

## Potentie van watervraagreductie in het veengebied

Een modelverkenning op landelijke schaal



# Potentie van watervraagreductie in het veengebied

## Een modelverkenning op landelijke schaal

### **Auteur(s)**

Ilja America - van den Heuvel

Ruben Boelens (Hydrologic)

Marjolein Mens

Esmée Mes

## Potentie van watervraagreductie in het veengebied

Een modelverkenning op landelijke schaal

<b>Opdrachtgever</b>	Rijkswaterstaat Water, Verkeer en Leefomgeving
----------------------	--

### Documentgegevens

<b>Versie</b>	0.2
<b>Datum</b>	19-09-2023
<b>Projectnummer</b>	11209259-010
<b>Document ID</b>	11209259-010-ZWS-0001
<b>Pagina's</b>	68
<b>Classificatie</b>	
<b>Status</b>	definitief

### Auteur(s)

	Ilja America - van den Heuvel Ruben Boelens (Hydrologic) Marjolein Mens Esmée Mes	

# Samenvatting

## Context en vraagstelling

Om bodemdaling en CO<sub>2</sub>-uitstoot in de veenweidegebieden te verminderen wordt onder andere gestreefd naar hogere grondwaterstanden, in lijn met de sturende principes van de Kabinetsbrief 'Water+Bodem sturend' (WBS) van 2022 en als onderdeel van het landelijke klimaatakkoord van 2019. Eerdere analyses hebben aangetoond dat (technische) maatregelen om grondwaterstanden te verhogen (zoals drainagemaatregelen) de watervraag voor peilbeheer vergroten, met name in een warmer klimaat. Hierdoor komt de balans tussen watervraag en wateraanbod in droge jaren verder onder druk te staan.

De regionale veenweidestrategieën, die door provincies worden opgesteld om de CO<sub>2</sub>-uitstoot in veenweidegebieden terug te dringen, zijn toegespitst op veengebieden met agrarisch gebruik. Natuurorganisaties geven aan dat natuurgebieden op veengronden door hun natuurlijke sponswerking potentieel kunnen bijdragen aan het vasthouden van water in de winter en het leveren in de zomer (peilen zakken uit). Het is echter onbekend in hoeverre ander peilbeheer in veengebieden de totale watervraag voor peilbeheer in een gebied zou kunnen verminderen.

In voorliggend onderzoek heeft Deltares geanalyseerd hoe de watervraag voor peilbeheer in veengebieden verandert als actief gestuurd zou worden op een grondwaterstand tussen 20 en 40 cm onder maaiveld (hierna WBS-maatregelen genoemd), en hoe die watervraagtoename kan worden beperkt door flexibeler met het peilbeheer om te gaan. Het hoofddoel van het onderzoek was om te kwantificeren wat het effect is van regionale waterbeheermaatregelen in (natuur)veengebieden op de watervraag aan het hoofdwatersysteem, zodat kan worden ingeschat in hoeverre hiermee watertekorten tijdens droge zomers kunnen worden gereduceerd. Met de resultaten kunnen, gegeven de grove ruimtelijke resolutie, geen uitspraken gedaan worden over lokale effecten. Evenmin is gekeken naar andere, positieve dan wel negatieve, effecten van flexibel peilbeheer, zoals op de ecologie of het landgebruik.

Om te verkennen hoeveel water regionaal kan worden vastgehouden is gekeken naar twee soorten maatregelen: 'flexibel peilbeheer in (natuur)veengebieden' en 'ander peilbeheer in overgangsgebieden naar diepere polders'. Deze maatregelen zijn voor het hele veengebied geanalyseerd en voor alleen natuurgebieden op veengronden. Door het slootpeil te verhogen en te flexibiliseren in natuurgebieden op veengronden is inzicht verkregen in hoeverre natuurgebieden kunnen fungeren als 'natuurlijke klimaatbuffer', oftewel in hoeverre deze gebieden water kunnen vasthouden om droge zomers te overbruggen.

De studie doet geen uitspraken over de wenselijkheid van maatregelen. Ook is in deze studie niet gekeken naar de technische haalbaarheid van de verhoging van het grondwaterpeil naar 20 tot 40 cm onder maaiveld in het hele veengebied. De studie richt zich zowel op het agrarische veenweidegebied als op veengebieden met een natuurdoelstelling. De analyse is uitgevoerd met behulp van het Landelijk Hydrologisch Model (LHM) versie 4.2, waarmee verschillende varianten zijn doorgerekend voor de periode 2017-2019. Het model is niet geschikt voor uitspraken over bodemdaling of CO<sub>2</sub>-uitstoot of om uitspraken te doen op lokaal niveau. De WBS maatregelen zijn in het model ingesteld zodanig, dat de zomergrondwaterstanden van een droge zomer (2018) niet verder zakken dan 40 cm onder het maaiveld (basisrun B2 – grondwaterstandsverhoging conform WBS). Dit is bereikt door gebruik te maken van vaste (hogere) slootpeilen en de aanname van optimale werking van infiltratiemaatregelen.

Meerdere varianten met flexibel peilbeheer zijn vervolgens toegevoegd aan de basisrun. Flexibel peilbeheer is in deze studie gedefinieerd als het instellen van een peilrange waarbinnen het oppervlaktewater op natuurlijke wijze kan variëren. Dit betreft een maximum streefpeil voor sloten waarboven water wordt afgevoerd en een minimum streefpeil waaronder water wordt aangevoerd (zie Tekstbox S.1 voor toelichting). In deze studie zijn 3 verschillende bovenrandvoorwaardes opgelegd in het gehele veengebied en in natuurgebieden op veengronden. In totaal zijn 5 varianten gesimuleerd, namelijk:

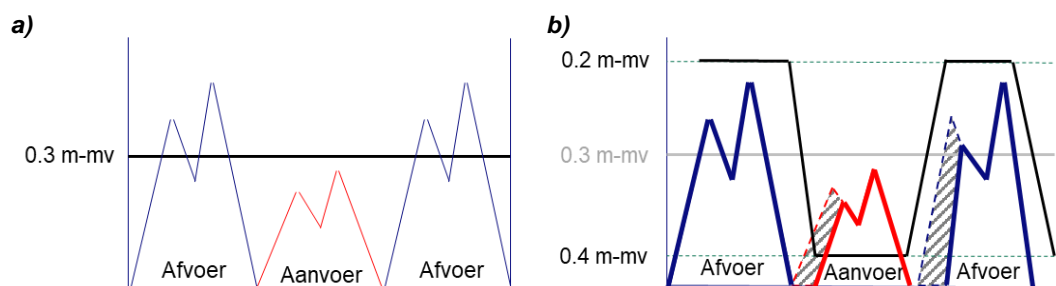
- R4 – Flexibel peilbeheer met range 20 / 40 cm-mv in gehele veengebied,
- R5 – Flexibel peilbeheer met range 20 / 40 cm-mv in natuurveengebied,
- R6 – Flexibel peilbeheer met range 0 / 40 cm-mv in natuurveengebied,
- R7 – Flexibel peilbeheer met range 50 cm+mv / 40 cm-mv in natuurveengebied,
- R8 – Flexibel peilbeheer met range 50 cm+mv / 40 cm-mv in gehele veengebied.

Daarnaast is onderzocht in hoeverre overgangsgebieden naar diepe polders (droogmakerijen zonder veengrond) een rol kunnen spelen bij het regionaal vasthouden van water om zo de watervraag van veengebieden aan het hoofdwatersysteem te verminderen. Hiervoor zijn 3 varianten doorgerekend, te weten:

- R9 - Peilopzet randzone diepere polders tot 40 cm-mv,
- R10 - Peilopzet gehele diepere polders tot 40 cm-mv,
- R11 – Flexibel peilbeheer in gehele diepere polders met range 20 / 40 cm-mv.

**Tekstbox S.1: Toelichting flexibel peilbeheer**

Bij de toepassing van flexibel peilbeheer in deze analyse is geïmplementeerd door een grotere peilrange te hanteren met een minimumpeil en een maximumpeil voor het oppervlaktewater. Tussen die streefpeilen kan het slootpeil variëren. De hoeveelheid water die nodig is om het minimale streefpeil te behouden wordt hier de watervraag voor peilbeheer genoemd. Door het flexibiliseren van het peilbeheer kan meer water in de regio worden vastgehouden waardoor de watervraag afneemt.



Figuur S.1 Schematische weergave van af- en aanvoer regime bij vast peilbeheer (links) en flexibel peilbeheer (rechts). De arcering in het rechterfiguur toont de 'waterwinst' bij flexibel peilbeheer.

**Conclusies**

Uit de berekeningen blijkt dat als gevolg van het actief verhogen van grondwaterstanden, met WBS-maatregelen, in het hele veengebied de seizoenswatervraag voor peilbeheer (gedurende het zomerhalfjaar van 2018) in alle veenregio's samen met circa 430 Mm<sup>3</sup> toeneemt (ongeveer 36% toename ten opzichte van de totale peilbeheer watervraag in de huidige situatie). In hoofdregio West is de toename 44% en in de hoofdregio Noord bedraagt deze 38% (Tabel S.1).

Door het flexibiliseren van peilbeheer met een range van 20 centimeter (variant R4) kan meer water in de regio worden vastgehouden. Uit de berekeningen blijkt dat wanneer dit wordt uitgevoerd in het hele veengebied de totale watervraag aan het hoofdwatersysteem in alle veenregio's afneemt met 115 Mm<sup>3</sup> (ongeveer 7% van de totale peilbeheervraag in basisberekening B2). Natuurgebieden dragen voor 1/3 deel bij aan deze vermindering van de watervraag wanneer flexibel peilbeheer 20 tot 40 cm onder maaiveld wordt doorgevoerd (zie variant R5). Deze vermindering van de watervraag vindt met name plaats aan het begin van het droogteseizoen.

De meest extreme variant (variant R8 - Flexibel veen 50 cm+mv / 40 cm-mv), waar zoveel mogelijk gebiedseigen water wordt vastgehouden, tot boven maaiveld, is in staat om de watervraag bij hogere grondwaterstanden (conform WBS) niet te laten toenemen of zelfs te laten afnemen. De resultaten laten echter ook zien dat de veengebieden dan vrijwel jaarrond onder water komen te staan, wat grote consequenties heeft voor het landgebruik, zowel op agrarische gronden als in sommige natuurgebieden. In een droog jaar staat de grondwaterstand dan in de winter gemiddeld bijna 40 cm boven maaiveld en zakt in de zomer naar gemiddeld 5 cm boven maaiveld.

Overgangsgebieden, aan de rand van diepe droogmakerijen, kunnen slechts in beperkte mate bijdragen aan het vasthouden van water in veengebieden. De variant met flexibel peilbeheer in de diepere polders naast veengebieden (variant R11) reduceert de seizoenswatervraag landelijk gemiddeld met 4 Mm<sup>3</sup>, wat minder is dan 0,5% van de totale watervraag voor peilbeheer (Tabel S.1). Andere mogelijke (meer lokale) baten voor bijvoorbeeld ecologische kwaliteit zijn in deze studie niet onderzocht.

In deze studie is het effect op watertekorten niet gekwantificeerd. Naar verwachting heeft flexibel peilbeheer volgens de hier gehanteerde definitie weinig effect op het verminderen van watertekorten. Dit komt omdat watertekorten meestal later in het seizoen optreden, wanneer de watervraag het grootst is, maar tegen die tijd is de regionale buffer al benut (zie Tekstbox S.1). Een meer dynamische vorm van peilbeheer, waarbij het uitzakken van peilen wordt uitgesteld tot de verwachte periode van watertekort, kan potentieel meer bijdragen aan het reduceren van watertekorten. Dit is wel zeer afhankelijk van de eigenschappen van het gebied (kwel- of infiltratie), de mate van droogte en de mogelijkheid om dynamisch te sturen.

Tabel S.1 Overzichtstabel watervraag voor peilbeheer uitgedrukt t.o.v. watervraag voor peilbeheer in de basisberekening met WBS-maatregelen B2.

Watervraag peilbeheer	Eenheid	REF - Huidige situatie	B2 – Grondwaterstandsverhoging conform WBS	R4 – Flexibel veen 20 / 40 cm-mv	R5 – Flexibel natuur 20 / 40 cm-mv	R6– Flexibel natuur plasdras 0 / 40 cm-mv	R7– Flexibel natte natuur 50 cm+mv / 40 cm-mv	R8– Flexibel veen 50 cm+mv / 40 cm-mv	R9 - Peilopzet randzone diepere polders 40 cm-mv	R10 - Peilopzet hele diepere polders 40 cm-mv	R11 - Flexibel hele diepere polders 20 / 40 cm-mv
<b>Landelijk totaal over veenregio's</b>											
Absolute watervraag	[Mm3]	1193	1625	1509	1587	1561	1448	983	1626	1627	1621
Verandering t.o.v. variant B2	[Mm3]	-	-	-116	-38	-64	-177	-642	1	2	-4
	[%]	-	-	-7	-2	-4	-11	-39	0	0	0
<b>Hoofdregio Noord</b>											
Absolute watervraag	[Mm3]	633	875	831	859	850	799	600	875	876	873
Verandering t.o.v. variant B2	[Mm3]	-	-	-44	-15	-25	-76	-274	0	1	-1.3
	[%]	-	-	-5	-2	-3	-9	-31	0	0	0
<b>Hoofdregio West</b>											
Absolute watervraag	[Mm3]	281	405	362	394	386	357	192	406	406	402
Verandering t.o.v. variant B2	[Mm3]	-	-	-43	-11	-19	-48	-213	+0.5	+0.7	-3
	[%]	-	-	-11	-3	-5	-12	-53	0	0	-1

### Aanbevelingen

De toenemende kans op watertekorten in regio's met veengronden in combinatie met de doelstelling om CO<sub>2</sub>-uitstoot uit veenweidegebieden te reduceren, vraagt om een integrale afweging van verschillende soorten maatregelen. Met de onderliggende studie is een bouwsteen aangedragen vanuit het perspectief van watertekorten reduceren. Er is specifiek gekeken naar de mogelijkheid om met ander waterbeheer de regionale watervraag te reduceren. Het is daarmee een belangrijke aanvulling op andere, reeds beschikbare bouwstenen, die zich richten op het vergroten van de wateraanvoermogelijkheden (bv aanvoercapaciteit van regionale kanalen en boezems, of aangepast peilbeheer van de grote meren of andere waterverdeling). Tegelijk zien we dat met het flexibiliseren van peilen binnen een range van 20 cm de watertekorten nauwelijks verminderd kunnen worden, tenzij er actief gestuurd wordt of geaccepteerd wordt dat grote gebieden flink natter worden.

Er is dus meer onderzoek nodig naar andersoortige maatregelen die zowel de regionale watervraag als het watertekort beperken, zoals het verminderen van de doorspoeling in zoutgevoelige polders of aanpassingen in landgebruik waardoor het watergebruik gelijkmatiger wordt verdeeld in de tijd en piekvragen worden afgevlakt.

De opgave om watertekorten te reduceren kan niet los worden gezien van andere gebiedsdoelen en vraagt een integrale afweging waarbij grondwatercondities mede bepalend zijn voor de landgebruiksmogelijkheden. De hydrologische informatie die in deze studie is gegenereerd kan gebruikt worden in een vervolg om consequenties voor bodemdaling, CO<sub>2</sub>-uitstoot, natuur en landbouw verder te onderzoeken.



# Inhoud

	<b>Samenvatting</b>	<b>4</b>
<b>1</b>	<b>Introductie</b>	<b>11</b>
1.1	Context	11
1.2	Hoofdvraag en doel	12
1.3	Achtergrond van de toekomstige landgebruiktypen	12
1.3.1	Toekomstige beheertypen voor sporen	13
1.3.1.1	Groeiend veen en overstromingsvenen	13
1.3.1.2	Open veen en historisch veen	14
1.3.1.3	Huidig landgebruik	14
1.3.2	Broeikasgassen veenweidegebieden	15
<b>2</b>	<b>Aanpak gevoeligheidsanalyse</b>	<b>17</b>
2.1	Introductie	17
2.2	Overzicht modelvarianten	17
2.2.1	Flexibel peilbeheer in veengebieden	19
2.2.2	Overgangszone droogmakerijen	20
2.3	Modelvertaling	21
2.3.1	Basisrun – conform WBS	21
2.3.2	Analyseperiode	22
2.3.3	Selectie van gebieden	22
2.3.3.1	Selectie van veengebieden	22
2.3.3.2	Selectie natuurgebieden	24
2.3.3.3	Selectie overgangszone droogmakerijen	27
2.3.4	Gebiedsindeling voor aggregatie van resultaten	28
<b>3</b>	<b>Resultaten gevoeligheidsanalyse</b>	<b>30</b>
3.1	Grondwaterstanden	30
3.2	Watervraag	36
3.2.1	Impact van WBS-maatregelen in gehele veengebied	36
3.2.2	Impact van flexibel peilbeheer	37
3.2.3	Impact van overgangszones naar diepere polders	39
3.3	Effect op de piekwatervraag en wateraanvoer	39
3.3.1	Wateraanvoer vanuit IJsselmeer	40
3.3.2	Klimaatbestendige wateraanvoer (KWA)	41
<b>4</b>	<b>Discussie, conclusie en aanbevelingen</b>	<b>43</b>
<b>5</b>	<b>Referenties</b>	<b>46</b>
<b>A</b>	<b>LHM4.2.1-Referentie</b>	<b>48</b>
A.1	Nieuwe referentierun (juli 2022)	48
A.2	Voorkeurspakket Zoetwater	48

A.3	Beregeningskaart	50
A.4	Uitgangspunten berekening	50
A.5	Externe verzilting / inzet KWA	50
<b>B</b>	<b>Modelvertaling flexibel peilbeheer</b>	<b>51</b>
B.1	Flexibel peilbeheer in het LHM	51
B.2	Modelaanpassingen in MOZART	52
B.2.1	Flexibel peilbeheer in LHM routine	52
B.2.2	Flexibel peilbeheer zonder wateraanvoer	53
B.2.3	Flexibel peilbeheer met wateraanvoer	53
B.3	Toetsing flexibel peilbeheer	55
B.3.1	Testruns	55
B.3.2	Resultaten	56
<b>C</b>	<b>Modelvertaling basisrun</b>	<b>59</b>
<b>D</b>	<b>Analyse basisruns</b>	<b>61</b>
<b>E</b>	<b>Areaal maatregelen</b>	<b>63</b>
<b>F</b>	<b>Resultaten per deelregio in 2018</b>	<b>64</b>
F.1	Grondwaterstanden	64
F.2	Watervraag	66

# 1 Introductie

## 1.1 Context

Om bodemdaling en CO<sub>2</sub>-uitstoot in de veengebieden tegen te gaan wordt onder andere gestreefd naar hogere grondwaterstanden, in lijn met de sturende principes van de Kabinetsbrief 'Water+Bodem sturend' van 2022 en als onderdeel van het landelijke klimaatakkoord van 2019. Deltaprogramma Zoetwater werkt parallel aan het concretiseren van zoetwaterdoelen om de (ontwikkeling van) de zoetwateropgave in beeld te brengen en voorgesteld nieuw beleid te kunnen toetsen. Eén van de zoetwaterdoelen is om bij te dragen aan een 'gezond en evenwichtig water- en bodemsysteem' om Nederland weerbaarder te maken tegen watertekort.

Momenteel werken de veen-provincies een regionale strategie die invulling moet geven aan de aanpak om de klimaatdoelen te halen. Om bij te dragen aan de CO<sub>2</sub>-doelstelling is afgesproken dat de jaarlijkse uitstoot van broeikasgassen in veenweidegebieden in 2030 landelijk met 1 megaton CO<sub>2</sub> equivalenten moet zijn afgenomen. Een van de maatregelen om bodemdaling en CO<sub>2</sub>-uitstoot te reduceren is het verhogen van grondwaterstanden door slootpeilverhoging al dan niet in combinatie met infiltratiemaatregelen (waterinfiltratiesystemen (WIS), met of zonder drukdrainage, of greppeldrainage). Het sturen op hogere grondwaterstanden en slootpeilen kan echter de watervraag in droge zomers vergroten. Hierdoor wordt de kans op watertekort vergroot, zeker als de waterbeschikbaarheid door klimaatverandering afneemt.

In 2020 en 2021 zijn in opdracht van DPZW landelijke gevoeligheidsanalyses uitgevoerd waaruit bleek dat grootschalige implementatie van technische maatregelen (onderwaterdrainage en passieve peilstijging, drukdrainage, greppelinfiltratie) in combinatie met slootpeilopzet een significant effect heeft op watervraag- en tekort, met name in een warmer klimaat. Dit betekent dat 1) het voorzien in de watervraag voor peilbeheer in het veengebied in droge jaren ten koste gaat van andere watervragers (zoals beregening en doorspoeling), en 2) de watervraag voor peilbeheer in zeer droge jaren niet volledig geleverd kan worden, waardoor het grondwaterpeil in de veengebieden alsnog uitzakt.

De wens van het Deltaprogramma is om in de uitwerking van de veenweidestrategieën rekening te houden met mogelijke consequenties voor de waterbeschikbaarheid. Om nieuw beleid te ondersteunen en zoetwaterdoelen te toetsen, is meer inzicht nodig in de effectiviteit van maatregelen die de toename van de watervraag door grondwaterstandsverhoging kunnen beperken. Het Deltaprogramma Zoetwater heeft daarom aan Deltares gevraagd om een modelmatige gevoeligheidsanalyse uit te voeren, met het Landelijk Hydrologisch Model (LHM). Het gaat daarbij om het effect van verschillende combinaties en dimensionering van maatregelen op landelijk niveau, onder huidig klimaat. Hierbij gaat het specifiek om maatregelen die bijdragen aan grondwaterstandsverhoging maar tegelijkertijd de toename van de watervraag zoveel mogelijk beperken.

In de huidige veenweidestrategieën ligt de focus op het landelijke gebied met agrarische functie, en is er nog weinig aandacht voor de natuurgebieden. Natuurorganisaties hebben in hun 'Visie klimaatbestendige veenlandschappen'<sup>1</sup> laten zien hoe en waar natuurgebieden kunnen dienen als 'natuurlijke klimaatbuffer', oftewel hoe deze gebieden zouden kunnen bijdragen aan de sponsfunctie, waarbij water in de winter wordt vastgehouden (hogere peilen) en in de zomer water kan worden geleverd (peilen zakken uit). Het is echter onbekend hoeveel dit op kan leveren in termen van watervraagreductie.

## 1.2 Hoofdvraag en doel

De hoofdvraag van de gevoeligheidsanalyse in veengebieden luidt:

*Wat is het potentiële effect van aangepast regionaal waterbeheer in de veengebieden en overgangszones op de regionale watervraag voor peilbeheer in het hele veengebied? En in hoeverre kunnen watertekorten worden beperkt?*

Het doel van het onderzoek is om inzichtelijk te maken wat de potentie is van regionale waterbeheermaatregelen in (natuur)veengebieden bij het verminderen van de watervraag aan het hoofdwatersysteem, en daarmee het reduceren van watertekorten tijdens droge zomers.

In een tweetal werksessies met betrokken waterschappen en natuurorganisaties zijn verschillende richtingen verkend, kijkend naar veennatuurbeheertypes, ontwikkelsporen en bijpassende grondwaterregimes/peilbeheer (zie verderop). Hieruit kwamen twee type maatregelen naar voren:

- 1 Flexibel peilbeheer: maximum streefpeil voor sloten waarboven water wordt afgevoerd en minimum streefpeil waaronder water wordt aangevoerd;
- 2 Overgangsgebieden: verhogen en/of flexibiliseren van slootpeilen in het gebied tussen veen en omliggende (veelal diepe) polders.

Er is hierbij onderscheid gemaakt tussen de uitrol van maatregelen in het hele veengebied en uitrol in alleen natuurveengebieden. De uitrol van maatregelen in natuurveengebieden geeft inzicht in de potentie van natuurgebieden als 'natuurlijke klimaatbuffer'.

Het flexibiliseren van slootpeilen in veengebieden is niet altijd het beste waterbeheer voor de huidige functie. De studie geeft dus eerst inzicht in de potentie voor het vergroten van watervasthoudend vermogen en maximale effect op watervraag en watertekort en daarmee in de hoekpunten van het speelveld. De modelberekeningen geven vervolgens inzicht in het resulterende grondwaterregime. In een vervolgstudie kan deze informatie gebruikt worden om de consequenties van deze maatregelen te beoordelen op kansrijkdom van huidige / gewenste natuurdoeltypen, broeikasgasemissiereductie en remming bodemdaling.

## 1.3 Achtergrond van de toekomstige landgebruiktypen

De Coalitie Natuurlijk Klimaatbuffers (CNK) heeft in juni 2022 een [visie klimaatbestendige veenlandschappen](#) gepubliceerd om een bijdrage te leveren aan de maatschappelijke discussie in het landelijk gebied over de klimaatopgave binnen veengebieden. De visie pleit in het algemeen voor meer natuurlijke oplossingen en heeft als inspiratie gediend voor het ontwikkelen van de onderzoeksrichtingen in onderliggende gevoeligheidsanalyse. De onderzoeksrichtingen zijn vervolgens vertaald naar modelvarianten om door te rekenen met het LHM (zie Hoofdstuk 2).

---

<sup>1</sup> <https://www.klimaatbuffers.nl/uploads/visie-klimaatbestendige-veenlandschappen-cnk-lres.30e240.pdf>

In de visie klimaatbestendige veenlandschappen worden meerdere strategieën geopperd per veengebied om meer water vast te houden. De strategieën berusten op de volgende hydrologische principes, waarbij de eerste twee strategieën verder zijn uitgewerkt in deze studie:

- Hogere grondwaterstanden in diepe veenpolders kan wegzijging uit omliggende natuurgebieden verminderen en verzilting in het kleigebied tegengaan.
- Inrichten van zoetwaterbergingsgebieden op de overgang van veengebieden en diepere polders en droogmakerijen, waarin de waterpeilen met de seizoenen kunnen fluctueren.
- Herstel van het grondwatersysteem op de overgang tussen zandgronden en veengronden om kwaliteit van de kwel in veenkernen te verbeteren (e.g. zuidrand van het oostelijke Vechtplassengebied)
- Verbrakking en hogere peilen in weidevogelnatuurgebieden kan zoetwater besparen (e.g. Noord-Hollandse laagvenen)

In de visie worden ook drie sporen voor beheer en ontwikkeling van veengebieden gepresenteerd.

- 1 Het eerste spoor is het verhogen van de grondwaterstand tot net onder maaiveld om zo kruidenrijke graslanden te ontwikkelen. Hierdoor kan landbouwkundig gebruik in extensieve vorm behouden worden en heeft het een positieve invloed op biodiversiteit en bodemkwaliteit. Het is bij dit spoor van belang getrapt te vernatten en naar de lokale condities te kijken.
- 2 Het tweede spoor is het verhogen van het grondwaterpeil tot boven maaiveld, waarbij nieuwe teeltvormen (natte teelt) in beeld komen. De gegenereerde zoetwatervoorraad kan voordelig zijn voor nabijgelegen natuurgebieden en regionale landbouw en biodiversiteit kan nog steeds bereikt worden met andere soorten. Wel zullen de huidige landbouwkundige- en weidevogel gebruikswaarden verdwijnen. Daarvoor in de plaats komen nieuwe vormen van landgebruik, zoals natte teelten
- 3 Het derde spoor is het actief herstel van veenvormende natuur inclusief natuurwaarden, ook bekend als het stimuleren van levend veen. Weersextremen worden hiermee optimaal opgevangen en er wordt tegemoet gekomen aan de zoetwatervraag op regionaal niveau. Ook kan met veen aangroei netto koolstof worden vastgelegd.

### 1.3.1 Toekomstige beheertypen voor sporen

Uit de werksessies met verschillende experts van onder andere Staatsbosbeheer en Natuurmonumenten kwamen verschillende vormen van toekomstig beheer naar voren die zichzelf onderscheiden in grondwaterstanden en hierbij voorkomende natuurtypen. In Tabel 1.1 zijn de toekomstige beheertypes gekoppeld aan de eerder genoemde sporen uit de Visie Klimaatbestendige Veenlandschappen.

