



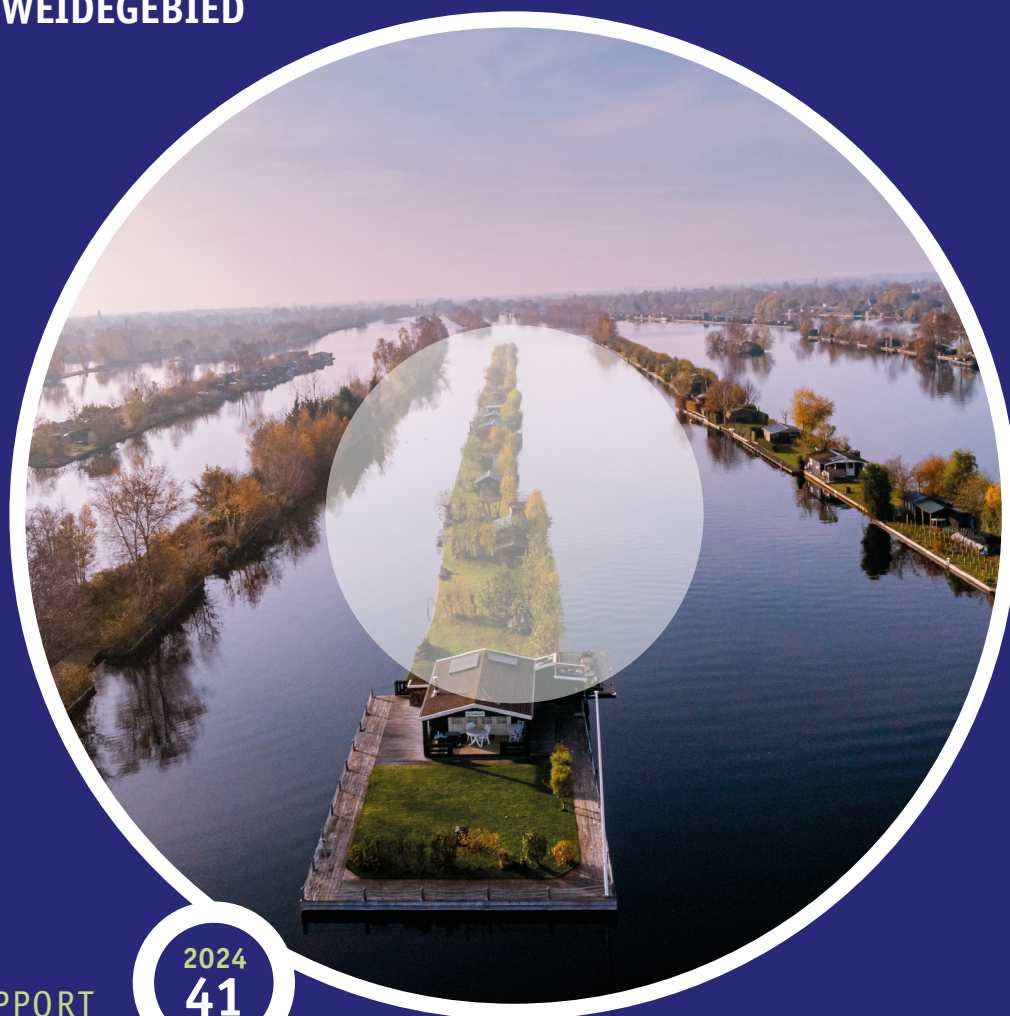
Ministerie van Landbouw, Visserij,
Voedselzekerheid en Natuur



stowa

WATERKWANTITEIT IN HET VEEN

WATERVRAAG, WATERTEKORT EN WATEROVERLAST DOOR
WATERINFILTRATIEMAATREGELEN EN VERNATTING IN HET
VEENWEIDEGEBIED



RAPPORT

2024

41

WATERKWANTITEIT IN HET VEEN

WATERVRAAG, WATERTEKORT EN WATEROVERLAST DOOR
WATERINFILTRATIEMAATREGELEN EN VERNATTING IN HET
VEENWEIDEGEBIED

RAPPORT

2024

41

ISBN 978.94.6479.077.1



COLOFON

UITGAVE Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer
Postbus 2180
3800 CD Amersfoort

AUTEURS D. Hendriks (Deltares)
F. Hoogland (Acacia Water)
R. Meeusen (Deltares)
A. Roelandse (Acacia Water)
N. Sandfort (Acacia Water)

BEGELEIDINGSCOMMISSIE
Pui Mee Chan (STOWA)
Henk van Hardeveld (Waternet)
Harm de Jong (Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden)
Mark Kramer (Hoogheemraadschap van Rijnland)
Tim van der Kuijl (Ministerie van Landbouw, Visserij, Voedselzekerheid en Natuur)
Michelle Talsma (STOWA)
Wiebe Terwisscha van Scheltinga (Wetterskip Fryslân)

Opdrachtgevers Ministerie van Landbouw, Visserij, Voedselzekerheid en Natuur en STOWA

VORMGEVING Buro Vormvast
STOWA STOWA 2024-41
ISBN 978.94.6479.077.1

De inhoud van deze uitgave is met de grootst mogelijke zorg samengesteld. Niettemin aanvaarden de auteurs en de uitgever geen enkele aansprakelijkheid voor mogelijke onjuistheden in de publicatie, of eventuele gevolgen door toepassing van de inhoud ervan.

STOWA spant zich in de rechthebbenden van in de uitgave gebruikte afbeeldingen te respecteren conform het auteursrecht. Indien u desondanks van mening bent dat uw rechten in het geding zijn, dan verzoeken wij u contact met ons op te nemen.

TEN GELEIDE

DE VERANDERENDE WATERVRAAG IN HET VEENWEIDEGEBIED

Het tegengaan van bodemdaling en broeikasgasemissies door middel van vernattingsmaatregelen in het veenweidegebied zorgt voor een verandering van de waterbalans in deze gebieden. De hoeveel water die er nodig is en wat de kans op wateroverlast of watertekort is, is afhankelijk van de genomen maatregel en de eigenschappen van een gebied. In dit rapport worden deze relaties beschreven op basis van beschikbare model- en meetstudies.

Om broeikasgasemissies en bodemdaling te beperken, is het noodzakelijk om de grondwaterstand in veengebieden te verhogen. De maatregelen kunnen zowel effect hebben op de watervraag (en daarmee een mogelijk watertekort) als op de mate waarin wateroverlast optreedt. In deze studie wordt bekeken hoeveel de watervraag, -tekort en wateroverlast verwacht worden toe te nemen in de verschillende veenweidegebieden.

Het uitgevoerde onderzoek bestond uit drie fases. In de eerste fase is een literatuurstudie gedaan en zijn interviews afgenomen met specialisten om de beschikbare kennis te verzamelen. In fase 2 is een synthese gemaakt van de verzamelde kennis en gegevens om inzicht te krijgen in het effect van vernattingsmaatregelen op het watersysteem in het veenweidegebied. Uit deze analyse komen kennishiaten naar voren die in fase 3 op een rij zijn gezet.

Op basis van modellen lijkt er overeenstemming te zijn ten aanzien van de toename van de watervraag. Dit geldt niet alleen voor de watervraag op perceelniveau maar ook voor de watervraag op regionaal niveau. Wel hebben de eigenschappen van het veenweidegebied en het areaal waar de vernattingsmaatregelen worden toegepast een grote invloed op de uiteindelijke watervraag.

De ruimtelijke variatie in de watervraag komt ook terug bij analyses over het mogelijke watertekort. Het is duidelijk dat aan de watervraag niet in alle gevallen kan worden voorzien. Nu al ontstaan in droge perioden lokaal watertekorten. Maar als het klimaat verder opwarmt én de zeespiegel verder stijgt én dezelfde eisen worden gesteld aan de waterkwaliteit als nu, neemt de watervraag dermate toe dat de vraag de aanvoer van zoetwater door de Rijn ver overstijgt.

Naast watertekorten speelt ook de wateroverlast een belangrijke rol binnen waterschappen. Op basis van de beschikbare berekeningen lijken de effecten mee te vallen. Veel van de wateroverlast treedt op in de polders zelf. In de polder kan de toename echter wel groot zijn, afhankelijk van de ligging van de polder in het watersysteem.

Deze studie moet worden gezien als een eerste verkenning waarbij ook een aantal kennishiaten ten aanzien van de watervraag, watertekorten en wateroverlast zijn opgemerkt. Aanbevelingen welke gewenst zijn om nader te onderzoeken zijn opgenomen in de rapportage.

Kennisprogramma Veen en Water

Dit rapport is gemaakt in opdracht van STOWA, als onderdeel van het Kennisprogramma Veen en Water. Dit programma is opgezet om de 'veenwaterschappen' te ondersteunen bij de benodigde veranderingen om het waterbeheer in veenweidegebieden vorm te geven. Naast de meer inhoudelijke vraagstukken over het waterbeheer, zijn er ook vragen over de taken en bevoegdheden van waterschappen in relatie tot bodemdaling en de beperking van de broeikasgasemissies.

Mark van der Werf
Directeur STOWA

LEESWIJZER

Het tegengaan van bodemdaling en broeikasgasemissies in het veenweidegebied zorgt voor een verandering van de waterbalans in veenweidegebieden. Hoeveel water er nodig is en wat de kans op wateroverlast is, hangt af van de genomen maatregel en de eigenschappen van een gebied. In dit rapport worden deze relaties beschreven.

De maatregelen kunnen zowel effect hebben op de watervraag (en daarmee een mogelijk tekort) als op de mate waarin wateroverlast optreedt. In deze studie wordt bekeken hoeveel watervraag, tekort en wateroverlast is te verwachten in de verschillende veenweidegebieden. Het uitgevoerde onderzoek bestaat uit drie fases. De eerste twee fasen bestaan uit een literatuur studie en interviews met specialisten om de beschikbare kennis te verzamelen. Met deze kennis krijgen we inzicht in het effect van deze maatregelen op het watersysteem in het veenweidegebied. Uit deze analyse komen kennishiaten naar voren die in Fase 3 op een rij worden gezet.

In hoofdstuk 1 (de inleiding) worden, aanleiding, doel en aanpak van het onderzoek uiteengezet, waarna in hoofdstuk 2 verder wordt ingegaan over de werking van vernatting van het veen. Daarbij worden ook de verschillende maatregelen benoemd. Hoofdstuk 3 gaat in op de theoretische effecten van enkele van de genoemde maatregelen op het watersysteem. Daarbij wordt onderscheidt gemaakt in watervraag, watertekort en wateroverlast.

Hoofdstuk 4 geeft een eerste overzicht van de beschikbare bronnen en modellen die zijn gebruikt. Ook wordt ingegaan op de verschillende uitgangspunten van de gebruikte modellen in de verschillende onderzoeken.

Hoofdstuk 5, 6 en 7 geeft voor respectievelijk de onderwerpen “watervraag”; “watertekort” en “wateroverlast” een overzicht van de bandbreedte van de resultaten die zijn voortgekomen uit het literatuur onderzoek en interviews. Daarbij is onderscheidt gemaakt tussen regionale en lokale resultaten. Ook worden de resultaten geduid en met elkaar vergeleken om een richtlijn te geven wat verwacht mag worden voor de verschillende onderwerpen door de aanleg van vernattingsmaatregelen in het veenweide gebied.

In hoofdstuk 8 wordt de watervraag die in hoofdstuk 5 is beschreven verder uitgewerkt in deelcomponenten, waardoor er een beter begrip ontstaat over de werking van de verschillende maatregelen op het watersysteem. Dit biedt ook een beter inzicht in waar de vernattingsmaatregelen zich aan de boven- of onderkant van de bandbreedte van de watervraag bevinden. Tot slot worden in hoofdstuk 9 de conclusies beschreven waarbij de aanbevelingen uiteen worden gezet.

STOWA IN HET KORT

HOE WE WERKEN

STOWA is het kennis- en innovatiecentrum voor regionale waterbeheerders in Nederland; de waterschappen en provincies. We helpen ze met het verkrijgen van nieuwe kennis en inzichten die nodig zijn om de opgaven van de regionale waterbeheerders beter te kunnen uitvoeren. Dat doen we door kennisvragen te formuleren en te selecteren in programmacommissies. We zetten ons onderzoek uit bij een keur aan experts, adviesbureaus, instituten en universiteiten, die we begeleiden tijdens hun werk. We zorgen voor de beschikbaarstelling en verspreiding van de kennis, inzichten en antwoorden aan de gezamenlijke waterbeheerders. We stimuleren de uitwisseling van kennis en ervaringen, via bijeenkomsten, werkgroepen, excursies, conferenties en communities of practice. We werken samen met onder andere ministeries, Rijkswaterstaat, gemeenten, drinkwaterbedrijven.

WAT WE ONDERZOEKEN

Inhoudelijk richt STOWA zich op alle onderdelen van waterbeheer, van waterkering en stedelijk waterbeheer tot waterzuivering en watersystemen. Belangrijke thema's daarbij zijn klimaatadaptatie, waterveiligheid, waterkwaliteit en ecologie, energietransitie en circulaire economie.

De kennisvragen die STOWA beantwoordt liggen meestal op technisch, natuurwetenschappelijk, bestuurlijk-juridisch of sociaalwetenschappelijk gebied. Onze kennis is altijd gericht op de praktijk van regionale waterbeheerders. Dat is waar we voor staan, als Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer.

WIE WE ZIJN

STOWA is als kennisorganisatie onafhankelijk, onpartijdig en transparant. De afnemers van onze kennis moeten erop kunnen vertrouwen dat de inhoud van onze rapporten objectief en representatief is. Alleen zo kan onze kennis worden ingezet voor beter waterbeheer en innovaties die antwoord geven op de uitdagingen van vandaag en morgen. Het is aan regionale waterbeheerders zelf te bepalen hoe ze de kennis van STOWA in de praktijk gebruiken. STOWA kan daarbij een rol spelen als adviseur, maar is geen uitvoerder of regisseur.

STOWA is een stichting die de richtlijnen volgt voor organisaties zonder winstoogmerk (RJ-640). In ons jaarverslag is daarom naast de cijfermatige jaarrekening onder meer ook een directieverslag over de stichting, haar activiteiten en kentallen opgenomen.

WATERKWANTITEIT IN HET VEEN WATERVRAAG, WATERTEKORT EN WATEROVERLAST DOOR WATERINFILTRATIEMAATREGELEN EN VERNATTING IN HET VEENWEIDEGEBIED

INHOUD

	TEN GELEIDE	
	LEESWIJZER	
	STOWA IN HET KORT	
1	INLEIDING	1
1.1	Aanleiding	1
1.2	Doel en aanpak	1
2	VERNATTING	2
2.1	Grondwaterstand	2
2.2	Vernattingsmaatregelen	3
3	EFFECTBESCHRIJVING OP HET WATERSYSTEEM DOOR DE AANLEG VAN VERNATTINGSMAATREGELEN	4
3.1	Watervraag	4
3.2	Watertekort	5
3.3	Wateroverlast	7
4	LITERATUURONDERZOEK	9
4.1	Inleiding	9
4.2	Literatuurstudie	9
4.2.1	Type modellen en model aanpak	10
4.3	Interviews	13
5	WATERVRAAG	14
5.1	Literatuurstudie Lokaal niveau	14
5.2	Literatuurstudie Landelijk en Regionaal niveau	15
5.3	Interviews waterschappen	17
6	WATERTEKORT	18
6.1	Literatuurstudie regionale systemen	18
6.2	Interviews waterschappen	24

7	WATEROVERLAST	25
7.1	Literatuurstudie Regionaal niveau	25
7.2	Interviews waterschappen	26
8	WATERVRAAG UITGESPLITST NAAR COMPONENTEN VAN DE WATERBALANS	27
8.1	Waterbalanscomponenten lokale studies	31
8.1.1	Metingen	31
8.1.2	Conceptualisatie in modellen Hydrus	35
8.2	Waterbalanscomponenten regionale studies	38
9	CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	43
10	GERAADPLEEGDE LITERATUUR	49
BIJLAGE 1	NORMEN VOOR BEREKENINGS- EN AFVOERCAPACITEIT REGIONALE WATEREN ZOALS VERMELD IN DE PROVINCIALE VERORDENING (STOWA 2021)	52

1

INLEIDING

1.1 AANLEIDING

Bodemdaling en broeikasgasemissies in het veenweidegebied en de omgang hiermee, hebben invloed op het watersysteem. Daarom heeft STOWA in het voorjaar van 2022 een kennisagenda Veen(weiden) opgesteld, met verschillende kennisvragen over het waterbeheer in veenweidegebieden. Deze vragen worden momenteel beantwoord in het (kennis) Programma Veen en Water van de STOWA. Een van de kennisvragen gaat over het inzicht in de effecten van grootschalige toepassing van maatregelen op watervraag en wateroverlast (waterkwantiteit). Het is op dit moment niet voldoende duidelijk hoe groot die extra watervraag is en ook of daar, met het oog op klimaatverandering en zoetwaterbeschikbaarheid, op langere termijn in kan worden voorzien. Om deze vraag te beantwoorden zijn er meerdere onderzoeken uitgevoerd. Er is behoefte aan overzicht van de stand van zaken van de kennis over de effecten van vernattingsmaatregelen en een synthese van de uitgevoerde onderzoeken.¹

1.2 DOEL EN AANPAK

Het doel van het project is: 'het geven van overzicht van de bestaande kennis over de effecten van vernattingsmaatregelen op watervraag en wateroverlast en de relatie met waterbeschikbaarheid'. Daarvoor worden achtereenvolgens de vragen beantwoord: Welke kennis is reeds beschikbaar en over welke kennis is een dermate grote consensus dat deze nu al als uitgangspunten kan dienen? Tot slot is de vraag beantwoord welke kennis er nog verder moet worden ontwikkeld.

Voor het huidige onderzoek volgen we drie fases. De eerste twee fases bestaan uit een literatuur studie en interviews met specialisten om de beschikbare kennis te verzamelen. De factoren die de waterbalans beïnvloeden zijn vervolgens op een rij gezet ten aanzien van de effecten van vernattingsmaatregelen (Tabel 1) op verschillende schalen, van perceel tot regionaal systeem. Op basis van de maatregelen uit bestaande studies, geven we voor elke factor, voor zover mogelijk, een bandbreedte of kengetal per type maatregel. Uit deze analyse zullen kennishiaten naar voren komen die in Fase 3 op een rij worden gezet.

TABEL 1

TYPE VERNATTINGSMaatregelen

Type vernattingsmaatregelen
Verhogen oppervlaktewaterpeilen
Onderwaterdrainage
Drukdrainage
Flexibel peilbeheer
Greppelinfiltratie
Vernatten tot plas-dras,
Verhogen oppervlaktewaterpeilen

¹ In 2021 in het kader van het Nationaal Onderzoeksprogramma Broeikasgassen Veenweiden (NOBV) een inventarisatie uitgevoerd naar het effect op de waterkwantiteit van veenweidemaatregelen (STOWA 2021-23A). Dit rapport betreft een actualisatie van dat rapport.

2

VERNATTING

In dit hoofdstuk wordt uitgelegd welke factoren invloed hebben op de grondwaterstand in laagveengebieden en met welke vernattingsmaatregelen de grondwaterstand kan worden beïnvloed.

2.1 GRONDWATERSTAND

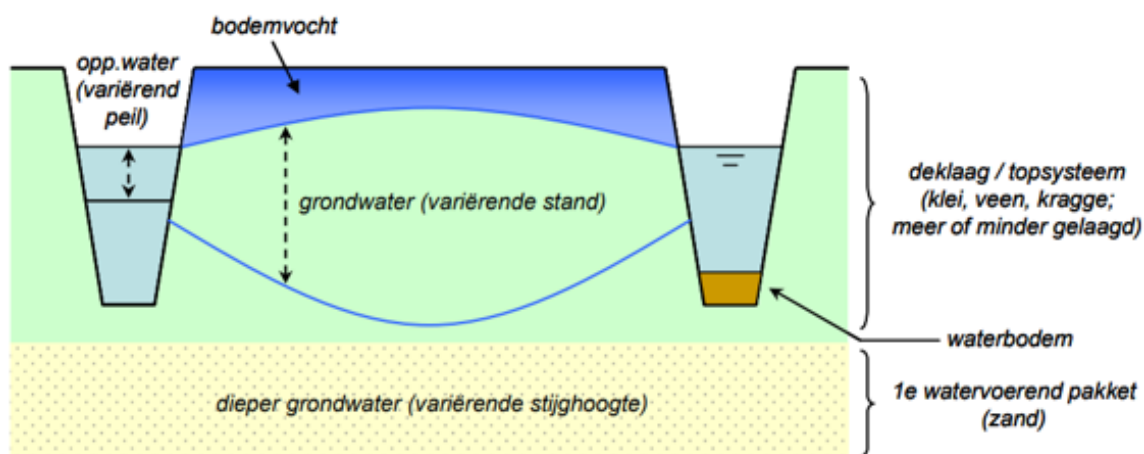
In veengronden heeft de freatische grondwaterstand veel invloed op de mate en snelheid van veenafbraak door microbiële (oxidatie) processen, alsmede op seizoensgebonden bodembeweging (als gevolg van krimp en zwel in de onverzadigde zone en poroelastische respons in de verzadigde zone), en daarmee op de uitstoot van broeikasgassen en op bodembeweging (o.a. Hendriks, 2009; Van de Akker, 2007). De freatische grondwaterstand is de diepte van het grondwatervlak, waarop het grondwater een druk heeft die gelijk is aan de atmosferische druk.

