwpercelen. Met behulp van het toetsingskader zijn vervolgens quickscans uitgevoerd voor twee verschillende natuurgebieden (de inlagen 's-Gravenhoek en Oesterput in Noord-Beveland, en natuurgebied Zwaakse Weel in Zuid-Beveland).

Beide gebieden verschillen sterk wat betreft watersysteem (de inlagen liggen geïsoleerd en worden alleen gevoed door neerslag; de Zwaakse Weel wordt gevoed door polder- en grondwater), waardoor het perspectief voor waterberging verschillend is. In de inlagen 's-Gravenhoek en in mindere mate Oesterput is het perspectief gering. In de Zwaakse Weel is er mogelijk een gunstig perspectief, waarbij ook een winst voor het natuurgebied kan worden gerealiseerd. De variabele uitkomst maakt duidelijk dat mogelijkheden voor waterberging in natuur gebiedsspecifiek moeten worden beoordeeld en dat uitvoering van zulke waterbergingsplannen in natuurgebieden maatwerk vergt.

Hieronder worden de afzonderlijke onderzoeksvragen beantwoord.

*Hoe verhouden vraag en aanbod van zoet water zich in de tijd tot elkaar? Is er zoet water over in de natuurgebieden op het moment dat de landbouw water nodig heeft?*

Beide natuurgebieden kunnen ondanks hun geringe oppervlakte een aanzienlijke oppervlakte landbouwpercelen in de nabijheid van deze gebieden irrigeren. De koppeling tussen vraag en aanbod van (relatief) zoetwater verschilt. De inlaag 's-Gravenhoek kan alleen water leveren in het vroege voorjaar (eind maart-april) als de broedvogeleilanden worden verhoogd. Zwaakse Weel heeft juist in die periode een wateroverschot dat voor irrigatie kan worden aangewend. Beide gebieden kunnen niet in het late voorjaar en de voorzomer (mei-juli) water leveren wegens randvoorwaarden voor het waterpeil voor natuur. Waterberging biedt daarmee vooral perspectief voor irrigatie in het voorjaar voor droogtegevoelige teelten. In Inlaag Oesterput kan in theorie ook later in het seizoen water worden geleverd, aangezien hier minder randvoorwaarden ten aanzien van streefpeil spelen.

*Hoe kan een natuurgebied extra zoet water ontvangen (naast regenwater)? Welke bronnen van zoet water zijn beschikbaar?*

Beide natuurgebieden kunnen zoet water ontvangen uit polderdelen met zoet water. De oppervlakte van deze delen is voldoende om te voorzien in de wateraanvoerbehoefte. De Zwaakse Weel is voor handhaving van een voor natuur voldoende hoog waterpeil afhankelijk van aanvoer van neerslagpieken uit de polder waarvan niet zeker is of die altijd voldoende is. Voor de aanvoer van polderwater om te bergen in natuurgebied zijn polderdelen met een zoete regenwaterlens interessant omdat hier het drainagewater relatief zoet is.

*Welke waterhuishoudkundige ingrepen zijn nodig, in de gebieden zelf en in de omgeving?*

Voor de inlagen vergt wateraanvoer een extra lange aanvoerweg. Tevens moet voor aanvoer het water omhoog worden gepompt naar de inlagen. In één van de inlagen (Oesterput) zijn aanvullende maatregelen nodig voor oeverbescherming en mogelijk ook versterking van de binnendijk. Wegens deze maatregelen en de beperkte periode dat in het groeiseizoen water kan worden geleverd, is de kosten-batenverhouding van waterberging voor de inlagen ongunstig. In de Zwaakse Weel kan gebruikt worden gemaakt van het bestaande slootstelsel. Verder is een omleiding nodig voor afvoer van polderwater dat nu door de Zwaakse Weel stroomt. Deze maatregel is tevens nodig voor realisatie van een hoger oppervlaktewaterpeil voor natuur en vermindering van de belasting met nutriënten en gewasbeschermingsmiddelen. In verband met verhoging van het oppervlaktewaterpeil zijn mogelijk enkele kleine maatregelen nodig, dit in verband met vernatting van twee agrarische percelen en het waarborgen van stabiliteit van infrastructuur. Voor Zwaakse Weel wordt de kosten-batenbalans als gunstig ingeschat. Voor een

effectieve vernatting van de Zwaakse Weel kan ook een ander omgang met lokale grondwateronttrekkingen nodig zijn.

*Kan overtollig water uit het agrarisch gebied worden geborgen in de natuurgebieden zonder nadelige gevolgen voor de natuur, en hoe zijn mogelijke nadelige effecten voor natuur te voorkomen?*

Omdat de inlagen neerslaggevoede systemen zijn zonder aanvoer van polderwater, leidt aanvoer van polderwater daar tot extra belasting met nutriënten en aanvoer gewasbeschermingsmiddelen. Dit is vanuit natuuroogpunt een ongewenste ingreep. In de Zwaakse Weel kan waterberging van polderwater samen gaan met een sterke vermindering van nutriënten en gewasbeschermingsmiddelen, mits er omleiding voor de afvoer van polderwater wordt gerealiseerd.

*Welke natuurwinst is te behalen met berging van zoet water?*

Voor de inlagen biedt waterberging slechts geringe mogelijkheden voor natuurwinst. Voor de Zwaakse Weel biedt het in potentie een groot voordeel voor natuur, omdat waterberging in dat geval wordt gecombineerd met optimalisatie van het waterpeil voor natuur. Het waterpeil kan dan in overeenstemming worden gebracht met het peil waarop diverse uitgevoerde natuurherstelmaatregelen zijn gedimensioneerd.