#### 1.3.1.1 Groeiend veen en overstromingsvenen

Voor groeiend veen is het belangrijk om veengroei tot aan broekbossen mogelijk te maken, oftewel dynamische moerassystemen. Hierbij moet het zo nat zijn dat er meer biomassa wordt opgebouwd dan afgebroken. Dit houdt in dat er grondwaterstanden boven het maaiveld nodig zijn, waarbij een natuurlijke peilfluctuatie mogelijk is van enkele decimeters. Incidentele droogval van grondwaterstanden tot 10 cm onder maaiveld mag voorkomen voor veengronden. Op minerale gronden mag deze droogval dynamischer zijn. Zolang er voldoende natte/vochtige plekken zijn, mogen de iets hogere delen verder uitzakken en in de natte periode weer onder water staan. De jaarlijkse peilfluctuatie kan grofweg 30-40cm betreffen, maar kan zelfs nog groter zijn. Het groeiend veen komt overeen met spoor 3 uit de Visie klimaatbestendige veenlandschappen, waar het bevorderen van levend veen centraal staat doordat in natte omstandigheden biomassa wordt opgebouwd. Naast groeiend veen zijn er ook nog

overstromingsvenen, wat venen zijn in het overgangsgebied tussen het IJsselmeergebied en Laag Holland. Hier is eenzelfde dynamiek belangrijk als voor groeiend veen.

### 1.3.1.2 Open veen en historisch veen

Open veen en historisch veen zijn beide gericht op de aanwezigheid van weidevogels. Hierbij zijn stabiele hoge waterstanden aan het maaiveld nodig (plas-dras), waarbij uitzakkingen via ondiepe begreppeling kunnen worden beperkt. Gedurende het voorjaar (februari-juni) moeten er hoge grondwaterstanden tot aan het maaiveld zijn, inclusief plas-dras oppervlaktewaterpeilen tot 10 cm onder het maaiveld. Hierbij kunnen ondiepe greppels gevoed worden. De uitzakking van grondwaterstanden moet zoveel mogelijk beperkt worden door greppels en hoge slootpeilen. In juli-oktober moeten de grondwaterstanden iets omlaag om maaibeheer en/of beweiding mogelijk te maken. De grondwaterstand moet bij voorkeur niet lager uitzakken van 30cm onder maaiveld, en dit moet zo kort mogelijk plaatsvinden. De oppervlaktepeilen mogen iets lager onder de greppelbodem uitkomen. In de winter mogen hoge grondwaterstanden optreden, inclusief plas-dras, alleen niet te lang, aangezien dit de grasmat kan schaden. De beheertypen open veen en historisch veen komen overeen met spoor 1 uit de Visie klimaatbestendige veenlandschappen. In dit spoor is grondwaterstandsverhoging in de veengronden gewenst, waardoor landbouwkundige gebruikswaarden in extensieve vorm behouden kan worden. Hierbij komen de ontwikkeling van vochtig-natte, kruidenrijke graslanden in beeld. Dit is voor open veen landschappen geschikt. Ook zijn kruidenrijke graslanden geschikt om te combineren met weidevogels.

### 1.3.1.3 Huidig landgebruik

Naast deze toekomstige landgebruik typen is het ook belangrijk het huidige landgebruik te beschouwen, waarin een vorm van landbouw wordt meegenomen, overeenkomend met spoor 2 uit de Visie klimaatbestendige veenlandschappen. In dit spoor is geen sprake meer van weidevogels, maar is er plaats gemaakt voor nieuwe vormen van landgebruik, zoals natte teelt. Voor dit landsgebruiktype wordt het waterpeil verhoogd tot plas-dras of net boven het maaiveld. Het te hanteren waterregime is dus voor het gehele jaar plas-dras.

Tabel 1.1 Landgebruiktypen met grondwaterregimes.

Toekomstige landgebruik typen	Spoor uit de Visie	Grondwaterregime
<b>Groeiend veen en overstromingsvenen</b>	Spoor 3	Incidentele droogval van grondwaterstanden tot 10 cm onder maaiveld voor veen. Dynamischer voor minerale gronden met mogelijke fluctuaties van 30-40 cm of groter. <ul style="list-style-type: none"> <li>• 10 cm-mv als ondergrens</li> <li>• 30 cm+mv als bovengrens</li> </ul>
<b>Open veen en historisch veen</b>	Spoor 1	Februari-juni: grondwaterstanden plas-dras met oppervlaktepeilen tot 10 cm onder maaiveld. Uitzakking beperken met greppels en slootpeilen. <ul style="list-style-type: none"> <li>• 10 cm-mv als ondergrens</li> <li>• 0 cm-mv als bovengrens</li> </ul> Juli-oktober: Uitzakken grondwaterstanden tot maximaal 30 cm onder maaiveld. <ul style="list-style-type: none"> <li>• 30 cm-mv als ondergrens</li> <li>• 10 cm-mv als bovengrens</li> </ul> Winter (nov-jan): Hoge grondwaterstanden mogen optreden, maar kort. <ul style="list-style-type: none"> <li>• 10 cm-mv als ondergrens</li> <li>• 0 cm-mv als bovengrens</li> </ul>
<b>Natte teelten en/ of waterberging</b>	Spoor 2	Gehele jaar plas-dras of net boven maaiveld. <ul style="list-style-type: none"> <li>• 5 cm-mv als ondergrens</li> <li>• 5 cm+mv als bovengrens</li> </ul>

### 1.3.2 Broeikasgassen veenweidegebieden

Het effect van grondwaterstandsverhoging en/of slootpeilverhoging op de uitstoot van broeikasgassen is en wordt onderzocht in verschillende studies binnen en buiten Nederland (e.g. Tiemeyer et al., 2016, van Riet et al., 2018, Gremmen et al. 2022, Nationaal Onderzoeksprogramma Broeikasgassen Veenweiden (NOBV)). Deze studies laten zien dat de emissies van broeikasgassen uit veenbodems naast de grondwaterstand door veel andere factoren worden bepaald, zoals de aanwezigheid van een kleidek, veensoort, temperatuur en zuurgraad in de bodem (Erkens et al., 2022). Dit maakt het onmogelijk om exacte uitstoot toe te wijzen aan de verschillende sporen die eerder zijn benoemd (Tabel 1.1). Wel kunnen er op hoofdlijnen een aantal uitspraken worden gedaan over de te verwachten effecten van de in de verschillende sporen beschreven maatregelen.

#### **Spoor 1 - verhogen van de grondwaterstand tot net onder maaiveld**

In voor landbouw gedraineerde veenbodems is voornamelijk de uitstoot van het broeikasgas CO<sub>2</sub> een probleem. Bij lage grondwaterstanden dringt zuurstof diep door in de onverzadigde bodem, wat leidt tot aerobe afbraak. Hierbij wordt het veen omgezet in CO<sub>2</sub>. Vernatting van de bodem met grondwaterstanden tot net onder het maaiveld reduceert de diepte van de onverzadigde zone en vermindert op deze manier de productie en uitstoot van CO<sub>2</sub>. De bovenste laag onverzadigd veen wordt echter nog steeds blootgesteld aan zuurstof, waardoor deze laag wel CO<sub>2</sub> blijft uitstoten en bijdraagt aan bodemdaling.

Onder verzadigde omstandigheden kan er ook anaerobe afbraak plaatsvinden, waarbij methaan (CH<sub>4</sub>) wordt gevormd. Dit is een sterker broeikasgas dan CO<sub>2</sub>. In bepaalde situaties wordt dit methaan op ondiepere niveaus in de bodem weer geoxideerd, maar soms bereikt het ook, afhankelijk van het vegetatietype, de atmosfeer. Gremmen et al. (2022) vonden dat door het verhogen van de grondwaterstand tot 20 cm-mv, de broeikasgasbalans (CO<sub>2</sub>-uitstoot inclusief effecten methaan- en lachgas-uitstoot) kon worden gereduceerd tot ruim 40% voor een perceel in Noord-Holland. Verder onderzoek moet uitwijzen wat de beste condities (grondwaterstand, vegetatie) zijn om zowel CO<sub>2</sub>- als CH<sub>4</sub>-uitstoot te minimaliseren.

#### **Spoor 2 - verhogen van de grondwaterstand tot boven maaiveld**

Natte teelten bij grondwaterstanden tot boven het maaiveld kunnen helpen bij het verminderen van bodemdaling en broeikasgasuitstoot. Er bestaan echter ook nog veel vragen rondom natte teelten, zoals de invloed van vegetatie op de productie en transport van het broeikasgas methaan naar de atmosfeer.

Volgens Gremmen et al. (2022) had een perceel met het natte gewas lisdodde en lagere CO<sub>2</sub>-uitstoot dan grasland, maar was de methaanuitstoot als gevolg van anaerobe afbraak in de compleet verzadigde veenbodem groter. De totale broeikasgasbalans viel echter toch een stuk lager voor het perceel met lisdodde door de behaalde CO<sub>2</sub>-reductie.

#### **Spoor 3 - actief herstel van veenvormende natuur**

Onder voldoende natte omstandigheden en de juiste waterkwaliteit kan in voorheen gedraineerd veengebied weer een veenvormend ecosysteem ontstaan, waarbij veenafbraak en bodemdaling gestopt worden en koolstofvastlegging plaatsvindt.

In Nederland zijn alleen op kleine schaal experimenten met veengroei uitgevoerd. Zo concluderen Van de Riet et al. (2018) op basis van een experiment op 8 hectare voormalige landbouwgrond dat het verhogen van de grondwaterstand in combinatie met het aanplanten veenmosveen zorgt voor een drastische vermindering van broeikasgassen in vergelijking met gedraineerd veenweidegrasland. De uitstoot is gereduceerd met 35 ton CO<sub>2</sub> equivalenten ha<sup>-2</sup> jaar<sup>-1</sup>. Ook bleven de methaanconcentraties zeer laag na deze vorm van vernatting.

Smolders et al. (2013) benadrukken ook de mogelijk nadelige effecten van dit spoor. Wanneer er namelijk inundatie van voedselrijke grond buiten het winterseizoen plaatsvindt, kunnen er voedselrijke stoffen, zoals fosfaat en ammonium, uit de bodem vrijkomen. Dit kan tot algengroei en zuurstofarme condities leiden. Ook de kwaliteit van het inundatiewater zelf speelt hierbij een rol. Zo kan bij het aanvoeren van rivier- of beekwater nitraat en fosfaat meebrengen, wat tot eveneens tot algengroei kan leiden.



## 2 Aanpak gevoeligheidsanalyse

### 2.1 Introductie

De gevoeligheidsanalyse heeft als doel om te onderzoeken wat de potentiële effectiviteit is van aangepast regionaal waterbeheer in veengebieden en overgangszones op de regionale watervraag voor peilbeheer in het hele veengebied. En in hoeverre watertekorten hiermee kunnen worden beperkt. De gevoeligheidsanalyse is uitgevoerd met het Landelijk Hydrologisch Model (LHM), versie 4.2.1 (zie Bijlage A).

Het LHM is geschikt voor het doorrekenen van scenario's en maatregelen op het gebied van waterverdeling en waterbeschikbaarheid ter ondersteuning van lange-termijn beleidsvorming op landelijk niveau. Het model is gericht op de simulatie van gemiddelde en droge situaties. Met het instrumentarium kunnen bijvoorbeeld grondwaterstanden, stijghoogten in diepere watervoerende pakketten, kwel- en wegzijgingsfluxen en de uitwisseling tussen het grond- en oppervlaktewater worden berekend. Daarnaast wordt de verdeling van oppervlaktewater berekend over het landelijke waterverdelingsnetwerk en over de verschillende regionale oppervlaktewateren in Nederland, zodat op regionaal en landelijk niveau de beschikbaarheid van oppervlaktewater in beeld kan worden gebracht. Bij de waterverdeling tijdens situaties van watertekort wordt rekening gehouden met prioritering tussen watergebruikers in lijn met de verdringsreeks.

In deze gevoeligheidsanalyse staat het reduceren van de watervraag in veengebieden centraal. Hierdoor zijn berekende tekorten geminimaliseerd om de watervraag eenduidiger te kunnen analyseren. Er is bijvoorbeeld geen zoutbeperking aangenomen bij de inlaat bij Gouda waardoor de Klimaatbestendige wateraanvoer naar West-Nederland niet actief wordt en er in die regio geen watertekorten optreden.

### 2.2 Overzicht modelvarianten

Dit hoofdstuk beschrijft de modelvarianten die zijn doorgerekend met LHM en de modelvertaling en bijbehorende aannames over waar en hoe de verschillende maatregelen in het model zijn doorgevoerd.

De voorgestelde lijst met varianten is weergegeven in Tabel 2.1. Met het doorrekenen en analyseren van deze varianten worden de volgende vragen beantwoord:

- In welke mate kan flexibel peilbeheer in het veengebied de watervraag voor peilbeheer verminderen?
- In welke mate kan het verhogen van de drainagebasis in de overgangszone tussen veengebieden en diepere polders de watervraag voor peilbeheer in het veengebied verminderen?

De varianten worden vergeleken met een theoretische situatie (basisrun) met een grondwaterstandsverhoging in het hele veengebied conform het beleid van 'water+bodem sturend' (WBS). Dit is in het model geïmplementeerd door de infiltratiecapaciteit tussen sloot en grondwater zo in te stellen dat de doelstelling (grondwaterstand tussen 20 en 40 cm onder maaiveld) wordt gehaald. Impliciet is hiermee aangenomen dat infiltratiemaatregelen zoals drukdrainage, onderwaterdrainage en greppelinfiltratie optimaal werken. Dit zorgt voor een maximale toename van de watervraag en daardoor een inschatting van het potentiële effect van de te onderzoeken watervraagreductiemaatregelen. Daarnaast is deze uitgangssituatie

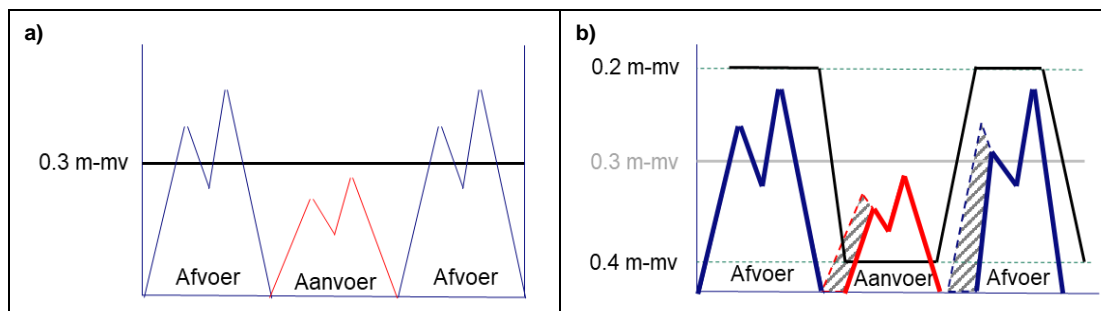
het minst gevoelig voor aannames in de ruimtelijke verdeling van infiltratiemaatregelen, bijvoorbeeld in welk deel van het gebied als eerste maatregelen zouden worden getroffen. De huidige situatie is ook doorgerekend en wordt verder in dit rapport aangeduid met REF.

Tabel 2.1. Overzicht modelberekeningen. Veengebied is agrarisch en natuurgebied op veengronden.

ID	Naam	Gebied	Slootpeilfluctuatie (t.o.v. maaiveld)		Toelichting	Shapefile toepassing
			bovengrens flexibel peil	ondergrens flexibel peil		
REF	Huidige situatie	veengebied + overgangszone	Vaste peilen (huidige situatie)		LHM4.2.1	
B1	Basisrun 1	Veengebied	Vast verhoogd peil: -30 cm		Theoretische basis met optimale grondwaterstandsverhoging van het hele veengebied volgens principe W+B sturend, grondwaterstand zakt in een droog jaar niet verder uit dan 40 cm -mv	"veen-gridcellen" Figuur 2.6
B2	Basisrun 2	veengebied + overgangszone	Vast verhoogd peil: -30 cm		Theoretische basis met optimale grondwaterstandsverhoging van het hele veengebied volgens principe W+B sturend, grondwaterstand zakt in een droog jaar niet verder uit dan 40 cm -mv	"veen-LSWs" Figuur 2.7
R4	Flexibel veen -20/-40	veengebied + overgangszone	boven: -20 cm	onder: -40 cm	Flexibel peilbeheer in gehele veengebied met wateraanvoer, binnen de range -20 t/m -40 cm t.o.v. mv	"veen-LSWs" Figuur 2.7
R5	Flexibel natuur -20/-40	veengebied natuur + overgangszone	boven: -20 cm	onder: -40 cm	Flexibel peilbeheer in NNN gebieden + overgangszone met wateraanvoer, binnen de range -20 t/m -40 cm t.o.v. mv	"natuur op veen-LSWs" Figuur 2.9
R6	Flexibel natuur plasdras 0/-40	veengebied natuur + overgangszone	boven: 0 cm	onder: -40 cm	Flexibel peilbeheer in NNN gebieden + overgangszone met wateraanvoer, binnen de range 0 t/m -40 cm t.o.v. mv	"natuur op veen-LSWs" Figuur 2.9
R7	Flexibel natte natuur +50/-40	veengebied natuur + overgangszone	boven: +50 cm	onder: -40 cm	Flexibel peilbeheer in NNN gebieden + overgangszone met wateraanvoer, binnen de range +50 tot -40 cm t.o.v. mv	"natuur op veen-LSWs" Figuur 2.9
R8	Flexibel veen +50/-40	veengebied + overgangszone	boven: +50 cm	onder: -40 cm	Flexibel peilbeheer in gehele veengebied, binnen de range +50 tot -40 cm t.o.v. maaiveld	"veen-LSWs" Figuur 2.7
R9	Peilopzet randzone diepere polders -40	Randzone (1 km) in diepere polders aangrenzend aan veengebieden	Vast verhoogd peil: -40 cm		Peilopzet tot 40 cm onder maaiveld in 1 km brede randzone in diepere polders aangrenzend aan veengebieden	"1km rand droogmakerij" Figuur 2.12
R10	Peilopzet hele diepere polders -40	gehele diepere polders grenzend aan veen	Vast verhoogd peil -40 cm		Peilopzet tot 40 cm onder maaiveld in gehele diepere polders aangrenzend aan veengebieden	"droogmakerij naast veen-LSWs" Figuur 2.11
R11	Flexibel hele diepere polders -20/-40	gehele diepere polders grenzend aan veen	boven: -20 cm	onder: -40 cm	Flexibel peilbeheer in gehele diepere polders aangrenzend aan veengebieden met wateraanvoer, binnen de range -20 t/m -40 cm t.o.v. mv	"droogmakerij naast veen-LSWs" Figuur 2.11

## 2.2.1 Flexibel peilbeheer in veengebieden

Flexibel peilbeheer is het instellen van peilrange waarbinnen het oppervlaktewater kan variëren. Een maximum streefpeil voor sloten waarboven water wordt afgevoerd en een minimum streefpeil waaronder water wordt aangevoerd. Bij de toepassing van flexibel peilbeheer in deze gevoeligheidsanalyse is enkel gestuurd op een bredere boven- en onderrand. De hoeveelheid water die nodig is om het minimale streefpeil te behouden wordt hier de watervraag genoemd. Door het flexibiliseren van het peilbeheer kan meer water in de regio worden vastgehouden waardoor de watervraag afneemt (Figuur 2.1). Een watertekort kan optreden wanneer er onvoldoende water beschikbaar is vanuit het hoofdwatersysteem om het minimale streefpeil te behouden.

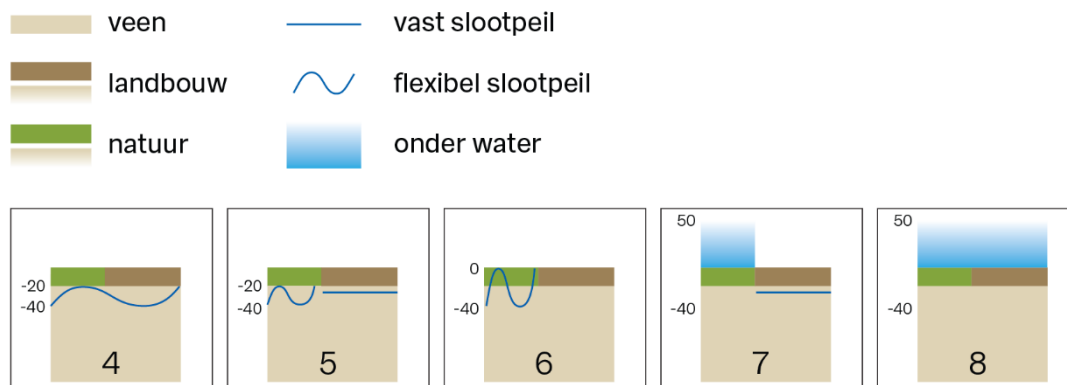


Figuur 2.1 Schematische weergave van af- en aanvoer regime bij vast peilbeheer (links) en flexibel peilbeheer (rechts). De arcering in het rechterfiguur toont de 'waterwinst' bij flexibel peilbeheer.

Flexibel peilbeheer is in deze gevoeligheidsanalyse op 5 verschillende manieren geschematiseerd (Figuur 2.2 en Tabel 2.1):

- Run 4 en 5 gaan uit van een slootpeil tussen 20 en 40 cm onder maaiveld. Boven 20 cm wordt water afgevoerd en onder 40 cm wordt water aangevoerd. Dit levert een regionale bufferschijf op van 20 cm. In R4 wordt dit toegepast in het hele veengebied (zie paragraaf 2.3.3.1). In R5 alleen in de veengebieden met overwegend natuurfunctie (geel gemarkeerde gebieden in Paragraaf 2.3.3.2).
- R6 en R7 krijgen steeds hogere maximale streefpeilen in de veengebieden met natuurfunctie, waarbij in R7 een extreme variant is gekozen met bijna jaarrond water op het land. De bovenrand voorwaardes zijn geïnspireerd op de verschillende natuurlijke landgebruikstypes (Tabel 1.1).
- Tot slot is R8 een maximale variant, vergelijkbaar met R7 maar dan voor het hele veengebied. Technische modelimplementatie van flexibel peilbeheer wordt besproken in Bijlage B.

De natuurgebieden in R5 kunnen gezien worden als open veen / historisch veen, in R6 als nieuwe teelten of waterberging en in R7 als groeiend veen of overstromingsvenen. De consequenties voor het grondwaterregime worden besproken in het resultaten hoofdstuk.



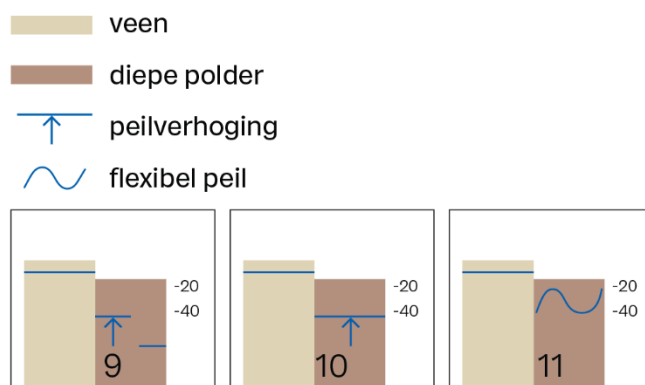
Figuur 2.2 Illustratie van varianten met flexibel peilbeheer (R4 t/m R8)

## 2.2.2 Overgangszone droogmakerijen

De insteek van deze modelvarianten is het verlagen van het stijghoogteverschil tussen veengebieden en aangrenzende diepe polders (droogmakerijen). Dit stijghoogteverschil veroorzaakt een grote grondwaterflux (wegzijging) vanuit het hoger gelegen veengebied naar de diepere polder. In het veengebied is doorgaans een grote watervraag om het wegzijgende water aan te vullen. In de diepere polders moet dit water vervolgens weer afgepompt worden. De vraag die we willen beantwoorden is: 'In welke mate kan het verlagen van het abrupte stijghoogteverschil, door de drainagebasis in de (randen van) diepere polders te verhogen, leiden tot een afname van de watervraag in veengebied?'

In deze studie zijn drie varianten voor peilverhoging in diepere polders verkend (zie Figuur 2.3):

- Door een nieuw in te richten zone van 1 km aan de randen van de droogmakerijen (tussen veengebieden en de droogmakerij; R9).
- Door peilaanpassingen door te voeren binnen de gehele droogmakerij door middel van een vast peil op 40 cm onder maaiveld (R10);
- Door flexibel peilbeheer tussen 20 en 40 cm onder maaiveld toe te passen binnen de gehele droogmakerij (R11).



Figuur 2.3 Illustratie van de modelvarianten met overgangszones naar droogmakerijen (R9 t/m R11)

## 2.3 Modelvertaling

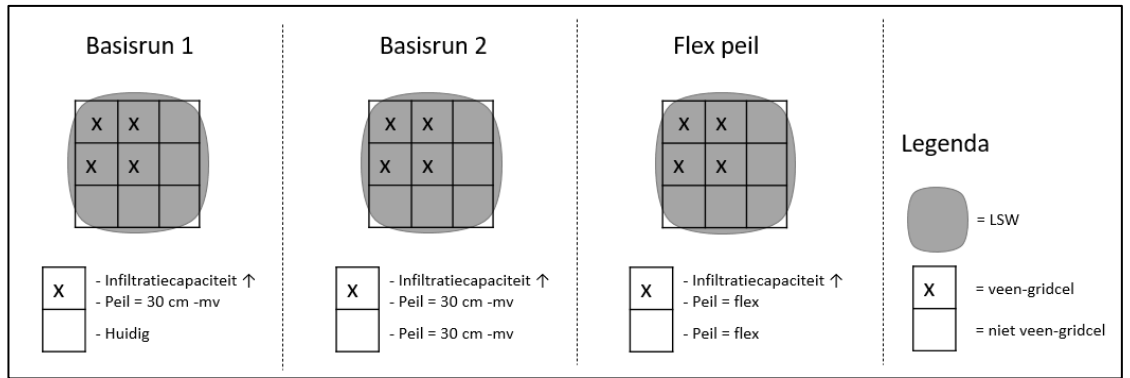
### 2.3.1 Basisrun – conform WBS

Het doel van de basisrun is het realiseren van een modelschematisatie met een drainage- en infiltratiecapaciteit en verhoogde slootpeilen zodat de LG3 in de zomer van 2018 niet verder uitzakt dan 40 cm onder maaiveld. Dit wordt verder aangeduid met 'WBS-maatregelen'. Hoe dit modeltechnisch is vertaald wordt toegelicht in Bijlage C. Met het doorrekenen en analyseren van de varianten (Tabel 2.1) wordt vervolgens onderzocht in welke mate flexibel peilbeheer in het veengebied de watervraag voor peilbeheer kan verminderen, en in welke mate het verhogen van de drainagebasis in de overgangszone tussen veengebieden en diepere polders de watervraag voor peilbeheer in het veengebied kan verminderen. In de basisrun wordt uitgegaan van een ongelimiteerde wateraanvoer in de veengebieden waardoor het streefpeil in de aanvoergebieden altijd gehandhaafd blijft, ook gedurende droge periodes. In het model wordt de KWA dus niet actief. Watertekorten worden daarom in dit rapport niet beschouwd.