De grondwaterstand in grote delen van het laagveengebied wordt sterk bepaald door de mate van drainage en vertoont in grote delen van het jaar een bolle of holle vorm (Figuur 1). De grondwaterstand direct naast de sloten is (min of meer) gelijk aan het lokale oppervlaktewaterpeil. In de winter vertoont de grondwaterstand een opbolling tussen het niveau van de slootpeilen. In de zomer vertoont de grondwaterstand een uitzakking tussen de slootpeilen. De mate van opbolling en uitzakking worden bepaald door:

- Afstand tussen de sloten
- Neerslag en verdamping
- Bodemeigenschappen (porositeit en doorlatendheid) en dikte van de veenbodem.
- Aanwezigheid, hoogte en werking van drainagebuizen en/of een waterinfiltratiesysteem
- Stijghoogte van het grondwater onder het veen of onder in het veenpakket (regionale grondwatersysteem en kwel/infiltratie)

Als gevolg van de variatie in grondwaterstanden, treedt in het midden van de percelen (lage grondwaterstanden t.o.v. maaiveld in de zomer) over het algemeen meer veenoxidatie – en daarmee samenhangend meer CO₂ uitstoot en bodemdaling - op dan aan de randen van de percelen (hoge grondwaterstanden t.o.v. maaiveld). Hierdoor ontstaan zogenaamde ‘holle percelen’.

FIGUUR 1 SCHEMATISCHE DOORSNEDE VAN EEN PERCEEL IN LAAGVEENGEBIED MET AAN WEERSZIJDE SLOTEN WAARTUSSEN HET GRONDWATER EEN BOLLE (WINTER) OF HOLLE (ZOMER) VORM VERTOONT (DELTAES, 2012)



2.2 VERNATTINGSMAATREGELEN

Om broeikasgasemissies en bodemdaling te beperken, is het noodzakelijk om de grondwaterstand in veengebieden te verhogen. Het gaat daarbij om een verhoging met name tijdens de zomerperioden. Om dit te bereiken kunnen verschillende soorten maatregelen worden genomen. De belangrijkste type maatregelen zijn:

- Verhogen oppervlaktewaterpeilen
- Onderwaterdrainage
- Drukdrainage
- Flexibel peilbeheer
- Greppelinfiltratie
- Vernatten tot plas-dras, waarbij oppervlaktewaterpeil (jaarrond) aan of net boven het maaiveld staan

De effectiviteit van de maatregelen ten aanzien van het verhogen van de grondwaterstand zijn wisselend. Zo zullen maatregelen alleen gericht op het oppervlaktewater een beperkt effect hebben op de grondwaterstanden midden op de percelen. Ook is de effectiviteit van maatregelen sterk afhankelijk van de precieze toepassing, bijvoorbeeld de hoogte van toepassing ten opzichte van maaiveld en de schaal waarop de maatregelen worden toegepast.

In deze studie is, gezien de beschikbare data, gefocust op actieve en passieve onderwaterdrainage (respectievelijk AWIS en PWIS) en oppervlaktewaterpeil verhogingen. De maatregelen leiden tot een verandering van de waterbalans in het veengebied, zowel op de schaal van een perceel als – bij grootschalige toepassing – op regionale schaal. Dit kan zowel effect hebben op de watervraag (en daarmee een mogelijk tekort) van een gebied als op de mate waarin wateroverlast optreedt.

In het volgende hoofdstuk wordt elk van deze effecten, watervraag, watertekort en wateroverlast nader uitgewerkt.

3

EFFECTBESCHRIJVING OP HET WATERSYSTEEM DOOR DE AANLEG VAN VERNATTINGSMAATREGELEN

3.1 WATERVRAAG

Het effect op de watervraag van een maatregel wordt duidelijk door het opstellen van een waterbalans. Een waterbalans kan op verschillende schalen en over verschillende tijdsperiodes worden opgesteld en geeft inzicht in de processen die invloed hebben op de waterhuishouding en hun relatieve bijdrage. De kleinste schaal waarop maatregelen geïmplementeerd worden, is de perceelschaal, waarbij ze op een deel van een perceel tot het hele perceel worden uitgerold. De componenten die op deze schaal deel uitmaken van de waterbalans zijn:

- (Gewas)verdamping
- Neerslag
- Kwel/wegzijging (interactie freatisch grondwater met dieper grondwatersysteem)
- Aanvoer/afvoer vanuit oppervlaktewater tussen perceel en waterloop
- Verandering in de waterberging

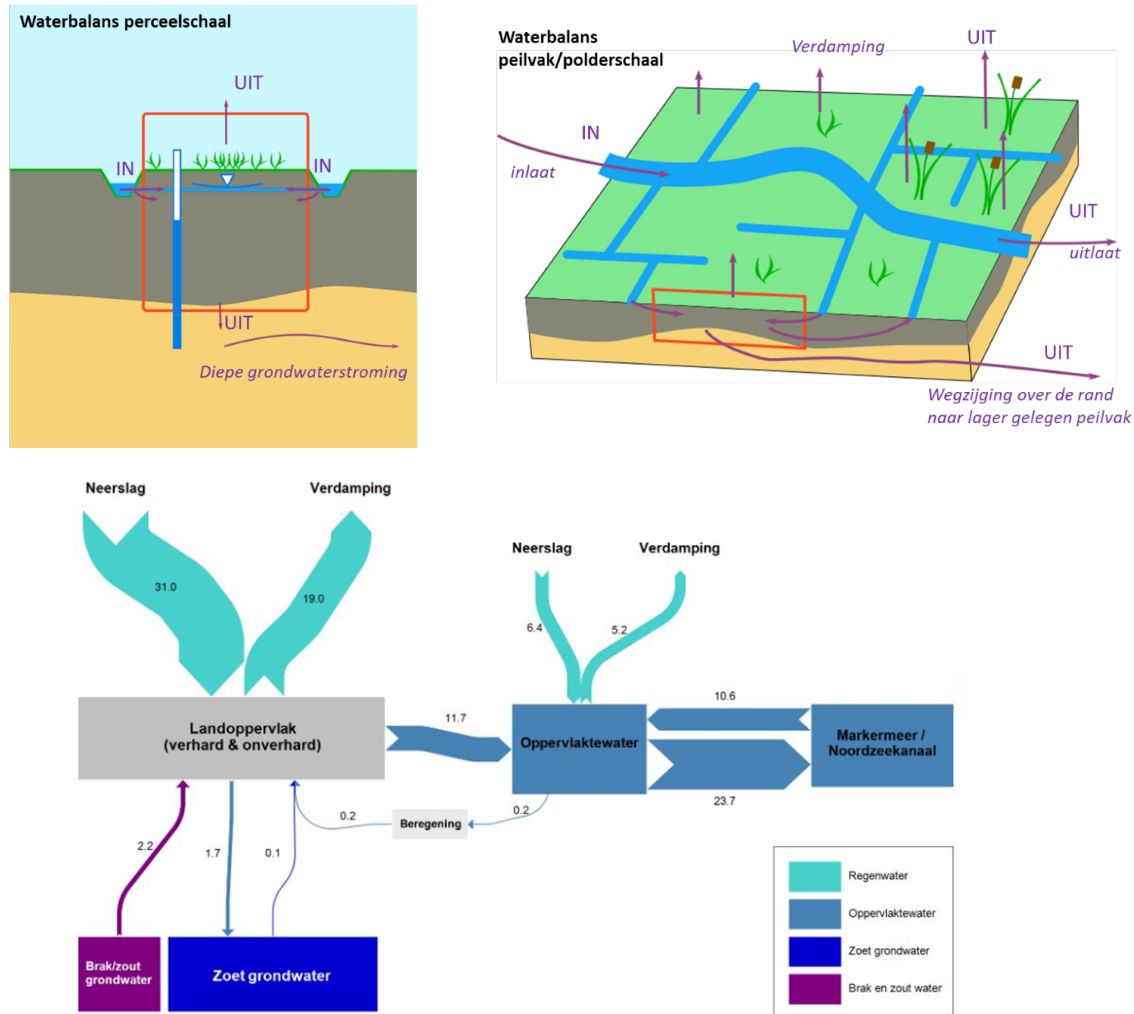
Bij opschaling naar een polder of delen hiervan, spelen dezelfde componenten een rol, maar verandert de schaal waarop ze relevant zijn. Een voorbeeld is het effect van vernatting op de verticale waterstroming: bij een veenperceel kan vernatting leiden tot meer wegzijging en daarmee een extra waterverlies uit de veenbodem. Op polderniveau is het afhankelijk van de grondwaterstroming of dit waterverlies van het perceel binnen de polder blijft of naar de omliggende polders 'lekt'. Op polderschaal wordt het pas een waterverlies-post in het laatste geval. Bij de waterbalans van een polder is daarom alleen nog de kwel/wegzijging van belang die over de grenzen van de polder optreedt.

Op polderschaal zijn het daarnaast de inlaat en uitlaat die de relevante waterstroming met het oppervlaktewatersysteem vormen, in plaats van de interactie met een enkele sloot (Figuur 1).

Voor de watervraag zijn beide schaalniveaus relevant. Een waterbeheerder kijkt over het algemeen naar het effect op de watervraag van een hele polder, maar de extra watervraag zoals veroorzaakt door maatregelen, wordt voor een groot deel bepaald door processen die op perceelschaal spelen. Inzicht in de processen op perceelschaal maken daarmee betere berekeningen mogelijk op polderniveau. Ook bepalen de processen op perceelschaal de ruimtelijke variatie van de watervraag binnen een polder, welke invloed heeft op de optimale inrichting van het watersysteem.

Naast de schaalkeuze speelt de tijdsperiode waarover een waterbalans wordt opgesteld een grote rol bij de resulterende watervraag. Jaargemiddeld heeft Nederland een neerslagoverschot, terwijl in de periode april-september gemiddeld een neerslagtekort optreedt. Het meest kritiek zijn de extreem droge periodes, zoals in 2018 en 2022, waarbij de huidige watervraag van de veenweidegebieden al begon te knellen (Deltares 2022).

FIGUUR 2 SCHEMATISCHE ILLUSTRATIE VAN DE WATERBALANS OP PERCEELSCHAAL (BIJ ONDERWATERDRAINAGE) EN OP GROTERE PEILVAK/ POLDERSCHAAL (MET WATERSTROMEN). EEN VERGROOTTE WEGZIJING OP PERCEELSCHAAL KAN, AFHANKELIJK VAN DE DIEPE GRONDWATERSTROMING, IN DE POLDER BLIJVEN OF 'LEKKEN' NAAR OMLIGGENDE PEILVAKKEN/WATERSYSTEMEN



Waterstromen in Waterland-Oost in een normaal jaar (gemiddelde 2011-2017) [M m3/jaar].

3.2 WATERTEKORT

Wanneer de vraag naar water vanuit verschillende maatschappelijke en ecologische behoeften groter is dan het aanbod van water met een voor de diverse behoeften benodigde kwaliteit, wordt er gesproken van een watertekort (Watermanagementcentrum Nederland (WMCN) 2021). Dit watertekort kan optreden op de schaal van een perceel of polder, maar ook op regionaal of bovenregionaal niveau.

Zeker tijdens droge periode zijn de grote rivieren een belangrijke bron van water voor vele functies, zowel voor het hoofwatersysteem zelf (doorspoelvraag Afsluitdijk, Noordzeekanaal, Nieuwe Waterweg, Volkerak-Zoommeer) als regionaal (watervraag doorspoelen, peilbeheer

en beregening). Daarnaast wordt een deel van het water gebruikt voor het bereiden van drinkwater, voor energievoorziening, als proceswater in de industrie en als waterbron voor de landbouw. Andere belangen zijn natuur, de scheepvaart, waterrecreatie en visserij. Ook voor vernatting van veenweidegebieden is het water vanuit de grote rivieren tijdens droge periode een belangrijke bron.

Vanuit het perspectief van de waterverdeling vanuit de grote rivieren op nationale schaal kan het watertekort worden gedefinieerd als het verschil tussen het wateraanbod vanuit het hoofdwatersysteem en de watervraag vanuit het hoofdwatersysteem zelf als uit de regionale watervraag in verschillende regio's (Figuur 3).

FIGUUR 3 SYSTEEMAFBAKENING MET WATERBALANSTERMEN EN DE LIGGING VAN DE 5 ZOETWATERREGIO'S (DELTA RES, 2024)



DE VERDRINGINGSREEKS

De verdringingsreeks geeft een rangorde voor de verdeling van de hoeveelheid water bij waterschaarste. Dit is nodig omdat in periode van droogte, een watertekort kan ontstaan. De verdringingsreeks bestaat uit 4 categorieën (Tabel 2). De rangorde van belangen binnen de categorieën 1 en 2, is in het Besluit kwaliteit leefomgeving (Bkl) vastgelegd (artikel 3.14). Binnen de categorieën 3 en 4 legt het Bkl geen rangorde vast. Een provincie kan in de omgevingsverordening een rangschikking binnen categorie 3 en 4 vastleggen. Dit kan alleen binnen deze categorieën maar niet tussen de categorieën.

De verdringingsreeks geldt voor alle oppervlaktewateren. De provincie kan in de omgevingsverordening de rangorde van categorie 3 en 4 ook van toepassing verklaren op grondwater (artikel 7.13 Bkl). Het is ter beoordeling van de waterbeheerder (Rijkswaterstaat of het waterschap) of er feitelijk sprake is van een tekort.

Zowel tijdens de droogte in 2018 als 2022 was gedurende 7-8 weken in augustus en september sprake van feitelijke watertekorten, opschalingsniveau 2 (Hendriks en Mens, 2024). In deze perioden werden zowel regionale als bovenregionale maatregelen genomen.

VERDRINGINGSREEKS EN VEENGEBIEDEN

Als vernatting van veengebieden op grotere schaal wordt toegepast, zal dit mogelijk leiden tot een toename van het aantal calamiteiten van waterschaarste waarbij de verdringingsreeks wordt toegepast. Het voorkomen (of beperken) van klink en zetting in veengebieden (onomkeerbare schade) tijdens perioden met watertekort, valt in categorie 1 van de verdringingsreeks. Het is één van de belangen met de hoogste prioriteit bij (dreigend) watertekort. Vanuit de waterschappen wordt aangegeven dat de verdringingsreeks vooral een instrument is tijdens calamiteiten. Het gebruik van de verdringingsreeks als strategisch ruimtelijk afwegingskader van regelmatig terugkerende situaties, wordt als niet wenselijk gezien. Er wordt vanuit de waterschappen daarom aangedrongen op een strategisch ruimtelijke afweging vanuit de provincies om nieuwe inrichtingseisen/normen aan de verschillende typen van het landelijk gebied toe te kennen. Daarbij wordt gedacht aan het toekennen van gebiedsgerichte droogtenormen, rekening houdend met andere maatschappelijke opgaven. Een dergelijk advies wordt in bredere zin ook gegeven in het advies van het Nederland Expertisenetwerk Zoetwater en Droogte (ENZD, Juli 2024).

Naast de fysieke watervraag is het beheer een belangrijke factor en hoe het effect van deze toename van de watervraag in andere gebieden doorwerkt. Een deel van het beleid wordt bepaald door de verdringingsreeks. In de literatuur zijn diverse scenario's beschreven waarbij andere beleidskeuzes worden gemaakt. Dit is vooral terug te zien in het areaal waar infiltratiemaatregelen worden toegepast en de mate waarin de vernatting is doorgevoerd. Deze worden meegenomen in het duiden van het effect van de watervraag door het vernatten van veenweide gebieden.

TABEL 2 DE VIER CATEGORIEËN VAN DE VERDRINGINGSREEKS EN DAARBINNEN VALLENDE BELANGEN (WMCN 202)

Categorie 1 Waarborgen veiligheid tegen overstroming - voorkomen onomkeerbare schade	Categorie 2 Nutsvoorzieningen	Categorie 3 Kleinschalig hoogwaardig gebruik	Categorie 4 Overige Behoeften
1. De stabiliteit van waterkeringen	1. Drinkwatervoorziening (voor waarborgen leveringszekerheid, anders cat. 4)	- Tijdelijke beregening van kapitaalintensieve gewassen	- Scheepvaart
2. Het voorkomen van klink en zettingen		- Verwerken van industrieel proceswater	- Landbouw
3. Natuur (voorkomen onomkeerbare schade, anders cat. 4)	2. Energievoorziening (alleen bij gevaar voor leveringszekerheid, anders cat. 4)		- Natuur (geen onomkeerbare schade) - industrie - waterrecreatie - binnenvisserij -
			Drinkwatervoorziening (anders dan cat. 2) - energievoorziening (anders dan cat. 2) - overige belangen

3.3 WATEROVERLAST

Naast het verminderen van de droogte kunnen vernattingsmaatregelen ook effect hebben op de kans op wateroverlast. Het oppervlaktewatersysteem kan zwaarder belast worden door de afname van de berging door de vernattingsmaatregelen. De afname van de berging kan optreden in de watergang zelf (door peilverhoging) en /of in de onverzadigde zone van het perceel (door het verhogen van de grondwaterstand met infiltratiesystemen zoals AWIS of PWIS). De combinatie van peilverhoging van het oppervlaktewater en toename afvoer vanuit de percelen tijdens natte perioden, kan zorgen voor inundatie.

De provincie is verplicht normen te stellen richting het waterschap om te zorgen dat de regionale wateren zijn ingericht op voldoende bergings- en afvoercapaciteit. Dit volgt uit artikel 2.13 eerste lid, onder b, van de Omgevingswet. De normen voor wateroverlast zijn

juridisch vastgelegd als omgevingswaarden voor watersystemen. Ze staan in de omgevingsverordening van de provincie. Vanuit het waterschap wordt vaak gekeken naar de overschrijding van deze normen. Indien de normen niet worden overschreden dan is er in feite geen sprake van een toename van wateroverlast (zie bijlage)

Voor agrariërs levert vooral een verhoging van de grondwaterstand een beperking op omdat dit in delen van het jaar zorgt voor een verlaging van de draagkracht van de percelen. In de praktijk betekent dit dat de graslanden mogelijk tot ver in het voorjaar te nat zijn om te kunnen maaien en/of voor beweiding van het vee. Inundatie is voor agrariërs in mindere mate een probleem, vooral als dit in de winterperiode plaatsvindt.

4

LITERATUURONDERZOEK

4.1 INLEIDING

In het literatuuronderzoek is naar voren gekomen dat er een grote diversiteit is in de type modellen en schaalniveaus bij de verschillende onderzoeken. Tevens zijn er ook veel verschillende maatregelen doorgerekend. Tijdens het literatuur onderzoek bleek dat vooral voor de eerste 3 maatregelen uit Tabel 1 modelresultaten aanwezig waren.

Bij het interpreteren van de literatuurgegevens is rekening gehouden met de schaalniveaus van de onderzoeken, waarbij onderscheid is gemaakt tussen lokale en regionale schaal. Regionale schaal is gedefinieerd als minimaal de grootte van een cluster van polders en maximaal het beheergebied van de waterschappen.

Alle studies op regionaal niveau zijn gebaseerd op modelberekeningen aangezien er in de praktijk nog geen polders zijn die reeds langere tijd geheel zijn aangelegd met waterinfiltratiesystemen. Daarnaast is het meten van de verschillende componenten van de waterbalans op polderschaal niet eenvoudig vanwege de grote ruimtelijke spreiding van de verschillende balanstermen.

Op perceelschaal zijn naast modelresultaten ook meetresultaten beschikbaar waardoor er een vergelijking tussen deze twee kan plaatsvinden.

Naast literatuurstudies is ook gebruik gemaakt van de kennis bij de verschillende waterschappen. Daarvoor is gesproken met een groot aantal waterschappers in het veenweidegebied.

4.2 LITERATUURSTUDIE

In onderstaande Tabel 3 een overzicht van de modelstudies die zijn meegenomen en de thema's die al dan niet zijn uitgewerkt.