*Is het zoete water van voldoende kwaliteit en ook bruikbaar voor de landbouw?*

De geschiktheid van water uit de natuurgebieden als irrigatiewater voor landbouw is alleen beoordeeld op basis van eenmalige metingen van het EGV als proxy-variabele voor de chloride-concentratie. Het water dat wordt geborgen in de Zwaakse Weel zal vermoedelijk in de chloride-range van matig tolerante gewassen vallen en daarmee geschikt zijn voor een brede range van gewassen. Het oppervlaktewater in de inlagen is zoet, maar het dient nader te worden onderzocht hoe dit zou veranderen als gevolg van bijmenging met meer brak water uit de omringende polders.

Belangrijk is om te beseffen dat de uitkomsten zijn gebaseerd voor de twee gebieden zijn gebaseerd op quickscan analyse. Het potentiële gunstige perspectief voor Zwaakse Weel zal met een meer gedetailleerde studie beter moeten worden gekwantificeerd om de haalbaarheid goed te kunnen beoordelen. Op basis van zo'n vervolgstudie kan vervolgens besloten wordt om de Zwaakse Weel te gaan gebruiken als waterbergingsgebied t.b.v. irrigatie van landbouwpercelen.

## 5 Aanbevelingen

Uit de quickscans zijn enkele aanbevelingen naar voren gekomen voor verder onderzoek in de Zwaakse Weel en voor haalbaarheidsstudies naar zoetwaterberging in natuurgebieden in het algemeen.

Om de mogelijkheden voor waterberging in de Zwaakse Weel beter in beeld te brengen hebben we de volgende aanbevelingen:

- Een gedetailleerde doorrekening van de waterbalans van de Zwaakse Weel die rekening houdt met de doorwerking van droogteperioden op het oppervlaktewaterpeil en grondwaterstand in het natuurgebied. Doel daarvan is om een beter beeld te krijgen van de wateraanvoerbehoefte en de beschikbaarheid van oppervlaktewater in de Zwaakse Weel voor irrigatie. Met een gecombineerd grondwater- en oppervlaktewatertabel kunnen diverse scenario's (bijvoorbeeld diverse jaren die verschillen in neerslag-verdampingstekort) en een periode van de droogte worden geanalyseerd. Deze analyses zijn nodig om te weten in hoeverre het natuurstreefpeil kan worden gerealiseerd en hoeveel irrigatiewater in droge jaren kan worden geleverd.
- Bovengenoemde modellering kan ook worden gebruikt om onzekerheden weg te nemen over kwel/infiltratie in de Zwaakse Weel en de invloed van lokale grondwateronttrekkingen op oppervlaktewaterpeil en grondwaterstand. Tevens kan met een dergelijk model ook worden geanalyseerd waar eventueel natschade optreedt als gevolg van peilverhoging in de Zwaakse Weel.
- Verzamelen van gegevens van afvoerdynamiek van polderwater dat gebruikt kan worden voor berging in de Zwaakse Weel en ook voor het op peilhouden van de oppervlaktewaterstand in de Zwaakse Weel. Dit vooral van belang om inzicht te krijgen in de mogelijkheden om het vereiste waterpeil in de Zwaakse Weel te handhaven. In combinatie met analyse van de neerslagdynamiek kan dit ook meer zicht geven in hoeverre de afvoer van neerslagpieken kan worden gebruikt om te bergen.
- Metingen van de concentraties van zout, nutriënten en gewasbeschermingsmiddelen in het polderwater dat gebruikt wordt voor waterberging in de Zwaakse Weel en in het oppervlaktewater in de Zwaakse Weel. Dit geeft meer inzicht in de stofbelasting van de Zwaakse Weel. Meting van zoutconcentratie in de Zwaakse Weel in het oppervlaktewater van de Zwaakse Weel is ook nodig in verband met de geschiktheid van irrigatiewater voor landbouwgewassen.

In het algemeen zou ook de haalbaarheid van zoetwaterberging in natuurgebieden kunnen worden geanalyseerd. Omdat elk natuurgebied maatwerk vergt, zouden potentieel interessante gebieden met een quickscan kunnen worden gescreend. Gebieden met perspectief voor waterberging met behoud of verbetering van natuurwaarden zouden in een vervolgstudie meer diepgaand kunnen worden geanalyseerd.



## 6 Bronvermelding

Aben, S. (2009). Beheerplan Inlagen Noord-Beveland, 2009-2021. Afstudeeropdracht Hogeschool Van Hall-Larenstein i.o.v. Het Zeeuwse Landschap.

Anonymus (2020). Quickscan maatregelen Zwaakse Weel /-kreekrest. Notitie Waterschap Scheldestromen.

Grootjans, A.P., P.S. Hartog, L.M.F. Fresco & H. Esselink (1995). Succession and fluctuation in a wet dune slack in relation to hydrological changes. *Journal of Vegetation Science* 2: 545-554.

Hoekstein M. (2019). Broedvogels van Oosterschenge, Zwaakse Weel, Verdronken Land van Zuid-Beveland, Zuidrand van Zuid-Beveland en Fort Ellewoutsdijk 2019. Het Zeeuws Alternatief, Goes.

Simmelink, M.R. (2019). Flora-, vegetatie- en structuurkartering van de Zwaakse Weel in 2019. Vereniging Natuurmonumenten, 's-Graveland

Stempher. W. (2020). Kwaliteitstoets 2020. Zwaakse Weel, getoetst areaal: 129,2 ha. Natuurmonumenten.

Van der Molen, D.T., R. Pot, C.H.M. Evers, F.C.J. van Herpen & L.L.J. van Nieuwerburgh (2018). Referenties en maatlatten voor natuurlijke watertypen voor de Kaderrichtlijn Water 2021-2027. Rapport 2018-49, STOWA, Amersfoort.