Het flexibiliseren van peilbeheer kan in het model alleen per LSW (kleinste eenheid oppervlaktewater, ca. 8000 LSW's in Nederland) worden toegepast, en niet op grid-niveau. De infiltratiemaatregelen en de initiële verhoging van slootpeilen worden wel op grid-niveau doorgevoerd. Het flexibiliseren van het peil op LSW niveau zorgt ervoor dat zowel veengebieden als niet-veengebieden binnen de LSW's aangepast worden, dus ook peilen die in de nieuwe uitgangssituatie niet verhoogd waren. Daarom is er besloten om twee basisruns door te rekenen (Figuur 2.4):

- In Basisrun 1 wordt de infiltratiecapaciteit in alle veen-gridcellen aangepast, zodat de grondwaterstanden in een droge periode (kalibratie op 2018) variëren tussen de 20-40 cm onder maaiveld. In deze basisrun worden de peilen in de veen-gridcellen verhoogd naar 30 cm onder maaiveld en de infiltratieweerstanden aangepast. Hieruit volgt een inschatting van de watervraagtoename bij maximale implementatie van WBS.
- In Basisrun 2 wordt een uitgangssituatie gerealiseerd die als goede basis kan fungeren voor de modelberekeningen waarin flexibel peilbeheer wordt toegepast. Aanvullend op Basisrun 1 wordt nu ook het oppervlaktewaterpeil in 'niet veen-gridcellen' binnen een 'Veen-LSW' verhoogd naar 30 cm onder maaiveld. De infiltratiecapaciteit in deze 'niet veen-gridcellen' blijft onaangepast. Uit de vergelijking met Basisrun 1 volgt hoe de watervraag verandert als gevolg van peilverhoging in 'overgangsgebieden', i.e. de niet-veengebieden in hetzelfde peilvak als de veengebieden.

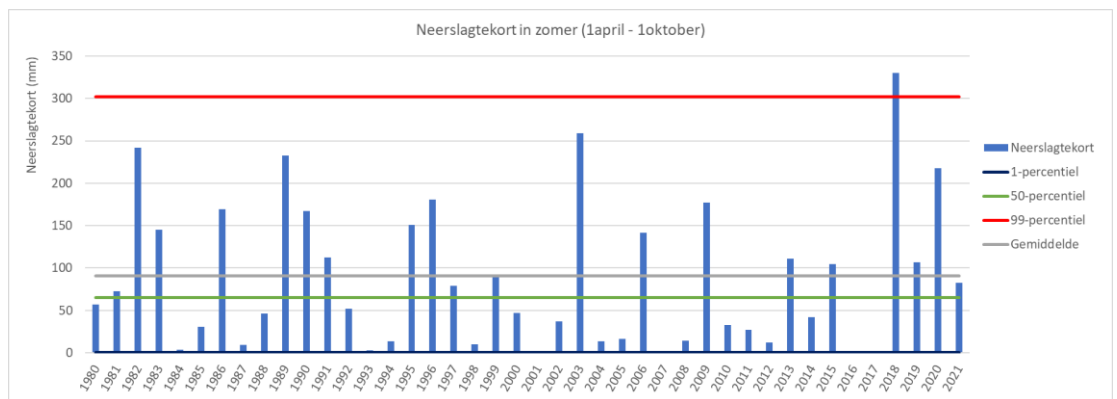
Wanneer je Basisrun 1 als uitgangssituatie zou gebruiken voor maatregelen met flexibel peilbeheer wordt in een deel van de LSW niet alleen flexibel peil toegepast maar ook het peil verhoogd. Hierdoor zou niet het netto effect van flexibilisering in beeld worden gebracht en wordt voor dat deel mogelijk een toename in watervraag berekend. Dit komt doordat je de maatregel in het hele LSW moet doorvoeren en het originele peil in 'niet veen-gridcellen' hierdoor impliciet mee zou worden verhoogd. Doordat de verschillen tussen basisruns B1 en B2 verwaarloosbaar klein zijn (zie Bijlage D voor de analyse tussen basisruns B1 en B2) en omdat de vergelijking van basisrun B2 met de verschillende varianten (R4 t/m R11) zuiverder zijn dan de vergelijking met basisrun B1, zien we in dit rapportage Basisrun B2 als de nieuwe situatie waarin het hele veengebied vernat is conform het beleid van 'water+bodem sturend'.



Figuur 2.4. Schematische weergave van modelaanpassingen per gridcel in Basisrun 1, Basisrun 2 en Flexibel peil maatregelen.

### 2.3.2 Analyseperiode

In de analyse kijken we met name naar het droge jaar 2018. De berekeningen zijn uitgevoerd voor 2015-2019. In deze periode komt een relatief nat jaar (2017), extreem droog jaar (2018) en een gemiddeld jaar (2019) voor (zie Figuur 2.5). Hieraan voorafgaand heeft het LHM twee jaar inspeeltijd. Deze inspeeltijd is voldoende omdat de aanpassingen gedaan worden in oppervlaktewater gestuurde systeem dat snel reageert op veranderingen.



Figuur 2.5 Neerslagtekort berekend per zomerhalfjaar (1 april – 1 oktober).

### 2.3.3 Selectie van gebieden

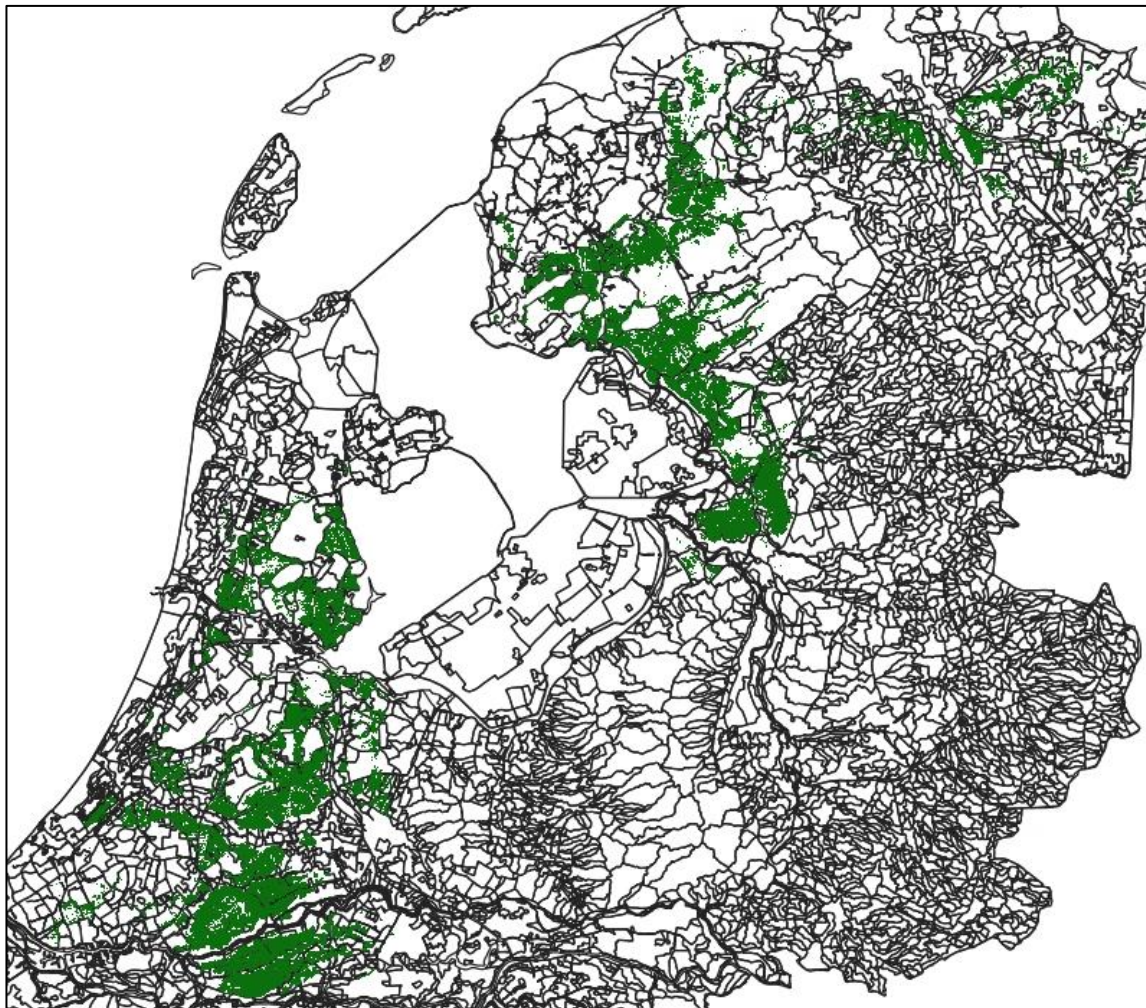
#### 2.3.3.1 Selectie van veengebieden

De figuren laten zien in welke gebieden (ruimtelijke ligging) modelaanpassingen worden doorgevoerd. Om dit goed uit te kunnen leggen hebben de LSW's een naam gekregen afhankelijk van het landgebruik: 'veen-LSW's', 'natuur-op-veen LSW's', 'droogmakerij-naast-veen LSW's'. Ook gridcellen hebben een specifieke naam: 'veen-gridcellen', '1km rand droogmakerij'. In Tabel 2.1 is een kolom opgenomen met de gebieden (e.g., naam van de shapefile en bijbehorend figuur) die een rol spelen in de modelvariant

In Figuur 2.6 is de selectie van 'veen-gridcellen' weergegeven, bepaald op basis van:

- BOFEK kartering: veen en moerige gronden,
- Maaiveld < 1 m+NAP,
- LHM-landgebruik: alles behalve stedelijk gebied en open water.

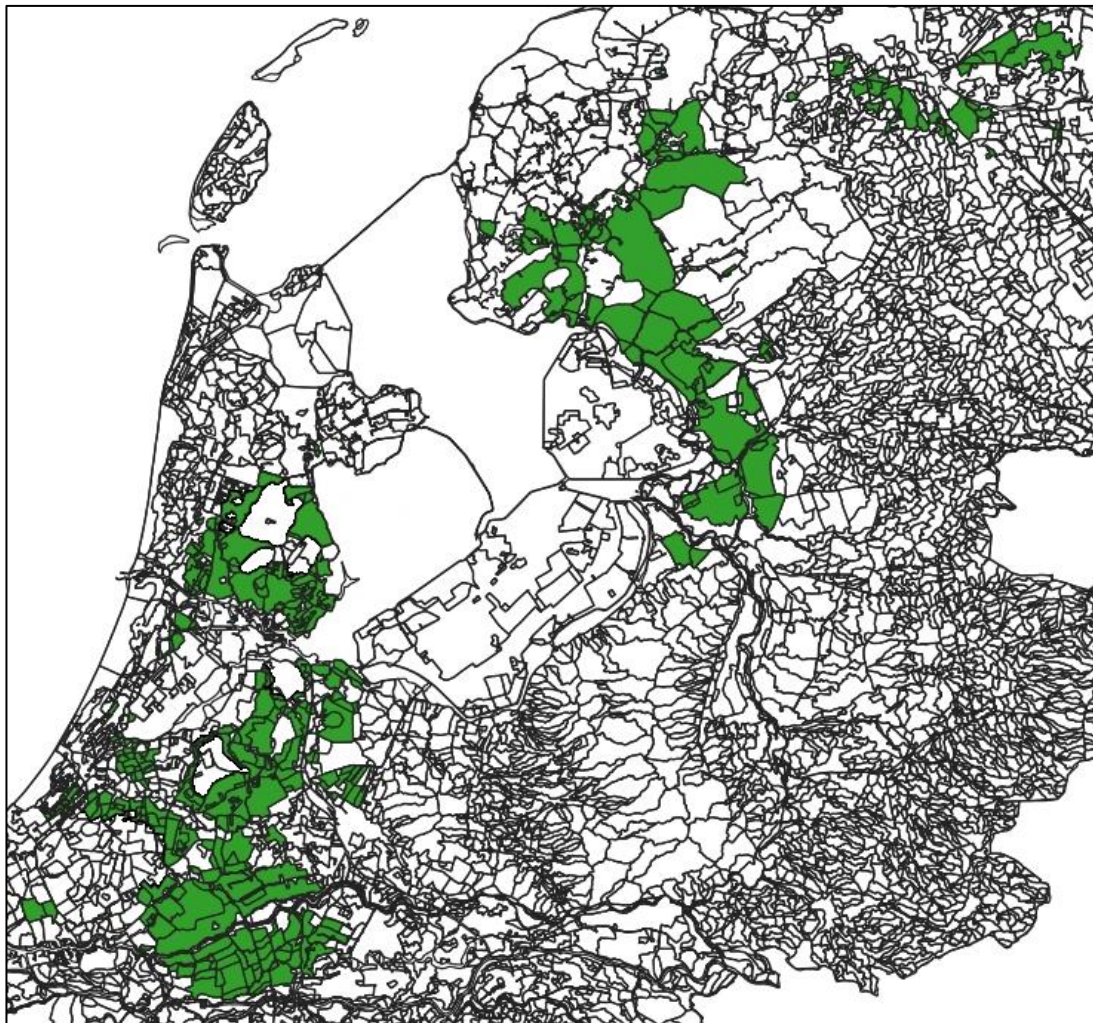
Dit is het areaal waar de infiltratiemaatregelen en peilopzet uit Basisrun 1 wordt toegepast.



*Figuur 2.6. De 'veen-gridcellen' geplot op de LSW kaart. Voor de definitie van dit interessegebied is de volgende classificatie gebruikt: BOFEK veen, gelegen onder 1 m NAP, met uitzondering van stedelijk landgebruik in het LHM. Totale areaal is ongeveer 170.000 ha.*

De classificatie van een LSW als een 'veen-LSW' is gemaakt op basis van het aantal cellen 'veen-gridcellen' binnen een LSW. Als meer dan 25% van de modelcellen binnen een LSW als 'veen-gridcellen' zijn geclassificeerd dan is dit een 'veen-LSW'. De selectie van 'veen-LSWs' is gegeven in Figuur 2.7. Het 25%-criterium is in eerste instantie ingegeven door visuele vergelijking van Figuur 2.6 en Figuur 2.7, met als belangrijkste uitgangspunt dat er geen grote aaneengesloten veengebieden buiten de selectie vallen. Het oppervlak van het 'veen-gridcellen' gebied is ongeveer 170.000 ha (op basis van gridcellen), het oppervlak van het 'veen-LSW' gebied is ongeveer 247.000 ha (zie Figuur 2.9).

De 'veen-LSWs' zijn het areaal waar de aanvullende peilopzet uit Basisrun 2 wordt toegepast. Ook het flexibel peilbeheer uit modelsommen R4 en R8 worden in de hele veen-LSW doorgevoerd, dus ook in het deel dat geen veen bevat. Hiermee is feitelijk al een overgangszone aangenomen tussen veen- en niet veengebieden.

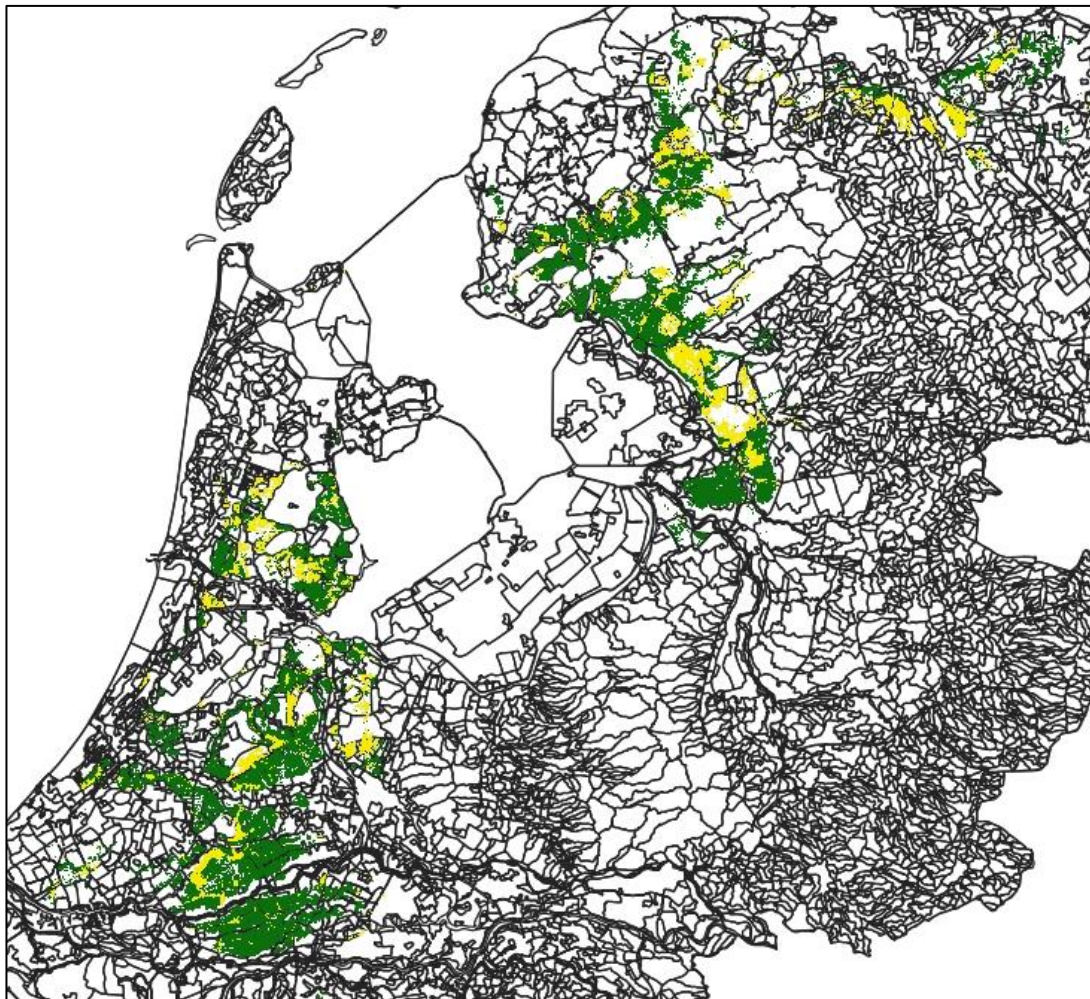


*Figuur 2.7. Selectie van 'veen-LSWs'. Een 'veen-LSW' is een LSW waar minstens 25% van de modelcellen de classificatie 'veen-gridcellen' heeft. Het totale areaal van alle veen-LSW's samen is ongeveer 247.000 ha.*

### 2.3.3.2 Selectie natuurgebieden

In modelsommen R5 t/m R7 wordt flexibel peilbeheer toegepast in de natuurgebieden (NNN & N2000) plus overgangszones, binnen de veen-gridcellen (dus daar waar natuur op veen ligt). Een overzicht van alle modelcellen waar deze natuur op veengronden ligt is weergegeven in Figuur 2.8. Ook hiervoor was een selectie nodig van LSW's die beschouwd worden als 'natuur-op-veen LSW'.

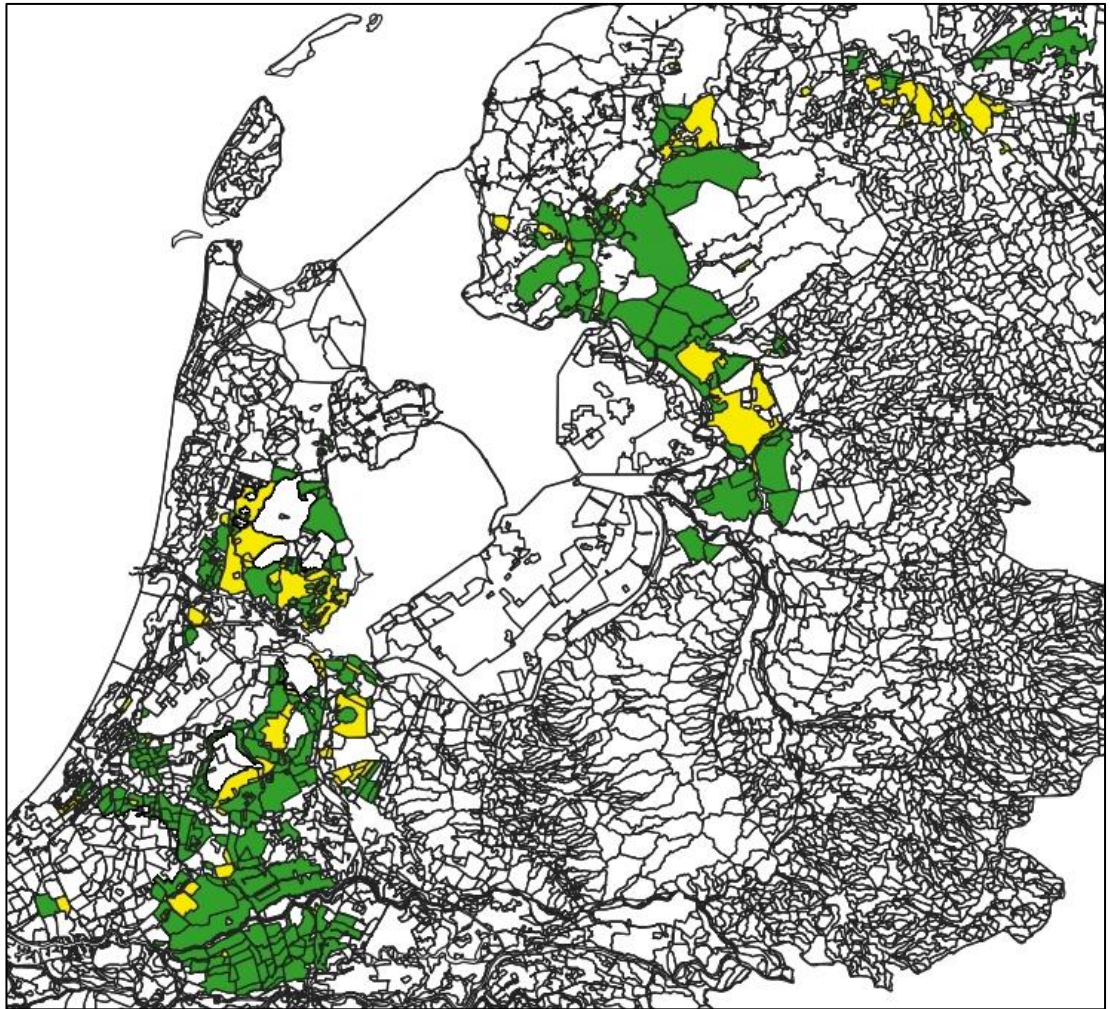




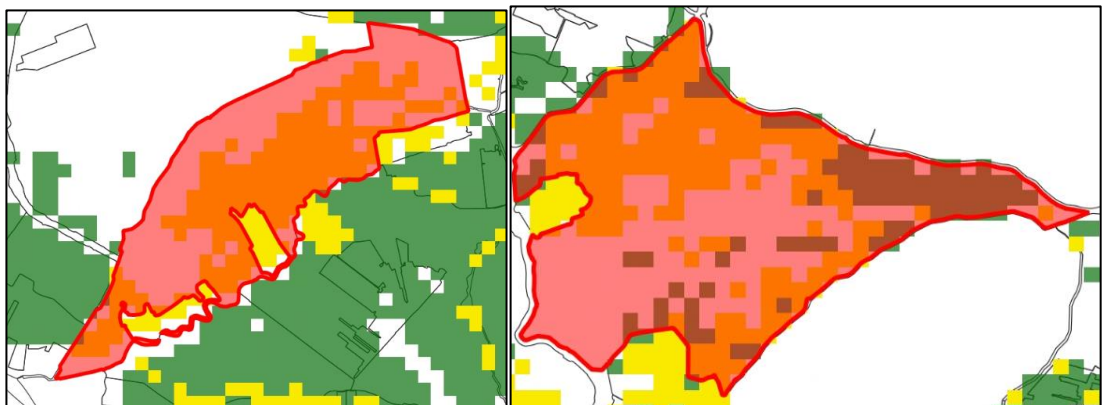
*Figuur 2.8. Selectie van alle modelcellen met natuurgebied (NNN & N2000) op veengronden (= 'natuur op veen') (geel), vergeleken met het gehele 'veen-gridcellen' (groen). Het oppervlak van het 'natuur op veen' gebied is ongeveer 46.000 ha*

De classificatie van een LSW als een 'natuur op veen-LSW' is gemaakt op basis van het aantal cellen veennatuurgebied (geel in Figuur 2.8) binnen een LSW. Als 25% van de modelcellen binnen een LSW als 'natuur op veen' zijn geclassificeerd dan is dit een 'natuur op veen-LSW'. Ook dit 25%-criterium is in eerste instantie ingegeven door visuele vergelijking van Figuur 2.6, Figuur 2.8 en Figuur 2.9, met als belangrijkste uitgangspunt dat er geen grote aaneengesloten natuurgebieden buiten de selectie vallen. Het oppervlak van het 'natuur op veen' gebied is ongeveer 46.000 ha (op basis van gridcellen), het oppervlak van het 'natuur op veen-LSW' gebied is ongeveer 56.000 ha (zie Figuur 2.9).

De aaneengesloten natuurgebieden op veengronden zijn relatief klein ten opzichte van de grootte van de LSW's. Dit maakt het moeilijk tot onmogelijk om zowel de zone binnen natuurgebied en ook een overgangszone rondom natuurgebieden, als losstaande zones door te rekenen met het LHM. Met het LHM is het enkel mogelijk om flexibel peilbeheer binnen een heel LSW door te voeren, waardoor dit automatisch ook wordt toegepast op een stuk aangrenzend 'niet natuurgebied'. Als gevolg van de modelschematisatie is de maatregel 'flexibel peilbeheer' dus altijd inclusief een overgangszone. Deze overgangszone is een logische hydrologische zone (bundeling van peilvakken) rondom een natuurgebied, want peilvakken vormen samen een LSW (zie Figuur 2.10) .



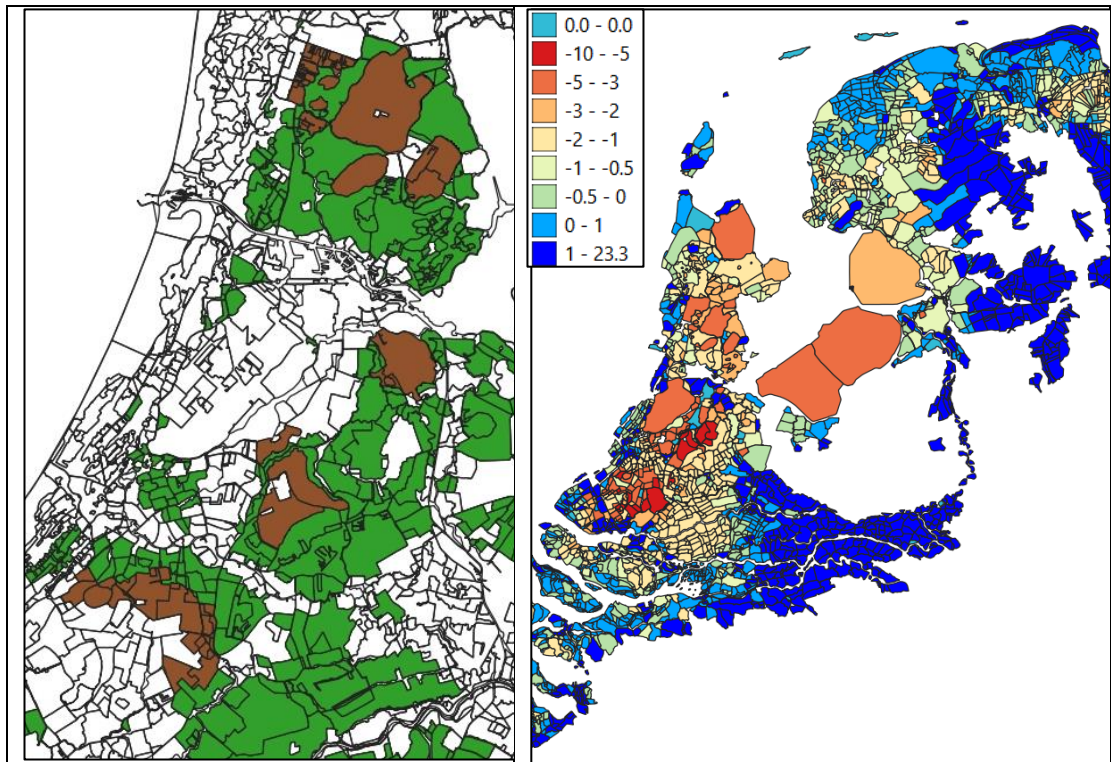
Figuur 2.9. Selectie van 'natuur op veen-LSWs'. Een 'natuur op veen-LSW' is een LSW waar minstens 25% van de modelcellen de classificatie 'natuur op veen' heeft. Het oppervlak van het 'natuur op veen' gebied op basis van LSW's is ongeveer 56.000 ha.