TABEL 3 GEBRUIKTE STUDIES EN UITGEWERKTE THEMA'S IN DEZE STUDIES

Auteur	Studie	Uitgewerkte thema's		
		Watertekort	Watervraag	Wateroverlast
Hunink et al. 2019	Deltaprogramma memo Deltares knelpuntenanalyse Parijs 2019	Ja kwantitatief	Nee	Nee
Hunink et al. 2021	Het effect van onderwaterdrainage en passieve peilstijging in veenweidegebieden op knelpunten in de zoetwatervoorziening	Ja kwantitatief	Ja, kwalitatief	Nee
Pouwels et al. 2021	Stresstest voor het deltaprogramma Zoetwater fase II	Ja	Nee	Nee
America-van den Heuvel et al. 2023	Potentie van watervraagreductie in het veengebied	Ja	Ja	Nee
Rozemeijer et al. 2019	Effecten van onderwaterdrainage op de regionale watervraag	Ja kwantitatief	Nee	Nee
Hydrologic 2022	Waterinfiltratiesystemen in de Krimpenerwaard	Ja, kwantitatief	Ja, kwalitatief	Ja, kwantitatief
Hydrologic 2023	Waterinfiltratiesystemen in Stolwijk en Berkenwoude	Ja kwantitatief	Ja kwalitatief	Ja, kwantitatief
Voortman en Van den Eertwegh, 2023	Waternet, Aanpak onderzoek naar de effecten van veenvernating op watervraag en wateroverlast	Ja kwantitatief	Nee	Ja, kwantitatief
Henk v Hardeveld et al 2024	Waternet, Feitenverhandeling over de hydrologische effecten van veenvernating	Ja kwantitatief	Ja kwalitatief	Ja, kwantitatief
Dirkx, W., Graas, S., Heijkers, J., van den Berg, H. (2024)	HDSR, Peilstrategieën om grondwaterstanden in veengebieden te verhogen	Ja kwantitatief	Nee	Ja, kwantitatief
Voortman en Van den Eertwegh, 2024	AGV, Hydrologische effecten en watervraag bij vernatting veenbodem	Ja kwantitatief	Nee	Nee
Hoogland et al. 2018	Spaarwater Flevoland	Ja kwantitatief	Nee	Nee
Boonman et al., 2023	Scenario-analyses met HYDRUS-2D van peilopzet en PWIS voor het NOBV	Ja kwantitatief	Nee	Nee
Van den Eertwegh en Deijl 2022	Een praktijkproef met slootpeilverhoging en AWIS in de regio Alblasserwaard-Vijfheerenlanden (2021–2022)	Ja kwantitatief	Nee	Nee
Veronique Boon 2024	Rewetting peat: the effects on evapotranspiration and the feasibility towards 2100	Ja kwantitatief	Nee	Nee

4.2.1 TYPE MODELLEN EN MODEL AANPAK

De verschillende modellen die binnen de onderzoeken gebruikt zijn, worden in onderstaande paragrafen kort toegelicht. Kennis van de modellen is belangrijk om de resultaten op waarde te kunnen schatten.

LANDELIJK HYDROLOGISCH MODEL

Het Landelijk Hydrologisch Model (LHM) berekent het regionale grondwaterstromingspatroon van Nederland voor het huidige klimaat en voor klimaatscenario's. Het instrumentarium 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. Naast de waterbalans wordt ook de chloride balans bijgehouden in het grond- en oppervlaktewater.

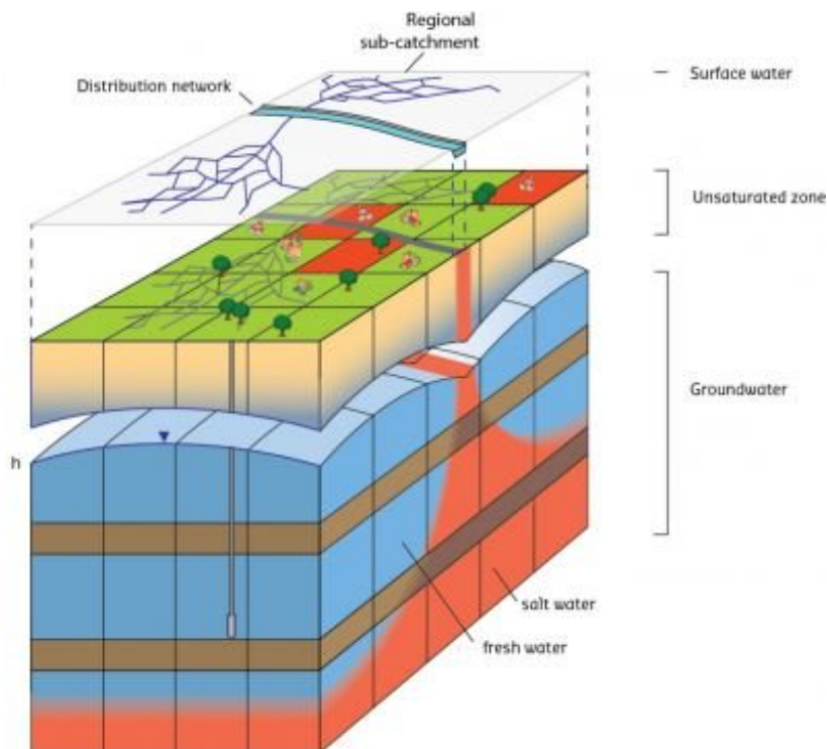
Het LHM is opgebouwd uit diverse gekoppelde modellen:

- MODFLOW voor de verzadigde zone (grondwater);
- MetaSWAP voor de onverzadigde zone, gekoppeld aan het gewasgroeimodel WOFOST;
- MOZART voor het regionale oppervlaktewater;
- Distributiemodel (DM) voor het landelijke waterverdelingsnetwerk.

In het LHM is Nederland geschematiseerd in cellen van 250 x 250 meter en in de verticaal 8 modellagen voor de ondergrond en bodemcompartimenten in MetaSWAP. Voor het oppervlaktewater worden ongeveer 8500 afwateringseenheden onderscheiden in MOZART die in connectie staan met circa 250 grotere regionale eenheden (districten) die gekoppeld zijn aan het landelijke waterverdelingsnetwerk in DM. Het LHM is daarmee een model waarin alle belangrijke hydrologische processen zijn meegenomen.

FIGUUR 4

SCHEMATISCHE ILLUSTRATIE VAN DE COMPONENTEN VAN HET LHM-INSTRUMENTARIUM (DE LANGE ET AL., 2014)



In de verschillende studies uitgevoerd door Deltares, is gebruik gemaakt van het Landelijk Hydrologisch Model (LHM) om de watervraag te berekenen. Vernattingsmaatregelen zijn gemodelleerd door een extra drainagesysteem met lagere infiltratie en drainage weerstanden in te voeren. De waarden van deze infiltratie en drainage weerstanden worden voornamelijk gekalibreerd op basis van grondwaterstanden.

Een bouwsteen van het LHM is een eenvoudig onverzadigde zone model (MetaSWAP) dat bij hoge (of hele lage) grondwaterstanden minder goed presteert. Verdampingsreductie bij hoge of lage grondwaterstanden worden niet goed berekend, terwijl dit een aanzienlijk effect kan hebben op de totale watervraag.

SOBEK (IN COMBINATIE MET MODFLOW/METASWAP)

Verschillende waterschappen hebben gebruik gemaakt van het hydraulische oppervlaktewater model Sobek.

Het is uitermate geschikt om stroming in waterlopen op lokaal en regionaal niveau in beeld te brengen. Naast de eigenschappen van de waterlopen kunnen ook alle dimensies van kunstwerken worden toegevoegd aan het model, waardoor het goed in staat is om knelpunten in het watersysteem, bijvoorbeeld bij wateroverlast, in beeld te brengen.

SOBEK is minder geschikt om (veranderingen van) de grondwatercomponent te modelleren vanwege de sterke vereenvoudiging van de hydrologische processen.

HHSK heeft, om het effect van WIS in beeld te krijgen, scenario's doorgerekend met alleen SOBEK (CF en RR), voor de periode 2020–2021. Het grondwater component is meegenomen door aannames te doen over de interactie tussen grondwater en oppervlaktewater. Dit komt tot stand door in- en uittredingsweerstand van RR-knopen (Rainfall-Runoff-knopen) aan te passen. Deze zorgden voor een toename van de grondwaterstand welke overeenkomen met praktijkmetingen. Toch wordt door de auteurs aangegeven dat het grondwatercomponent met deze modellen onvoldoende wordt meegenomen. Zij raden daarom aan om 'het neerslag-afvoer proces ook met een geavanceerder grondwatermodel te bestuderen'. In het model is maximaal ingezet op vernatting waarbij alle veengrond in het beheergebied van HHSK is voorzien van waterinfiltratiemaatregelen

HDSR heeft SOBEK om berekeningen uit te voeren voor de wateroverlast, waarbij gebruik is gemaakt van output van het grondwatermodel UGM om de grondwatercomponent mee te nemen. UGM, het Utrechts Grondwater Model, lijkt qua methodiek sterk op het LHM. De berekeningen van de grondwaterstroming is gebaseerd op het LHM. Vanuit het grondwatermodel is de afvoer via laterale nodes per afwateringseenheid in het SOBEK model gezet. Het voordeel hiervan is dat er minder aannames gemaakt hoeven te worden ten aanzien van de aan-/afvoer vanuit het grondwater.

Het gebruik van UGM geeft een goede schatting van de watervraag doordat naast kwel en wegzijging ook de component verdamping kan worden meegenomen. Ook hier geldt echter dat METASWAP bij hoge (of hele lage) grondwaterstanden minder goed presteert.

AGV heeft voor de watervraag en wateroverlast ook gebruik gemaakt van SOBEK, waarbij voor elke afwateringseenheid de watervraag is bepaald voor de uitwisseling met de boezem. Hiervoor is gebruik gemaakt van een 3 laagjes 'bakjes model'. De waarden, die in het 'bakjes model' zijn ingevoerd, zijn gebaseerd op de waterbalans van Zegveld, waarbij zowel de grondwaterstand als de maaldebieten zijn meegenomen. De geohydrologische randvoorwaarden (deklaagweerstand en stijghoogte van het eerste watervoerende pakket) zijn overgenomen uit het regionale grondwatermodel van Waternet.

De standaardweerstand voor PWIS, AWIS en greppelinfiltratie zijn bepaald door toe te werken naar een cumulatieve infiltratie gedurende de zomer van 2018 die overeenkomt met de resultaten van de HYDRUS-2D-studie van het AGV-gebied (Voortman & van den Eertwegh 2023). De aanpak komt daardoor overeen met de aanpak van HDSR als je kijkt naar de waterbalans termen die in detail zijn meegenomen.

HYDRUS 2D

Naast regionale onderzoeken zijn er ook berekeningen uitgevoerd op perceel niveau. Deze berekeningen zijn uitgevoerd in Hydrus 2D, een 2-dimensionaal grond- en onverzadigde zone model waarin processen als verdamping en neerslag drainage en kwel goed kunnen worden meegenomen. De bodemopbouw kan bestaan uit niet-uniforme bodems met een willekeurige mate van lokale anisotropie. De stroming wordt berekend in het verticale vlak en in het horizontale vlak. Het waterstroomgedeelte van het model kan omgaan met (vaste of tijdsafhankelijke) voorgeschreven hoogte- en fluxgrenzen, evenals grenzen die worden gecontroleerd door atmosferische omstandigheden. Grondoppervlaktegrensvoorwaarden kunnen tijdens de simulatie veranderen van voorgeschreven flux naar voorgeschreven hoogte (en vice versa). Hierdoor is het model uitermate geschikt om ook de processen in een perceel door te rekenen waarbij er actieve sturing van het grondwaterniveau plaats-

vindt. Het effect op het oppervlaktewatersysteem is in dit model niet te modelleren, evenals het grotere regionale watersysteem. Daarvoor zijn de eerder beschreven modellen meer geschikt.

4.3 INTERVIEWS

Zoals aangegeven is er naast literatuuronderzoek een aantal interviews met beleidsmedewerkers en hydrologen van diverse waterschappen afgenomen. De interviews zijn uitgevoerd bij de volgende waterschappen:

- Hoogheemraadschap van Rijnland
- Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden
- Waterschap Amstel Gooi en Vecht/Waternet
- Hoogheemraadschap van Delfland.
- Hoogheemraadschap Schieland en de Krimpenerwaard.

Doel van de interviews bestond uit verduidelijking van de uitgevoerde studies en/of navraag naar extra gegevens. Daarnaast werd ingegaan op de ervaringen van het waterschap met de verschillende thema's. Dit leverde waardevolle informatie op, vooral ten aanzien de thema's wateroverlast en watertekorten in relatie tot veenvernatting. Over deze onderwerpen zijn tot nu weinig onderzoeken beschikbaar. De belangrijkste bevindingen uit deze interviews komen in de volgende hoofdstukken aan de orde.

5

WATERVRAAG

In hoofdstuk 3 is een korte beschrijving van de watervraag gegeven. Hieruit komt naar voren dat de waterbalanscomponenten die op een lokale schaal belangrijk zijn, niet dezelfde zijn als die op regionale schaal. Dit verschil is ook terug te vinden in de resultaten van de verschillende literatuur onderzoeken.

5.1 LITERATUURSTUDIE LOKAAL NIVEAU

Op lokaal niveau wordt de watervraag sterk beïnvloed door de maatregel die wordt genomen en de keuze voor de doorlatendheid van het veen. In onderstaande Tabel 4 wordt de toename in watervraag per studie weergegeven voor verschillende scenario's op perceelniveau. Op basis van deze modellen lijkt er overeenstemming te zijn ten aanzien van de toename van de watervraag op perceelniveau. Afhankelijk van de maatregel is de toename van 200% tot 400%, waarbij peilopzet, PWIS en AWIS een oplopende watervraag laten zien. In mm gaat het om 100 tot 260 mm per zomerhalfjaar.

Op basis van praktijkproeven op perceelniveau komen soortgelijke factoren naar voren.

TABEL 4 LOKALE WATERVRAAG IN HET ZOMERHALFJAAR (OPPW = OPPERVLAKEWATER)

Onderzoek	Maatregel	Model	Verticale flux (kwel of wegzijging)	Watervraag (kwantitatief)	Opmerkingen
Boonman et al., 2023	oppw 60 cm - mv	Hydrus2D	Neutraal	100 mm	Bij te diepe grondwaterstanden neemt verdamping sterk af.
	oppw 40 cm - mv	Hydrus2D	Neutraal	210 mm	Toename 200%
	oppw 20 cm - mv	Hydrus2D	Neutraal	280 mm	Toename 200%
	PWIS: oppw 60 cm - mv	Hydrus2D	Neutraal	235mm	Toename 130%
	PWIS: oppw 40 cm - mv	Hydrus2D	Neutraal	365mm	Toename 200%
	PWIS: oppw 20 cm - mv	Hydrus2D	Neutraal	305mm	Toename 200%
Voortman en Van den Eertwegh, 2023	referentie	Hydrus 2D	Neutraal	120	Afname verdamping door zuurstoftekort
	PWIS GWS45 cm - mv	Hydrus 2D	neutraal	285	Toename 250%
	AWIS GWS 30 cm - mv	Hydrus 2D	neutraal	360	Toename 200% - 300%
Metingen					
Hoogland et al., 2019	Referentie oppw 80 cm - mv	Gemeten / Hydrus	neutraal	70mm	Veen met kleidek.
	AWIS GWS 50 cm oppw 80 cm - mv	Gemeten / Hydrus	neutraal	300mm	Toename 300%
Van den Eertwegh en Deijl 2022	PWIS	Gemeten	neutraal	120-200 mm	vergroting van de greppel-afvoer bij holle percelen
HDSR praktijkproeven	AWIS, GWS 20-40, oppw 40 cm	Meting/ SWAP	infiltratie	5-8 mm/dag in droge periode	
Bloemendaal	PWIS (mogelijkheid tot afsluiting)	Meting	Neutraal	100 – 200 mm	

Bij zeer hoge grondwaterstanden, bijvoorbeeld door PWIS/AWIS gecombineerd met een zeer grote peilverhoging (20 cm – mv) lijkt volgens de berekeningen (Boonman 2023) de watervraag minder sterk toe te nemen (Tabel 4). Reden hiervoor is mogelijk het zuurstoftekort dat in een dergelijke situatie optreedt. Bij gebruik van andere gewassen kan dit zuurstoftekort mogelijk niet optreden. De verdamping zal in dat geval niet afnemen door zuurstofgebrek. Het verdient nader onderzoek om de verdamping van nieuwe type gewassen op een realistische manier op te nemen in de modellen.

Daarnaast blijkt dat de watervraag per jaar sterk kan verschillen. Op basis van berekeningen van KNOWH2O blijkt het verschil tussen een natte of droge zomer een groter verschil kan opleveren dan het type maatregel (Figuur 5). Ook de metingen zijn uitgevoerd in gebieden met een dikke veenlaag waardoor de uitwisseling met het diepere systeem beperkt is. Dit wegzijgingscomponent kan echter leiden tot een toename van de watervraag. Dit pleit om bij de watervraag op perceel niveau uit te gaan van de bovenkant van de berekening en uit te gaan van een toename van > 160 mm per zomerhalfjaar.

FIGUUR 5 BEREKENDE WATERVRAAG MET HYDRUS2D VOOR DE JAREN 2015-2018 (VOORTMAN EN VAN DEN EERTWEGH, 2023)

Modelresultaten – hoofdlijnen – watervraag (2)

Vernatting: meer water nodig - watervraag neemt toe t.o.v. referentie

PWIS factor 2.5

AWIS factor 3.1

Watervraag neemt vooral toe in mei, juni en juli

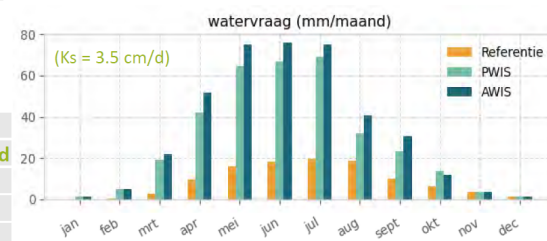
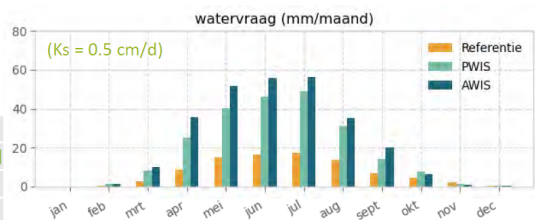
Berekende watervraag (mm/jaar), $K_s = 0.5 \text{ cm/d}$					
	2015	2016	2017	2018	gemiddeld
Referentie	86	66	81	120	88
PWIS	237	180	193	285	224
AWIS	282	228	224	360	273

Ondergrond een hogere doorlatendheid? Dan met PWIS en AWIS effectiever vernatten, daarmee gaat watervraag verder omhoog

PWIS factor 3.2

AWIS factor 3.7

Berekende watervraag (mm/jaar), $K_s = 3.5 \text{ cm/d}$					
	2015	2016	2017	2018	gemiddeld
Referentie	103	75	97	151	107
PWIS	346	290	264	468	342
AWIS	395	342	317	522	394



NATIONAAL CONGRES BODEMDALING 2023

KnowH2O
MOISTURE MATTERS

STAD & LAND

5.2 LITERATUURSTUDIE LANDELIJK EN REGIONAAL NIVEAU

De resultaten van het LHM en regionale studies zijn, ten aanzien van de watervraag, lastig te vergelijken met de perceelmodellen zoals beschreven in paragraaf 5.1. Daarvoor zijn meerdere redenen, waaronder de verschillen in ruimtelijke schaal en de verschillen in gebruikte modelconcepten. Daarnaast richten veel LHM-studies zich op het kwantificeren van Deltascenario's (ook wel: "Parijs varianten") met zichtjaar 2050 of 2085. In deze toekomstscenario's wordt een combinatie van klimaatverandering en sociaaleconomische verandering, in samenhang doorgerekend. De scenario's bevatten daardoor meerdere maatregelen en veranderingen tegelijkertijd. Naast passieve infiltratie maatregelen bevatten deze scenario's ook bijvoorbeeld aanplant van bossen en/of verandering van de hoeveelheid drinkwateronttrekkingen.

Naast meerdere maatregelen in 1 scenario zijn in deze regionale en landelijke studies naast de veengronden, ook klei en zandpercelen meegenomen in de modellering. Hierdoor zijn,

in tegenstelling tot perceelmodellen, niet alle percelen voorzien van een waterinfiltratiesysteem. Daardoor is er bij deze modellen een minder grote verandering van de watervraag te verwachten dan op perceelniveau. Wel wordt aangegeven dat de gebieden waar waterinfiltratiemaatregelen in het model worden toegepast dit bij de regionale modellen vaak worden overschat.

TABEL 5 REGIONALE WATERVRAAG

Regionaal	Maatregel	Model	Kwel/infiltratie	Watervraag mm/dag	Toename watervraag (%)
Dirkx, W., Graas, S., Heijkers, J., van den Berg, H. (2024) H2O-Online.	Ow 40 cm	UGM/SOBEK		29x10 ⁶ m ³	Toename van de watervraag met 37% tussen mei en september
				3 m ³ /s tot 6 m ³ /s	Midden in de zomer, verdubbeling van de watervraag
Huinink et al., 2019	Passieve peilverhoging PWIS	LHM	n.v.t.	0.4 – 0,5 mm/dag	12-36%
	Passieve peilverhoging, PWIS Klimaat	LHM	n.v.t.		37-68%
	1976	LHM	n.v.t.		Toename 100%2
Rozemeijer et al., 2019	PWIS 40 cm – mv	LHM	n.v.t.	Toename 0.4 mm/dag 1 mm/dag	37% (lokaal 80%)
America-van den Heuvel et al., 2023	Oppw 40 cm- mv	LHM	n.v.t.		36%-44%
Hydrologic 2023	PWIS + 10 cm	SOBEK	kwel/ neutraal		17%
	AWIS 30 cm	SOBEK	kwel/ neutraal		26%
HDSR	Peilopzet 40 cm - mv/ met OWD	UGM-Metaswap		19%-37%	Afhankelijk van maatregelen

Het LHM (Huinink 2019) berekent voor die gebieden waar meer dan 10% onderwaterdrainage is aangelegd een verhoging van de watervraag met minimaal 30%.

In de meest recente modelstudie, (Amercia - van den Heuvel, 2023) is OWD op 221.000 ha in heel Nederland aangelegd. Ook daar blijkt voor de veenpercelen de toename van de watervraag rond de 30 à 40% te liggen. Dit komt ook overeen met de studies van de waterschappen waardoor deze waarden als algemeen geaccepteerd kunnen worden.