Figuur 2.10. Twee voorbeelden van 'natuur-op-veen LSWs' (rood), 'natuur-op-veen gridcellen' (geel) en 'veen-gridcellen' (groen). Binnen de twee getoonde LSW's wordt een soort van overgangszone gevormd door de cellen die niet geel zijn maar waarin dus wel flexibel peil wordt toegepast.

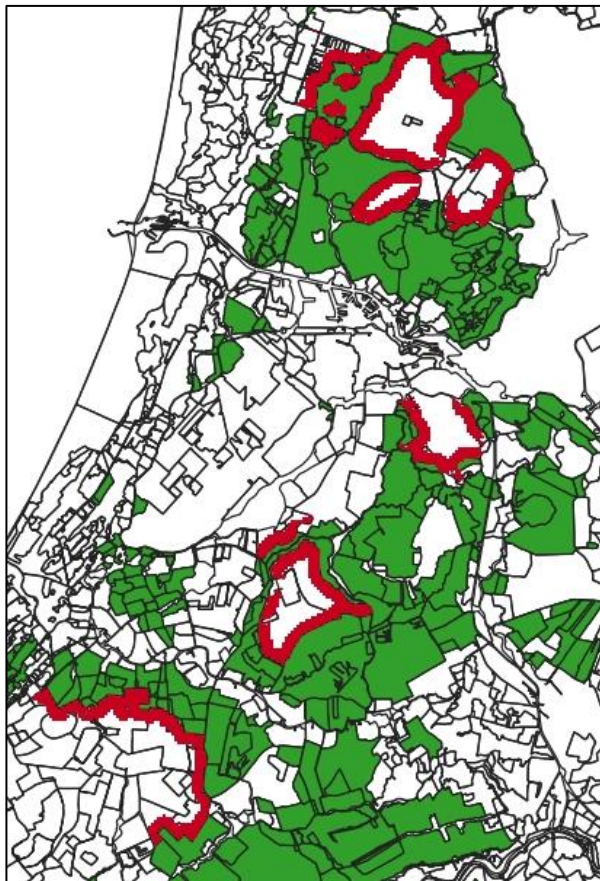
### 2.3.3.3 Selectie overgangszone droogmakerijen

Op basis van de gemiddelde maaiveldhoogte van alle polders in en rondom het 'veen-gridcellen' is een selectie gemaakt van alle diepere polders met behulp van de polderkaart (PDOK) en maaiveldhoogte (LHM). Vervolgens is een selectie gemaakt van alle LSW's in deze diepere polders die grenzen aan het 'veen-LSW's' maar daar geen onderdeel van uitmaken. Hierdoor vallen diepe polders die voor een groot deel uit veengronden bestaan, zoals Mijdrecht en Horstermeer, buiten de analyse. De selectie van deze 'droogmakerij naast veen-LSW's' is weergegeven in Figuur 2.11. Voor de modeloefening met droogmakerijen worden alleen droogmakerijen in het westelijke deel van Nederland beschouwd omdat de verschillen in maaiveldhoogte hier veel nadrukkelijker zijn in vergelijking met de diepere polders in Overijssel, Friesland en Groningen. Het 'droogmakerij naast veen-LSW' areaal uit Figuur 2.11 is van toepassing op modelsommen R10 en R11.



Figuur 2.11. Links: Selectie van droogmakerij (bruin) naast veen-LSW's (groen) op basis van maaiveldhoogte. Rechts: Gemiddelde maaiveldhoogte per polder (m+NAP).

De maatregel flexibel peilbeheer kan niet op gridniveau worden doorgerekend, maar voor de zelfstandige maatregel peilopzet (dus met een vast peil) kan dat wel. Daarom is voor modelsom R9 een toepassingsgebied gedefinieerd van modelcellen die een overgangsrand vormen binnen de droogmakerijen die grenzen aan veen. De overgangsrand heeft een breedte van 1000m (zie Figuur 2.12).



Figuur 2.12. Selectie van gridcellen op de overgang van 'veen-LSW' naar 'droogmakerij naast veen-LSW' met een '1km rand binnen de droogmakerij'.

#### 2.3.4 Gebiedsindeling voor aggregatie van resultaten

De analyse is uitgevoerd met de focus op gebieden waar veengronden aanwezig zijn. Bij de analyse worden verschillende indelingen gebruikt. Ten eerste wordt gebruik gemaakt van de regio-indeling in hoofdregio's zoals deze in het Deltaprogramma Zoetwater wordt gehanteerd (Figuur 2.13). Omdat het voor de duiding vaak wenselijk is om naar de onderliggende resultaten te kijken, is gebruik gemaakt van de indeling in deelregio's (Figuur 2.14). De gebieden waar veengronden voornamelijk aanwezig voorkomen zijn de hoofdregio's Noord Nederland en West Nederland en de deelregio's Rivierengebied Noord en Hoge Zandgronden Noord. Zie Bijlage E voor de arealen veengebied in de relevante hoofd- en deelregio's.

## Hoofdregio's



Figuur 2.13 Gebiedsindeling in DPZW-hoofdregio's.

- 1 - Hoge Zandgronden Midden
- 2 - Hoge Zandgronden Noord
- 3 - Hoge Zandgronden Oost met aanvoer
- 4 - Hoge Zandgronden Oost zonder aanvoer
- 5 - Hoge Zandgronden Zuid met aanvoer
- 6 - Hoge Zandgronden Zuid zonder aanvoer
- 7 - Noord Aanvoergebied na Gaarkeuken
- 8 - Noord Aanvoergebied voor Gaarkeuken
- 9 - Noord Drenths plateau
- 10 - Noord Holland Noord
- 11 - Noord IJsselmeerpolders
- 12 - Noord Veenkolonien
- 13 - Noord Waddeneilanden
- 14 - Rivierengebied Noord
- 15 - Rivierengebied Zuid
- 16 - West Maasdelta
- 17 - West met bovenregionale aanvoer
- 18 - West zonder bovenregionale aanvoer
- 19 - Zuid Limburg
- 20 - Zuidwestelijke Delta met aanvoer
- 21 - Zuidwestelijke Delta zonder aanvoer

## Deelregio's



Figuur 2.14 Gebiedsindeling in DPZW-deelregio's.

## 3 Resultaten gevoeligheidsanalyse

In dit hoofdstuk wordt ingezoomd op de modelresultaten binnen enkele regio's. In eerste instantie wordt landelijk gekeken naar de hoofd- en deelregio's waar veengronden voornamelijk voorkomen. Dit zijn hoofdregio Noord, hoofdregio West, deelregio rivierengebied Noord en deelregio Hoge Zandgronden Noord. In onderstaande landelijke analyse zijn de waardes gemiddeld of gesommeerd over deze 4 regio's. Daarnaast wordt ingezoomd op twee hoofdregio's die het overgrote deel van het veengebied bevatten, namelijk hoofdregio Noord en hoofdregio West. De berekeningen zijn uitgevoerd voor een periode van drie jaar, 2017 tot en met 2019, met hier aan voorafgaand 2 inspeeljaren. In dit rapportage worden de resultaten van het droge jaar 2018 gepresenteerd.

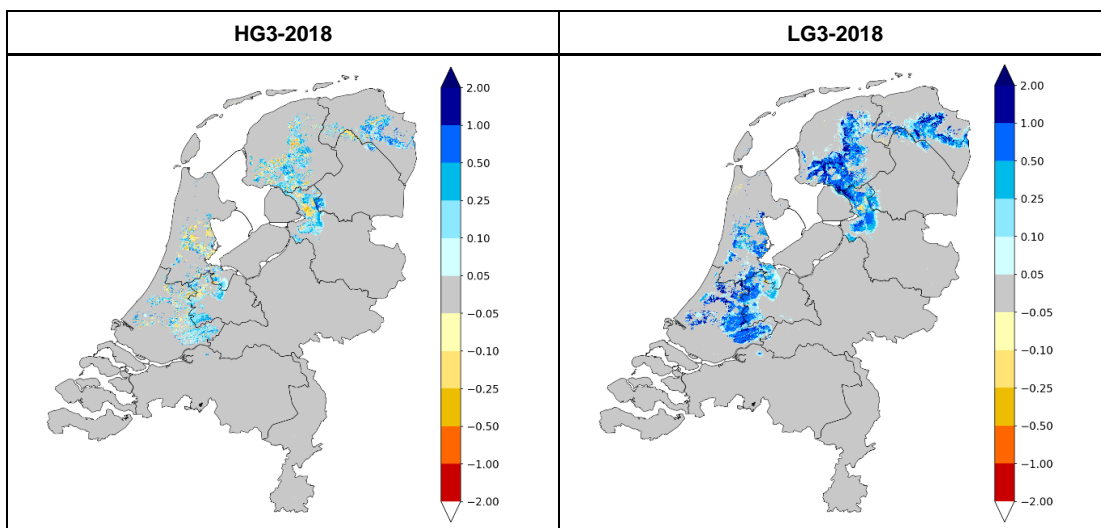
### 3.1 Grondwaterstanden

De WBS-maatregelen in het veengebied hebben als doel het verhogen van de grondwaterstanden. Een veel gebruikte eenheid om het grondwaterregime te kwantificeren is de Gemiddeld Laagste Grondwaterstand (GLG) en de Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand (GHG). Als er gekeken wordt naar grondwaterstanden per jaar wordt vaak ook gekeken naar de Laagste Grondwaterstand (LG3) en Hoogste Grondwaterstand (HG3) die is bepaald op de laagste of hoogste drie berekende freatische grondwaterstanden per jaar op basis van de 14e en 28e dag van de maand. De LG3 treedt doorgaans op aan het einde van de zomerperiode.

Voor alle varianten is het effect op de LG3 en HG3 bepaald in de drie doorgerekende jaren 2017, 2018 en 2019, waarbij 2018 een zeer droog jaar was. Eerst bespreken we de stijging van de grondwaterstanden door WBS-maatregelen (B2) ten opzichte van de huidige situatie (REF), en daarna het relatieve effect van de varianten ten opzichte van B2 (zie paragraaf 2.3.1 voor toelichting op de gebruikte basisrun).

#### **Impact van WBS-maatregelen in gehele veengebied**

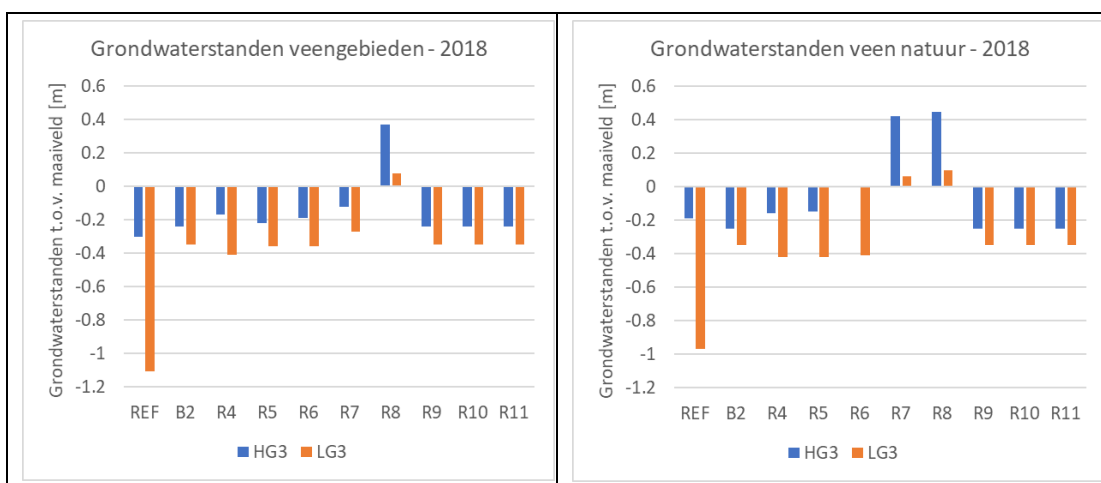
In Figuur 3.1 zijn de veranderingen van de HG3 en LG3 weergegeven voor een extreem droog jaar (2018) als gevolg van de WBS-maatregelen in het gehele veengebied inclusief overgangszones (zie paragraaf 2.1 voor verdere toelichting).



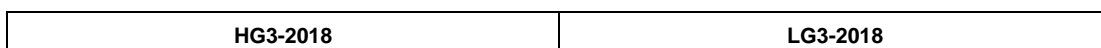
Figuur 3.1 Verandering in HG3 en LG3 [m] in 2018 na implementatie van WBS-maatregelen in het gehele veengebied (B2) t.o.v. huidige situatie (REF). Blauwe kleuren tonen een verhoging van de grondwaterstanden door de ingevoerde maatregelen en geel/rode kleuren een verlaging.

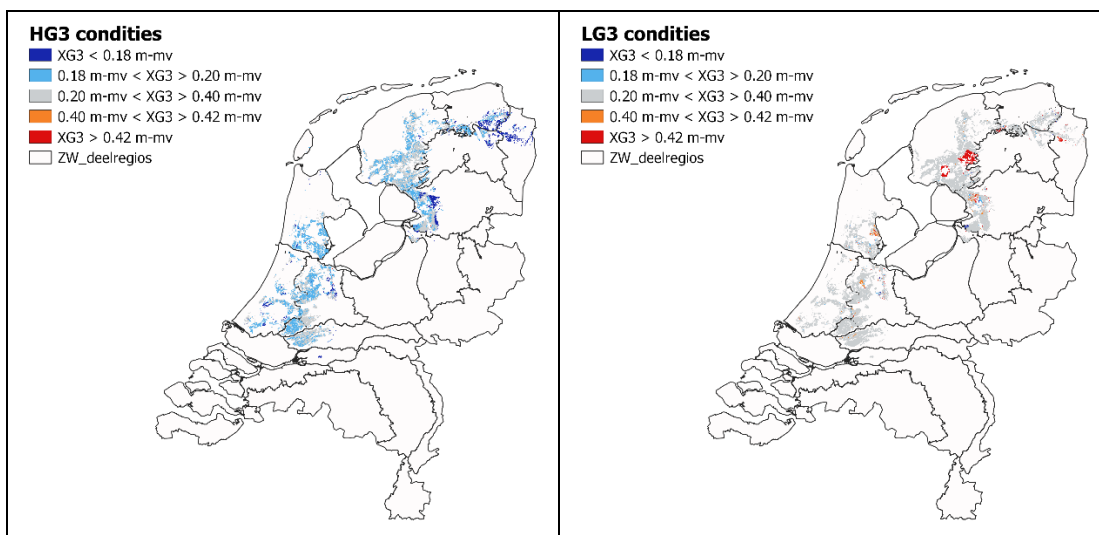
Over het algemeen zijn hogere grondwaterstanden in het gehele veengebied zichtbaar. In de winter staan de grondwaterstanden gemiddeld in het gehele veengebied rond de 25 centimeter onder maaiveld en in de zomer rond de 35 centimeter (Figuur 3.2). Dit over het veengebied gemiddelde regime valt binnen de bandbreedte van 20-40 cm onder maaiveld, conform de sturende principes van de kabinetsbrief 'Water+Bodem sturend'. Het lukt echter niet overal om de sturende principes te handhaven (Figuur 3.3). Met name de randen van het veengebied behouden zomergrondwaterstanden die dieper zijn dan 40cm-mv (rode kleuren in Figuur 3.3).

In de winterperiode is het effect op de grondwaterstand in Noord Nederland groter dan in West Nederland. Dit komt doordat de absolute peilstijging in Noord Nederland groter is dan in West Nederland, omdat de drooglegging in de huidige situatie in Noord Nederland groter is. Dit verklaart ook de gebieden waar een lichte daling van de wintergrondwaterstand is te zien (gele kleuren in Figuur 3.1). Op deze plekken zorgt de intensievere drainage voor lagere grondwaterpeilen in de winter.



Figuur 3.2 Gemiddelde HG3 en LG3 [m t.o.v. maaiveld] in veengebieden (links) en veennatuurgebieden (rechts) voor de verschillende varianten.





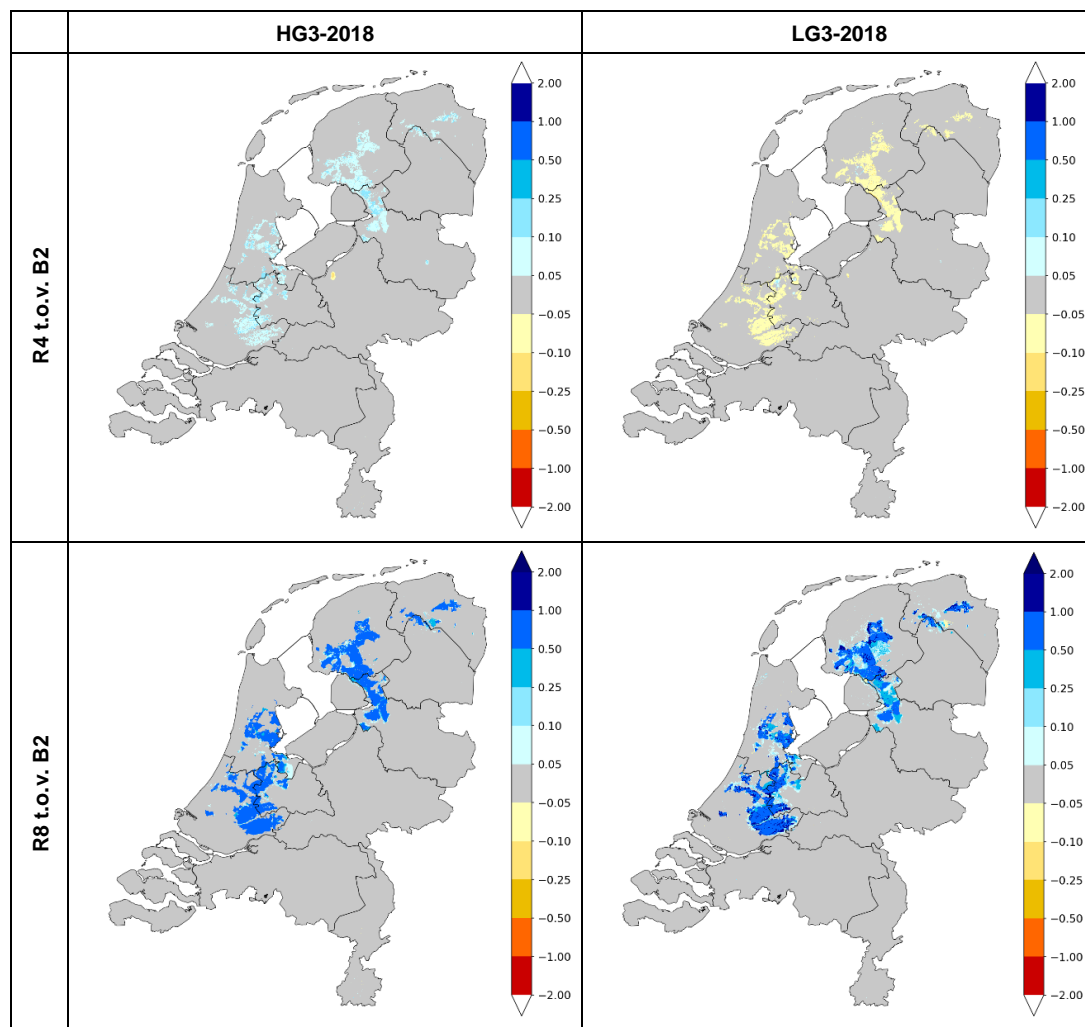
*Figuur 3.3 Absolute HG3 en LG3 condities in 2018 na implementatie van WBS-maatregelen in het gehele veengebied (B2). Blauwe kleuren tonen condities die natter zijn dan sturende principes van de kabinetsbrief Water+Bodem sturend (20 cm-mv) en rode kleuren tonen drogere condities dan sturende principes (40 cm-mv).*

### **Impact van flexibel peilbeheer (R4 t/m R8)**

Bij flexibel peilbeheer mag het oppervlaktewater peil variëren tussen twee vooraf opgelegde waterstanden. Er wordt in het model water aangevoerd wanneer het waterpeil onder het onderste streefpeil zakt en er wordt water afgevoerd wanneer het waterpeil boven een bovenste streefpeil komt. In Figuur 3.4 zijn de veranderingen van de HG3 en LG3 weergegeven voor een droog jaar bij het implementeren van flexibel peilbeheer met 2 verschillende oppervlaktewater streefpeilen in het gehele veengebied (zie paragraaf 2.3.2 voor verdere toelichting), ten opzichte van de basisrun B2 waar WBS-maatregelen hebben plaatsgevonden.

Bij het modelmatig doorrekenen van flexibel peilbeheer 20 tot 40 cm onder maaiveld in het hele veengebied (R4) zien we dat de zomergrondwaterstanden gemiddeld 5 cm verder uitzakken dan de basisrun (B2) (Figuur 3.2). Dit kan in sommige gebieden betekenen dat het grondwaterpeil lager wordt dan de gewenste 40 cm onder maaiveld. De wintergrondwaterstanden worden juist iets hoger, gemiddeld rond de 17 cm onder maaiveld. De toegestane slooppeilfluctuaties zorgt dus voor een grotere fluctuaties in grondwaterstanden.



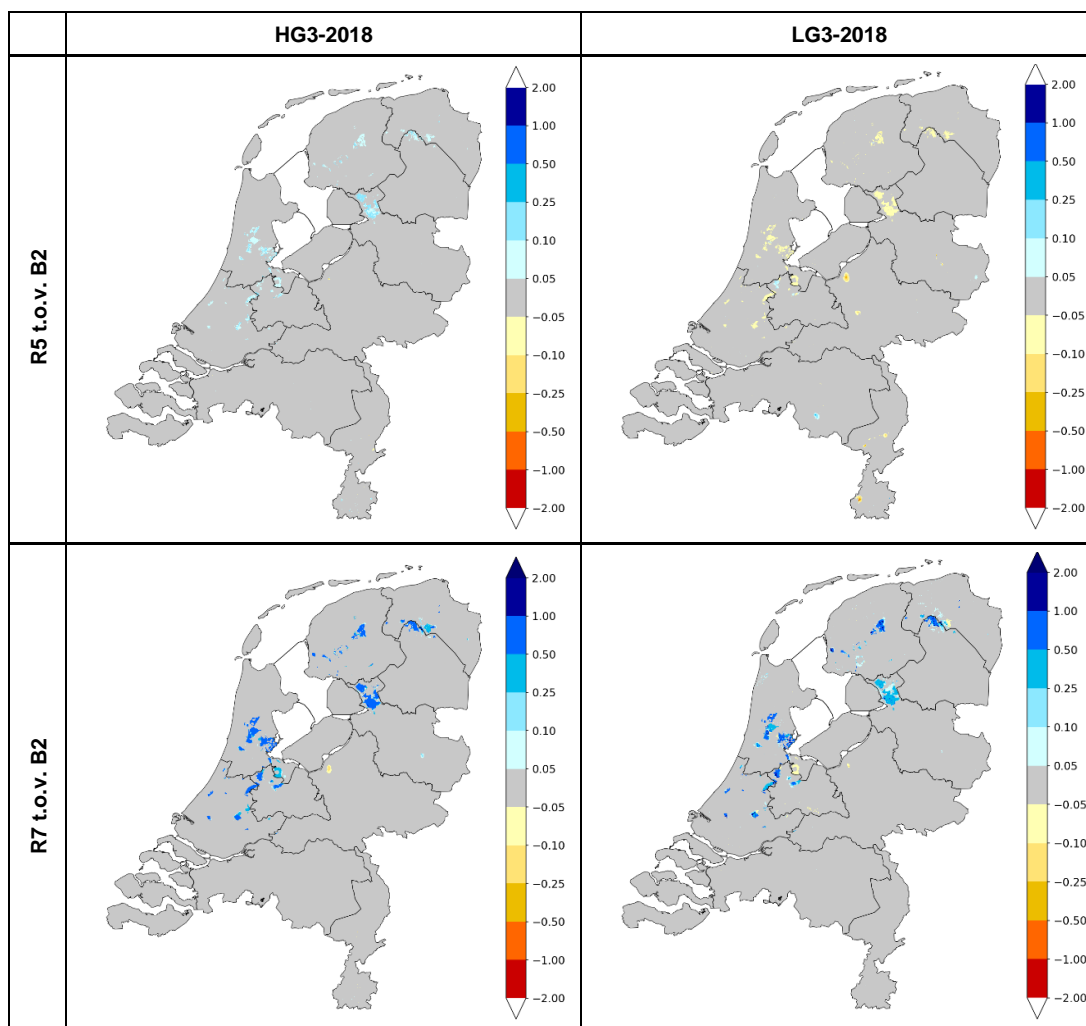


Figuur 3.4 Verandering in HG3 en LG3 [m] in 2018 na implementatie van flexibel peilbeheer in het gehele veengebied voor de range 40 cm-mv / 20 cm-mv (R4 t.o.v. B2; boven) en de range 40 cm-mv / 50 cm+mv (R8 t.o.v. B2; onder). Blauwe kleuren tonen een grondwaterstandsverhoging door de ingevoerde maatregel en geel/rode kleuren een verlaging.

Bij het modelmatig flexibiliseren van het peilbeheer 50 cm boven maaiveld en 40 cm onder maaiveld in het hele veengebied (R8) komen de zomer en winter grondwaterstanden een stuk hoger te liggen dan de basisrun (B2) (Figuur 3.4). De veranderingen van de berekende HG3 en LG3 bij het implementeren van deze vorm van flexibel peilbeheer zijn ruimtelijk erg variabel. In de winter worden de berekende grondwaterstanden gemiddeld in het gehele veengebied tussen de 30 en 46 cm boven maaiveld en in de zomer varieert dit gemiddeld tussen de 26 cm onder maaiveld tot 16 cm boven maaiveld (zie Bijlage F.1 voor uitsplitsing van de gemiddelde HG3 en LG3 voor de desbetreffende zoetwaterdeelregio's).

De grondwaterstandsstijging in zomer en winter kan negatieve gevolgen hebben voor de huidige landgebruiksfuncties.