Belangrijk om te beseffen dat deze toename als gemiddelde geldt voor heel Nederland. Op een kleiner schaalniveau kunnen er grote verschillen optreden. Rozemeijer heeft bijvoorbeeld berekend dat de watervraag regionaal kan oplopen tot 80%.

Hoofdstuk 8 worden de regionale verschillen in meer detail toegelicht.

Op basis van modelberekeningen van HDSR (de zomerperiode) blijkt dat de aanleg van waterinfiltratiesystemen midden in de zomer van 2018, tijdens de drie droogste weken, een toename van de watervraag met 100% (van gemiddeld 3 m³ /s naar 6 m³ /s) kan optreden (Dirkx et al 2024). Recent onderzoek vanuit provincie Zuid-Holland (Arcadis, 2024) toont een grote variatie in de watervraag, variërend van 0 mm tot meer dan 500 mm op jaarbasis. Wegzijging wordt daarbij als belangrijke factor genoemd. Gemiddeld ligt de toename van de watervraag op 20%. Doordat in deze studie andere uitgangspunten zijn toegepast, valt de watervraag als geheel lager uit.

5.3 INTERVIEWS WATERSCHAPPEN

Op basis van de interviews met de waterschappen, komt naar voren dat de toename van de watervraag wel in beeld is. Daarbij wordt zowel gekeken naar de eigen onderzoeken die zijn uitgevoerd als ook de onderzoeken die door Deltares op landelijke schaal zijn uitgevoerd. De berekende watervraag wordt gezien de aannames in de verschillende modellen (zoals het areaal, en de klimaatscenario's), beschouwd als een maximale watervraag.

Bijna alle waterschappen geven aan dat de huidige infrastructuur niet geschikt is om het water naar alle plekken te kunnen transporteren. Aanpassingen in het watersysteem zijn daardoor noodzakelijk om het water wel te leveren aan alle veenweide gebieden. Delfland geeft daarnaast aan dat hun beheergebied sterk verstedelijkt is, daardoor wordt de watervraag voor Delfland minder beïnvloedt door het veenweidelandschap. Voor de stedelijke gebieden heeft het waterschap zelf berekeningen laten uitvoeren waarbij de extra watervraag wordt geschat op 0,5 m³/sec, boven op de landelijke watervraag.

Conclusie:

Op grotere ruimtelijke eenheden lijkt deze range van 30 tot 40 % een goede aanname voor de toename in watervraag. Belangrijk daarbij is dat het areaal waar maatregelen gaan plaatsvinden, goed wordt ingeschat.

Ook dan kan echter een grote variatie van deze waarde van de toename van de watervraag optreden (Rozemeijer et al., 2019). Op de heetste momenten van het jaar kan deze factor echter oplopen tot 100% (Dirkx et al 2024).

De berekende toename van de regionale watervraag wordt door de waterschappen wel als de bovengrens gezien, mede door de aannames die in de modelstudies zijn gedaan. Recent onderzoek geeft aan dat voor Zuid-Holland geringere toename van de watervraag is te verwachten (+20%). In deze laatste studie worden echter andere aannames gedaan ten aanzien van de aanleg van waterinfiltratiesystemen.

Op basis van de perceelmodellen kan de watervraag toenemen met 200% tot 300%, waarbij AWIS een grotere watervraag geeft dan PWIS of greppelinfiltratie. Alleen het verhogen van het oppervlaktewaterpeil lijkt een lagere watervraag op te leveren.

In Hoofdstuk 8 wordt verder ingegaan op de regionale spreiding van de watervraag.

6

WATERTEKORT

6.1 LITERATUURSTUDIE REGIONALE SYSTEMEN

WATERBESCHIKBAARHEID IJSSSELMEER

Het IJsselmeergebied vormt een belangrijke waterbuffer voor Nederland en wordt daarom ook wel aangeduid als onze nationale regenton. Het IJsselmeer vormt een belangrijke buffer waaruit Noord-Nederland tijdelijk van water kan worden voorzien in tijden van geringe rivieraanvoer. Deze buffer wordt in de zomer vrijwel uitsluitend gevoed door de IJssel, die dan ongeveer 15-18% van de Rijnaafvoer krijgt, maar onderweg nog zo'n 10% via de Twentekanalen aan Overijssel levert. In perioden met lage rivierafvoer, zoals in de zomers van 2018, 2019 en 2022, betekent het dat er veel minder dan 200 m³/s het IJsselmeer bereikt. Dat is minder dan er nodig is voor het tegengaan van zoutindringing via het Noordzeekanaal en de Afsluitdijk en door de regio's wordt gevraagd voor peilbeheer, doorspoeling en beregening. Daarbij is het belangrijk dat de kwaliteit van het water ook wordt geborgd, met name ten aanzien van het zoutgehalte - dat voor de drinkwaterbereiding maximaal 150 mg Cl-/l mag bevatten – maar ook om algenbloei te voorkomen. Dat vraagt om voldoende (spoel)debieten tegen zoutindringing en voor verversing (Deltares, 2022).

DROGE PERIODES

In dergelijke periodes met geringe rivierafvoer wordt ingeteerd op de beschikbare water-voorraad (de buffer). Met een zomer streefpeil in het IJsselmeer van -0,20 m NAP, een minimumpeil van -0,30 m NAP, en een flexibele zomeropzet tot -0,10 m NAP (sinds 2018) bedraagt de potentieel direct beschikbare waterschijf 20 cm. Dit komt overeen met een buffervoorraad van 400 miljoen m³ boven op de aanvoer via de IJssel. Als het ook meteorologisch droog is (geen regen, wel verdamping), dan is deze buffervoorraad in ongeveer 2 weken opgebruikt; deels door verdamping uit het meer zelf (zo'n 2-4 mm/dag, afhankelijk van het weer (overeenkomend met ruim 20% van de watervoorraad) en deels door levering aan watervragers. In geval van dreigend of werkelijk watertekort is een noodbufferschijf beschikbaar van 10 cm, door het peil verder uit te laten zakken naar -0,40 m NAP; voor een deel van de (economische) watergebruikers geldt dan al een onttrekkingsverbod. Onder dit kritieke peil mag helemaal geen water meer worden onttrokken, omdat dan de dijkstabiliteit bedreigd wordt evenals een aantal andere watergebonden activiteiten (waterrecreatie, beroepsvaart) en buitendijkse natuur. Bij dit peil wordt onttrekking bovendien technisch lastiger, omdat het IJsselmeerpeil dan lager wordt dan sommige polderpeilen, zodat niet meer onder vrij verval kan worden ingelaten (Deltares, 2022).

De verschillende studies uitgevoerd door Deltares, tonen aan dat er kans is op het ontstaan van knelpunten met betrekking tot de watervraag voor de veenvernating, met name bij een veranderend klimaat. Uit Hunink et al., 2021 en Pouwels et al., 2021 komt naar voren dat knelpunten toenemen door onderwaterdrainage en passieve peilstijging. Zo wordt de maximale capaciteit van de Klimaatbestendige Water Aanvoer (KWA) vaker bereikt. Bovendien blijkt dat de grootste impact zich voordoet op het voorzieningsgebied IJsselmeer/Markermeer. In een zeer droog jaar vraagt het nathouden van de veengebieden een extra

25 cm waterschijf van het IJsselmeer en in het scenario van Stoom2050 een waterschijf van 45 cm.

Uit de regionale studies, uitgevoerd door de waterschappen, komen weinig tot geen resultaten naar voren met betrekking tot watertekorten die zijn ontstaan door veenvernatting. Wel wordt in interviews aangegeven dat er lokaal tekorten kunnen ontstaan. Bij Rijnland wordt aangegeven dat in de huidige situatie in droge zomers al een watertekort is. Momenteel worden er al maatregelen genomen als het beperken van de pleziervaart. Een toename van de watervraag in droge perioden leidt daarom direct tot een toename van het watertekort.

In de studie uitgevoerd door Hydrologic voor HHSK worden geen kwantitatieve resultaten genoemd maar wordt wel aangegeven dat in de toekomst de inlaat Krimpenerwaard de benodigde extra watervraag wel kan leveren, maar dat vermoedelijk het lokale watersysteem dit niet aankan. Of deze extra watervraag leidt tot beperkingen benedenstrooms van de Krimpenerwaard, is onbekend. Dit geldt eigenlijk ook voor HDSR waar er voldoende inlaten vanuit de grotere rivieren beschikbaar zijn om aan de watervraag te kunnen voldoen. Effecten van deze extra inlaat op het benedenstroomse gebied, zijn niet in beeld gebracht.

In een studie uitgevoerd door Waternet, wordt geschreven dat de extra watervraag voor hun beheergebied in principe beschikbaar is in normale jaren en tijdens een groot deel van de droogste jaren. Echter, op piekmomenten zoals in juli 2018 is er dermate weinig water vanuit het ARK en het Markermeer beschikbaar dat elke toename van de watervraag ongewenst is.

Ideeën voor een strategie om met de extra watervraag om te gaan, worden wel genoemd. Een mogelijke maatregel is het tijdelijk stoppen met overdruk in het AWIS (waardoor het systeem als een PWIS gaat werken). Hierdoor zou de extra watervraag al met een derde kunnen verminderen. Ook peilfluctuatie in de tussenboezem leidt tot een besparing van maximaal 0,14 m³/s. De vraag is welk effect deze maatregelen hebben op de uitstoot van CO₂ als gevolg van veenoxidatie. Hiervoor is nader onderzoek gewenst.

Uit de studies blijkt dat het toestaan van passieve peilfluctuaties daarmee geen bijdrage levert aan het vermijden van een watertekort, doordat watertekorten op een ander moment optreden dan de periode waarover infiltratie wordt uitgesteld. Alleen door heel anticiperend de peilen te laten fluctueren, is eventueel een vermindering van watertekorten mogelijk. Hiervoor hebben waterbeheerders echter geen voorspellingen van voldoende nauwkeurigheid om hierop te anticiperen. Ideeën voor een strategie om hiermee om te gaan, worden wel genoemd maar zijn niet verder uitgewerkt.

In andere regionale studies wordt een eventueel watertekort niet duidelijk gekwantificeerd. Dit komt omdat een waterbron, bijvoorbeeld het IJsselmeer of een plas in een beheergebied, vaak meerdere gebieden voorziet van water. Veel waterschappen hebben ook een doorvoerfunctie naar achterliggende waterschappen. Watertekort treedt daarom niet altijd direct op ter plaatse van de polders waar de waterinfiltratie systemen zijn aangelegd, maar ook verder benedenstrooms. Hierover zijn geen gegevens bekend. Daarnaast is het moeilijk te bepalen wanneer een bepaalde hoeveelheid water naar een gebied moet worden aangevoerd en hoeveel van dit water daadwerkelijk op de juiste plek terechtkomt waar het nodig is. Het is nodig om de sturing van het water op kleinere schaal in beeld te brengen voordat kan worden beoordeeld of er echt een watertekort is voor een specifiek gebied. Deze kennis is ook noodzakelijk om op regionale schaal het echte watertekort goed te kunnen bepalen.

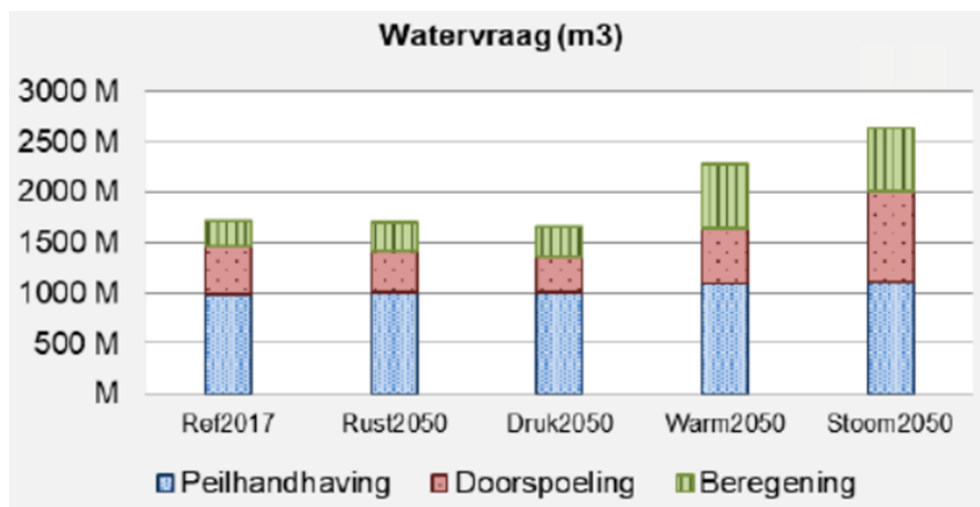
TOEKOMSTIG WATERTEKORT

Een studie van Deltares uit 2022 laat zien dat de zoetwatervoorziening vanuit het IJsselmeer onder druk staat door klimaatverandering én maatschappelijke ontwikkelingen. Bij sterke klimaatverandering neemt de beschikbaarheid van zoetwater (neerslag, rivieraanvoer) in het zomerhalfjaar af terwijl de vraag toeneemt door meer verdamping en meer verzilting. Maatschappelijke ontwikkelingen, zoals bevolkingsgroei en de reactie van sectoren op klimaatverandering, zorgen over het algemeen voor een toename van de waterbehoefte. Dit versterkt de toenemende disbalans tussen watervraag en -aanbod. Hierop anticiperen is voor het IJsselmeergebied een belangrijke opgave. Het totaal van deze ontwikkelingen is verkend voor het Deltaprogramma Zoetwater, waarvoor is gewerkt met de Deltascenario's: combinaties van klimaatverandering en socio-economische ontwikkelingen (Mens et al., 2020). De knelpuntenanalyse liet zien dat de buffervoorraad van het IJsselmeer/Markermeer onder de huidige omstandigheden voldoende is en de buffer naar schatting slechts eens in de 50 tot 100 jaar volledig wordt benut. Bij toenemende watervraag en afnemende rivierafvoeren, komt deze voorraad echter onder druk te staan. Naast de direct beschikbare zoetwatervoorraad in het IJsselmeer/Markermeer van 400 miljoen m³, wordt de totale waterbeschikbaarheid voor het IJsselmeergebied voor een groot deel bepaald door de aanvoer via de IJssel. In een droog jaar bedraagt deze hoeveelheid zoet water (totaal over het zomerhalfjaar) ongeveer 3600 miljoen m³.

Figuur 6 geeft voor vier mogelijke deltasenario's in 2050 een inschatting van de ontwikkeling van de regionale watervraag in een zeer droog jaar, in vergelijking met de situatie in 2017. Dit betreft de drie oranje gekleurde watervragers. Regionaal peilbeheer, met name vanuit het Fries-Groningse kustgebied, is de grootste watervrager (1000 miljoen m³ in het zomerhalfjaar). Bij sterke klimaatverandering neemt de totale regionale vraag in een zeer droog jaar toe van circa 1750 miljoen m³ naar 2600 miljoen m³. De watervraag voor doorspoeling en beregening in de landbouw is nu relatief klein ten opzichte van die voor peilhandhaving, maar kan zeer sterk toenemen in een scenario met forse klimaatverandering (Mens et al., 2020). In deze berekeningen is de extra watervraag voor het vernatten van veengebieden nog niet meegenomen.

FIGUUR 6

ONTWIKKELING VAN DE REGIONALE WATERVRAAG AAN HET HOOFDWATERSYSTEEM IN HET VOORZIENINGSGEBIED VAN HET IJSELMEER/MARKERMEER, UITGEDRUKT IN MILJOEN M³ OVER HET ZOMERHALFJAAR VOOR DE VERSCHILLENDE TOEKOMSTSCENARIO'S, VOOR EEN EXTREME SITUATIE MET EEN HERHALINGSTIJD VAN 50 JAAR (MENS ET AL., 2020)



In het kader van de Stresstest voor het Deltaprogramma zoetwater fase II zijn vervolgens nieuwe berekeningen gemaakt die beter rekening houden met de werking van het systeem en mogelijke ontwikkelingen (Pouwels et al., 2021). Onder andere de uitvoering van de provinciale veenweidestrategieën, waarin in de komende jaren maatregelen worden getroffen om de veenweidegebieden te vernatten om bodemdaling tegen te gaan, zorgt voor een flinke toename van de watervraag voor peilbeheer. Voor Friesland is bij de uitvoering van deze stresstest rekening gehouden met een toename van de watervraag van 9-12% van de veenweidegebieden. Uit deze berekeningen volgt dat watertekorten vaker optreden en bij voortzetting van huidig beleid nog verder zouden kunnen toenemen dan uit de eerdere analyses voor het Deltaprogramma Zoetwater is gebleken. Om zoetwaterknelpunten inzichtelijk te maken, worden in de stresstest twee indicatoren in beeld gebracht die inzicht geven in de ernst en frequentie van optredend watertekort:

1. Het volume watertekort ten opzichte van de vraag in een (zeer) droog jaar;
Volgens de stresstest is de watervraag in zichtjaar 2030 (na uitvoeren van de maatregelen voor het nathouden van het veenweidegebied) in een zeer droog jaar in het huidige klimaat hoger dan nu (vergelijk Ref2017 in Figuur 2.11), namelijk circa 2000 miljoen m³, en neemt dit naar 2050 mogelijk verder toe met ongeveer 1000 miljoen m³. Het watertekort stijgt van 21% naar 53% van de watervraag.
2. De frequentie van inzet van de volledige bufferschijf IJsselmeer/Markermeer;
Volgens de stresstest wordt, met inachtneming van de nieuwe inzichten en ontwikkelingen in het huidige klimaat, de volledige bufferschijf eens in de 20 jaar volledig benut. Eens in de 50 jaar treden watertekorten op van meer dan 10% van de watervraag. Bij sterke klimaatverandering en ontwikkelingen bij voortzetting van huidig beleid (scenario Stoom 2050), zal de direct beschikbare bufferschijf eens in de 5 jaar volledig worden gebruikt. In dit scenario krijgt men eens in de 50 jaar te maken met grote watertekorten van meer dan 10% van de vraag, waarbij meerpeilen dalen onder de -0,40 m NAP.

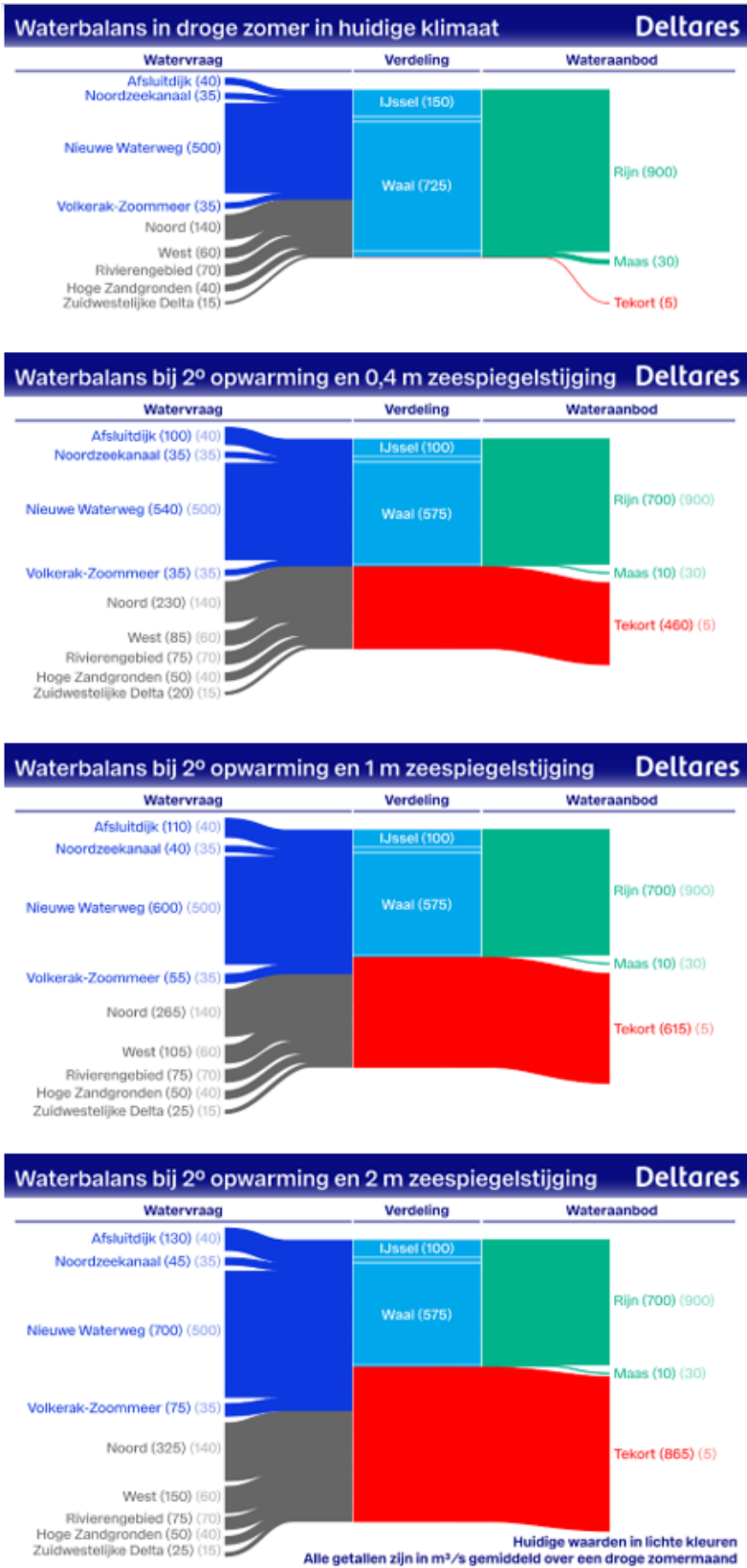
Een meer recente studie van Deltares (2024) brengt het potentiële toekomstige watertekort voor heel Laag-Nederland in beeld, waarbij naar toename van droogte door klimaatverandering ook zeespiegelstijging wordt meegenomen. Deze veranderingen tezamen zorgen voor een toename van de watervraag in een droge zomer en een afname van waterbeschikbaarheid uit de grote rivieren. De kans op zoetwatertekorten op nationale en regionale schaal nemen hierdoor toe. De totale waterbalans (vraag versus beschikbaarheid) voor laag Nederland bij zowel klimaatopwarming als versnelde zeespiegelstijging is echter niet goed in beeld. Begin 2024 is door Deltares een studie uitgevoerd om op hoofdlijnen in beeld te brengen wat de zoetwaterbalans van laag Nederland is tijdens droogte en hoe dit verandert deze bij klimaatopwarming en zeespiegelstijging van 1 en 2 meter (Deltares, 2024).

Uit de analyse blijkt dat het watertekort (het verschil tussen watervraag en wateraanbod) tijdens extreme droogte flink toeneemt als het klimaat verder opwarmt én de zeespiegel verder stijgt én dezelfde eisen worden gesteld aan de waterkwaliteit als nu (zie Figuur 7). De effecten van zeespiegelstijging, neerslagtekort-toename en lagere rivierafvoeren spelen hierin allemaal een grote rol. In zo'n droge zomermaand is de watervraag, bij 1 en 2 meter zeespiegelstijging, ongeveer twee keer zo groot als de wateraanvoer van de Rijn. De watervraag neemt bij zeespiegelstijging toe doordat meer water nodig is om zoutindringing op het hoofdwatersysteem en in het regionale watersysteem tegen te gaan (Deltares, 2024).

Sommige termen in de waterbalans van de studie van Deltares uit 2024, zijn zeer onzeker en vragen om nader onderzoek, zoals de doorspoelvraag van de Afsluitdijk en het minimum debiet voor de Nieuwe Waterweg. De verwachting is dat met meer onderzoek, en zeker met nader te bepalen maatregelen op de schutsluizen, de doorspoelvraag voor de Afsluitdijk naar beneden kan worden bijgesteld. Ook de doorspoelvraag van polders is vermoedelijk aan de hoge kant, doordat geen rekening is gehouden met mogelijk hergebruik van water binnen een beheergebied. Daar staat tegenover dat de regionale watervraag mogelijk naar boven moet worden bijgesteld, omdat 'nieuwe' watervragers nog niet zijn meegenomen, zoals de extra watervraag voor peilbeheer voor het nathouden van de veengebieden en de watervraag van stedelijk gebied (Deltares, 2024).

Andere maatregelen om watertekorten te verkleinen, gaan over mitigerende maatregelen om de watervraag te verkleinen, daarbij valt te denken aan dynamisch/flexibel peilbeheer, waarbij tijdelijk hogere slootpeilen worden toegestaan na een neerslaggebeurtenis. Op basis van de huidige resultaten van berekeningen met het LHM kan flexibel peilbeheer slechts in beperkte mate de watervraag verkleinen. Amercia-van den Heuvel et al. (2023) geeft op basis van een analyse met het LHM aan dat met flexibel peilbeheer de watervraag verlaagt kan worden, namelijk; een peilbeheer van tussen 20 en 40 cm-mv verlaagt de watervraag met 10%. Echter, juist in droge zomers zal de watervraag door deze maatregelen slechts beperkt afnemen doordat er geen water beschikbaar is. Dynamisch peilbeheer, waarbij anticiperend op de verwachte watervraag het watersysteem wordt bestuurd, is momenteel nog niet goed mogelijk doordat het noodzakelijke beslisinstrumentarium (weersverwachting op langere termijn nog onvoldoende betrouwbaar is om daar op te gaan sturen ten aanzien van het peilbeheer.

FIGUUR 7 WATERBALANS VOOR EEN EXTREEM DROGE ZOMERMAAND (JAARLIJKSE HERHALINGSTIJD VAN 30 TOT 50 JAAR) IN HET HUIDIGE KLIMAAT EN IN 3 VERSCHILLENDE SCENARIO'S. DE WAARDES VAN HET HUIDIGE KLIMAAT ZIJN TUSSEN HAAKJES WEERGEGEVEN (DELTAES 2024)



6.2 INTERVIEWS WATERSCHAPPEN

Op basis van interviews bij waterschappen ontstaat het beeld dat er meestal geen problemen worden verwacht met de wateraanvoer. Alleen op momenten van grote droogte (2018) zouden er problemen kunnen ontstaan als de KWA onvoldoende water kan leveren, of er geen water vanuit het IJsselmeer onder vrij verval kan worden geleverd. Of het watertekort in de toekomst sterk gaat toenemen, is sterk afhankelijk van landelijke beleidskeuzes die gemaakt worden. Daarnaast geven alle waterschappen aan dat de verwachting is dat de huidige infrastructuur onvoldoende is om het beschikbare water op de juiste manier te verdelen in het gebied. Om het watertekort te beperken, kan water in de polder zelf worden opgeslagen. Deze oplossing wordt door veel waterschappen als niet realistisch gezien vanwege de grote ruimtevraag die daardoor ontstaat.

Tijdens de interviews wordt aangegeven dat het areaal waar waterinfiltratiesystemen worden aangelegd sterk afhankelijk is van beleidskeuzes in het veenweidegebied. Aanpassing van beleid en invoeren van bijvoorbeeld droogtenormen, kunnen eveneens leiden tot een sterke verandering van de werkelijke watervraag en daarmee op het watertekort.

De belangrijkste beleidskeuze zal zijn of het areaal veenweide dat in de modellen met maatregelen wordt meegenomen, in de praktijk ook daadwerkelijk zal worden voorzien van waterinfiltratie maatregelen. Een verkleining van het areaal heeft direct effect op de watervraag. Op basis van interviews met waterschappen wordt het niet aannemelijk geacht dat op alle gronden die in de modellen zijn meegenomen in de werkelijkheid ook waterinfiltratie systemen zullen worden ingericht. Reden hiervoor is dat andere zaken medebepalend zijn voor de aanleg van deze maatregelen. In de gesprekken wordt aangegeven dat zowel Deltares als de waterschappen maatregelenpakketten hebben doorgerekend waarbij maximaal wordt ingezet op waterinfiltratiemaatregelen in veenweidepercelen. Het areaal dat wordt aangelegd wordt echter vooral als een ruimtelijk ordeningsvraagstuk gezien, waarbij de provincies een belangrijke rol spelen.

Zoals eerder aangegeven, wordt de berekende watervraag in dat opzicht als de bovenkant van range van de toename van de watervraag als gevolg van vernatting van veenweidegebied gezien. Daarmee is een mogelijk berekend watertekort (deels) op te vangen.

7

WATEROVERLAST

7.1 LITERATUURSTUDIE REGIONAAL NIVEAU

Doordat veenvernattingsmaatregelen vaak resulteren in hogere slootpeilen en hogere grondwaterstanden, is het denkbaar dat er meer wateroverlast zou kunnen plaatsvinden. In het kader van de studies met het LHM is geen analyse gedaan van het effect van vernatting op wateroverlast. Wel hebben enkele waterschappen studies uitgevoerd naar de mogelijke toename van wateroverlast, waarbij met wateroverlast inundatie vanuit de oppervlaktewateren wordt bedoeld. HHSK en HDSR hebben specifiek voor hun beheergebied daarvoor berekeningen uitgevoerd.

De modelberekeningen van HDSR geven aan dat bij een bui met een herhalingsdij van 10 jaar, in het huidige klimaat, bij bijna 20% (6.608 ha) van het veengebied van HDSR wateroverlast zal optreden. Door de grote hoeveelheid neerslag stijgen de slootpeilen en lopen de laaggelegen gebieden onder water. Het gaat dan veelal om waterdieptes van minder dan 10 cm. Het verhogen van de slootpeilen en/of de aanleg van WIS, geeft een toename van het risico op inundatie met circa 1000 ha. Deze toename is in dezelfde ordegrrootte als de toename van de wateroverlastproblematiek door klimaatverandering. HHSK heeft berekend dat bij het toepassen van AWIS de toename van het aantal dagen per jaar met wateroverlast, beperkt is tot maximaal +50% (0,5 dag) in het klimaatscenario 2050. Ook de verandering van de duur van de inundatie (aantal dagen per jaar) is beperkt, van 0,7 dagen per jaar naar 1,2 dagen per jaar. (Hydrologic 2023). Naast het aantal dagen neemt ook de frequentie toe. Doordat de frequentie sterker toeneemt dan het aantal dagen, betekent dit dat er vaker kortdurende wateroverlast zal zijn dan voorheen. (Hydrologic 2023)

In het rapport Verkenning impact (grondwater)peilopzet veenweiden (Arcadis, 2024) zijn berekeningen uitgevoerd ten aanzien van de wateroverlast in 16 veenweidegebieden binnen de 3 provincies Zuid-Holland, Noord-Holland en Utrecht.

De wateroverlast die door het opzetten van de grondwaterstand- en oppervlaktewaterpeil tot 30 cm onder maaiveld met WIS wordt berekend, is weergegeven als het inundatieoppervlak als % van de polder. Hierin worden toenames van 0% tot > 20% berekend. Gemiddeld is de toename van het inundatieoppervlak berekend op 2% à 3,5% van de polder, bij een T = 10 bui. Dit is grofweg een verdubbeling van het areaal dat inundeert. Bij een scenario met een oppervlaktewaterpeil van 20 cm onder maaiveld met WIS, neemt het inundatieoppervlak sterk toe, tussen 5,4% en 8%.

Grondwater- en oppervlaktewaterstanden boven de 30 cm lijken daarmee gepaard te gaan met duidelijke toename van wateroverlast.

Door vernattingsmaatregelen kan de draagkracht van de bodem worden verkleind. Op basis van meetgegevens (van den Eerthweg 2023) blijkt dat percelen zonder waterinfiltratiesysteem, de grootste draagkracht hebben, waarbij het kleigehalte van het veen en de drooglegging 2 belangrijke factoren zijn. Vernattingsmaatregelen waarbij grondwaterstanden langdurig rond maaiveld liggen, leiden tot sterke beperking van de draagkracht en daarmee van de agrarische gebruikswaarde (uitgaande van de huidige landgebruik, beheer en management).

7.2 INTERVIEWS WATERSCHAPPEN

In gesprek met Rijnland blijkt dat wateroverlast in de boezem niet wordt verwacht. De impact ligt, net als bij de klimaatscenario's vooral in de polder, niet in de boezem. Bij vernatting (peilverhoging) voldoen deze polders niet meer aan de normen. Het oplossen van extra wateroverlast wordt in het veenweidegebied, vanwege economisch redenen, vaak niet uitgevoerd. Zo is bij de aanleg van waterbergingsgebieden in de polder, zelf het gevraagde oppervlakte groter dan het inundatie gebied. Bij het vergroten van de afvoercapaciteiten van de veenpolders wordt het effect naar de boezem verplaatst waardoor de afvoercapaciteit van de boezem dan vergroot moet worden.

HDSR geeft aan dat de toename van wateroverlast door vernatting (peilverhoging en AWIS/PWIS) gelijk is aan de toename bij klimaatverandering. Slim waterbeheer, voor bemalen op basis van weersvoorspellingen, kan dit beperken. HHSK heeft door de grootte van de peilvakken een groter risico op wateroverlast als alle perceeleigenaren vernattingsmaatregelen aanleggen. Echter is de verwachting dat het slootpeil niet veel verhoogd zal worden gezien de huidige beperkte drooglegging in veel gebieden. De aanleg van AWIS/PWIS levert vooral een toename van de frequentie van wateroverlast op.

Er is daarom een duidelijke vraag vanuit de waterschappen om de gebiedsnorm of de normen bij het landgebruik in veenweidegebied, te versoepelen.

Wetterskip Fryslân geeft aan dat er geen extra wateroverlast wordt verwacht vanwege de grote berging die nu nog in het systeem aanwezig is. Wel wordt verwacht dat de bergingscapaciteit in het systeem na de aanleg van AWIS/PWIS met oppervlaktewaterpeilverhoging volledig wordt opgebruikt. Bij sterke klimaatverandering zal het systeem dan mogelijk overbelast raken. (Vermulst H et al, 2019)

AGV heeft recent enkele berekeningen uitgevoerd waaruit blijkt dat de wateroverlast vooral optreedt bij zeer hevige neerslag. De dominante afvoerroute vanuit het perceel is dan oppervlakkige afstroming. Dit komt door het overschrijden van de infiltratiecapaciteit van de bodem. De verwachting is dat deze factor niet sterk gaat veranderen. Wel kunnen de afvoerpieken langere tijd hoog blijven als gevolg van hoge grondwaterstanden in de veenweidegebieden door bijvoorbeeld AWIS/PWIS. Als er daardoor problemen optreden, zal dit vooral plaatsvinden in de polders zelf.

Alle waterschappen geven aan dat wateroverlast bij de waterschappen anders wordt geïnterpreteerd dan bij agrariërs. Bij waterschappen treedt wateroverlast pas op als er inundatie optreedt vanuit het oppervlaktewater. Voor agrariërs heeft wateroverlast veel meer een relatie met de draagkracht. De afname van draagkracht is echter in geen van de studies meegenomen als wateroverlast.

8

WATERVRAAG UITGESPLITST NAAR COMPONENTEN VAN DE WATERBALANS

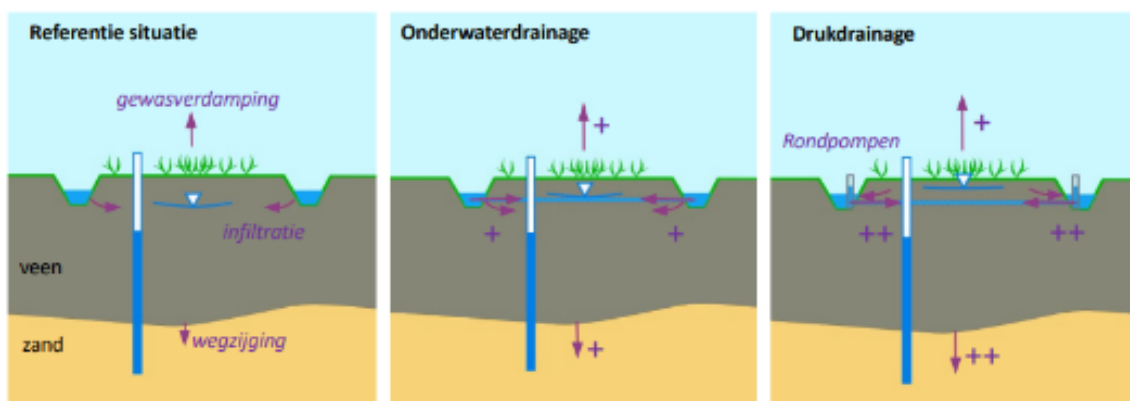
De extra watervraag door vernatting, is verder te specificeren naar verschillende componenten van de waterbalans. Infiltratie gaat het uitzakken van de grondwaterstand tegen, welke met name optreedt door toenemende gewasverdamping in het groeiseizoen. Dit betekent dat de infiltratie grotendeels het neerslagtekort moet compenseren. Grotendeels omdat langs de randen van het perceel ook nog enige infiltratie optreedt vanuit de sloot het perceel in en omdat in de zone boven het grondwater (de onverzadigde zone) een voorraad water beschikbaar heeft in de vorm van bodemvocht, wat periodiek wordt aangevuld met neerslag. Het water in deze onverzadigde zone kan voor een deel worden benut door het gras zonder direct tot een grondwaterstandsverlaging te leiden.

Een structureel hogere grondwaterstand in het veenweidegebied of perceel kan invloed hebben op de verschillende waterbalanscomponenten, waardoor de watervraag toeneemt. Het gaat daarbij om de volgende effecten:

- Veranderingen in de gewasverdamping:
- Effecten op de kwel/wegzijgingsflux:
- Rondpompen van water tussen sloot en perceel of tussen verschillende peilvakken

De belangrijkste watervragers van vernattingsmaatregelen zijn hiermee de gewasverdamping en, afhankelijk van de locatie, een effect op de kwel/wegzijging. Hieronder bespreken we deze beide componenten wat uitgebreider.

FIGUUR 8 COMPONENTEN VAN DE WATERBALANS OP PERCEELNIVEAU EN HET EFFECT VAN VERSCHILLENDE MAATREGELEN OP DEZE COMPONENTEN (VERGROTEND EFFECT IS AANGEGEVEN MET '+')



RELATIE WATERVRAAG EN GEWASVERDAMPING

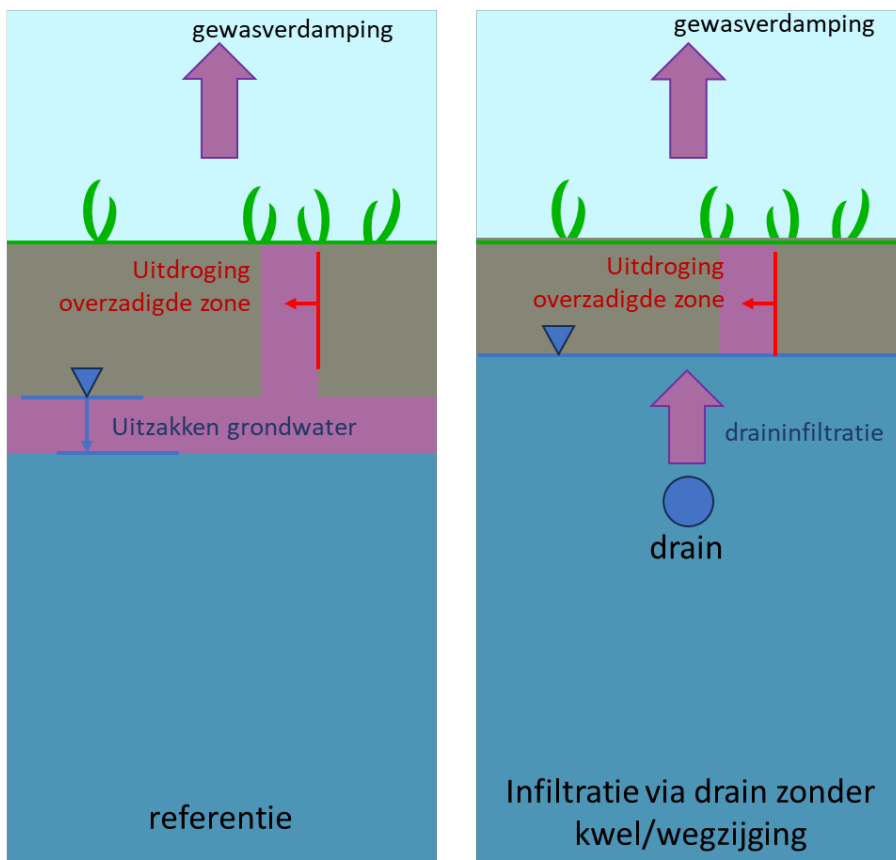
Bij een optimaal werkende vernattingsmaatregel blijft de grondwaterstand hoog in de zomer, op een stabiele diepte, waar deze zonder maatregel zou uitzakken. In geval van de referentiesituatie, zonder maatregel, leidt de uitgaande waterflux door gewasverdamping tot een verandering in de waterberging binnen het perceel: de watervoorraad in de onverzadigde en verzadigde zone worden aangesproken waardoor de onverzadigde zone droger wordt en het grondwater daalt (schematisch aangegeven in Figuur 9, links). Deze verandering in de watervoorraad binnen het perceel wordt slechts zeer beperkt opgeheven door infiltratie vanuit de sloot (behalve direct aan de randen van het perceel), waardoor de grondwaterstanden uitzakken en uiteindelijk een holle grondwaterspiegel ontstaat. Door de diepere grondwaterstanden groeit de onverzadigde zone gedurende het groeiseizoen. In de zomer is er dan voldoende ruimte in de onverzadigde zone om de neerslag die valt, vast te houden. De grondwaterstand komt wat omhoog en het gewas kan zijn watervraag uit de onverzadigde zone en vooral verzadigde zone halen. De waterberging in de bodem vormt daarmee een extra buffer voor de watervraag door gewasverdamping.

Wanneer bij een optimaal werkende maatregel de grondwaterstand op een hoog en vrijwel constant niveau wordt gehouden, ontstaat een directere relatie tussen de infiltratie en de gewasverdamping (schematisch aangegeven in Figuur 9, rechts). De watervraag door gewasverdamping wordt onder deze omstandigheden in veel mindere mate opgevangen door de waterberging in de bodem zelf. Anders dan in de referentiesituatie zakt de grondwaterstand niet uit. Alleen de onverzadigde zone kan nog water leveren voor de gewasverdamping. Deze hoeveelheid is echter gelimiteerd. Het water, dat door het gewas uit de verzadigde zone in de bodem wordt onttrokken, wordt direct weer aangevuld door het waterinfiltratiesysteem. Op deze manier blijft de grondwaterstand stabiel. In feite heft de vernattingsmaatregel de bergende werking van de bodem grotendeels op waardoor een groot deel van de gewasverdamping door het infiltratiesysteem moet worden geleverd.