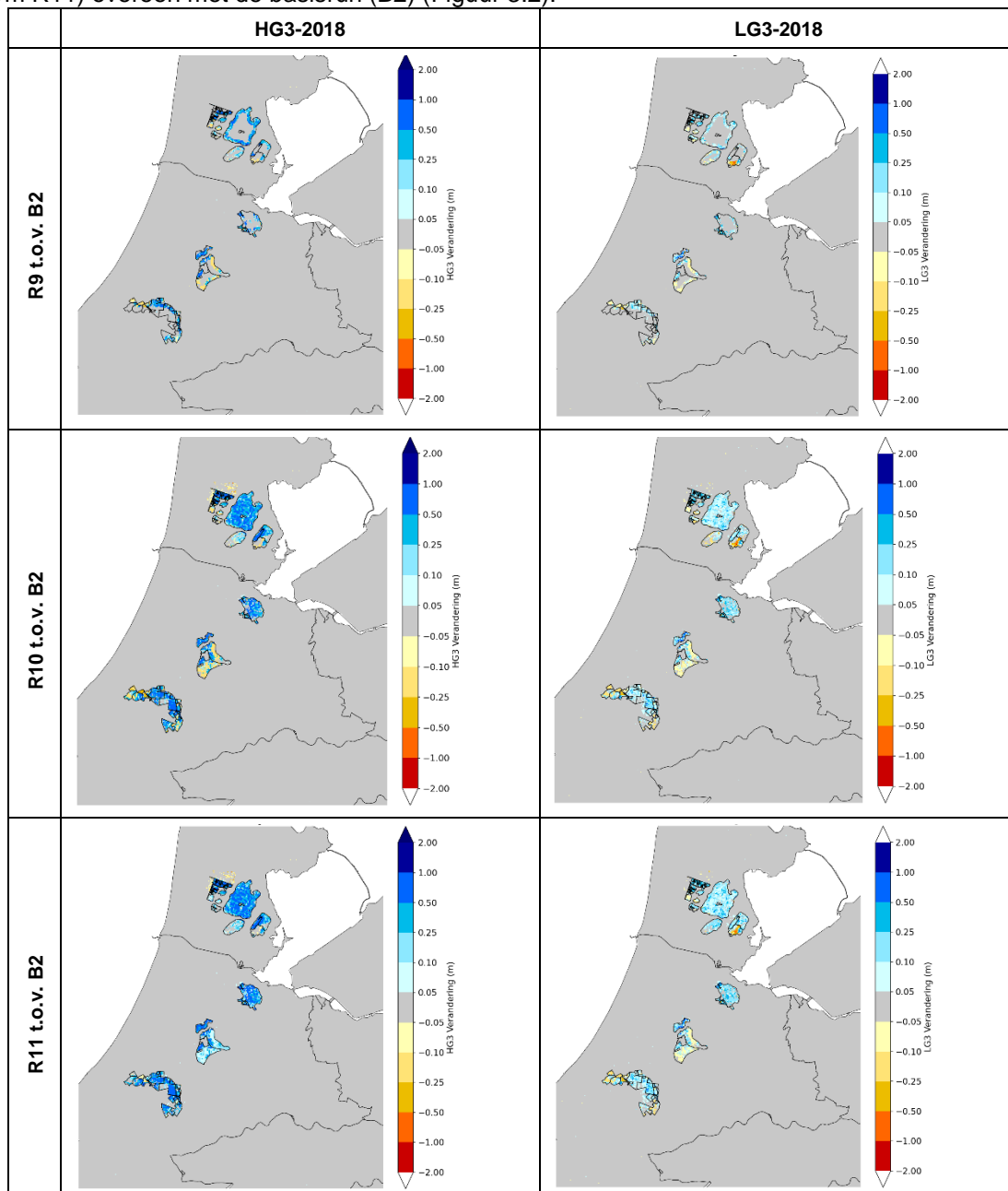
Dezelfde maatregelen zijn ook doorgerekend in alleen natuurgebieden op veengronden (Figuur 3.5; R5 & R7). Hier zijn dezelfde effecten zichtbaar maar dan alleen in de natuurgebieden. Bij invoering van flexibel peilbeheer aan maaiveld tot 40 cm onder maaiveld in veennatuurgebieden (R6) komen de wintergrondwaterstanden zoals verwacht tot aan maaiveld (Figuur 3.2). De uitstraling van hogere peilen in natuurgebieden naar omliggende gebieden is niet zichtbaar (Figuur 3.5).



Figuur 3.5 Verandering in HG3 en LG3 [m] in 2018 na implementatie van flexibel peilbeheer in natuurgebieden op veengebied voor de range 40 cm-mv / 20 cm-mv (R5 t.o.v. B2; boven) en de range 40 cm-mv / 50 cm+mv (R7 t.o.v. B2; onder). Blauwe kleuren tonen een grondwaterstandsverhoging door de ingevoerde maatregel en geel/rode kleuren een verlaging.

### Impact van overgangszones naar diepere polders (R9 t/m R11)

De overgangszones naar diepere polders zouden kunnen zorgen voor het verlagen van het grote stijghoogteverschil tussen veengebieden en aangrenzende diepe polders (droogmakerijen). In Figuur 3.6 is te zien dat de grondwaterstanden zijn verhoogd in regio's waar maatregelen zijn genomen. Er zijn nauwelijks uitstralingseffecten zichtbaar naar omliggende gebieden. Dit komt door beperkte afname in wegzijging in de veengebieden, gecompenseerd door afname kwel (en toename watervraag) in droogmakerijen. Gemiddeld gezien komen de HG3 en LG3 in de veengronden in de varianten met overgangszones (R9 t/m R11) overeen met de basisrun (B2) (Figuur 3.2).

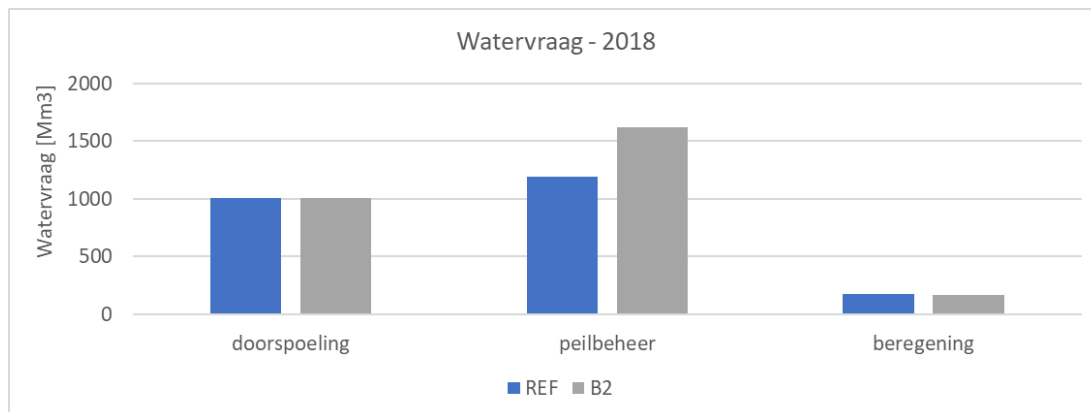


Figuur 3.6 Verandering in HG3 en LG3 [m] in 2018 na implementatie van maatregelen in overgangszones naar diepere polders. Boven: verandering na peilopzet tot 40 cm-mv in 1 km brede randzone in diepere polders aangrenzend aan veengebieden (R9 t.o.v. B2). Midden: verandering na peilopzet tot 40 cm-mv in diepere polders aangrenzend aan veengebieden (R10 t.o.v. B2). Onder: verandering na implementatie van flexibel peilbeheer in diepere polders aangrenzend aan veengebieden voor de range 40 cm-mv / 20 cm-mv (R11 t.o.v. B2; boven). Blauwe kleuren tonen een grondwaterstandsverhoging door de ingevoerde maatregel en geel/rode kleuren een verlaging.

## 3.2 Watervraag

### 3.2.1 Impact van WBS-maatregelen in gehele veengebied

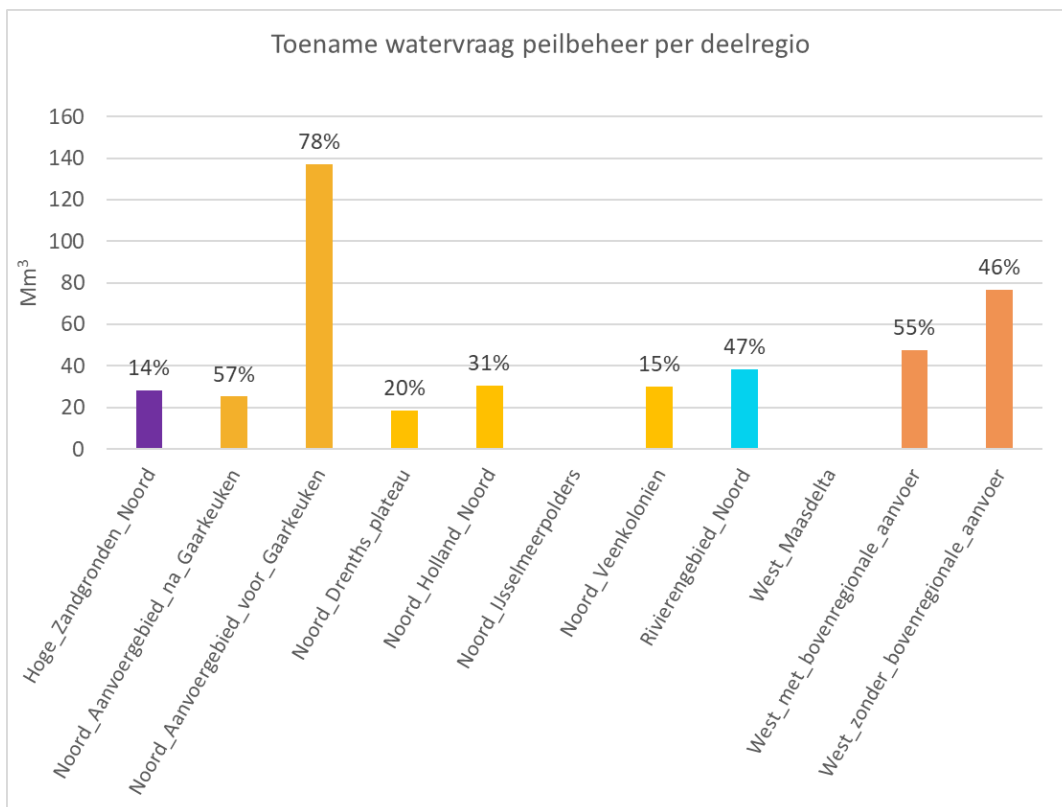
Als gevolg van de WBS-maatregelen wordt er een verhoogde watervraag voor peilbeheer berekend. De toename van de watervraag voor peilbeheer, in 2018, als gevolg van de WBS-maatregelen in veenregio's<sup>2</sup> (B2 – REF) is circa 432 Mm<sup>3</sup> / zomerhalfjaar, op een totaal van 1193 Mm<sup>3</sup> in de huidige situatie (REF). Dit is een toename van circa 36% (Figuur 3.7). De watervraag voor doorspoeling en beregening blijft nagenoeg gelijk.



Figuur 3.7 Watervraag in 2018 [Mm<sup>3</sup>/zomerhalfjaar] voor doorspoeling, peilbeheer en beregening in veenregio's voor de huidige situatie (REF) en basisrun B2 (met WBS-maatregelen).

Regionale verschillen zijn groot doordat de uitgangssituatie (huidige slootpeilen ten opzichte van maaiveld) verschilt en de veengebieden binnen een regio niet even groot zijn. Als gevolg van de WBS-maatregelen (B2) wordt voor het jaar 2018 in hoofdregio Noord een watervraag voor peilbeheer berekend van 875 miljoen m<sup>3</sup>. Dit is een toename van 242 miljoen m<sup>3</sup> (38%) ten opzichte van de huidige situatie (REF). Qua orde grootte komt deze toename overeen met het 'landelijke' beeld in alle veenregio's samen (toename van 36%). Er is echter een grote variatie binnen de verschillende deelregio's van hoofdregio Noord zichtbaar. In het aanvoergebied voor Gaarkeuken (Friesland) neemt de watervraag voor peilbeheer met 78% toe (Figuur 3.8). In hoofdregio West neemt de watervraag voor peilbeheer met 124 miljoen m<sup>3</sup> (44%) toe ten opzichte van de huidige situatie (REF) (Figuur 3.8). In deelregio West met bovenregionale aanvoer neemt de watervraag voor peilbeheer toe met 55%.

<sup>2</sup> In deze studie is de watervraag bepaald voor de zoetwaterregio's met veengebieden: hoofdregio's Noord en West en deelregio's Hoge zandgronden Noord en Rivierengebied Noord; zie Figuur 2.13 en Figuur 2.14 voor gebiedsindeling. De totale watervraag betreft een sommatie van de watervraag in deze regio's. De verandering in de totale watervraag wordt grotendeels bepaald door de verandering in watervraag voor peilbeheer en kan in zijn geheel toegeschreven worden aan de maatregelen die binnen deze regio's in het model geïmplementeerd zijn.



Figuur 3.8 Toename van de watervraag voor peilbeheer (Mm<sup>3</sup>) door WBS-maatregelen (B2) per deelregio, percentages geven de toename ten opzichte van de watervraag voor peilbeheer in de huidige situatie (REF).

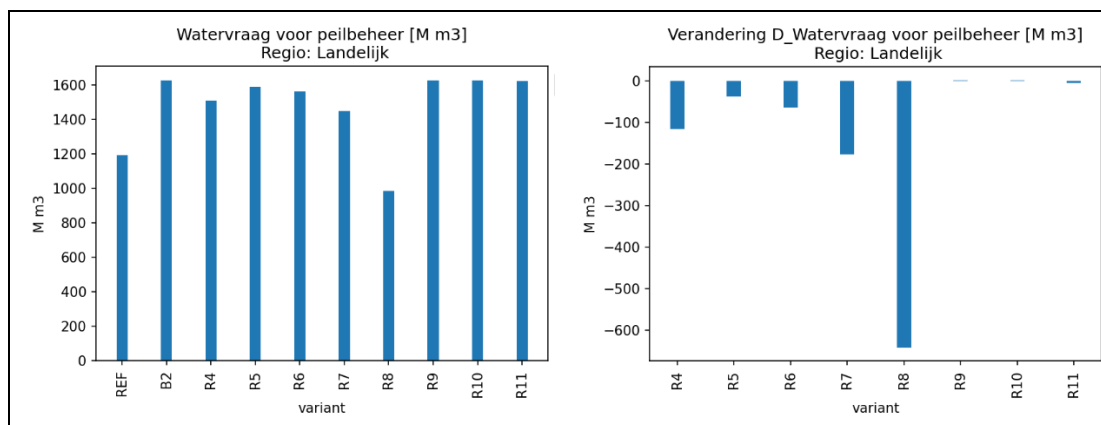
### 3.2.2 Impact van flexibel peilbeheer

De watervraag voor peilbeheer kan gereduceerd worden door de toepassing van flexibel peilbeheer, waarbij water langer in de regio kan worden vastgehouden. Bij invoering van flexibel peilbeheer 20 tot 40 cm onder het maaiveld in het hele veengebied (R4) neemt de seizoenswatervraag voor peilbeheer in veenregio's voor peilbeheer met 26% toe, ten opzichte van nu. Dit is een afname van 116 Mm<sup>3</sup>, een reductie van 7% t.o.v. de variant met WBS-maatregelen (B2) (Figuur 3.9 en Tabel 3.1).

Wanneer flexibel peilbeheer 20 tot 40 cm onder maaiveld alleen in de natuurveengebieden wordt doorgevoerd (R5) is de afname 38 Mm<sup>3</sup>. Dit betekent dat natuurgebieden voor 1/3 deel kunnen bijdragen aan de vermindering van de watervraag wanneer flexibel peilbeheer 20 tot 40 cm onder maaiveld wordt doorgevoerd.

Het in de winter onder water zetten van het hele veengebied (R8) kan de extra watervraag voor peilbeheer meer dan volledig opvangen, een reductie van 39% t.o.v. B2. Natuurgebieden kunnen maximaal 177 Mm<sup>3</sup> van de extra watervraag opvangen (R7), een reductie van 11% t.o.v. B2, maar dit heeft grote consequenties voor de natuurlijke landgebruiksfuncties.

Het valt op dat het doorvoeren van een variant van flexibel peilbeheer met een grote range (50 cm boven maaiveld tot 40 cm onder maaiveld) maar enkel toegepast in natuurgebieden (R7) landelijk gezien tot meer watervraagreductie leidt dan flexibel peilbeheer met een kleine range toegepast in het hele veengebied (R4). Dit is te verklaren doordat in varianten R7 en R8 het bergingsvolume, en daarmee de buffercapaciteit, groter is omdat het peil boven het maaiveld uit mag komen.



Figuur 3.9 Watervraag (links) en verandering in watervraag voor peilbeheer ten opzichte van B2 (rechts) (in miljoenen m3 /zomerhalfjaar) in veenregio's in 2018 als gevolg van de verschillende varianten.

Tabel 3.1 Overzichtstabel watervraag voor peilbeheer uitgedrukt t.o.v. watervraag voor peilbeheer in de basisberekening met WBS-maatregelen (B2). Voor alle relevante deelregio's is een onderstaande tabel opgenomen in Bijlage F.2.

Watervraag peilbeheer	Eenheid	REF	B2	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11
<b>Landelijk totaal over veenregio's</b>											
Absolute watervraag	[Mm3]	1193	1625	1509	1587	1561	1448	983	1626	1627	1621
Verandering t.o.v. WBS-variant (B2)	[Mm3]	-	-	-116	-38	-64	-177	-642	1	2	-4
	[%]	-	-	-7	-2	-4	-11	-39	0	0	0
<b>Hoofdregio Noord</b>											
Absolute watervraag	[Mm3]	633	875	831	859	850	799	600	875	876	873
Verandering t.o.v. WBS-variant (B2)	[Mm3]	-	-	-44	-15	-25	-76	-274	0	1	-1.3
	[%]	-	-	-5	-2	-3	-9	-31	0	0	0
<b>Hoofdregio West</b>											
Absolute watervraag	[Mm3]	281	405	362	394	386	357	192	406	406	402
Verandering t.o.v. WBS-variant (B2)	[Mm3]	-	-	-43	-11	-19	-48	-213	+0.5	+0.7	-3
	[%]	-	-	-11	-3	-5	-12	-53	0	0	-1

### Hoofdregio Noord

Na toepassing van flexibel peilbeheer 20 tot 40 cm onder maaiveld in het hele veengebied in hoofdregio Noord (R4) is de watervraag voor peilbeheer 831 miljoen m<sup>3</sup>. Dit is een reductie van 5% t.o.v. de variant met alleen WBS-maatregelen (B2) (zie Tabel 3.1). Net als in het landelijke beeld dragen natuurgebieden voor 1/3 deel bij aan de vermindering van de watervraag (R5).

De watervraag afname door flexibel peilbeheer is het grootst in deelregio's Noord-Holland Noord (reductie van 17 Mm<sup>3</sup>; 13% t.o.v. B2) en het aanvoergebied voor Gaarkeuken (reductie van 21 Mm<sup>3</sup>; 7% t.o.v. B2) (zie Bijlage F.2). Ook in hoofdregio Noord kan de extra watervraag voor peilbeheer volledig opgevangen worden door het in de winter onder water zetten van het hele veengebied (R8). Natuurgebieden kunnen net als het landelijke beeld in veenregio's ongeveer 10% van de extra watervraag opvangen (R7).

## Hoofdregio West

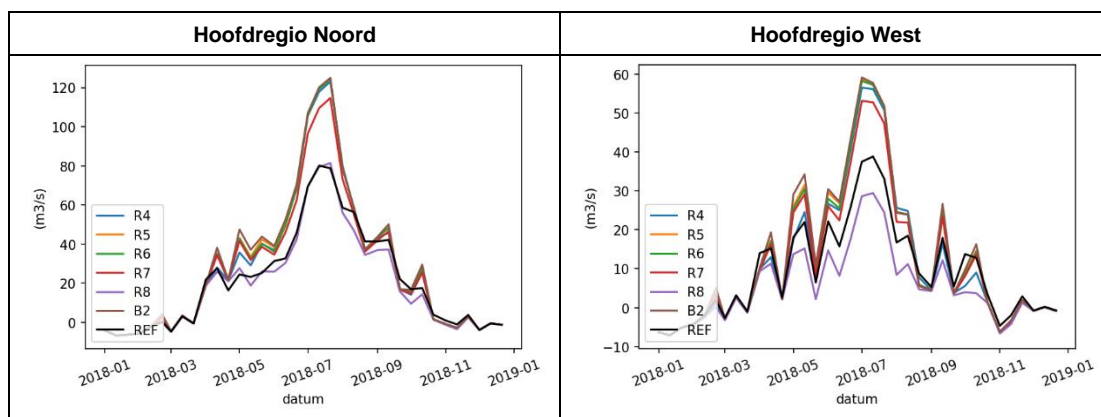
Bij toepassing van flexibel peilbeheer 20 tot 40 cm onder maaiveld in het hele veengebied in hoofdregio West (R4) is de watervraag voor peilbeheer 362 miljoen m<sup>3</sup>. Dit is een reductie van 11% t.o.v. de variant met alleen WBS-maatregelen (B2). Dit percentage ligt iets hoger dan het landelijk gemiddelde in veenregio's. Dit komt doordat er relatief gezien veel veengronden aanwezig zijn in hoofdregio West. Dit is ook de reden dat de watervraag gehalveerd kan worden in hoofdregio West wanneer het hele veengebied in de winter onder water wordt gezet (R8). Natuurgebieden kunnen ongeveer 10% van de extra watervraag opvangen (R7) en kunnen voor 1/4 deel bijdragen aan de vermindering van de watervraag bij het toepassen van flexibel peilbeheer 20 tot 40 cm onder maaiveld (R5).

### 3.2.3 Impact van overgangszones naar diepere polders

De berekeningen laten zien dat overgangszones tussen veengebieden en diepere polders (droogmakerijen zonder veenbodem) nauwelijks kunnen bijdragen aan het vasthouden van water in veengebieden waardoor de watervraag gelijk blijft aan de basisrun (B2; Figuur 3.9). De variant met flexibel peilbeheer in de diepere polders aangrenzend aan veengebieden (variant R11) reduceert de seizoenswatervraag in 2018 van veenregio's samen met 4 Mm<sup>3</sup> (Tabel 3.1). Dit is minder dan 0,5% vermindering van de totale watervraag voor peilbeheer.

## 3.3 Effect op de piekwatervraag en wateraanvoer

In Figuur 3.10 is te zien dat de watervraag voor peilbeheer het hoogst is in de zomer (juli/augustus). Ook is te zien dat flexibel peilbeheer met name de watervraag in het begin van het zomerhalfjaar reduceert (april/mei/juni). Er wordt met het aangepaste beheer een regionale buffer gecreëerd door te sturen op hogere slootpeilen en uitzakking toe te staan binnen een marge van 20 cm (zie Tekstbox 2). Deze buffer wordt met name in het begin van het droogte seizoen benut (april/mei/juni). Dit is echter niet het moment waarop watertekorten optreden. Beperkingen in wateraanvoer zijn vaak later in het seizoen als de piekvraag het grootste is.



Figuur 3.10 Verloop van de watervraag voor peilbeheer in 2018 (in m<sup>3</sup>/s) voor hoofdregio's Noord (links) en West (rechts) als gevolg van de verschillende varianten.

Uit de berekeningen blijkt dat de aanvoer van water uit het hoofdwatersysteem nauwelijks wordt beïnvloed door flexibel peilbeheer. De inlaat richting Friesland verandert tijdens de piekvraagperiode bijvoorbeeld niet (zie Figuur 3.11). Vroeg in het seizoen is wel een kleine afname van de aanvoer zichtbaar in R4, doordat meer water regionaal wordt opgevangen, maar op dat moment is er nog voldoende water in het IJsselmeer beschikbaar. Hoewel de berekende watertekorten niet zijn geanalyseerd, kan hieruit worden afgeleid dat flexibel peilbeheer op deze manier niet zal bijdragen aan het reduceren van watertekort.

### Tekstbox 2: Orde grootte regionale waterberging door flexibel peilbeheer

Door het flexibiliseren van peilbeheer wordt er een regionale zoetwaterbuffer gecreëerd aan de hand van extra beschikbare waterberging in de bodem en in de sloten. De beschikbare waterberging kan ingeschat worden met de volgende vuistregel:

Waterberging = (Areaal \* fractie OW \* peilopzet) + (Areaal \* fractie L \* peilopzet \* bergend vermogen)

Waarin:

- Areaal = 250000 hectare
- Fractie open water (OW) = 0,1
- Fractie land (L) = 0,9
- Bergend vermogen = 10 – 25 %
- Peilopzet = 0,2 m

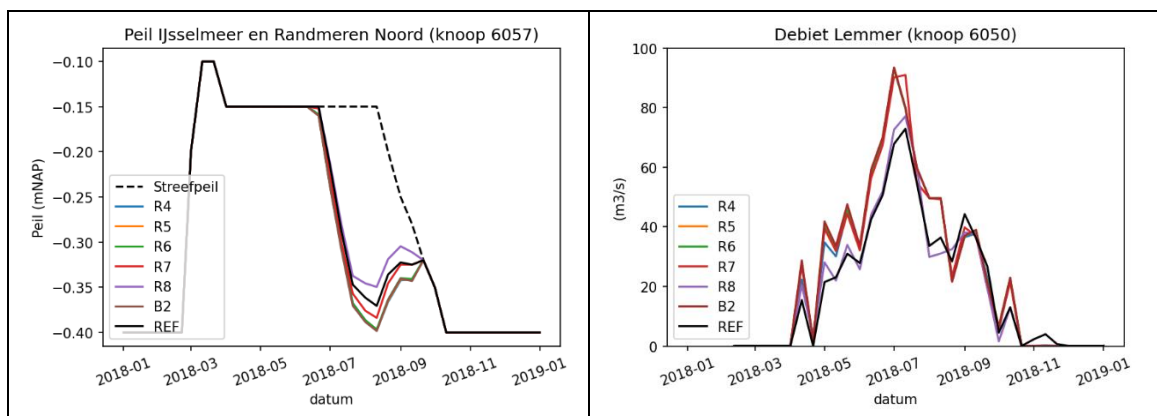
Bij het toepassen van flexibel peilbeheer met een range van 20 cm (conform variant R4) in het gehele veengebied wordt de hoeveelheid waterberging geschat op 95 – 163 miljoen m<sup>3</sup>. Dit is in dezelfde orde grootte als de met het model berekende watervraagreductie voor peilbeheer in modelvariant R4 (Tabel 3.1).

In een eerdere studie is met LHM berekend dat als een 'regionale buffer' van 10 cm meer dynamisch wordt ingezet, afhankelijk van de weers- en rivierafvoeromstandigheden (dus net voordat watertekorten op zouden treden), het zo'n 1-2 weken verlichting kan geven in een droogte zoals in 2003 (Rozemeijer et al., 2019). De periode waarover watertekorten gereduceerd worden is wel zeer afhankelijk van de eigenschappen van het gebied (kwel- of infiltratie), de mate van droogte en de mogelijkheid om operationeel te sturen.

#### 3.3.1 Wateraanvoer vanuit IJsselmeer

De extra watervraag voor peilbeheer kan niet voor alle situaties geleverd worden. In het model wordt de inlaat vanuit het IJsselmeer naar het regionale watersysteem beperkt zodra het peil uitzakt onder 0,30 m-NAP. Hierdoor kunnen er in hoofdregio Noord watertekorten optreden. Alleen watervragers met een hogere prioriteit (zoals peilbeheer en categorie 1 natuur in de verdringingsreeks) krijgen nog water geleverd. Zakt het peil verder onder 0,40 m-NAP, dan wordt alle inlaat vanuit het IJsselmeer naar de regio, dus ook voor peilbeheer, gestopt. In Figuur 3.11 is het peilverloop van het IJsselmeer en het inlaatdebiet van Friesland in 2018 weergegeven voor de verschillende varianten met flexibel peilbeheer. In een droog jaar zoals 2018 zakt de waterstand in de huidige situatie (REF) tot onder de 0,30 m-NAP. De waterstand op het IJsselmeer zakt in de zomer enkele centimeters verder uit als gevolg van WBS-maatregelen (B2), en de inlaatdebieten naar Friesland nemen toe. Flexibel peilbeheer met een beperkte peilrange (R4, R5 en R6) heeft ondanks de afgenomen watervraag voor peilbeheer geen impact op de waterstanden op het IJsselmeer. Bij de grotere ranges (50 cm boven maaiveld tot 40 cm onder maaiveld) worden er wel kleinere inlaatdebieten en minder uitzakkende waterstanden op het IJsselmeer berekend.





Figuur 3.11 Peilverloop van het IJsselmeer (links) en het debiet bij Lemmer<sup>3</sup> [m<sup>3</sup>/s] (rechts) van de varianten met flexibel peilbeheer voor 2018.