Naarmate de dikte van de onverzadigde zone afneemt, wordt de relatie tussen de verdamping en de wateraanvoer directer. In het extreme geval dat het water aan maaiveld zou staan, wordt de verdamping geheel gecompenseerd door de wateraanvoer van het waterinfiltratiesysteem. Er is in dit geval geen voorraad aan water in de onverzadigde zone die benut kan worden als buffer.

FIGUUR 9

SCHEMATISCHE VERSIMPELDE WEERGAVE VAN DE VERANDERING IN DE WATERBERGING BINNEN EEN PERCEEL TEN GEVOLGE VAN GEWASVERDAMPING ONDER REFERENTIEOMSTANDIGHEDEN (LINKS) EN BIJ WATERINFILTRATIE (RECHTS). ONDER REFERENTIEOMSTANDIGHEDEN LEIDT DE UITGAANDE FLUX DOOR GEWASVERDAMPING TOT EEN VERANDERING IN DE HOEEVEELHEID WATER IN DE VEENBODEM DOOR EEN UITDROGING VAN DE ONVERZADIGDE ZONE EN EEN DALING VAN HET GRONDWATER. IN GEVAL VAN OPTIMAAL WERKENDE VERNATTINGSMAATREGELEN WORDT DE GRONDWATERSTAND ECHTER HOOG EN CONSTANT GEHOUDEN, WAARDOOR DE GEWASVERDAMPING SLECHTS VOOR EEN KLEIN DEEL KAN WORDEN GELEVERD DOOR EEN VERANDERING IN DE WATERBERGING VAN DE ONVERZADIGDE ZONE EN GROTENDEELS MOET WORDEN AANGEVULD MIDDELS INFILTRATIE VIA DE DRAIN. IN HET VOORBEELD IS GEEN SPRAKE VAN KWEL/WEGZIJGING



EFFECT VAN VERNATTING OP DE GEWASVERDAMPING

In de eerdere haalbaarheidsstudie, uitgevoerd in 2020, is een overzicht gegeven van de beschikbare kennis op basis van metingen ten aanzien van de grootte van de gewasverdamping van gras en van andere type gewassen, zoals moerasnatuur en natte teelten.

Voor grasland is de verdamping onder optimale omstandigheden te benaderen met de Makkink referentie verdamping. Wanneer echter droogte of temperatuurstress optreedt, wordt de gewasverdamping beperkt. Volgens Massop et al., 2005 kan bij extreme droogte grasland verdamping reduceren ten opzichte van de potentiële verdamping met 10% onder normale omstandigheden en tot 40% in extreme droogte. Vernattingsmaatregelen kunnen dus de grasverdamping laten toenemen ten opzichte van een referentiesituatie, met name in periodes waarbij onder referentie omstandigheden droogtestress zou optreden.

Een master thesis van de VU (Boon 2024) heeft zeer recent metingen van gewasverdamping op graslandpercelen binnen het Nationaal Onderzoeksprogramma Broeikasgassen Veenweiden geanalyseerd. Op vijf graslandpercelen (waarvan één referentieperceel, drie vernatte percelen en een natuurlijk grasland met hoge grondwaterstanden) is de gewas-

verdamping afgeleid uit metingen van een Eddy-covariance toren. Deze toren meet de verdamping uit zijn omgeving.

Uit deze studie komt een lineaire relatie tussen de grondwaterstand en de gewasverdamping van het grasland. Dit betekent dat vernatting naar grondwaterstanden 20-40 cm onder maaiveld zal leiden tot een hogere gewasverdamping. Op basis van deze gelimiteerde studie neemt de totale verdamping met 12.5% toe bij een grondwaterstandsverhoging naar -20 cm. Dit is echter niet alleen gewasverdamping, maar ook open-water verdamping door plassen bijvoorbeeld plassen op maaiveld of bredere wateroppervlakten van sloten/greppels die in het grasland optreden. De toename van de gewasverdamping zelf, is daardoor naar verwachting geringer. Door de gelimiteerde dataset is dit alleen toepasbaar op Nederlands veenweide.

INZICHT IN HET EFFECT VAN VERNATTING OP DE KWEL/WEGZIJGING

Een hogere grondwaterstand door vernattingsmaatregelen kan effecten hebben op de verticale uitwisseling tussen het veenpakket en het onderliggend eerste watervoerende pakket. Dit effect is sterk afhankelijk van de verticale weerstand hiertussen en de stijghoogte van het diepere grondwater ter plaatse van de maatregel.

Doordat veen een beperkte verticale doorlatendheid heeft, kan in geval van dikke veenpakketten ervan uit worden gegaan dat de verticale uitwisseling zeer beperkt is en dat vernatting hier geen significant effect op zal hebben. Ook de aanwezigheid van een kleilaag tussen veen en het eerste watervoerende pakket kan voldoende weerstand bieden om slechts een gering effect te verwachten op de kwel/wegzijging. Ook wordt weleens gerapporteerd over de aanwezigheid van een gliede laagje aan de onderkant van het veen, welke zeer slecht doorlatend is en de verticale waterstroming sterk kan limiteren. In deze gevallen wordt de watervraag gedomineerd door de gewasverdamping.

In geval van relatief dunne veenpakketten kan vernatting echter wel een significant effect hebben op de kwel/wegzijgingsflux. Dit betekent dat in gebieden met sterke kwel (gebieden met een hoge stijghoogte) een hogere grondwaterstand, de kwelflux kan afzwakken. Bij een zwakke kwelsituatie kan een hogere grondwaterstand ook leiden tot een omslag van een kwel naar een wegzijgingssituatie. Als de overdruk vanuit het diepere watervoerende pakket onder referentieomstandigheden bijvoorbeeld 10-20 cm bedraagt, is dit in de zomer met een grondwaterstandsverhoging door vernatting zo op te heffen en om te zetten naar een wegzijgingssituatie. Bij een al bestaande wegzijgingssituatie, kan de hogere grondwaterstand leiden tot een toename van de wegzijging. In dit geval leidt deze toename tot een extra watervraag. De infiltratie compenseert dus niet alleen maar de gewasverdamping maar ook de toegenomen wegzijging.

ROL SLOOTPEIL EN INFILTRATIE UIT SLOOT

Bij een groot verschil tussen de grondwaterstand en het waterpeil, ontstaat er stroming vanuit het perceel naar de sloot of andersom. In geval van AWIS kan de grondwaterstand hoger worden gehouden dan het slootwaterpeil. Hierdoor kan ook een horizontale stroming ontstaan van water terug de sloot in. Netto leidt dit echter niet tot een extra watervraag omdat het water op deze manier terugkomt in het oppervlaktewatersysteem maar dit levert op perceelniveau wel een toename van de watervraag op. De grootte daarvan is naast het peilverschil ook sterk afhankelijk van de afstand tussen de drainage en de sloot en de doorlatendheid van het veen. Voor een uitgebreide toelichting op deze factoren verwijzen we naar de haalbaarheidsstudie voor de STOWA uit 2020, 'Waterkwantiteit en waterbeheer: een inventarisatie van de haalbaarheid van maatregelen in het veenweidegebied'.

ROL DOORLATENDHEID VEEN

In bovenstaande beschouwingen van het effect van vernattingsmaatregelen, is steeds uitgegaan van een optimale werking van de vernattingsmaatregel. Het kan echter zijn dat infiltratiemiddelen te ver uit elkaar zijn geplaatst en/of de doorlatendheid van het veen dusdanig laag is, dat het effect op de grondwaterstand beperkt is. In dat geval is de watervraag voor infiltratie natuurlijk kleiner. Een lagere doorlatendheid van het veen is een belangrijke factor die beperkend kan werken op de uitwisseling van de verschillende componenten van de waterbalans.

8.1 WATERBALANSCOMPONENTEN LOKALE STUDIES

8.1.1 METINGEN

Metingen aan de watervraag van vernattingsmaatregelen zijn beperkt. Deze zijn gedaan op perceelschaal, omdat maatregelen in de praktijk vaak op dit niveau zijn toegepast. Het effect op de watervraag door een maatregel op zo'n klein areaal is namelijk zeer moeilijk te meten over een groter gebied zoals een peilvak.

Metingen op perceelschaal bestaan voornamelijk uit fluxmetingen in verzamel drains bij WIS systemen. Deze flux wordt beïnvloed door zowel de gewasverdamping, als de kwel/wegzijging en een eventuele horizontale terugstroom naar het oppervlaktewater (wanneer de maatregel niet over het gehele perceel is toegepast, kan een grondwaterstroming binnen het perceel ook voor een extra infiltratievraag zorgen). In nog mindere mate zijn er metingen gedaan aan greppelinfiltratie. Dit kan bijvoorbeeld door aan het begin en het einde van greppels een buis te installeren met fluxmeter.

Meestal wordt niet direct gemeten aan de gewasverdamping, maar wordt deze geschat op basis van de Makkink verdamping van het KNMI. Zoals eerder genoemd is in het NOBV wel gemeten aan de gewasverdamping middels Eddy Covariance torens.

Aan de kwel/wegzijgingsflux is niet direct te meten. Deze kan afgeleid worden uit de verticale doorlatendheid en het verschil tussen de freatische grondwaterstand en de stijghoogte onder het veenpakket. De verticale doorlatendheid zelf, is moeilijk te meten. Deze is over het algemeen lager dan de horizontale doorlatendheid door de ontstaansgeschiedenis van het veen. Hoeveel lager kan sterk variëren. Realistische factoren zijn een factor 2 tot 10 lager dan de horizontale doorlatendheid.

De horizontale terugstroom van water naar de sloot in geval van grondwaterstanden die boven het slootpeil worden gehouden, is niet direct te meten. De grootte kan worden ingeschat op basis van het drukverschil en de verwachte perceel- en slootweerstand, maar heeft hierdoor een grote onzekerheid.

De locaties/projecten waarbij metingen zijn gedaan aan de watervraag en eventueel aanvullende componenten van de waterbalans, bespreken we hieronder. Aanvullende componenten beperken zich over het algemeen tot het meten van de kweldruk.

PRECISIEWATERMANAGEMENT OP VEENWEIDEGROUND MET POMP GESTUURDE ONDERWATERDRAINS, (HOVING ET AL., 2018)

- Locatie: KTC Zegveld.
- Metingen: aan pompcapaciteit.
- Maatregel: Pomp gestuurde drainage in combinatie met hoog (20 cm-mv) en laag (55 cm-mv) slootpeil.
- Schaalgrootte: perceelschaal.
- Meetperiode: 22 juni 2016- 22 december 2017 (aantal onderbrekingen in datareeks).
- Hydrologische situatie: 6,4 m veenpakket. GLG op 50-80 cm-mv. Horizontale doorlatendheid over algemeen 10-20 cm/d.
- Resultaten: Wateraanvoer via het pompsysteem was 2,5 keer groter bij laag slootpeil dan hoog slootpeil. Gemiddeld werd 0,6 en 1,6 mm/d water het perceel in gepompt respectievelijk bij hoog en laag slootpeil. Piekwaardes bij droogte: Maximale waardes waren 2,2 en 6,8 mm/d respectievelijk hoog en laag slootpeil. Rondpompen: Het verschil is te verklaren door terugstromen van water van perceel naar sloot (de GWS staat in de zomer circa 15 cm hoger dan slootpeil bij het lage slootpeil). Aanbeveling is om slootpeil op streefpeil of hoger te houden om dit rondpompen te voorkomen.

PROJECT SPAARWATER FLEVOLAND (2017-2019)

Project uitgevoerd door Acacia Water in opdracht van Zuiderzeeland en provincie Flevoland. Op twee akkerbouwpercelen bij Zeewolde en Nagele is een AWIS systeem aangelegd om de veenlaag nat te houden en bodemdaling tegen te gaan. In de putten is hierbij gemeten aan de in- en uitgaande fluxen van de verzameldrains en aan de kweldruk.

Hydrologische situatie: lichte kwelsituatie, kleidek op veen op zand. Bij Zeewolde: dunne veenlaag (variabele dikte, circa 1 m). Bij Nagele: dikkere veenlaag tot 4 m-mv.

Op beide locaties was de watervraag groter dan alleen te verklaren is door de gewasverdamming. Dit kwam doordat de grondwaterstandsverhoging leidde tot een omslag van een lichte kwelsituatie naar een wegzijgingssituatie. Bij de locatie van Zeewolde was de weerstand tussen veen en zand te laag om überhaupt de grondwaterstand te verhogen, doordat het geïnfiltreerde water meteen werd afgevoerd door het regionaal systeem via het zandpakket. Bij Nagele sloeg door de maatregel de lichte kwelsituatie in de zomer om naar een wegzijgingssituatie. De totale infiltratie op het proefperceel was gedurende het zomerhalfjaar (april t/m september) 177 mm in 2018 en 277 mm in 2019. De geschatte toename van de wegzijging was in 2019 circa 200 mm.

In een vervolgproject (Spaarwater Flevoland 2.0) is voor de veenbodems in Flevoland een criterium gehanteerd dat ten minste 1 meter veenpakket nodig is tussen draindiepte en onderliggend zand om de grondwaterstand effectief te kunnen verhogen.

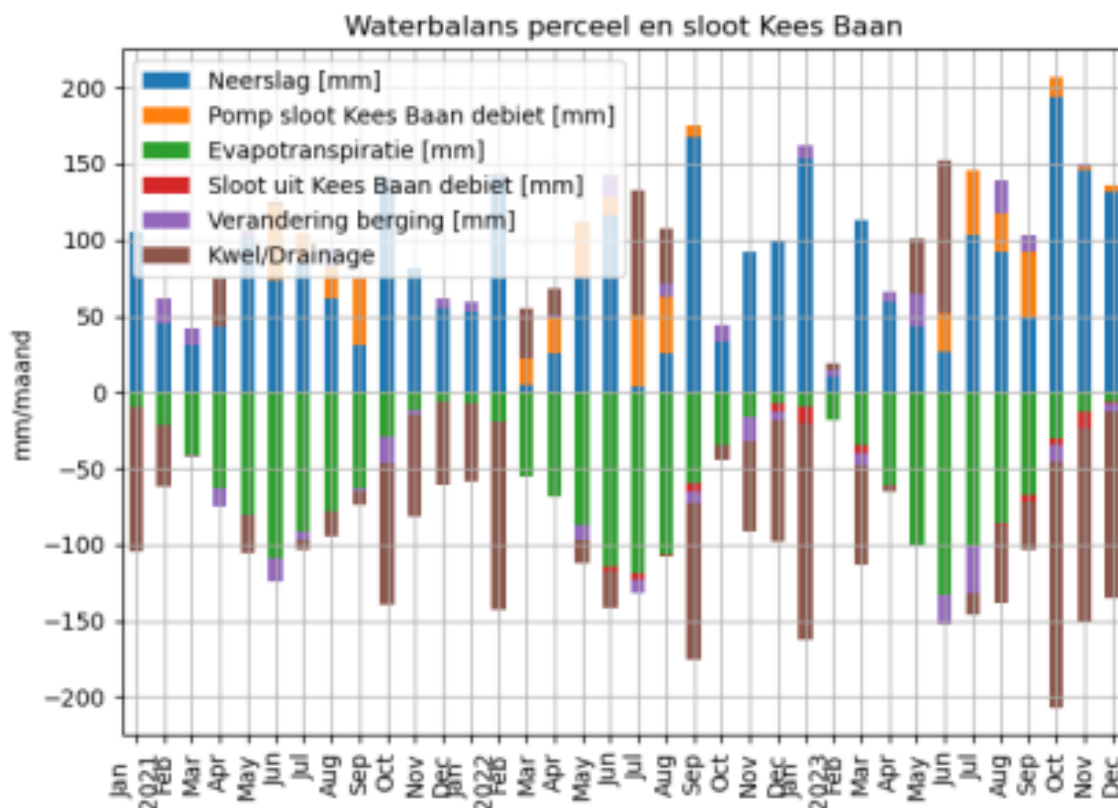
ALBLASSERWAARD (2021-2024)

Het project: “Regelbare drainage met sub irrigatie en hogere slootpeilen in regio Alblasserwaard-Vijfheerenlanden”, uitgevoerd door Gé van den Eertwegh en Dion van Deijl. De eindrapportage is gepubliceerd op 11-4-2024. Opdrachtgevers: Provincie Zuid-Holland, Provincie Utrecht, Regionale Maatschappelijke Agenda (RMA) regio Alblasserwaard. In het project zijn enkele percelen bemeten met een PWIS.

Onderstaande figuur toont de waterbalans die is opgesteld op basis van de metingen. Hieruit komt duidelijk naar voren dat de grootste balanstermen, de evapotranspiratie en de neerslag zijn. Drainage is in natte perioden ook een belangrijke factor.

In de zomermaanden moet de pomp en kwel het waterverlies door gewasverdamping compenseren, voor zover dit niet door de neerslag wordt opgeheven. De totale watervraag loopt in droge periode op tot 125 mm per maand

FIGUUR 10 COMPONENTEN VAN DE WATERBALANS OP PERCEELNIVEAU, GEMETEN IN DE ALBLASSERWAARD



Het op peil houden van de grondwaterstand betekent dus het compenseren van het neerslagtekort en van de (toegenomen) wegzijging bij vernatting. Dat blijkt ook uit waarnemingen in dit project.

PILOTPERCEEL IN POLDER BLOEMENDAAL MET PWIS EN REGELBARE SCHUIVEN (2022-2024)

In opdracht van de Stichting Weids Bloemendaal is een pilotperceel aangelegd in de polder Bloemendaal met een aangepast PWIS systeem. Het project is in afrondende fase. Onderstaande informatie is op basis van mondelinge communicatie.

Acacia Water en Broere Irrigatie hebben hier gemeten aan de hydrologie. De aanpassing in het drainagesysteem betreft een toevoeging van regelbare schuiven in de putten waardoor infiltratie of drainage ook kan worden gestopt op momenten waarop dat wenselijk is. Zo is er geëxperimenteerd met het langer vasthouden van water binnen het perceel in het voorjaar. Het perceel is redelijk typisch voor de polder, smal (50 m) met een hol lopend maaiveld. De polderpeilen zijn relatief hoog, op circa 32 cm-mv. Het betreft een perceel met een toemaakdek en daaronder een dik veenpakket, afgesloten door een kleilaag. Er is dus weinig kwel/wegzijging te verwachten.

Fluxen in en uit de drains zijn gemeten in het project, waarbij een onderscheid is gemaakt tussen het midden van het perceel en de randzones. In de zomermaanden van 2023 (april t/m september) is in totaal 100 mm geïnfiltreerd. In 2022 was dit 185 mm vanaf het begin van de metingen in juni t/m september. Het verschil tussen deze jaren is te verklaren door een groter neerslagtekort in 2022.

In de droge maand van augustus 2022 was de dagelijkse infiltratie vrijwel gelijk aan de gewasverdamping op basis van het KNMI.

Wat verder is opgevallen, is dat de infiltratie in de randzone een factor 1.6 kleiner was dan in het midden van het perceel. Er zijn meerdere factoren die dit kunnen verklaren: de randzone wordt nog deels aangevuld door infiltratie vanuit de sloot en door de holle ligging van het perceel heeft het midden van het perceel een dunnere onverzadigde zone boven het grondwater, waardoor aan het begin van het groeiseizoen het gras vrijwel direct water onttrekt aan het grondwater.

PROEF MET GREPPELINFILTRATIE TEN ZUIDEN VAN SCHOKLAND IN DE NOORDOOSTPOLDER (2021)

In opdracht van Flevolandschap heeft Acacia Water een proef uitgevoerd met greppelinfiltratie op een deel van een agrarisch perceel ten zuiden van Schokland in de Noordoostpolder. Met de greppels werd beoogd om houten archeologie in een veenlaag in de ondergrond nat te houden. De archeologie bevindt zich langs de flanken van ondergrondse zandduinen in het veen. De bodemopbouw bij de proef was erg heterogeen: de greppels zijn aangelegd langs de flanken van de ondergrondse duin daar waar de veenlaag van 40 cm-mv tot een diepte van circa 120 cm-mv reikte. Vrijwel overal lag een kleidek. Doordat de veenlaag nat moet worden gehouden daar waar hij relatief dun is en dicht bij maaiveld ligt, was vernatting via draininfiltratie geen optie.

De fluxen in en uit elk greppelsysteem zijn gemeten. Door de dunne veenlaag onder de greppels was de belangrijkste watervrager hier de infiltratie naar het onderliggende zand (wegzijging) en niet de gewasverdamping. Deze infiltratieflux naar het zandpakket was tenminste een factor 10 hoger dan de watervraag door gewasverdamping (dit waterverlies kon gereproduceerd worden met een Hydrus model).

BEDRIJVENPROEF SPENGEN

In de polder Spengen is voor het eerst in Nederland grootschalig actieve waterinfiltratie in de praktijk getest. Vanaf 2016 zetten zeven boeren zich samen met het waterschap in om de bodemdaling van het veen te remmen in hun polder. Hiervoor is circa 15% van de agrarische percelen in deze polder voorzien van een actief waterinfiltratie systeem (AWIS).

In de bedrijvenproef Spengen is geprobeerd jaarrond actief te sturen op een stabiele grondwaterstand van gemiddeld 40 centimeter onder maaiveld.

Gedurende vijf jaar zijn verschillende aspecten onderzocht: grondwaterstanden, bodemhoogte, waterkwantiteit, bodemvocht, bodemconditie, draagkracht, stroomverbruik en kosten. Ook de praktijkervaringen van de boeren zijn meegenomen in deze proef. Zo is inzicht verkregen in het effect van AWIS op het remmen van de bodemdaling én op de agrarische bedrijfsvoering.

De belangrijkste metingen/ervaringen in relatie tot deze rapportage zijn:

- Het lukt om met AWIS de grondwaterstand in het groeiseizoen polder breed, hoger te houden. In de periode 2018-2021 gemiddeld 16 cm in het voorjaar en 26 cm in de zomer. De weersomstandigheden zijn bepalend. Hoe droger, hoe groter het verschil met percelen zonder AWIS; in de droge zomer van 2018 was het verschil polder breed gemiddeld maximaal 60 centimeter. In de winter was de grondwaterstand gemiddeld 10 cm lager in de AWIS percelen.

- Een AWIS systeem vraagt extra water. Het lukt nog niet goed deze extra watervraag in beeld te brengen. De ingaande en uitgaande waterfluxen van het peilgebied zijn nog niet beschikbaar. Wel is duidelijk dat gebieden met waterinfiltratiemaatregelen meer water verbruiken.

8.1.2 CONCEPTUALISATIE IN MODELLEN HYDRUS

Zoals eerder aangegeven wordt de toename van de watervraag door waterinfiltratiesystemen geschat op minimaal 160 mm (H5)

Op basis van modellen van KnowH2O is geprobeerd om de waterbalans op perceel niveau in beeld te brengen, op een perceel waarin een dik veenpakket op een zandlaag ligt.

Op een perceel zonder AWIS/PWIS systeem zijn de balanstermen

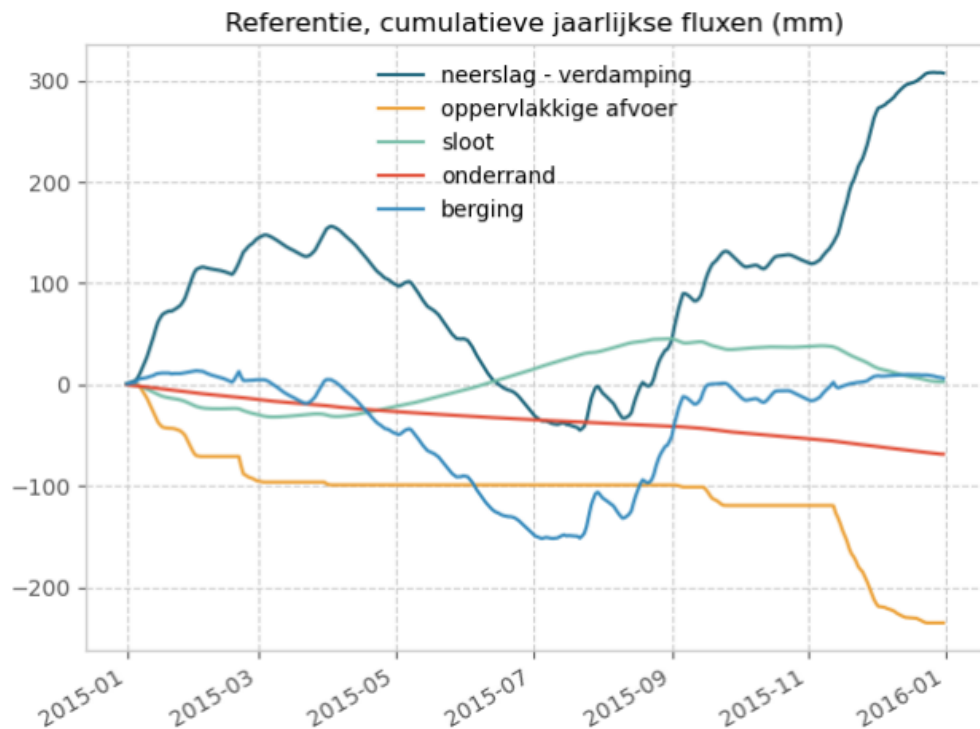
- Neerslag
- Verdamping
- Oppervlakkige afvoer
- Slootafvoer
- Sloot-infiltratie

Als Waterinfiltratiesystemen worden aangelegd, ontstaan extra balanstermen als

- Drainafvoer
- Drain-infiltratie

Op jaarbasis is de verandering van de berging in de bodem nihil, maar in de zomer kan de berging een belangrijk component zijn in de waterbalans die ervoor zorgt dat de fluxen die optreden in een perceel om een bepaalde grondwaterstand te halen, in evenwicht met elkaar zijn. In onderstaande grafiek zijn de balanstermen door het jaar heen in beeld gebracht als cumulatieve fluxen.

FIGUUR 11 CUMULATIEVE JAARLIJKSE FLUXEN OP EEN PERCEEL ZONDER INFILTRATIEMAATREGELEN

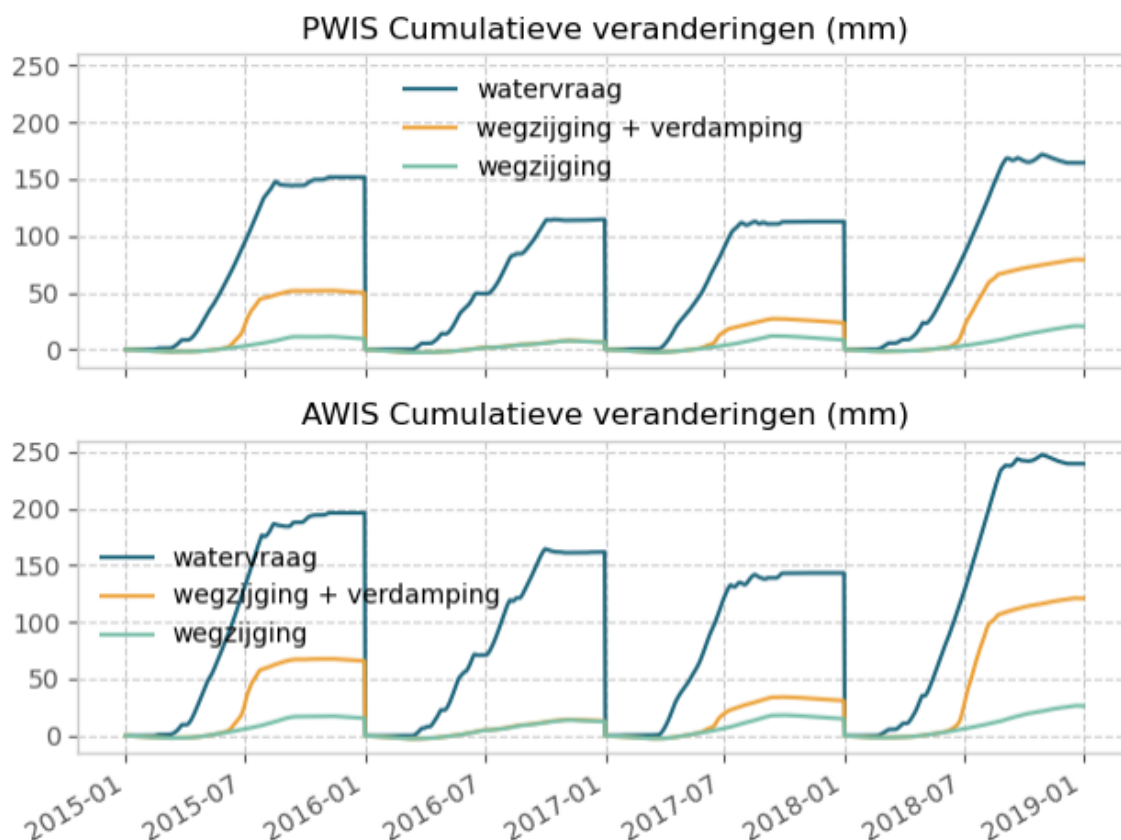


Als invoer heb je de neerslag – verdamping. Deze onttrekt water uit het perceel in de zomer (negatief) en levert water in natte perioden. Een andere factor is de wegzijging naar diepere lagen. In dit voorbeeld is er een continue wegzijging, gezien de steeds verder dalende rode lijn.

Bij hoge neerslagoverschotten treedt er oppervlakkige afvoer op (in de maanden december -januari). In de andere periode treedt er vrijwel geen afvoer op. Daarnaast heeft de sloot een drainerende werking in natte perioden met hoge grondwaterstanden en is er bij droogte infiltratie vanuit de sloot naar het perceel. Alle fluxen bij elkaar leveren zorgen voor de variatie in de berging. De berging in dit referentie perceel neemt in de zomer behoorlijk af, maar gedurende het najaar wordt dit weer aangevuld. Op basis van deze analyse lijkt dat de watervraag van een perceel gelijk is aan de toename van wegzijging en de verdamping. (Figuur 11)

Op basis van de modellering wordt geconcludeerd dat de watervraag van AWIS/PWIS veel groter is dan de **toename** in de verdamping en wegzijging

FIGUUR 12 CUMULATIEVE JAARLIJKE FLUXEN VAN DE VERDAMPING, WEGZIJGING EN DE WATERVRAAG (POMPEBIET HET PERCEEL IN) OP EEN PERCEEL MET EEN INFILTRATIEMAATREGEL (PWIS)



Reden voor dit grote verschil is dat AWIS/PWIS de fluctuatie van de berging in het perceel sterk beperken. In feite betekent het opheffen van de berging dat alle gewasverdamping door het infiltratiesysteem moet worden geleverd. Het verschil is dus het gevolg van het uitschakelen van het bergingsmechanisme in de bodem.

Naarmate de dikte van de onverzadigde zone afneemt, wordt de relatie tussen de verdamping en de wateraanvoer directer. In het extreme geval dat het water aan maaiveld staat, wordt de verdamping geheel opgevangen door de wateraanvoer van het waterinfiltratiesysteem.

Op basis van Hydrus 2D zijn er berekeningen gemaakt om de verschillende fluxen inzichtelijk te maken. In Figuur 12 zijn de fluxen weergegeven bij aanleg van PWIS.

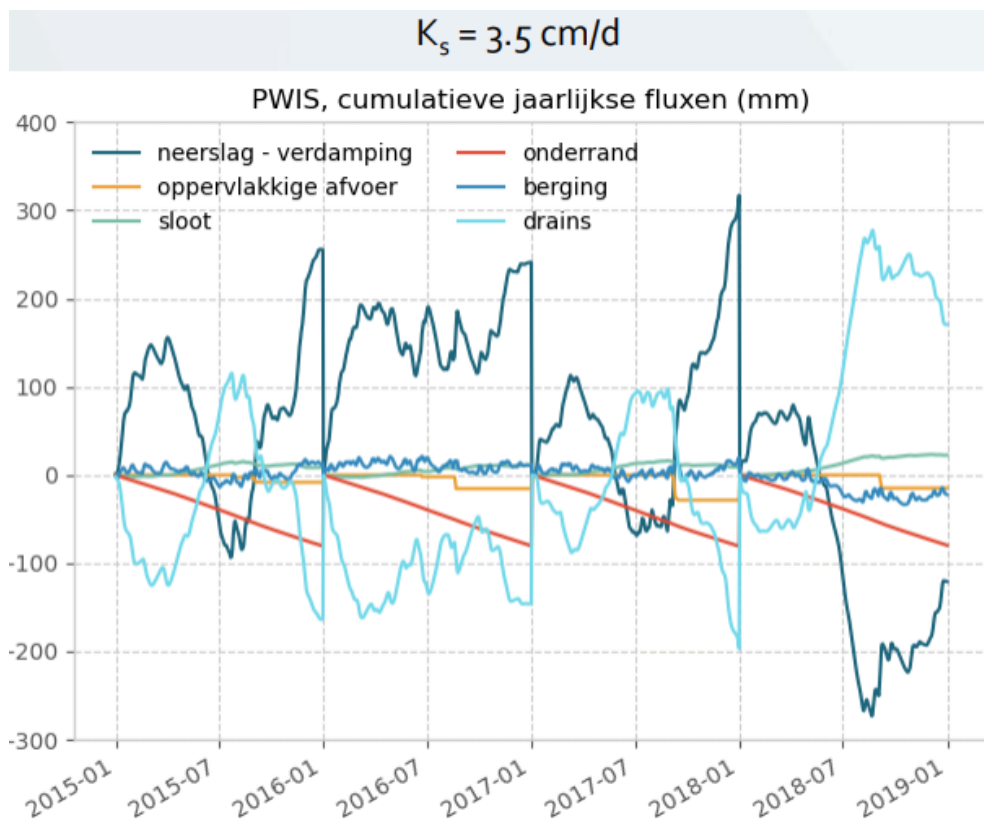
Als eerste belangrijke verandering is te zien dat de berging in het perceel door het jaar heen niet verandert. De grondwaterstand kan dus voldoende worden beïnvloed om op peil te blijven, ook in de droge periode van 2018.

Doordat de berging vrijwel stabiel is, wordt alle neerslag/verdamping fluxen opgevangen door de drainage. De fluxen van de drainage zijn dus omgekeerd aan de neerslag/verdamping fluxen. Neerslag wordt direct door de drainage afgevoerd waardoor deze levering van water gelijk wordt afgevangen. Bij een verdampingsvraag wordt dit direct weer geleverd door het waterinfiltratiesysteem.

De watervraag neemt door de aanleg van waterinfiltratiesystemen dus niet alleen toe door de extra wegzijging en extra verdamping, maar ook door het direct afvoeren van neerslag water, in plaats van deze op te slaan in de berging. In het doorgerekende model is de wegzijging en de toename van de verdamping klein in vergelijking met de totale watervraag van de verdamping. Bij dunne veenpakketten en naast lage polders gelegen, kan het infiltratie-component mogelijk een groter component worden. De verhouding van deze componenten is sterk afhankelijk van de doorlatendheid van de ondergrond en de dikte van de onverzadigde zone.

FIGUUR 13

BEREKENDE FLUXEN OP EEN PERCEEL MET INFILTRATIEMAATREGELEN (PWIS)



8.2 WATERBALANSCOMPONENTEN REGIONALE STUDIES

Zoals genoemd zijn er geen metingen aan de watervraag van vernattingsmaatregelen op regionaal niveau door de complexiteit om deze te meten en de beperkte arealen waarover de maatregelen tot nu toe zijn toegepast. Alleen in polder Kortrijk Portengen zijn wel metingen gaande van de waterbalans met en zonder WIS. De metingen zijn in 2022 gestart met debietmeters in watergangen om de waterbalans van peilgebied met (grootste deel) PWIS en referentie peilgebied te vergelijken. Resultaten zijn in analyse op het moment van schrijven van deze rapportage nog niet beschikbaar.

De regionale modelstudies zoals eerder in dit rapport besproken, rapporteren over het algemeen alleen over een totale watervraag, en splitsen dit niet verder uit naar individuele waterbalanscomponenten. Om hier meer inzicht in te krijgen heeft Deltares voor deze studie de waterbalanscomponenten uit de meest recente modelstudie (America-van den Heuvel et al., 2023) gehaald voor enkele gebieden met arealen veenweide (Tabel 6 en Tabel 7).

In de oorspronkelijke modelstudie zijn meerdere scenario's doorgerekend van de watervraag in geval dat op alle veenbodems de grondwaterstand door middel van optimaal werkende vernattingsmaatregelen tussen de 20 en 40 cm-mv zou blijven (conform 'water en bodem sturend' brief van I&W, 2022). De verschillende scenario's zijn gericht op de mogelijkheden de watervraag te verminderen door meer passieve peilfluctuaties toe te staan. In de vergelijking hieronder richten we ons echter op twee scenario's uit de studie:

- R1: referentie, de huidige situatie
- R4: Water en Bodem Sturend (WBS) vernattingsmaatregelen in het gehele veengebied in combinatie met flexibel passief peilbeheer met range 20-40 cm-mv in het gehele veengebied.

In de tabellen hieronder staan de verschillende waterbalanscomponenten zoals uit het model gehaald voor een aantal specifieke gebieden en de twee bovengenoemde scenario's. De getallen geven het totaal aantal mm's per balansterm in 2018, zoals berekend alleen voor het areaal veen binnen het gebied.

De balanstermen zijn als volgt:

- Verticale flux: kwelflux of wegzijging): deze is negatief in geval van wegzijging en positief in geval van kwel
- Onderwater-drainage flux: in het model zijn vernattingsmaatregelen gemodelleerd door een extra drainage/infiltratie middel toe te voegen tussen perceel en sloot. De berekeningen gaan uit van optimaal werkende maatregelen, waarbij de weerstand van dit toegevoegde drainage/infiltratiemiddel zeer laag is. Deze fluxterm geeft daarmee de netto infiltratie naar het perceel ten gevolge van vernatting. Om deze reden is hij afwezig in het referentiescenario.
- Primair en secundair: dit is de interactie tussen het perceel en de primaire en secundaire waterlopen in het watersysteem.
- BuisdrainageFlux: Op basis van de buisdrainagekaart 2015 (Massop et al.2016) is drainage in het model aangebracht. Deze drainage heeft alleen een afvoerende functie door de hoge infiltratieweerstand die aan deze drainage is toegekend. Daarmee is de werking in het model substantieel anders dan de onderwaterdrainage
- Verdamping is de totale verdamping die in het jaar is opgetreden Het gaat dus niet om de netto verdamping....

Als we kijken naar de veranderingen die in de balanstermen optreden door vernattingsmaatregelen, valt het meeste op dat de watervraag door vernattingsmaatregelen ('Onderwaterdrainage flux') sterk varieert tussen de gebieden (Tabel 8). Kijken we naar de verandering in de kwelflux dan heeft deze een sterke relatie met de watervraag, zoals geïllustreerd in Figuur 14.

Zo zien we dat op basis van Tabel 7 in de regionale modelberekening:

- Delfland en Friesland² gebieden zijn met een relatief kleine kwelflux die nauwelijks verandert door vernatting. Dit betekent dat deze gebieden een grote verticale weerstand hebben. De berekende extra watervraag blijft hier onder de 100 mm.
- Noorderzijlvest en Gooi en Vecht gebieden zijn met een sterke kwelflux, waar de vernattingsmaatregelen de kwelflux doen afnemen (er is dus een interactie met het diepere grondwater), maar de kwelsituatie behouden blijft. Hierdoor is weinig infiltratie nodig voor vernatting en blijft de watervraag relatief laag (88 mm voor Gooi en Vecht, 13 mm voor Noorderzijlvest)
- Drents Overijsselse Delta een gebied is met een sterke kwelflux, die echter gemakkelijk omslaat naar een wegzijgingsflux bij vernatting (er is dus een behoorlijke interactie met het diepere grondwater in het model). Door de ontstane wegzijgingssituatie is de watervraag groter (276 mm)
- Hunze en Aa's een gebied is met een zwakke kwelflux, die in nog grotere mate dan in Drents Overijsselse Delta omslaat in een wegzijgingsflux (er is dus een behoorlijke interactie met het diepere grondwater in het model). Hierdoor is de berekende watervraag voor dit gebied het grootste (406 mm)

Verder is te zien in Tabel 8 dat over het algemeen de verdamping wat toeneemt en de afvoer ('Buisdrainage') wat afneemt. Het eerste waarschijnlijk doordat het onderliggende gewasgroeimodel (MetaSWAP) een verminderde gewasverdamping berekent bij diepere grondwaterstanden. De door het model berekende toename van de verdamping is echter klein vergeleken met de toename van verdamping zoals bepaald in de studie op basis van metingen door Boon (2024; zie ook hierboven). Mogelijk is dit het gevolg van de beperkingen van het MetaSWAP model op het gebied van verdamping. De verminderde afvoer van de percelen naar het oppervlaktewater is waarschijnlijk het gevolg van hogere slootpeilen.

Deze resultaten illustreren dat er regionale verschillen zijn in de watervraag voor vernatting en dat een belangrijke factor hierbij de verandering in de verticale flux (kwel of wegzijging) is. Deze verandering is afhankelijk van de regionale geohydrologische situatie en de daarmee samenhangende stijghoogte van het diepere grondwater (onder het veen), de weerstand naar het diepere eerste watervoerende pakket en van de daadwerkelijke verhoging van de grondwaterstanden ten opzichte van de referentiesituatie.