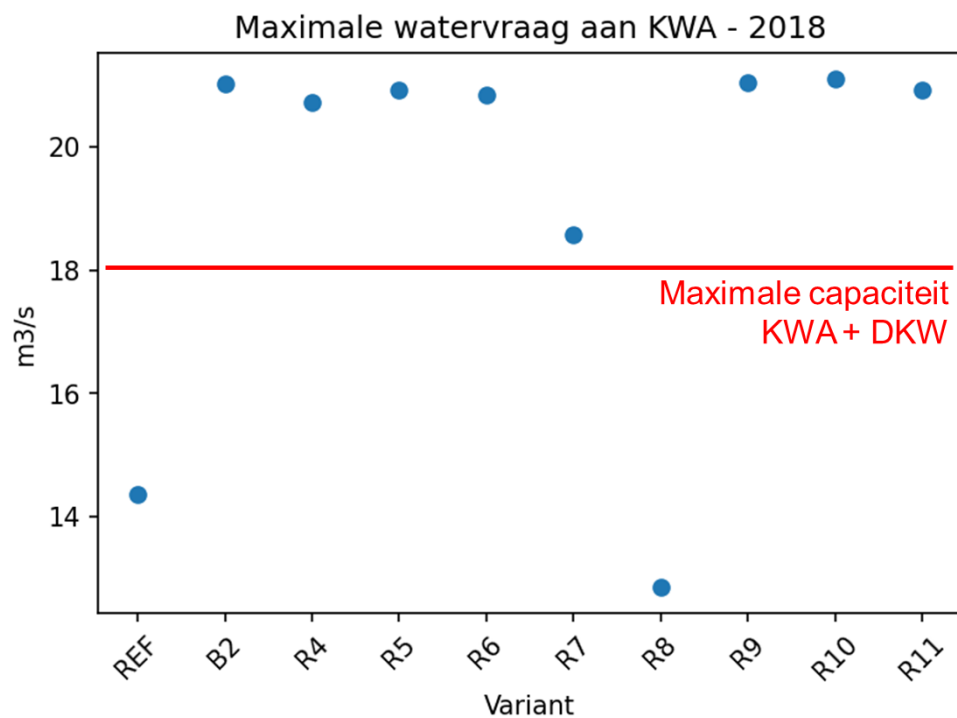
### 3.3.2 Klimaatbestendige wateraanvoer (KWA)

De Klimaatbestendige Wateraanvoer (KWA) is een aanvoersysteem naar delen van West Nederland die als noodaanvoer kan worden ingezet indien de wateraanvoer via Gouda beperkt wordt door externe verzilting van de Hollandse IJssel. Om periodes van verzilting van de Hollandsche IJssel te overbruggen zorgt de KWA voor wateraanvoer vanuit het Amsterdam-Rijnkanaal via Bodegraven en vanuit de Lek via de Lopikerwaard. Dit aanvoersysteem loopt door het Hoogheemraadschap van Stichtse Rijnlanden maar levert water aan de Hoogheemraadschappen Rijnland, Delfland en Schieland en de Krimpenerwaard.

De capaciteit van de KWA is in de vorige uitvoeringsfase van het Deltaprogramma uitgebreid van 7 m<sup>3</sup>/s naar 15 m<sup>3</sup>/s. In de komende uitvoeringsfase (2022-2027) wordt de Doorvoer Krimpenerwaard (DKW) robuust gemaakt, waardoor de aanvoercapaciteit verder vergroot wordt naar 20 m<sup>3</sup>/s. Hiervan wordt 2 m<sup>3</sup>/s gebruikt om de zoetwaterbel op de Hollandse IJssel in stand te houden, blijft er 18 m<sup>3</sup>/s over. De inlaat Gouda is niet beperkend verondersteld in het model. Met andere woorden: de KWA stond niet aan en er traden hierdoor in de berekening geen watertekorten op. Door te kijken naar de totale watervraag in het leveringsgebied van de KWA, kan beoordeeld worden in hoeverre de piekwatervraag de capaciteit van de KWA zou overschrijden als deze wel actief zou zijn.

In de huidige situatie (REF) van 2018 is de maximale watervraag ruim 14 m<sup>3</sup>/s en wordt de capaciteit van de KWA niet overschreden (Figuur 3.12). Als gevolg van de WBS-maatregelen (B2) neemt de piekwatervraag toe tot ruim 21 m<sup>3</sup>/s; 3 m<sup>3</sup>/s hoger dan de huidige KWA+DKW-capaciteit. Grondwaterstandsverhoging in combinatie met flexibel peilbeheer (R4, R5, en R6) heeft hier nauwelijks effect op. Door grote peilverhoging met een streefpeil van 50 cm boven maaiveld in veennatuurgebieden (R7) kan de maximale watervraag aan de KWA in 2018 bijna worden gereduceerd tot de huidige capaciteit van 18 m<sup>3</sup>/s. Door toepassing van deze maatregel in alle veengebieden (R8) kan de maximale watervraag aan de KWA zelfs verlaagd worden tot onder de vraag in de huidige situatie zonder WBS-maatregelen (REF).

<sup>3</sup> De inlaat bij Lemmer in het LHM bevat alle regionale inlaten vanuit het IJsselmeer naar het Wetterskip Fryslân



*Figuur 3.12 Maximale watervraag aan Klimaatbestendige Wateraanvoer (KWA + DKW minus 2 m<sup>3</sup>/s surplus voor de Hollandsche IJssel) voor de verschillende modelvarianten in 2018, berekend over de modeltakken Oude Rijn (4070), Gouda (4067).*

## 4 Discussie, conclusie en aanbevelingen

Het verhogen van grondwaterstanden in de Nederlands laagveengebieden draagt bij aan het vertragen van bodemdaling en het verminderen van CO<sub>2</sub> uitstoot door veenoxidatie. Als echter op grote schaal actief gestuurd wordt op hogere grondwaterstanden, neemt de watervraag voor peilbeheer toe. Dit water moet in droge zomers worden aangevoerd vanuit het hoofdwatersysteem, terwijl de waterbeschikbaarheid dan niet altijd gegarandeerd kan worden. Het verhogen van grondwaterstanden vergroot de kans op watertekort, als er geen aanvullende maatregelen worden genomen. Eerdere onderzoeken hebben al laten zien hoeveel de watervraag en het watertekort potentieel toeneemt door grootschalige uitrol van infiltratiemaatregelen en slootpeilopzet, ook onder toekomstscenario's met klimaatverandering. Er was echter nog weinig bekend over de capaciteit van veengebieden, inclusief natuurgebieden, en overgangsgebieden om water op regionaal niveau langer vast te houden. Ook was niet voldoende bekend wat het potentieel betekent voor de watervraag als in het hele veengebied gestreefd wordt naar grondwaterstanden tussen 20 en 40 cm onder maaiveld, uitgaande van perfecte werking van infiltratiesystemen en een vast slootpeil, in dit rapport aangeduid als 'de WBS-maatregelen'.

Uit de berekeningen blijkt dat als gevolg van de WBS-maatregelen (berekening B2) de seizoenswatervraag voor peilbeheer (dus totaal over het zomerhalfjaar) landelijk voor de veenregio's toeneemt met 430 Mm<sup>3</sup> (ongeveer 36% van de totale watervraag voor peilbeheer). In hoofdregio West bedraagt de toename 44% en in hoofdregio Noord 38%. De waterstand op het IJsselmeer zakt in de zomer enkele centimeters verder uit als gevolg van de WBS-maatregelen (B2), en de benodigde wateraanvoer richting Friesland neemt toe. De piekwatervraag van de gebieden die afhankelijk zijn van de Klimaatbestendige Wateraanvoervoorziening neemt door de WBS-maatregelen toe naar ruim 21 m<sup>3</sup>/s en overschrijdt daarmee ruimschoots de huidige capaciteit.

Flexibel peilbeheer houdt hier in dat het peil van het oppervlaktewater vrij kan variëren tussen twee vooraf bepaalde streefwaarden. Bij het modelmatig doorrekenen van flexibel peilbeheer, waarbij het peil tussen 20 tot 40 centimeter onder maaiveld mag variëren in het hele veengebied (R4), valt de toename in seizoenswatervraag in veenregio's voor peilbeheer 10 procentpunt lager uit (een toename van 26% ten opzichte van nu, in plaats van de 36% van basisberekening B2). **Met deze implementatie van flexibel peilbeheer kan zodoende meer water in de regio worden vastgehouden.** De totale watervraag voor peilbeheer aan het hoofdwatersysteem (over het zomerhalfjaar) neemt in deze variant af met 115 Mm<sup>3</sup> (ongeveer 7% van de totale peilbeheervraag in veenregio's). Natuurgebieden op veengronden dragen voor 1/3 deel bij aan deze vermindering van de watervraag.

Flexibel peilbeheer (R4, R5, en R6) heeft nauwelijks invloed op de piekwatervraag van de gebieden die afhankelijk zijn van de Klimaatbestendige Wateraanvoervoorziening. Flexibel peilbeheer met een beperkte peilrange (R4, R5 en R6) heeft ondanks de afgenomen watervraag voor peilbeheer geen impact op de waterstanden op het IJsselmeer. Bij de grotere ranges (50 cm boven maaiveld tot 40 cm onder maaiveld) wordt de berekende aanvoer naar Friesland wel kleiner en zakken de waterstanden op het IJsselmeer minder ver uit.

**Flexibel peilbeheer heeft, met bovenstaande manier van implementeren, naar verwachting weinig effect op het verminderen van watertekorten.** De regionale buffer wordt met name in het begin van het droogteseizoen benut (april/mei/juni), terwijl de piekvraag vaak in juli / augustus optreedt. Juist dan is de aanvoer van water uit het hoofdwatersysteem in droge jaren mogelijk een knelpunt. Flexibel peilbeheer zal daarom nauwelijks bijdragen aan het reduceren van watertekort. Wanneer wel actief zou worden gestuurd op hoge peilen in de veenregio's, en de buffer met behulp van wateraanvoer zo lang mogelijk gevuld gehouden zou worden, is er mogelijk een groter effect op de watervraag tijdens de piekperiode, en daarmee potentieel meer effect op het reduceren van watertekort. Deze variant is niet modelmatig onderzocht, maar uit een eerdere studie bleek al dat de maximale bufferhoeveelheid in het regionale systeem, bij 10 cm buffer en perfecte omstandigheden, voldoende zou zijn om één tot twee weken droogte te overbruggen. De periode waarover watertekorten gereduceerd kunnen worden is wel afhankelijk van de hydrologische eigenschappen van het gebied, de mate van droogte en de mogelijkheid om dynamisch te sturen.

In de meest extreme variant met flexibel peilbeheer (R8) is in het model gestuurd op een maximaal slootpeil van 50 cm boven maaiveld, waarbij vrijwel jaarrond water op het land komt te staan, wat grote consequenties heeft voor het huidige landgebruik. Deze variant had tot doel om te verkennen hoe het grondwaterregime zou veranderen als de watervraag voor peilbeheer niet mag toenemen als tegelijk de grondwaterstand boven 40 cm -mv moet blijven. De resultaten laten zien dat de watervraag bij deze manier van grondwaterstandsverhoging inderdaad niet toeneemt ten opzichte van nu (zelfs afneemt), maar dat de veengebieden hierdoor vrijwel jaarrond onder water komen te staan. In een droog jaar (gemiddeld over veenregio's) staat de grondwaterstand dan in de winter bijna 40 cm boven maaiveld en zakt in de zomer uit naar 5 cm boven maaiveld. Als deze maatregel alleen binnen natuurgebieden wordt toegepast (R7) is de watervraagreductie minder groot. Wel heeft deze maatregel meer effect op de totale watervraag dan een beperkt flexibel peilbeheer in het gehele veengebied (R4).

Tot slot is verkend in hoeverre overgangsgebieden naar diepe polders (droogmakerijen zonder veen) een rol kunnen spelen bij het regionaal vasthouden van water om daarmee de watervraag van veengebieden aan het hoofdwatersysteem te reduceren. **De berekeningen laten zien dat overgangsgebieden nauwelijks kunnen bijdragen aan het vasthouden van water in veengebieden.** De variant met flexibel peilbeheer in de diepere polders aangrenzend aan veengebieden reduceert de seizoenswatervraag in veenregio's met 4 Mm<sup>3</sup>. Dit is minder dan 0,5% van de totale watervraag voor peilbeheer in veenregio's. Lokaal kan het mogelijk wel effect hebben (b.v. in specifieke natuurgebieden), maar dit is in de voorliggende studie niet onderzocht.

De gevolgen voor het landgebruik, zowel op agrarische gronden als in natuurgebieden, kunnen fors zijn. Vooral als het gaat om de grote peilranges uit varianten R7 en R8 en de inrichting van overgangszones bij diepe polders. Landgebruiksconsequenties zijn verder niet onderzocht.

### **Aanbevelingen**

De toenemende kans op watertekorten in regio's met veengronden in combinatie met de doelstelling om CO<sub>2</sub>-uitstoot uit veenweidegebieden te reduceren, vraagt om een integrale afweging van verschillende soorten maatregelen. Met de onderliggende studie is een bouwsteen aangedragen vanuit het perspectief van watertekorten reduceren. Er is specifiek gekeken naar de mogelijkheid om met ander waterbeheer de regionale watervraag te reduceren. Het is daarmee een belangrijke aanvulling op andere, reeds beschikbare bouwstenen, die zich richten op het vergroten van de wateraanvoermogelijkheden (bv aanvoercapaciteit van regionale kanalen en boezems, of aangepast peilbeheer van de grote meren of andere waterverdeling). Tegelijk zien we dat met het flexibiliseren van peilen binnen een range van 20 cm de watertekorten nauwelijks verminderd kunnen worden, tenzij er actief gestuurd wordt of geaccepteerd wordt dat grote gebieden flink natter worden.

Er is dus meer onderzoek nodig naar andersoortige maatregelen die zowel de regionale watervraag als het watertekort beperken, zoals het verminderen van de doorspoeling in zoutgevoelige polders of aanpassingen in landgebruik waardoor het watergebruik gelijkmatiger wordt verdeeld in de tijd en piekvragen worden afgevlakt.

De opgave om watertekorten te reduceren kan niet los worden gezien van andere gebiedsdoelen en vraagt een integrale afweging waarbij grondwatercondities mede bepalend zijn voor de landgebruiksmogelijkheden. De hydrologische informatie die in deze studie is gegenereerd kan gebruikt worden in een vervolg om consequenties voor bodemdaling, CO<sub>2</sub>-uitstoot, natuur en landbouw verder te onderzoeken.

## 5 Referenties

- Blom, E., Damstra, Y., Helmer, J., Hugtenburg, J., Linnartz, L., & Rademakers, J. (2021). Levend moerasveen in Nederland. *De Levende Natuur*, 122(2), 46-49.
- Bureau Peter de Ruyter landschapsarchitectuur. (z.d.). *Naar een weerbare Waard - Een wenkend perspectief voor de Alblasserwaard in 2050 opgebouwd vanuit een robuust watersysteem en een veerkrachtige bodem*. Geraadpleegd van [naar een weerbare waard hres - peter de ruyter.pdf](#)
- Buro Sant en Co landschapsarchitectuur. (z.d.). *Sant en Co ontwerpend onderzoek ZH*. Geraadpleegd van N:\Projects\11208000\11208074\F. Other information\016 Gevoeligheidsanalyse NPLG\Documentatie\van\_Staatbosbeheer\Sant en Co ontwerpend onderzoek ZH.docx
- Coalitie Natuurlijk Klimaatbuffers. (2022, juni). *Visie klimaatbestendige veenlandschappen*. Geraadpleegd van [visie-klimaatbestendige-veenlandschappen-cnklres.30e240.pdf \(klimaatbuffers.nl\)](#)
- De Gelder, A., & Wormmeester, R. (2021, juni). *Haalbaarheidsstudie naar reductie van CO2 uitstoot in natuurgebieden op veenweide*. Geraadpleegd van [21011 Ecogroen Haalbaarheidsstudie naar reductie van Co2 uitstoot in veengebieden\\_DEF\\_8 juni 2021.pdf \(directory.intra\)](#)
- Deltares. (2022, December). *Gevoeligheidsanalyse NPLG Hoge Zandgonden (Concept)*
- Gilles, E., Melman, R., Jansen, S., Boonman, J., Hefting, M., Keuskamp, J., Bootsma, H., Nougues, L., van den Berg, M., & van der Velde, Y. (2022). *SOMERS: Subsurface Organic Matter Emission Registration System. Beschrijving SOMERS 1.0, onderliggende modellen en veenweidenrekenregels*. Deltares Rapport.
- Flux Landscape Architecture. (2019). *Cope Scape: toekomstperspectief voor de blokpolders van Kamerik en Kockengen – eindpresentatie 20 mei 2019*. Geraadpleegd van [flux\\_bodemdaling\\_groene\\_hart\\_utrecht - eindpresentatie.pdf](#)
- Gremmen, T., Van de Riet, B., Van den Berg, M., Vroom, R., Weideveld, S., Van Huissteden, K., Westendorp, P., & Smolders, F. (2022, mei). *Natte teelten en veeteelt bij een verhoogd (grond)waterpeil in de veenweiden: de effecten van vernattingsmaatregelen op biogeochemie & broeikasgasemissies*. Geraadpleegd van [B-WARE\\_IPV Eindrapportage Bodem & Water\\_def compressed.pdf \(directory.intra\)](#)
- Heinen, M., Brouwer, F., Teuling, K., & Walvoort, D. (2021). BOFEK2020 – Bodemfysische schematisatie van Nederland. *Wageningen Environmental Research*, 3056.
- Hunink, J. C., Mens, M., & Melman, R. (2022). Verkenning toename watervraag door vernattingsmaatregelen in veengebieden. *Deltares Rapport 11208074-008-ZWS-0001*.
- Jansen, P.C., Querner, E.P., & Kwakersnaak, C. (2007). *Effecten van waterpeilstrategieën in veengebieden: Een scenariostudie in het gebied rond Zegveld*. Geraadpleegd van [effecten van waterpeilstrategieën in veengebieden-wageningen university and research 29635.pdf](#)
- Provincie Fryslân, Witteveen&Bos, M.A. Kooiman Cultuurhistorische Projecten, & Feddes Olthof landschapsarchitecten. (2018). *Toolkit voor het Friese veenweidelandschap*. Geraadpleegd van [181121 TOOLKIT Friese Veenweide AB\\_DEF FEDDES OTTHOF - kopie.pdf \(directory.intra\)](#)

- Rozemeijer, J., Boomsma, H., Veldhuizen, A., Pouwels, J., Akker, J. van den, & Kroon, T. (2019). Effecten van onderwaterdrainage op de regionale watervraag. Deltares Rapport 11202752-002, 68.
- Smolders, A., Verhoeven, J., Tomassen, H., Van Mullekom, M., Van Kempen, M., Roelofs, J., & Lamers, L. (2013). Waterberging en veenvorming als klimaatbuffer. *Landschap*, 30(4), 197-206.
- Tiemeyer, B., Albiac Borraz, E., Augustin, J., Bechtold, M., Beetz, S., Beyer, C., Drösler, M., Ebli, M., Eickenscheidt, T., Fiedler, S., Förster, C., Freibauer, A., Giebels, M., Glatzel, S., Heinichen, J., Hoffmann, M., Höper, H., Jurasinski, G., Leiber-Sauheitl, K., ... Zeitz, J. (2016). *High emissions of greenhouse gases from grasslands on peat and other organic soils*. *Global Change Biology*, 22(12), 4134–4149. <https://doi.org/10.1111/gcb.13303>
- Van de Riet, B., Van den Elzen, E., Smolders, F., & Lamers, L. (2018, augustus). *Herstel van een veenvormende veenmosvegetatie op voormalige landbouwgrond in veenweidegebieden*. Geraadpleegd van [Van de Riet et al 2018\\_Eindrapportage Omhoog het het Veen 2013-2017\\_def.pdf \(directory.intra\)](#)
- Vista Landschapsarchitectuur en Stedenbouw & Circular Landshapes. (2019, 29 mei). *Regionale uitwerking Amstelscheg: Deelstudie ontwerpend onderzoek Groene Hart*. Geraadpleegd van [1904\\_rapportage\\_amstelscheg\\_vista.pdf \(directory.intra\)](#)

# A LHM4.2.1-Referentie

## A.1 Nieuwe referentierun (juli 2022)

- REF2017VP overgenomen, m.u.v. het zandgrondenpakket.
- Dit kostte wat moeite, want in DM zijn ook wijzigingen doorgevoerd tussen LHM 3.4 en 4.2. Uitgangspunt is nu LHM 4.2, dus deze wijzigingen zijn meegenomen.
- Methode gebruikt: wijzigingen tussen LHM 3.4 en REF2017VP doorgevoerd.
- Wijzigingen in de 4 DM-bestanden
  - Dwkeys.txt
  - Fixed.txt
  - Nds.txt
  - Lnks.txt
- Paar aandachtspunten
  - Kleine inlaten langs noordervaart zijn inactief gezet in LHM 4.0, maar de inlaten zijn verhoogd in REF2017. Dit komt omdat de fase-1 maatregel 'inlaatcapaciteit verhogen' nog niet was doorgevoerd. De verhoogde inlaatcapaciteiten zitten nu wel in de nieuwe Referentie.
  - Roode Vaart zit al wel ingebouwd sinds LHM 4.0, maar met een inlaatcapaciteit van 0. In REF2017 zat de Roode vaart wel daadwerkelijk, dus deze is ook meegenomen in de nieuwe Referentie.
  - Minimum gewenst debiet ARK bij Weesp is in REF2017 aangepast van 18 naar 25 m<sup>3</sup>/s vanwege laatste inzichten. Inmiddels staat hij in LHM sinds LHM 4.1 op 22,5, omdat er 2,5 m<sup>3</sup>/s extra komt vanwege doorspoeling Beatrixsluizen (watervraag wordt inmiddels niet meer geleverd via deze sluizen, daarom is de doorspoeling nu extra op de watervraag).
- In een paar andere invoerfiles zaten ook afwijkingen tussen REF2017BP18 en LHM 4.2. Bijvoorbeeld de beregeningsgift voor fruitbomen, die toentertijd is verhoogd n.a.v. inzichten uit het waterschap. Deze worden in JIRA gezet en kunnen op die manier in LHM 4.3 terecht komen.
- Nog niet doorgevoerd (wel gewenst)
  - Dummy tak voor de ARK route --> dit vergt expertkennis van Geert en die is nu met vakantie
  - De stresstest situaties --> wordt nu aan gewerkt
  - De hisfiles (zout) in 1 file --> hebben we Geert/Martijn voor nodig denk ik.

## A.2 Voorkeurspakket Zoetwater

In 2021 is een besluit genomen over de uitvoering van een volgende ronde zoetwatermaatregelen 2022-2027, oftewel fase 2 van het Deltaplan Zoetwater. We gaan er in de berekeningen in NL Later vanuit dat deze maatregelen in de praktijk zijn uitgevoerd, behalve waar het gaat om pilots, verkenningen, proeftuinen en onderzoeken. Een aantal maatregelen uit dit pakket heeft een kwantificeerbaar effect op de watervraag of het wateraanbod. Ter onderbouwing van het voorkeurspakket zoetwater zijn al eerder berekeningen uitgevoerd waarin de belangrijkste maatregelen zijn geschematiseerd.

In de referentieberekening wordt hierop voortgebouwd en zoveel mogelijk aangesloten bij Ref2017VP. Omdat we wel met een nieuwere versie van LHM (versie4.2) werken, moeten sommige zaken nog wel worden gelijkgetrokken.



### Maatregelen voor het beperken van de (externe) verzilting op de spuisluizen bij Den Oever afsluitdijk)

In Referentie staat de doorspoeling van de afsluitdijk al op 10m<sup>3</sup>/s. Deze is namelijk overgenomen van het Voorkeurspakket-DPZWFase2. En is helaas niet meer omhoog gezet naar 40 m<sup>3</sup>/s.

**De inlaatcapaciteit van gemaal Hoogland** (aanvoer richting Friesland en Groningen) is peilafhankelijk tot een maximum van 152,6 m<sup>3</sup>/s (zie Tabel 5.1). Deze modeltak representeert de volgende inlaten: Lemmer Tacozijl, Lemmer Teroelsterkolk, Stavoren (Hoogland) en de kleine inlaat Makkum. Als gevolg van een recent uitgevoerde maatregel is de maximale inlaatcapaciteit verhoogd. Op basis van aangeleverde data door Wetterskip Fryslân voor de huidige situatie en de situatie met verhoogde inlaatcapaciteit Hoogland is een schatting gemaakt van de toename van de capaciteit bij de verschillende IJsselmeerpeilen (Tabel 5.1).

Tabel 5.1 Aanpassing van de inlaatcapaciteit van (modelinlaat) Hoogland.

Peil IJsselmeer (m NAP)	Inlaatcapaciteit (m <sup>3</sup> /s) (nulalternatief)	Inlaatcapaciteit (m <sup>3</sup> /s) (maatregel)	Toename in capaciteit
0.1	152.6	192.6	40
0	145	182	37
-0.1	135.3	169.3	34
-0.2	124.3	155.3	31
-0.25	109	138	29
-0.3	90.5	116.5	26
-0.35	67.4	89.4	22
-0.4	33.6	49.6	16
-0.45	19.6	30.6	11
-0.52	0	0	-

**De maatregel ‘doorvoer Krimpenerwaard’** voorziet in de aanvoer van water vanuit de Lek, via de Krimpenerwaard naar de Hollandsche IJssel. In de basisberekening met NWM is dit als volgt geïmplementeerd:

- Er kan maximaal 12 m<sup>3</sup>/s worden ingelaten via de inlaat Krimpenerwaard, waarbij er 6 m<sup>3</sup>/s bestemd is voor de Krimpenerwaard zelf.
- Via de Snelle Sluis gaat er 3 m<sup>3</sup>/s richting Schieland.
- De overige 3 m<sup>3</sup>/s is diffuus en zal nodig zijn als buffervoorraad in de Hollandsche IJssel.

**Maatregelen voor de reductie van zoutindringing zeescheepvaartsluizen Delfzijl** zorgen voor een reductie van de doorspoelvraag van het Eemskanaal. Het gewenste doorspoeldebiet is 3,4 m<sup>3</sup>/s. In overleg met de regio is destijds besloten de maatregel te implementeren door het gewenste debiet voor doorspoeling te halveren.

**De maatregel om het debiet bij Hagestein** te vergroten komt voort uit de wens om de Lek zoet te houden door een debiet over Hagestein van orde 20-40 m<sup>3</sup>/s te sturen zodra de monding bij Krimpen aan de Lek dreigt te verzilten. Het benodigde debiet is in de praktijk afhankelijk van de chlorideconcentratie in de monding van de Lek. Er wordt een tijdsafhankelijk gewenst debiet opgegeven.

- Het gewenst debiet is ingesteld op de tak tussen inlaat Krimpenerwaard en de monding van de Lek bij Krimpen;

- Het gewenste debiet is in de winter 1 m<sup>3</sup>/s, in mei 10 m<sup>3</sup>/s, van 1 juni tot 1 oktober 15 m<sup>3</sup>/s, van 1 tot 11 oktober 10 m<sup>3</sup>/s, en daarna weer 1 m<sup>3</sup>/s;
- Deze tijdsafhankelijke watervraag is voor elk jaar hetzelfde en niet afhankelijk van de Lobithafvoer.

**Afvoerverdeling over de Rijntakken** moet worden opgelegd via tabellen met verdeelsleutels die afhankelijk zijn van de afvoer bij Lobith. In het IRM traject worden deze verdeelsleutels afgeleid van de berekeningen met D-Hydro. Voor de referentie nemen we de bodemligging van 2018 en de berekende afvoerverdeling over.

### A.3 Beregeningskaart

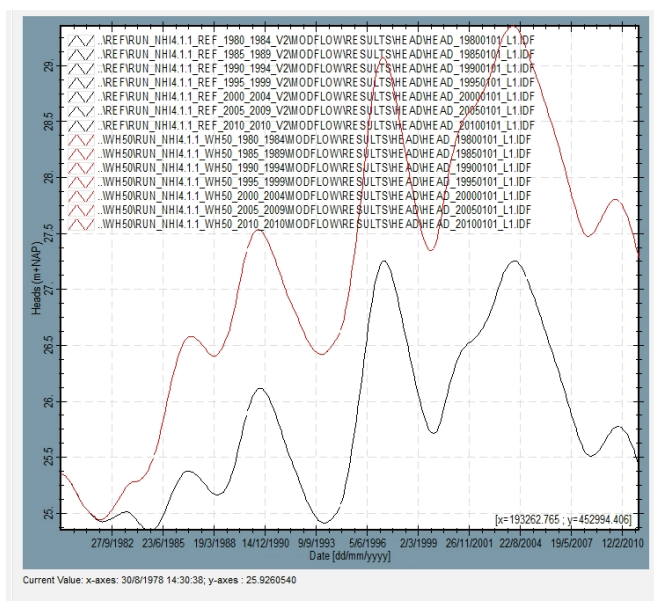
Huidige kaart klopt niet. Er is besloten om terug te stappen naar de beregeningskaart van LHM 3.4.

### A.4 Uitgangspunten berekening

- Met WOFOST
- Periode 1996-2010
- Keuze: entnehmer wels de ipf vanaf 1998 nemen (pragmatische keuze)
- Zeespiegelstijging (BND) overgenomen uit DPZW REF
- Aanpassingen bos-parameters (fact\_svat.inp) uit LHM 4.2 overgenomen. Het betreft:
  - De gewasfactoren is met 20% verlaagd;
  - De interceptieverdampingfactor is met 20% verlaagd;
  - De factor voor kale grondverdamping is met 20% verlaagd;
  - De factor voor ponding is met 20% verlaagd;

Inspeeltijd

20 jaar (1976-1995). 15 jaar voor klimaat is onvoldoende (zie bijv. Veluwe) . Maar voor REF kunnen we wel starten in 1980.



### A.5 Externe verzilting / inzet KWA

In het LHM worden de zoutconcentraties bij de monding van de Hollandsche IJssel zoals eerder met het NDB model berekend als randvoorwaarde opgelegd.

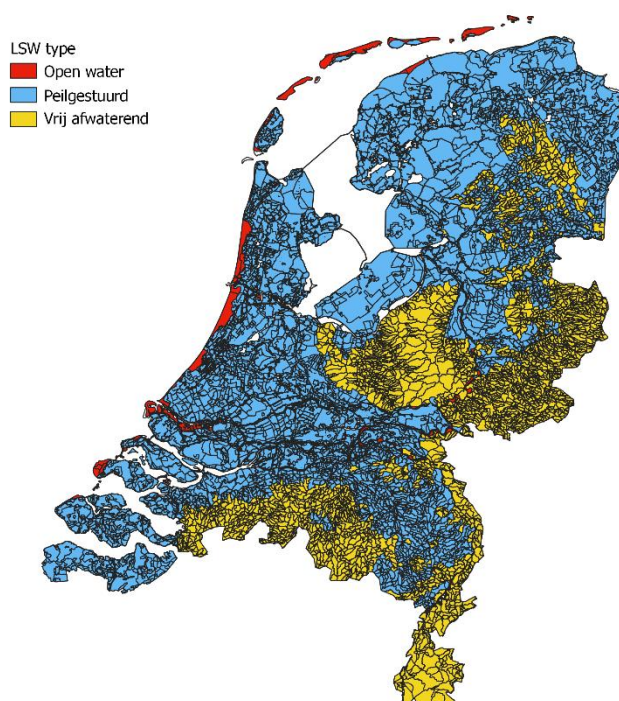
Om de juiste randvoorwaarden op te leggen zijn de uitvoer '.his' bestanden van Ref2017VP berekening gebruikt.

## B Modelvertaling flexibel peilbeheer

Tot op heden zijn er met het LHM geen scenario's gemaakt waar flexibel peilbeheer een rol speelde. Daarom is in een eerste stap verkent of het mogelijk is om op een juiste manier flexibel peilbeheer door te voeren in het LHM. Hierbij is gekeken naar flexibel peilbeheer met en zonder wateraanvoer.

### B.1 Flexibel peilbeheer in het LHM

Het oppervlaktewater in het LHM is geschematiseerd in het Distributiemodel (DM; het landelijke waterverdelingsnetwerk) en MOZART (het regionale oppervlaktewatersysteem). In MOZART wordt momenteel gebruik gemaakt van een schematisatie in ruim 8500 stroomgebiedjes (LSW's) en 252 districten. De ruimtelijke indeling van peil beheerste (P), vrij afwaterende (V) of binnen een peilrange bevindende (W) gebieden kan op LSW niveau gemaakt worden (Figuur 5.1). Flexibel peilbeheer zonder wateraanvoer kan gerealiseerd worden door een vrij afwaterend LSW waarbij een afvoer drempel opgelegd kan worden om een natuurlijke buffer te creëren. Dit houdt in dat er tot het opgelegde peil geen afvoer plaats vindt. Wanneer het peil boven het opgelegde peil komt, zal de afvoer voldoende zijn om de LSW op het opgelegde peil te houden. Flexibel peilbeheer met wateraanvoer kan gerealiseerd worden door een peilrange op te leggen aan een LSW. Wanneer het peil buiten de range valt zal waterafvoer of wateraanvoer mogelijk zijn. Dit houdt in dat in de winter geen extern water aangevoerd zal worden.



*Figuur 5.1 Ruimtelijke schematisatie van peilbeheerste (blauw) en vrij afwaterende (geel) gebieden op LSW niveau.*

## B.2 Modelaanpassingen in MOZART

### B.2.1 Flexibel peilbeheer in LHM routine

In de LHM routine worden de MOZART invoerbestanden aangemaakt door MOZARTIN. Om ervoor te zorgen dat flexibel peilbeheer operationeel kan worden ingezet binnen verschillende scenario analyses is een pre-processing module ontwikkeld. Dit is nodig om de laagste streefpeilen en bodemhoogtes correct over te nemen uit de *lswattr.csv* en *waattr.csv*. De laagste streefpeilen in deze bestanden zijn gebaseerd op de peilen uit het topsysteem, welke opnieuw gedraaid dient te worden voor ieder scenario. Hieronder worden de stappen toegelicht die dienen te worden gevolgd.

1. Maak shape file met LSW's waar flexibel peilbeheer moet komen
2. Maak nieuwe invoerbestanden voor sta[ 17 uit het topsysteem script:
  - a. Pas de regionale MODFLOW bestanden aan naar nieuw maximaal peil voor de LSW's uit stap 1:
    - o Primair systeem
    - o Secundair systeem
    - o Tertiairsysteem
  - b. Vul de weir\_area.shp aan met de LSW's uit stap 1, waarbij genummerd wordt vanaf 1.
3. Draai het Topsysteem script alleen stap 17: output\_naar\_csv, met de aangepast MODFLOW peilen en weir\_area.shp uit stap 2. De modelinvoer die hierbij gemaakt wordt is:
  - a. LSWattr.csv
  - b. MFtoLSW.csv
  - c. MFtoLSW\_zomer.csv
  - d. PlottoLSW.csv
  - e. WAattr.csv
4. Pas andere bestanden voor MOZARTIN aan zoals beschreven in paragraaf B.2:
  - o Lsw.dik
  - o Weirarea.dik
  - o Vlvalue.dik
  - o Vadvalue.dik
5. Pas de bestanden aan in de ini-file
  - o MFtoLSW.csv
  - o PlottoLSW.csv
  - o Lsw.dik
  - o Weirarea.dik
  - o Vlvalue.dik
  - o Vadvalue.dik
  - o LSWattr.csv
  - o WAattr.csv
  - o Peilen in Modflow
    - Primair
    - Secundair
    - Tertiair
6. Draai standaard pre-processing van LHM, waaronder MOZARTIN

### B.2.2 Flexibel peilbeheer zonder wateraanvoer

In de situatie met flexibel peilbeheer zonder wateraanvoer wordt een LSW vrij afwaterend gemaakt. Hierbij is een natuurlijke buffer gecreëerd door een afvoerdrempel op te leggen. Dit houdt in dat er tot het opgelegde peil geen afvoer plaatsvindt. Wanneer het peil boven het opgelegde peil komt, zal de afvoer voldoende zijn om de LSW op het opgelegde peil te houden. Om dit te realiseren zijn de volgende aanpassingen nodig in de invoerbestanden van MOZART:

- Maak LSW's vrij afwaterend
    - Type water naar vrij afwaterend 'V' in *lsw.dik*
  - Maak nieuwe peilgebieden (ook wel weirs genoemd) voor nieuwe vrij afwaterende LSW's:
    - Voeg nieuwe peilgebieden toe aan *weirarea.dik*.
  - Maak nieuwe Q-h relaties voor vrij afwaterende LSW's op basis van een afvoerdrempel in *vlvalue.dik* en *vadvalue.dik* (zie Tabel 5.2 en Tabel 5.3). Hierbij is het volgende aangenomen:
    - Volume = oppervlak \* waterlevel
    - Oppervlak = waarde uit *ladvalue.dik* of 10% van totale LSW oppervlak indien LSW niet in *ladvalue.dik* aanwezig is.
      - Wanneer het peil boven maaiveld uitkomt, verandert het oppervlak niet, maar het volume wel. Hierdoor wordt de flux neerslag/verdamping niet beïnvloed.
    - Diepte van de sloot is aangenomen als 1 meter.
- Bij het aanmaken van varianten met een waterpeil dat boven maaiveld uitkomt is een tussenstap ingebouwd op maaiveldniveau. Boven maaiveld neemt het bergingsvolume sterk toe, omdat water ook op maaiveld geborgen wordt.

Tabel 5.2 Volume – Afvoer relaties voor nieuwe vrij afwaterende gebieden in *vlvalue.dik*

LSW	Weir nummer	Volume	Peil
Lsw_num	Weir_area_num	0	1 m-mv
Lsw_num	Weir_area_num	Vbovengrens	Peil bovengrens
Lsw_num	Weir_area_num	Vbovengrens+0.01	Peil bovengrens+0.001

Tabel 5.3 Volume en waterlevel relatie voor nieuwe vrij afwaterende gebieden in *vadvalue.dik*

LSW	VOLUME	Oppervlak	AFVOER
Lsw_num	0	0	0
Lsw_num	Vbovengrens	Area	0.0001
Lsw_num	Vbovengrens+0.01	Area	10000

### B.2.3 Flexibel peilbeheer met wateraanvoer

In de situatie met flexibel peilbeheer met wateraanvoer wordt een peilrange opgelegd aan de LSW's. Wanneer een peil buiten de range valt, zal waterafvoer of wateraanvoer mogelijk zijn. Dit houdt in dat in de winter geen extern water aangevoerd zal worden. Om dit te realiseren zijn de volgende aanpassingen nodig in de invoerbestanden van MOZART:

- Maak LSW's vrij afwaterend
  - Type water naar vrij afwaterend met wateraanvoer 'W' in *lsw.dik*
- Maak nieuwe peilgebieden (ook wel weirs genoemd) voor nieuwe vrij afwaterende LSW's met wateraanvoer:
  - Voeg nieuwe peilgebieden toe aan *weirarea.dik*.

- Maak nieuwe Q-h relaties voor vrijwafwaterende LSW's met wateraanvoer op basis van een peilrange in *vvalue.dik* en *vadvalue.dik* (zie Tabel 5.4 en Tabel 5.5). Hierbij is het volgende aangenomen:
  - Volume = oppervlak \* waterlevel
  - Oppervlak = waarde uit *ladvalue.dik* of 10% van totale LSW oppervlak indien LSW niet in *ladvalue.dik* aanwezig is
    - Wanneer het peil boven maaiveld uitkomt, verandert het oppervlak niet, maar het volume wel. Hierdoor wordt de flux neerslag/verdamping niet beïnvloed (wordt afgehandeld in MetaSWAP). Boven maaiveld neemt het bergingsvolume sterk toe, omdat water ook op maaiveld geborgen wordt.
  - Diepte van de sloot is aangenomen als 1 meter.

Aandachtpunten hierbij zijn:

- Er wordt een correctie uitgevoerd voor peilniveau vrij afwaterende LSW's:
  1. Lees in de file *vvalue.dik* voor elk peilgebied het waterpeil af bij het 2<sup>de</sup> record.
  2. Lees in de file *waattr.csv* voor elk peilgebied het peilniveau af en reken om van millimeter naar meter.
  3. Trek voor elk peilgebied de uitkomst van stap 1 af van de uitkomst van stap 2 (let op: eerst omrekenen naar m) om de correctiefactor te krijgen.
  4. MOZARTIN telt deze correctiefactor op bij het waterpeil in *vvalue.dik*.
    - Om dit goed te implementeren zijn er 4 records gemaakt in de invoer waarbij de ondergrens van het waterpeil uit *WAattr.csv* afkomstig is.
- Er wordt een correctie uitgevoerd voor het oppervlak open water in vrij afwaterende LSW's. In MOZARTIN wordt gecorrigeerd voor de verhouding tussen het oppervlak bij de laagst mogelijke afvoer en het oppervlak dat uit de topsysteem voorberekingsprogrammatuur komt. Deze correctie vindt plaats door het volume in *vadvalue.dik* en *vvalue.dik* en het oppervlak en de afvoer in *vadvalue.dik* te vermenigvuldigen met een bepaalde correctiefactor. Deze correctiefactor verschilt per LSW en wordt op de volgende manier berekend:
  1. Neem het eerstgenoemde peilgebied van de desbetreffende LSW, zoals uit *Weirarea.dik*
  2. Lees van dit peilgebied het eerstgenoemde volume af, voor 2<sup>de</sup> record
  3. Bepaal vanuit de volume – area relatie in *vadvalue.dik* met behulp van lineaire interpolatie de area bij het gevonden volume uit stap 2.
  4. Lees de area in *lswattr.csv* af.
  5. De correctiefactor wordt als volgt berekend:  $\frac{\text{Uitkomst stap 4}}{\text{Uitkomst stap 3}}$

Het volume, het oppervlak en de afvoer in *vadvalue.dik* en het volume in *vvalue.dik* worden vermenigvuldigd met deze correctiefactor in MOZARTIN.

  - Om dit goed te implementeren zijn de waardes voor het oppervlak voor *vadvalue.dik* uit *LSWattr.csv* gehaald. Hierdoor is correctiefactor 1 en worden de waardes niet veranderd door MOZARTIN.
- Er zijn extra aanpassingen nodig in een referentie scenario om een juiste watervraag vergelijking te krijgen.
  - Met flexibel peilbeheer wordt een randvoorwaarde voor het gehele jaar opgelegd. Om het referentie scenario met andere runs (vast peil gedurende jaar) te vergelijken moet voor alle runs het zomerpeil worden opgelegd.
  - Voor het referentie scenario moet het verschil in zomer/winterpeil (kolom: level\_rtc) in *uslswdem.dik* op 0 worden gezet nadat MOZARTIN is gedraaid.

Tabel 5.4 Volume – Afvoer relaties voor nieuwe vrij afwaterende gebieden met wateraanvoer in vvalue.dik

LSW	Weir nummer	Volume	Peil
Lsw_num	Weir_area_num	Vondergrens -0.01	Peil ondergrens – 0.001
Lsw_num	Weir_area_num	Vondergrens	Peil ondergrens
Lsw_num	Weir_area_num	Vbovengrens	Peil bovengrens
Lsw_num	Weir_area_num	Vbovengrens+0.01	Peil bovengrens+0.001

Tabel 5.5 Volume en waterlevel relatie voor nieuwe vrij afwaterende gebieden met wateraanvoer in vadvalue.dik

LSW	Volume	Oppervlak	Afvoer
Lsw_num	Vondergrens -0.01	Area-1	0
Lsw_num	Vondergrens	Area	0
Lsw_num	Vbovengrens	Area	0.0001
Lsw_num	Vbovengrens+0.01	Area	10000

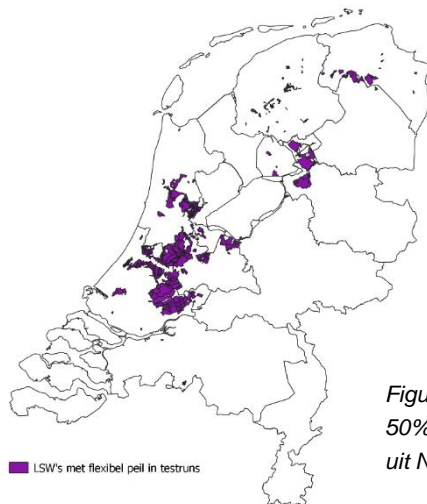
## B.3 Toetsing flexibel peilbeheer

### B.3.1 Testruns

Om te analyseren of flexibel peilbeheer goed is doorgevoerd zijn een aantal testruns gedraaid (Tabel 5.6). In FP1 en FP3 worden de peilen gelijk gehouden aan de huidige situatie, waarbij in FP1 geen wateraanvoer mogelijk is en in FP3 wel. Theoretisch gezien zouden FP3 en de Referentie run dezelfde resultaten moeten geven. In FP2 wordt flexibel peilbeheer doorgevoerd met peilhandhaving op 20cm-mv zonder wateraanvoer. Dit betekent dat waterafvoer zal plaatsvinden wanneer het peil hoger komt dan 20cm-mv. In FP4 wordt flexibel peilbeheer doorgevoerd met peilhandhaving tussen 20 cm-mv en 40 cm-mv met wateraanvoer. Dit betekent dat waterafvoer zal plaatsvinden wanneer het peil hoger komt dan 20cm-mv, en er water aangevoerd zal worden wanneer het peil lager komt dan 40 cm-mv. In onderstaande testruns is flexibel peilbeheer toegepast in de LSW's waar meer dan 50% van het LSW areaal bestaat uit NNN-gebied op veen en moerige gronden (zie Figuur 5.2). In testruns FP2 en FP4 zijn naast de MOZART invoerbestanden ook de peilen in MODFLOW van het regionale systeem (primair, secundair, tertiair) verhoogd tot 20 cm-mv.

Tabel 5.6 Overzicht met testruns voor flexibel peilbeheer

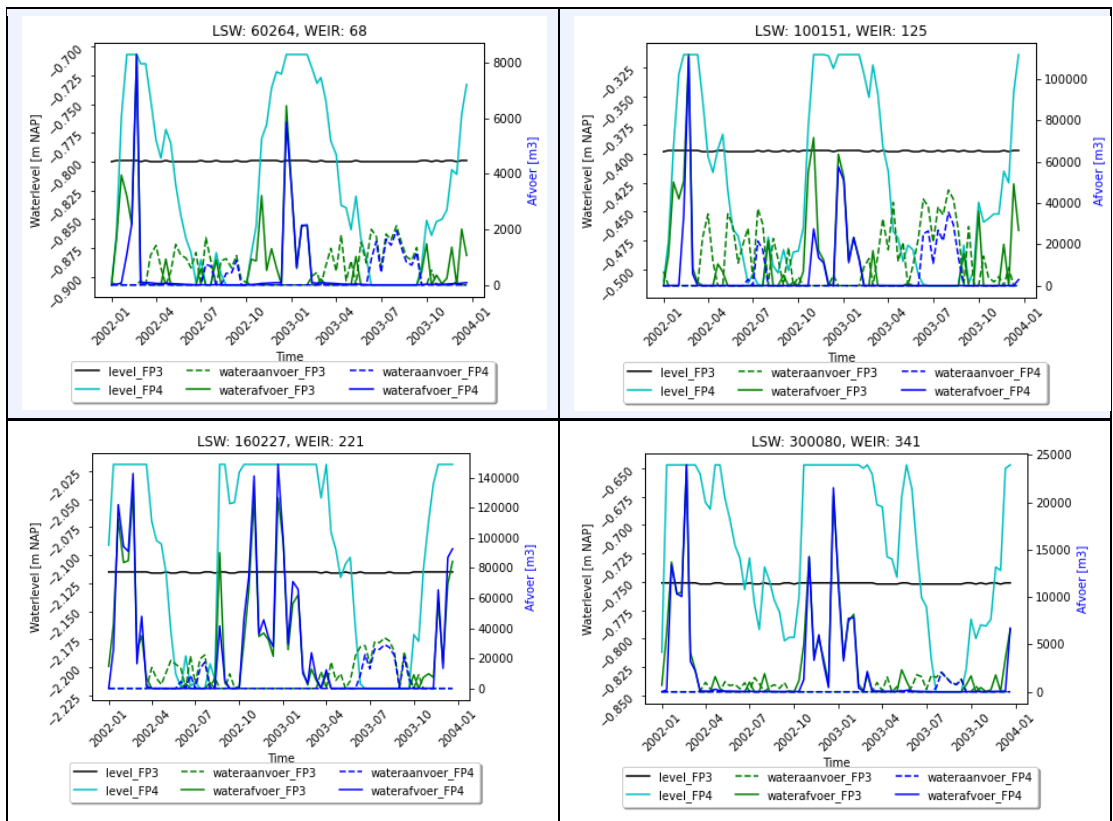
Naam run	Wateraanvoer mogelijk	Peilen
Referentie	Ja	Huidige situatie
FP1	Nee	Huidige situatie
FP2	Nee	20 cm-mv
FP3	Ja	Huidige situatie
FP4	Ja	20 cm-mv / 40 cm-mv



Figuur 5.2 LSW's waar meer dan 50% van het LSW areaal bestaat uit NNN-gebied op veen en

### B.3.2 Resultaten

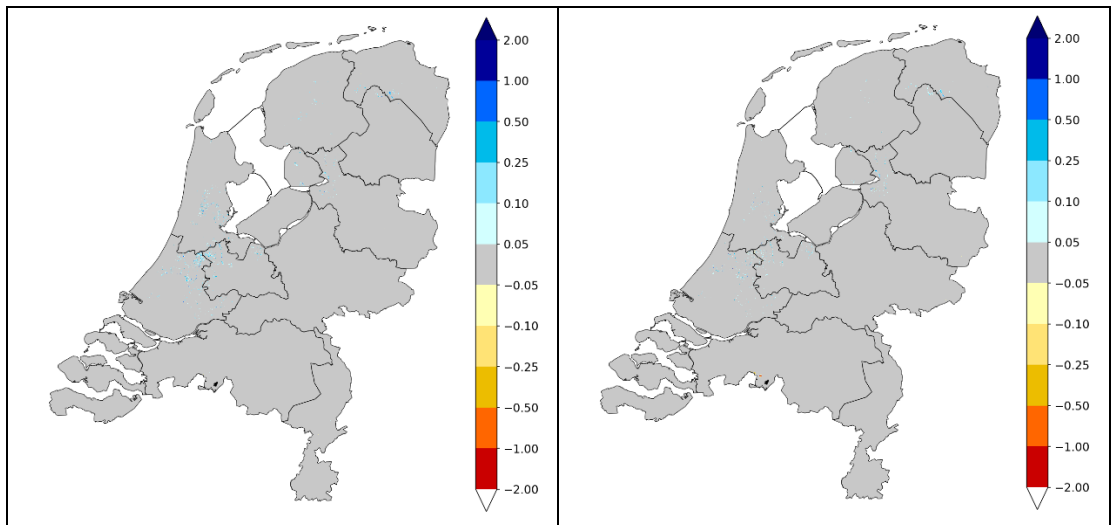
De testruns die gedraaid zijn dienen als controle om te kijken of het technische mogelijk is om flexibel peilbeheer door te voeren is in het LHM. Figuur 5.3 laat de peilvariaties en wateraanvoer en afvoer momenten zien voor FP3 en FP4 in een aantal LSW's. Het figuur laat zien dat het waterpeil in FP4 kan variëren met binnen een range van 20 centimeter (licht blauwe lijn). In FP3 blijft het waterpeil rond dezelfde waarde gedurende het jaar doordat er water wordt aangevoerd en afgevoerd wanneer er een tekort of teveel is (zwarte lijn). In FP4 is het waterpeil geflexibiliseerd. Wanneer het waterpeil de bovengrens nadert vindt er afvoer plaats (doorgetrokken blauwe lijn). Wanneer het waterpeil de ondergrens nadert wordt er water aangevoerd (gestreepte blauwe lijn).



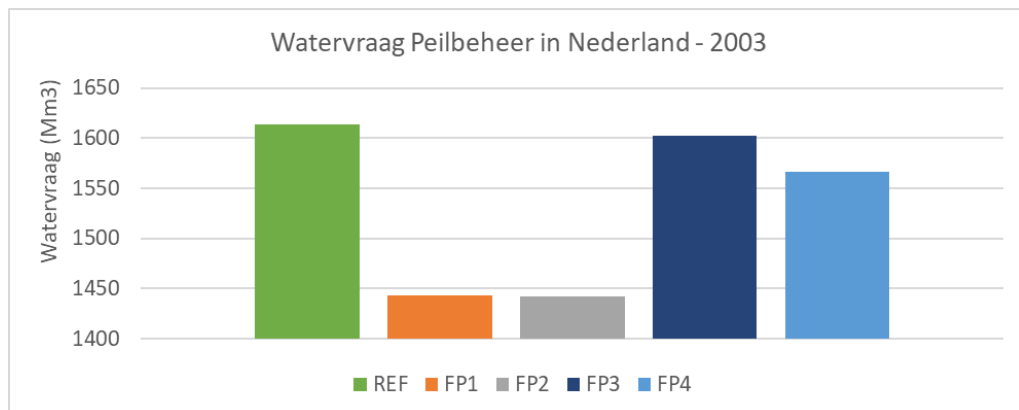
Figuur 5.3 Tijdreeksen met oppervlaktewater peilen en water aanvoer en afvoer regimes voor 4 LSW's.



In Figuur 5.4 zijn de effecten op de HG3 en LG3 in 2003 zichtbaar wanneer de huidige zomerpeilen in het LHM worden gehandhaafd via de flexibel peilbeheer methode. Theoretisch gezien zou dit hetzelfde moeten weken als in de huidige situatie (REF) waar een vast peil wordt gehanteerd. Er zijn kleine verschillen zichtbaar die binnen de onzekerheidsmarge vallen. Ook de watervraag voor peilbeheer is in scenario FP3 ongeveer gelijk aan de huidige situatie (REF) (Figuur 5.5).

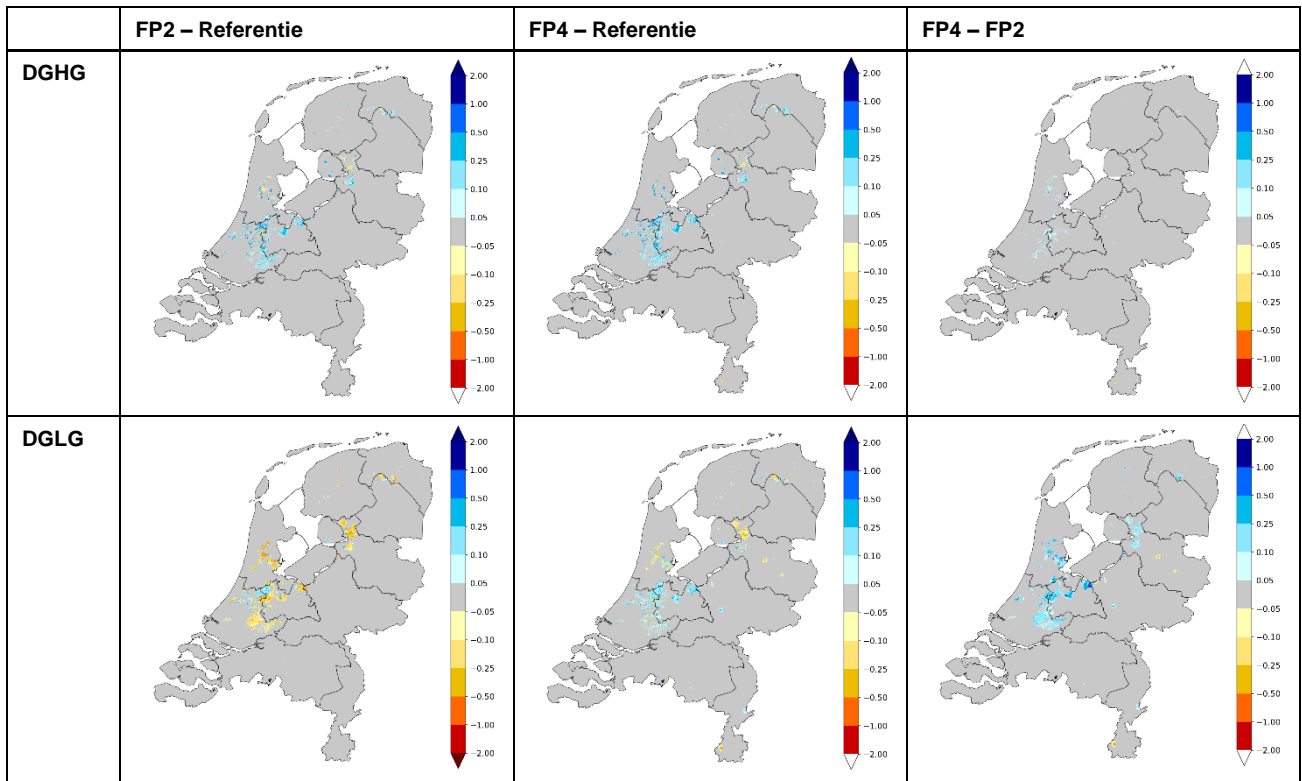


Figuur 5.4 Effecten in HG3 (links) en LG3 (rechts) in 2003 [m] door het implementeren van flexibel peilbeheer met de huidige zomerpeilen (FP3) t.o.v. de Referentie.



Figuur 5.5 Watervraag [Mm<sup>3</sup>] voor peilbeheer in heel Nederland in 2003.

Wanneer het peilbeheer is geflexibiliseerd binnen een range van 20/40 centimeter onder maaiveld in FP2 (zonder wateraanvoer) en FP4 (met wateraanvoer) is het effect op grondwaterstanden goed zichtbaar (Figuur 5.6). In de winterperiode wordt in beide scenario's het peil opgezet tot aan 20 centimeter onder maaiveld (het effect t.o.v. de referentie is in beide scenario's even groot). In de zomermaanden zakken de grondwaterstanden in FP2 uit t.o.v. de referentie (gele kleuren), doordat in dit scenario geen wateraanvoer mogelijk is. Hierdoor is de watervraag ook veel lager dan in de referentie situatie (Figuur 5.5). In FP4 staan de grondwaterstanden over het algemeen iets hoger t.o.v. de referentie (blauwe kleuren). Door het invoeren van flexibel peilbeheer kan de watervraag voor peilbeheer afnemen (Figuur 5.5).



*Figuur 5.6 Effecten in HG3 (boven) en LG3 (onder) in 2003 [m] door het flexibiliseren van het peilbeheer binnen een range van 20/40 cm onder maaiveld in FP2 (zonder wateraanvoer) en FP4 (met wateraanvoer).*

## C Modelvertaling basisrun

Voor het doorrekenen van het LHM met Waterinfiltratiesystemen (WIS) die noodzakelijk zijn om een grondwaterregime tussen de 20 en 40 cm onder maaiveld te realiseren wordt een extra systeem in de RIVER package toegevoegd. Deze aanpak maakt het mogelijk om de drainage- en infiltratiecapaciteit te verhogen in alle veengebieden zonder afhankelijk te zijn van het huidige oppervlaktewaterstelsel. Daarnaast kunnen de drainage- en infiltratieweerstand van dit systeem als enige kalibratieparameter gebruikt worden (de weerstanden van de bestaande RIVER systemen hoeven niet aangepast te worden). Er worden geen individuele maatregelen (bv. drains) geïmplementeerd, maar de RIVER package berekent het totale effect van WIS per 250x250m model cel.

Het doel van de Basisrun is het realiseren van een model met een drainage- en infiltratiecapaciteit zodat de LG3 in de zomer van 2018 niet verder uitzakt dan 40 cm onder maaiveld. Hierbij wordt uitgegaan van een ongelimiteerde wateraanvoer waardoor het streefpeil in de aanvoergebieden altijd gehandhaafd blijft, ook gedurende droge periodes. Om dit te realiseren is het LHM voor de kalibratie van de basisrun doorgerekend met enkel de MODFLOW en MetaSWAP modules. Vervolgens zijn alle oppervlaktewaterpeilen (RIVER systemen) inclusief het nieuwe RIVER systeem opgezet tot 30 cm onder maaiveld. De bodemhoogte van de watergangen zijn niet aangepast. Via een iteratief proces zijn de drainage- en infiltratieweerstanden van het extra RIVER systeem gekalibreerd zodat de LG3 in de zomer van 2018 niet verder uitzakt dan 40 cm onder maaiveld.

De volgende modelberekeningen zijn uitgevoerd met het LHM:

- Referentierun
- Referentierun MF-MS
- Kalibratierun 1 MF-MS
- Kalibratierun 2 MF-MS
- Kalibratierun 3 MF-MS
- Kalibratierun 4 MF-MS

### **Referentierun**

De 'Referentierun' betreft het complete 'LHM4.2.1 – Referentie' doorgerekend met alle modules voor de periode 2017-2019. De 'Referentierun MF-MS' betreft exact dezelfde run als de 'Referentierun' maar nu doorgerekend met enkel de MODFLOW en MetaSWAP modules.

### **Kalibratierun 1 MF-MS**

'Kalibratierun 1 MF-MS' is de eerste aanzet om het gewenste grondwaterregime met een LG3 van 40 cm onder maaiveld te realiseren. Deze run is ingestoken als een benchmark voor een systeem met maximale drainage- en infiltratiecapaciteit. Hiervoor is een conductance (COND) en een infiltratiefactor (INF) toegepast die overeenkomen de parameterisatie van infiltratiegreppels in Hunink et al. (2022), i.e. een COND van 125000 m<sup>2</sup>/d en een INF van 1 (zie Tabel 5.7).

Tabel 5.7. Overzicht infiltratie en drainage weerstanden, naar Hunink et al (2022).

	Infiltratie weerstand [d]	Drainage weerstand [d]	COND [m <sup>2</sup> /d] (OPP/Drainage weerstand)	INF [-] (infiltratie weerstand/ drainageweerstand)
<b>OWD</b>	500	250	250	0.5
<b>DD</b>	60	50	1250	0.83
<b>Greppels</b>	5	5	12500	1
<b>Kalibratierun 1 MF-MS</b>	5	5	12500	1

De COND van de nieuwe RIVER package is gebruikt als kalibratieparameter. De LSW gemiddelde LG3 is gebruikt outputparameter om op te kalibreren. 'Kalibratierun 1 MF-MS' resulteert, door de lage drainage- en infiltratieweerstanden, voor de meeste LSW's in het veengebied in een gemiddelde LG3 van enkele centimeters onder het streefpeil van 30 cm onder maaiveld.

#### **Kalibratierun 2 MF-MS**

In 'Kalibratierun 2 MF-MS' is geprobeerd een benchmark neer te zetten voor een systeem waarin LG3 verder uitzakt dan 40 cm -mv door op basis van de resultaten van 'Kalibratierun 1 MF-MS' de COND in meer of mindere maten te verlagen. Voor de enkele LSW' waar de grondwaterstand reeds onder de 40 cm -mv is de COND verhoogd naar 15000 m<sup>2</sup>/dag.

#### **Kalibratierun 3 MF-MS**

In 'Kalibratierun 3 MF-MS' is door lineaire interpolatie een eerste poging gedaan om zo in alle LSW's in het veengebied een LG3 van 40 cm – mv te realiseren.

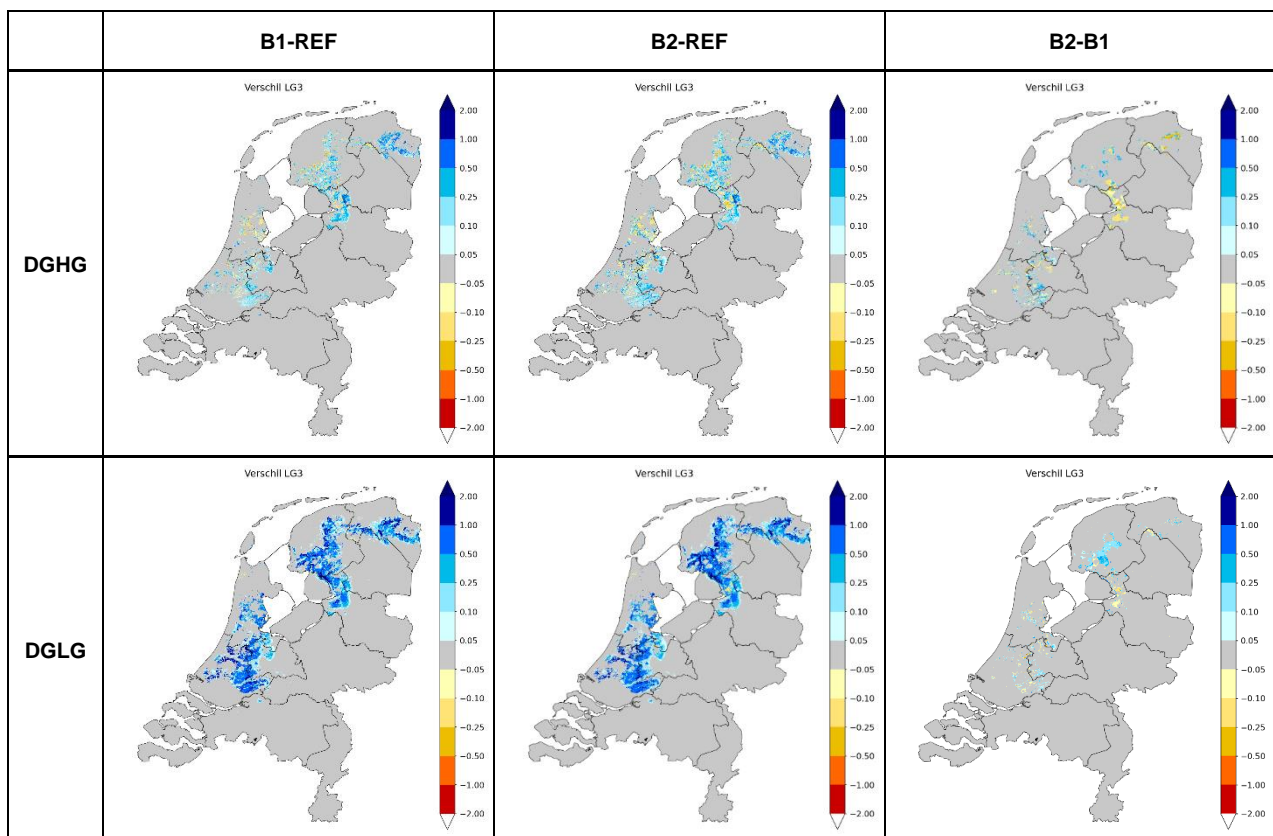
#### **Kalibratierun 4 MF-MS**

In 'Kalibratierun 4 MF-MS' is door lineaire interpolatie een tweede en laatste poging gedaan om in alle LSW's in het veengebied een LG3 van 40 cm – mv te realiseren.

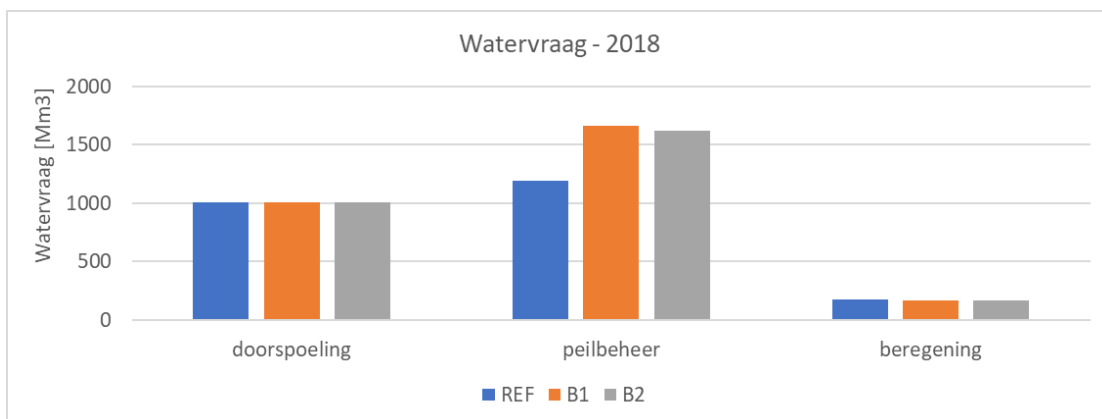
## D Analyse basisruns

Omdat het flexibiliseren van peilbeheer in het model alleen per LSW (kleinste eenheid oppervlaktewater, ca. 8000 LSW's in Nederland) kan worden toegepast, en niet op grid-niveau, is er besloten om twee basisruns door te rekenen. In Basisrun 1 (B1) is de infiltratiecapaciteit in alle veen-gridcellen aangepast, zodat de grondwaterstanden in een droge periode (kalibratie op 2018) variëren tussen de 20-40 cm onder maaiveld. In deze basisrun zijn de peilen in de veen-gridcellen verhoogd naar 30 cm onder maaiveld en de infiltratieweerstanden aangepast. In Basisrun 2 is een uitgangssituatie gerealiseerd die als basis heeft gefungeerd in deze gevoeligheidsanalyse. Aanvullend op Basisrun 1 is het oppervlaktewaterpeil in 'niet veen-gridcellen' binnen een 'Veen-LSW' verhoogd naar 30 cm onder maaiveld. De infiltratiecapaciteit in deze 'niet veen-gridcellen' blijft onaangepast. Beide basisruns zorgen voor hogere winter en zomer grondwaterstanden in het veengebied. De peilverhoging in 'overgangsgebieden' zorgt met name in het noorden van Nederland voor afwijkingen t.o.v. basisrun 1. Dit komt onder andere doordat in het noorden de LSW's groter zijn en daarmee de 'overgangszones' ook. Ook worden de peilen in deze regio in absolute zin verder opgehoogd, omdat deze in de uitgangssituatie vrij diep liggen.

Uit de vergelijking met Basisrun 1 volgt hoe de watervraag verandert als gevolg van peilverhoging in 'overgangsgebieden', i.e. de niet-veengebieden in hetzelfde peilvak als de veengebieden (Figuur 5.8).



Figuur 5.7 Verandering in HG3 (boven) en LG3 (onder) [m] in 2018 na implementatie van WBS-maatregelen in het gehele veengebied (B1) en veengebied + overgangszones (B2) t.o.v. huidige situatie (REF). Blauwe kleuren tonen een grondwaterstandverhoging door de ingevoerde maatregel en geel/rode kleuren een verlaging.



Figuur 5.8 Watervraag in 2018 [Mm3] voor doorspoeling, peilbeheer en beregening in veenregio's voor de huidige situatie (REF) en basisruns B1 & B2 (WBS-maatregelen).

# E Areaal maatregelen

Tabel 5.8 Areaal [ha] waar maatregelen zijn genomen voor de relevante hoofdregio's (licht grijs gekleurd) en deelregio's waar veengronden aanwezig zijn.

	REF	B1	B2	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11
<b>Landelijk</b>	246963	246963	246963	246963	55956	55956	55956	246963	16000	29469	29469
<b>Noord</b>	109331	109331	109331	109331	28256	28256	28256	109331	7850	13775	13775
<b>Hoge Zandgronden Oost</b>	34425	34425	34425	34425	11906	11906	11906	34425	0	0	0
<b>West</b>	79631	79631	79631	79631	15406	15406	15406	79631	8150	15694	15694
<b>Rivierengebied</b>	23575	23575	23575	23575	388	388	388	23575	0	0	0
<b>Hoge Zandgronden Noord</b>	32100	32100	32100	32100	11906	11906	11906	32100	0	0	0
<b>Hoge Zandgronden Oost met aanvoer *</b>	2325	2325	2325	2325	0	0	0	2325	0	0	0
<b>Noord Aanvoergebied na Gaarkeuken *</b>	9875	9875	9875	9875	706	706	706	9875	0	0	0
<b>Noord Aanvoergebied voor Gaarkeuken</b>	62744	62744	62744	62744	7275	7275	7275	62744	0	0	0
<b>Noord Drents plateau *</b>	7181	7181	7181	7181	6756	6756	6756	7181	0	0	0
<b>Noord Holland Noord</b>	29081	29081	29081	29081	13450	13450	13450	29081	7850	13775	13775
<b>Noord Veenkoloniën *</b>	450	450	450	450	69	69	69	450	0	0	0
<b>Rivierengebied Noord</b>	23575	23575	23575	23575	388	388	388	23575	0	0	0
<b>West met bovenregionale aanvoer</b>	23544	23544	23544	23544	5194	5194	5194	23544	4606	9669	9669
<b>West zonder bovenregionale aanvoer</b>	56088	56088	56088	56088	10213	10213	10213	56088	3544	6025	6025

\* Deelregio's waar weinig veengronden aanwezig zijn.

# F Resultaten per deelregio in 2018

## F.1 Grondwaterstanden

Tabel 5.9 Gemiddelde HG3 in 2018 [m t.o.v. maaiveld] in veengronden voor de hoofdregio's (licht grijs gekleurd) en deelregio's voor de verschillende varianten.

	REF	B1	B2	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11
<b>Landelijk</b>	-0.3	-0.2	-0.24	-0.17	-0.22	-0.19	-0.12	0.37	-0.24	-0.24	-0.24
<b>Noord</b>	-0.27	-0.2	-0.23	-0.17	-0.22	-0.18	-0.1	0.32	-0.23	-0.23	-0.23
<b>Hoge Zandgronden Oost</b>	-0.31	-0.13	-0.23	-0.15	-0.2	-0.16	-0.03	0.41	-0.23	-0.23	-0.23
<b>West</b>	-0.31	-0.22	-0.25	-0.17	-0.23	-0.21	-0.15	0.39	-0.25	-0.25	-0.24
<b>Rivierengebied</b>	-0.33	-0.19	-0.23	-0.16	-0.23	-0.23	-0.22	0.46	-0.23	-0.23	-0.23
<b>Hoge Zandgronden Noord</b>	-0.31	-0.13	-0.23	-0.15	-0.19	-0.15	-0.02	0.43	-0.23	-0.23	-0.23
<b>Hoge Zandgronden Oost met aanvoer *</b>	-0.41	-0.11	-0.22	-0.16	-0.22	-0.22	-0.22	0.15	-0.22	-0.22	-0.22
<b>Noord Aanvoergebied na Gaarkeuken *</b>	-0.3	0.03	-0.16	-0.11	-0.16	-0.15	-0.12	0.28	-0.16	-0.16	-0.16
<b>Noord Aanvoergebied voor Gaarkeuken</b>	-0.31	-0.24	-0.25	-0.19	-0.24	-0.23	-0.19	0.3	-0.25	-0.25	-0.25
<b>Noord Drents plateau *</b>	-0.21	-0.12	-0.2	-0.15	-0.15	-0.06	0.16	0.18	-0.2	-0.2	-0.2
<b>Noord Holland Noord</b>	-0.21	-0.24	-0.24	-0.17	-0.21	-0.14	0.04	0.44	-0.24	-0.24	-0.24
<b>Noord Veenkoloniën *</b>	-0.41	0.06	0.02	0.03	0.03	0.03	0.04	0.1	0.02	0.02	0.02
<b>Rivierengebied Noord</b>	-0.33	-0.19	-0.23	-0.17	-0.23	-0.23	-0.22	0.46	-0.23	-0.23	-0.23
<b>West met bovenregionale aanvoer</b>	-0.29	-0.22	-0.25	-0.18	-0.23	-0.2	-0.12	0.35	-0.25	-0.25	-0.24
<b>West zonder bovenregionale aanvoer</b>	-0.32	-0.22	-0.25	-0.17	-0.24	-0.22	-0.16	0.41	-0.25	-0.25	-0.24

\* Deelregio's waar weinig veengronden aanwezig zijn.



Tabel 5.10 Gemiddelde LG3 in 2018 [m t.o.v. maaiveld] in veengronden voor de relevante hoofdregio's (licht grijs gekleurd) en deelregio's voor de verschillende varianten.

	REF	B1	B2	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11
<b>Landelijk</b>	-1.11	-0.34	-0.35	-0.41	-0.36	-0.36	-0.27	0.08	-0.35	-0.35	-0.35
<b>Noord</b>	-1.13	-0.36	-0.34	-0.4	-0.36	-0.36	-0.26	0.04	-0.34	-0.34	-0.34
<b>Hoge Zandgronden Oost</b>	-0.94	-0.32	-0.35	-0.42	-0.37	-0.37	-0.23	0.09	-0.35	-0.35	-0.35
<b>West</b>	-1.12	-0.33	-0.35	-0.42	-0.36	-0.35	-0.29	0.1	-0.35	-0.35	-0.35
<b>Rivierengebied</b>	-1.25	-0.32	-0.36	-0.45	-0.36	-0.36	-0.35	0.15	-0.36	-0.36	-0.36
<b>Hoge Zandgronden Noord</b>	-0.95	-0.32	-0.35	-0.42	-0.37	-0.37	-0.22	0.1	-0.35	-0.35	-0.35
<b>Hoge Zandgronden Oost met aanvoer *</b>	-0.71	-0.31	-0.33	-0.38	-0.33	-0.33	-0.33	-0.16	-0.33	-0.33	-0.33
<b>Noord Aanvoergebied na Gaarkeuken *</b>	-1.29	-0.31	-0.32	-0.37	-0.33	-0.32	-0.29	-0.01	-0.32	-0.32	-0.32
<b>Noord Aanvoergebied voor Gaarkeuken</b>	-1.18	-0.39	-0.34	-0.4	-0.35	-0.35	-0.31	0.05	-0.34	-0.34	-0.34
<b>Noord Drents plateau *</b>	-1.06	-0.31	-0.33	-0.38	-0.38	-0.37	-0.14	-0.13	-0.33	-0.33	-0.33
<b>Noord Holland Noord</b>	-0.94	-0.35	-0.36	-0.44	-0.39	-0.39	-0.17	0.14	-0.36	-0.36	-0.36
<b>Noord Veenkoloniën *</b>	-1.31	-0.31	-0.31	-0.31	-0.31	-0.3	-0.3	-0.26	-0.31	-0.31	-0.31
<b>Rivierengebied Noord</b>	-1.25	-0.32	-0.36	-0.45	-0.36	-0.36	-0.35	0.16	-0.36	-0.36	-0.36
<b>West met bovenregionale aanvoer</b>	-1.26	-0.33	-0.35	-0.42	-0.36	-0.36	-0.28	0.07	-0.35	-0.35	-0.35
<b>West zonder bovenregionale aanvoer</b>	-1.06	-0.33	-0.35	-0.42	-0.36	-0.35	-0.29	0.11	-0.35	-0.35	-0.35
* Deelregio's waar weinig veengronden aanwezig zijn.											

## F.2 Watervraag

Tabel 5.11 Watervraag voor peilbeheer in 2018 [Mm<sup>3</sup>] voor de relevante hoofdregio's (licht grijs gekleurd) en deelregio's voor de verschillende varianten.

	REF	B1	B2	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11
<b>Landelijk</b>	1193	1665	1625	1509	1587	1561	1448	983	1626	1627	1621
<b>Noord</b>	633	895	875	831	859	850	799	600	875	876	873
<b>Hoge Zandgronden Oost</b>	449	490	479	459	467	459	427	369	479	479	479
<b>West</b>	281	409	405	362	394	386	357	192	406	406	402
<b>Rivierengebied</b>	139	182	178	168	178	178	177	123	178	178	178
<b>Hoge Zandgronden Noord</b>	198	238	226	207	215	207	174	128	226	226	226
<b>Hoge Zandgronden Oost met aanvoer *</b>	207	210	210	209	210	210	210	200	210	210	210
<b>Noord Aanvoergebied na Gaarkeuken *</b>	44	82	70	67	70	69	67	50	70	70	70
<b>Noord Aanvoergebied voor Gaarkeuken</b>	175	317	313	292	310	308	291	151	313	313	313
<b>Noord Drents plateau *</b>	92	112	110	107	107	105	95	92	110	110	110
<b>Noord Holland Noord</b>	97	129	128	111	118	113	91	54	128	129	126
<b>Noord Veenkoloniën *</b>	195	226	226	225	225	226	225	224	226	226	226
<b>Rivierengebied Noord</b>	81	122	119	109	119	119	118	64	119	119	119
<b>West met bovenregionale aanvoer</b>	87	136	135	122	131	128	118	76	135	135	133
<b>West zonder bovenregionale aanvoer</b>	165	245	242	212	235	230	212	88	242	243	241
* Deelregio's waar weinig veengronden aanwezig zijn.											

Tabel 5.12 Verandering in watervraag voor peilbeheer in 2018 [Mm<sup>3</sup>] t.o.v. WBS-variant (B2), voor de relevante hoofdregio's (licht grijs gekleurd) en deelregio's voor de verschillende varianten.

	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11
Landelijk	-116	-38	-64	-177	-642	1	2	-4
Noord	-44	-15	-25	-76	-274	0	1	-1
Hoge Zandgronden Oost	-20	-11	-20	-52	-110	0	0	0
West	-43	-11	-19	-48	-213	1	1	-3
Rivierengebied	-11	0	0	-2	-56	0	0	0
Hoge Zandgronden Noord	-19	-11	-20	-52	-99	0	0	0
Hoge Zandgronden Oost met aanvoer *	-1	0	0	0	-10	0	0	0
Noord Aanvoergebied na Gaarkeuken *	-3	0	0	-3	-20	0	0	0
Noord Aanvoergebied voor Gaarkeuken	-21	-3	-4	-21	-161	0	0	0
Noord Drents plateau *	-3	-3	-5	-15	-18	0	0	0
Noord Holland Noord	-17	-9	-15	-37	-73	0	1	-1
Noord Veenkoloniën *	0	0	0	0	-2	0	0	0
Rivierengebied Noord	-11	0	0	-2	-56	0	0	0
West met bovenregionale aanvoer	-14	-4	-7	-17	-59	0	0	-2
West zonder bovenregionale aanvoer	-30	-7	-12	-31	-155	0	1	-1
* Deelregio's waar weinig veengronden aanwezig zijn.								

Tabel 5.13 Verandering in watervraag voor peilbeheer in 2018 [%] t.o.v. WBS-variant (B2), voor de relevante hoofdregio's (licht grijs gekleurd) en deelregio's voor de verschillende varianten.

	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11
Landelijk	-7	-2	-4	-11	-39	0	0	0
Noord	-5	-2	-3	-9	-31	0	0	0
Hoge Zandgronden Oost	-4	-2	-4	-11	-23	0	0	0
West	-11	-3	-5	-12	-53	0	0	-1
Rivierengebied	-6	0	0	-1	-31	0	0	0
Hoge Zandgronden Noord	-8	-5	-9	-23	-44	0	0	0
Hoge Zandgronden Oost met aanvoer *	0	0	0	0	-5	0	0	0
Noord Aanvoergebied na Gaarkeuken *	-4	0	-1	-4	-28	0	0	0
Noord Aanvoergebied voor Gaarkeuken	-7	-1	-1	-7	-52	0	0	0
Noord Drents plateau *	-3	-3	-4	-13	-16	0	0	0
Noord Holland Noord	-13	-7	-12	-29	-57	0	1	-1
Noord Veenkoloniën *	0	0	0	0	-1	0	0	0
Rivierengebied Noord	-9	0	0	-1	-47	0	0	0
West met bovenregionale aanvoer	-10	-3	-5	-13	-43	0	0	-1
West zonder bovenregionale aanvoer	-12	-3	-5	-13	-64	0	0	0
* Deelregio's waar weinig veengronden aanwezig zijn.								

Deltares is een onafhankelijk kennisinstituut voor toegepast onderzoek op het gebied van water en ondergrond. Wereldwijd werken we aan slimme oplossingen voor mens, milieu en maatschappij.

**Deltares**

[www.deltares.nl](http://www.deltares.nl)