2 De hoge weerstand in de veerweidegebieden in Friesland wordt door het waterschap niet herkent. Er is volgens het Wetterskip Fryslân juist een grote uitwisseling met de onderliggende pakketten waarbij vooral infiltratie optreedt. Hoewel het LHM model niet overeen komt met de werkelijke situatie in Friesland blijft de conclusie over de relatie tussen de weerstand en de waterbalanscomponent wel geldig

TABEL 6 WATERBALANSCOMPONENTEN UIT LHM-BEREKENINGEN VAN AMERICA-VAN DEN HEUVEL ET AL. (2023) VOOR HET REFERENTIESCENARIO R1 EN BEREKENINGEN OVER 2018. GETALLEN GEVEN HET TOTAAL AANTAL MM'S IN 2018 PER BALANSTERM

R1 - referentie	Kwelflux	Onderwater – drainage flux	Primair	Secundair	Buisdrainage	Verdamping
Gooi en Vecht	219	0	-1	2	-26	-602
Hunze en Aa's	98	0	-28	17	-88	-595
Drents Overijsselse Delta	229	0	-12	2	-24	-624
Delfland	37	0	0	1	-24	-610
Fryslân	86	0	-5	2	-46	-602
Noorderzijlvest	202	0	-10	0	-51	-621

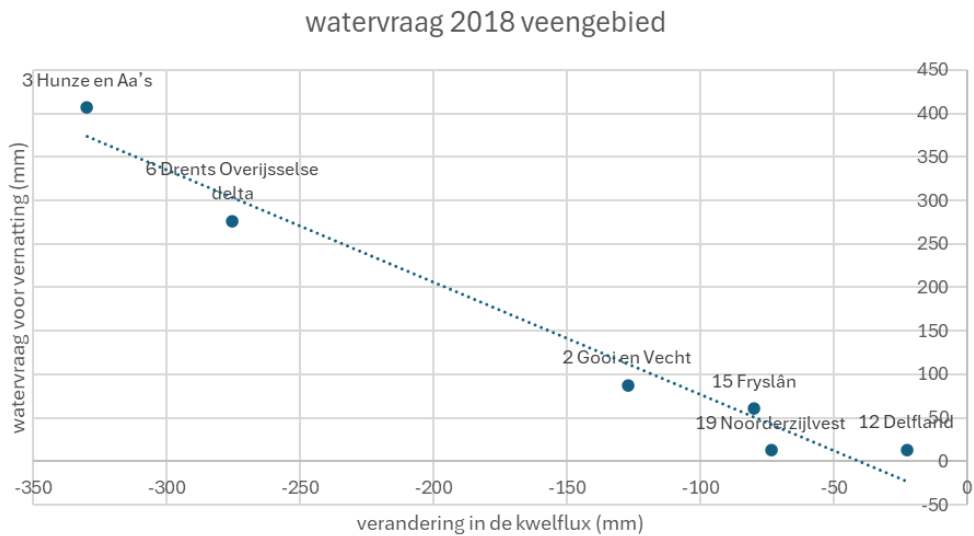
TABEL 7 WATERBALANSCOMPONENTEN UIT LHM-BEREKENINGEN VAN AMERICA-VAN DEN HEUVEL ET AL. (2023) VOOR HET VERNATTINGSSCENARIO R4 EN BEREKENINGEN OVER 2018. GETALLEN GEVEN HET TOTAAL AANTAL MM'S IN 2018 PER BALANSTERM

R4 – vernatting	Kwelflux	Onderwater – drainage flux	Primair	Secundair	Buisdrainage	Verdamping
Gooi en Vecht	92	88	0	2	-7	-631
Hunze en Aa's	-232	406	1	16	-9	-628
Drents Overijsselse Delta	-47	276	-2	1	-11	-617
Delfland	15	13	0	1	-4	-606
Fryslân	6	60	-1	0	-8	-613
Noorderzijlvest	128	13	-1	-1	-11	-606

TABEL 8 VERANDERING IN DE WATERBALANSCOMPONENTEN TUSSEN HET VERNATTINGSSCENARIO R4 (TABEL 7) EN HET REFERENTIESCENARIO (TABEL 6). GETALLEN GEVEN DE VERANDERING IN HET AANTAL MM'S IN 2018 PER BALANSTERM

Verandering (R4 - R1)	Kwelflux	Onderwater – drainage flux	Primair	Secundair	Buisdrainage	Verdamping
Gooi en Vecht	-127	88	1	-1	19	-30
Hunze en Aa's	-330	406	28	-2	79	-33
Drents Overijsselse Delta	-276	276	9	-1	13	8
Delfland	-23	13	0	0	20	4
Fryslân	-80	60	4	-2	38	-11
Noorderzijlvest	-74	13	8	-1	40	15

FIGUUR 14 VERGELIJKING TUSSEN DE VERANDERING IN DE KWELFLUX OP DE X-AS (NEGATIEF IS EEN AFNAME VAN DE KWEL/EEN TOENAME VAN DE WEGZIJJING DOOR VERNATTING) EN DE WATERVRAAG ('ONDERWATER-DRAINAGE FLUX') TEN GEVOLGE VAN VERNATTING. UIT MODELBEREKENINGEN VAN HET LHM VOOR 2018, ZIE TOELICHTING TEKST



Het effect van vernatting op de kwelflux hangt samen met de verticale weerstand en hoeveel de grondwaterstanden omhoog gaan (verandering in de drukgradiënt). Een groot deel van de variatie die te zien is in tabel 10, is te verklaren aan de hand van de verticale weerstand van de deklaag in het model. Met een GIS-analyse hebben we bepaald wat de gemiddelde verticale weerstand is in het LHM voor de veenpercelen binnen elk waterschap. Voor de veenpercelen hebben we hierbij de percelen genomen waarmee SOMERS rekent. Te zien is dat de verticale weerstand voor de veenpercelen in Delfland het hoogst is. Dit verklaart waarom in Delfland er nauwelijks een verandering in de kwelflux optreedt door vernatting. De verticale weerstand voor veenpercelen in Drents Overijsselse Delta en Hunze en Aa's is een factor 10 lager, waardoor hier wel een verandering optreedt van de kwelflux ten gevolge van vernatting. In het laatste geval is er een directer interactie met het eerste watervoerende pakket. Zoals eerder gezien heeft dit gevolgen voor de watervraag.

TABEL 9 GEMIDDELDE VERTICALE WEERSTAND VAN DE DEKLAAG IN HET LHM BINNEN DE VEENPERCELEN VAN ELK WATERSCHAP. HIERBIJ IS GEBRUIK GEMAAKT VAN DE VEENPERCELEN KAART VAN SOMERS EN HET RASTER MET DEKLAAGWEERSTANDEN UIT HET NHI-DATAPORTAAL VOOR HET LHM 4.3

Waterschap	Gemiddelde verticale weerstand deklaag uit het LHM in dagen voor de veenpercelen uit SOMERS dashboard
Waterschap Hollandse Delta	1380
Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier	1518
Waterschap Amstel Gooi en Vecht	1473
Hoogheemraadschap van Schieland en de Krimpenerwaard	1844
Waterschap Drents Overijsselse Delta	182
Waterschap Zuiderzeeland	954
Wetterskip Fryslân	1048
Waterschap Noorderzijlvest	842
Waterschap Rivierenland	1703
Hoogheemraadschap van Rijnland	2142
Waterschap Hunze en Aa's	442
Hoogheemraadschap van Delfland	3797
Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden	1426
Waterschap Vallei en Veluwe	114

Door naar de individuele waterbalanscomponenten te kijken van de modelstudie met het LHM (America-van den Heuvel et al. 2023), wordt duidelijk dat de watervraag van vernattingsmaatregelen zowel de netto gewasverdamping moet compenseren als de zeer variabele maar soms belangrijke component, toename in de wegzijging (of afname van de kwelflux). Deze laatste component is vooral relevant voor gebieden met een relatief lage weerstand in de deklaag, waardoor er een grote verticale interactie met het diepere grondwater mogelijk is. De grootte van deze veranderingen van inzijgingsflux wordt immers vooral bepaald door een verticale weerstand. De vernatting kan op locaties met een vrijwel gelijke grondwaterstand/ stijghoogte leiden tot een omslag van de kwelsituatie naar een wegzijgingssituatie. In geval van een al bestaande wegzijgingssituatie neemt de wegzijging toe. De gebieden waar deze wegzijgingsflux relevant is, zijn tot nu toe onderbelicht in de paar locaties waar is gemeten aan de watervraag van vernattingsmaatregelen. Hierdoor, en doordat regionale modelstudies tot nu toe geen onderscheid hebben gemaakt in de verschillende waterbalanscomponenten, is er weinig aandacht geweest voor deze factor in de watervraag. De mate waarin deze veranderingen daadwerkelijk ook optreden, is uiteraard sterk afhankelijk van de regionale geohydrologische setting en de – daarmee samenhangende – stijghoogte in het diepere grondwater onder het veen.

In de praktijk kan het ook zijn dat in die gebieden waar de verticale weerstand laag is en een situatie met wegzijging al aanwezig is of waar een zwakke kwelsituatie gemakkelijk om kan slaan naar een wegzijgingssituatie, het überhaupt lastig is de grondwaterstand hoog te houden omdat deze snel uitzakt tussen infiltratiemiddelen (drains in geval van WIS). De watervragen uit de modelstudie geven daarmee een maximale waarde, omdat in het model de vernattingsmaatregelen optimaal in staat zijn het grondwater op het gewenste peil te houden (door modelmatig een hele lage infiltratieweerstand te hanteren tussen sloot/drainage en perceel).

9

CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

Met de toegenomen aandacht voor de watervraag door vernattingsmaatregelen, zijn de afgelopen jaren veel nieuwe studies uitgevoerd om deze beter te kwantificeren. De studies richten zich op verschillende schalen, waarbij het merendeel bestaat uit regionale modelstudies. Zo zijn binnen het Deltaprogramma Zoetwater meerdere regionale en landelijke studies met verschillende scenario's uitgevoerd zoals door Deltares met het Landelijk Hydrologisch Model. Deze studies richten zich bijvoorbeeld op de extra watervraag zelf, het effect op mogelijke watertekorten nu en in de toekomst en de mogelijkheden om de extra watervraag te mitigeren door het toestaan van peilfluctuaties (flexibel peilbeheer). In de studies naar watertekorten wordt de watervraag van vernatting van het veenweidegebied ook in context geplaatst van de landelijke zoetwaterverdeling en bijvoorbeeld de benutting van de IJsselmeer buffer.

Naast deze regionale/nationale studies hebben een aantal waterschappen meer toegespitste modelstudies laten uitvoeren voor hun eigen beheergebied. Soms wordt hierbij ook gebruik gemaakt van modellen die de watervraag doorrekenen op perceel niveau (zoals met modellen SWAP of Hydrus).

Daadwerkelijke veldmetingen van de extra watervraag zijn nog beperkt tot perceel niveau. Dit komt doordat er nog weinig gebieden zijn waar vernattingsmaatregelen op dusdanig grote schaal zijn aangelegd dat dit meetbaar is op het niveau van een peilvak of groter gebied. Hierdoor, en bijvoorbeeld doordat de watervraag voor andere doeleinden, zoals doorspoeling, in veel gebieden relatief groot is, is de extra watervraag door vernattingsmaatregelen op dit niveau moeilijk te meten. Op perceel niveau is vooral gemeten aan WIS systemen, middels het meten van fluxen in verzamel drains/putten ofwel in en uit de infiltrerende sloot. Bij andere type vernattingsmaatregelen is nog niet gemeten. Voor greppelinfiltratie loopt een proef bij AGV en is er gemeten bij een project in de Noordoostpolder om veen te vernatten ten behoeve van behoud van archeologie. Dit levert wel enig inzicht, maar de bodemopbouw is ook significant anders dan in de meeste delen van het veenweidegebied.

VERSCHILLEN REGIONALE EN LOKALE MODELSTUDIES

Modelstudies naar de watervraag op regionale schaal en perceelschaal verschillen in de definitie van de extra watervraag:

- Op regionale schaal wordt de extra watervraag berekend als de watervraag van het oppervlaktewatersysteem aan de primaire watergangen die wordt veroorzaakt door toepassing van vernattingsmaatregelen. De vernattingsmaatregelen worden toegepast op een bepaald percentage van het perceel areaal binnen een gebied, op basis van gekozen criteria voor de geschiktheid van percelen.
- Op perceel schaal wordt de extra watervraag berekend als de hoeveelheid water die in het perceel wordt geïnfilterd door de vernattingsmaatregel. In geval van WIS is dit de infiltratie via drains.

Door deze verschillen is de berekende watervraag op regionale schaal veelal lager dan op perceel schaal. Op regionale schaal wordt dit gemiddeld over een gebied dat slechts voor een bepaald percentage de maatregel heeft geïmplementeerd. Daarnaast vormt de flux uit een perceel richting het oppervlaktewater geen extra watervraag op regionale schaal, maar wel op perceel schaal, omdat deze in het laatste geval leidt tot een extra infiltratie via bijvoorbeeld drains.

INZICHTEN IN DE GROOTTE EN OORSPRONG VAN DE TOTALE WATERVRAAG

Op basis van de regionale/nationale modelstudies komt een beeld naar voren dat de extra watervraag door vernattingsmaatregelen circa 30-40% bedraagt. De percentages uit de studies variëren, maar laten over het algemeen dit beeld zien. Het is belangrijk hierbij op te merken dat deze watervraag ook afhankelijk is van de toegepaste arealen met vernattingsmaatregel in de betreffende modelstudie. Daarnaast is voor de modellering een bepaalde effectiviteit van de maatregelen meegenomen, afhankelijk van gekozen drainage/infiltratieweerstanden. In de meest recente studie van America – van den Heuvel et al. 2023 is bijvoorbeeld aangenomen dat infiltratiemaatregelen optimaal werken en daarmee in staat zijn een streefgrondwaterpeil van 20-40 cm-mv te realiseren (peil gekozen op basis van ‘Water en Bodem sturend’ brief van I&W, 2022).

Op perceel schaal tonen modelstudies en metingen dat de totale watervraag voor vernatting in relatief droge jaren ten minste 200 mm per groeiseizoen bedraagt.

Bovenstaande getallen variëren sterk tussen de verschillende veenweideregio's en ook lokaal kunnen verschillen optreden. De regionale geohydrologische situatie en de mate van kwel/wegzijging spelen hierbij een belangrijke rol. Zo is de range van 30-40 % een gemiddelde voor een groot deel van het veenweidegebied, maar kan dit lokaal variëren. Deze lokale variaties worden grotendeels veroorzaakt door ruimtelijke variaties in de verticale weerstand van de bodem. Deze weerstand heeft invloed op de mogelijke verandering in de kwel/wegzijgingsflux ten gevolge van de vernatting. Daar waar deze verticale weerstand zeer hoog is, heeft vernatting geen tot weinig effect op de verticale flux (kwel/wegzijging). Dit is bijvoorbeeld het geval in gebieden met een dik veenpakket en lagen klei in de ondergrond, die het veen afsluiten van onderliggend zandpakket. Er zijn echter ook plekken waar de verticale weerstand dusdanig laag is dat vernatting leidt tot een verandering in de verticale flux door een veranderde verticale drukgradiënt. Dit is bijvoorbeeld het geval in gebieden met een dun veenpakket. Vernatting kan bij een huidige sterke kwelsituatie in dit geval de kwelflux zwakker maken. Bij een zwakke kwelsituatie kan vernatting ook de kwel doen omslaan naar wegzijging en bij een bestaande wegzijgingssituatie zorgt vernatting voor een toename van de wegzijging. Wanneer wegzijging ontstaat of toeneemt zorgt dit voor een grotere watervraag ten gevolge van de vernatting. Bij uitsplitsing van de regionale modelstudie van America – van den Heuvel et al. 2023 naar individuele waterbalanscomponenten blijkt de watervraag zo te kunnen oplopen naar >400 mm voor locaties met een zwakke verticale weerstand.

Wanneer we in meer detail kijken naar de watervraag van een perceel en de individuele waterbalanscomponenten, wordt duidelijk dat de watervraag voor infiltratie vanuit bijvoorbeeld drains voor het grootste deel wordt gevormd door de netto gewasverdamping (neerslagtekort) en, afhankelijk van de locatie, een eventueel toegenomen wegzijgingsflux.

INZICHT IN WATERTEKORT

Uit de analyse blijkt dat het watertekort (het verschil tussen watervraag en wateraanbod) tijdens extreme droogte flink toeneemt als het klimaat verder opwarmt én de zeespiegel verder stijgt én dezelfde eisen worden gesteld aan de waterkwaliteit als nu.

Zo zal de verdringingsreeks vaker worden ingezet en wordt de maximale capaciteit van de Klimaatbestendige Water Aanvoer (KWA) vaker bereikt.

Uit de regionale studies, uitgevoerd door de waterschappen, komen weinig tot geen resultaten naar voren met betrekking tot watertekorten ontstaan door veenvernattting.

Wel ontstaan er naar verwachting watertekorten omdat het systeem het water niet naar de juiste plek kan vervoeren.

De ruimtelijke beleidskeuzes die worden gemaakt, zijn van grote invloed op het mogelijke watertekort. Het gebruik van de verdringingsreeks voldoet niet als er structurerende keuzes moeten worden gemaakt. Doordat er momenteel nog geen duidelijkheid is over de ruimtelijke beleidskeuzes is het inschatten van het watertekort op gebiedsniveau erg lastig. In studies wordt meer veengrond vernat dan in het voornemen vanuit het rijk (90.000 ha) is voorzien.

Peilfluctuaties kunnen de watervraag van vernattingsmaatregelen uitstellen. De tijdsperiode waarover dat gebeurt, is afhankelijk van de locatie, maar op basis van de modelstudies enkele weken. Uit de studies blijkt dat het toestaan van passieve peilfluctuaties daarmee geen bijdrage leveren aan het vermijden van een watertekort, doordat watertekorten op een ander moment optreden dan de periode waarover infiltratie wordt uitgesteld. Alleen door heel anticiperend de peilen te laten fluctueren, is eventueel een vermindering van watertekorten mogelijk. Waterbeheerders hebben momenteel echter geen voorspellingen van voldoende nauwkeurigheid om hierop te anticiperen. Ideeën voor een strategie om hier mee om te gaan, worden wel genoemd maar zijn niet verder uitgewerkt.

INZICHT IN WATEROVERLAST

Er is een beperkt aantal onderzoeken uitgevoerd waarin de effecten op waterschap niveau in beeld zijn gebracht. Op basis van de beschikbare berekeningen, lijken de effecten mee te vallen. Veel van de wateroverlast treedt op in de polders zelf.

Wel wordt aangegeven dat een gebiedsgerichte normering een oplossing kan zijn als er een overschrijding van de norm plaatsvindt.

Vernattingsmaatregelen waarbij grondwaterstanden langdurig rond/ of net onder maaiveld liggen, leiden tot een sterke beperking van de draagkracht en daarmee van de agrarische gebruikswaarde.

HANDVATTEN VOOR WATERSCHAPPEN BIJ INSCHATTING VAN DE EXTRA WATERVRAAG

Als eerste inschatting kan uitgegaan worden van de gemiddeldes die uit de regionale en perceel modellen komen voor de extra watervraag: 30 -40% toename regionaal, en op perceel niveau een extra watervraag voor infiltratie van > 200 mm per droog groeiseizoen. Zoals genoemd is dit echter afhankelijk van:

- Lokale variaties in hydrologische situatie (situatie verticale weerstand en diepere stijghoogte)
- Op gebiedsniveau de aanname van de implementatiegraad van vernattingsmaatregelen (ruimtelijk areaal)
- De effectiviteit van de maatregel en het streefpeil van de vernattingsmaatregelen

Het is daarom aan te raden als waterschap, de verwachte extra watervraag voor vernatting beter in beeld te brengen met behulp van gebied specifieke modellen waarin realistische locaties en uitvoering van de maatregelen worden ingeschat en gebied specifieke aandacht is voor de interactie tussen het veenpakket en het diepere grondwater. De rol van de verticale weerstand is hierbij belangrijk: wanneer een gebied een grote verticale weerstand heeft, zijn lokale variaties minder relevant, omdat de watervraag in dit geval met name gerelateerd is aan de netto gewasverdamping (gewasverdamping minus neerslag). In dit geval kan in de modellering een aanname worden gemaakt dat de verticale flux aan de onderkant van het veenpakket constant blijft. Bij een beperkte verticale weerstand is de verandering in de verticale flux echter wel relevant. Om de watervraag in dit geval realistisch te modelleren, kan de verticale flux aan de onderkant van het veenpakket niet worden vastgezet, maar moet gebruik worden gemaakt van een stijghoogte in het onderliggend zand en een verticale weerstand. De stijghoogte kan daarbij worden gehaald uit grootschaligere modellen zoals het LHM.

Modellen die te gebruiken zijn voor berekening van de watervraag zijn onverzadigde/verzadigde zone modellen als Hydrus en SWAP voor perceel schaal. Op regionale schaal kan Modflow/Metaswap in combinatie met een oppervlaktewatermodel als SOBEK of Mozart worden gebruikt (zoals in het LHM).

Om het effect van vernattingsmaatregelen op wateroverlast te berekenen, kan SOBEK worden gebruikt. Perceel modellen Hydrus of SWAP zijn niet geschikt om overstromingsrisico's te modelleren, maar kunnen wel gebruikt worden om bijvoorbeeld de effecten van vernatting op draagkracht en verdichtingsrisico's binnen het perceel in beeld te brengen.

MOGELIJKE KENNISHIATEN EN AANBEVELINGEN

Op basis van deze studie blijken ook een aantal kennishiaten ten aanzien van de watervraag, watertekorten en wateroverlast door vernattingsmaatregelen:

Meten en monitoren

- Er is een gebrek aan meetlocaties met beperkte verticale weerstand en/of zandruggen, terwijl uit de analyse blijkt dat er waterschappen zijn waar een beperkte weerstand is tussen veen en eerste watervoerend pakket en de verticale flux daarmee een belangrijke bijdrage kan leveren aan de watervraag. De huidige meetlocaties zijn sowieso beperkt, maar liggen veelal op locaties met een dik veenpakket en daarmee een grote verticale weerstand.
- Permanent hoge grondwaterstanden op een perceel kunnen leiden tot structuurveranderingen door verdichting en daarmee op wateroverlast en oppervlakkige afvoer naar sloten in geval van piekbuien. Momenteel wordt dit niet in de modellen meegenomen. Hierdoor kan er meer wateroverlast optreden dan berekend. Nader onderzoek naar deze mogelijke verdichting is daarom noodzakelijk.
- Het is nuttig om alle fluxen op een perceel beter in beeld te krijgen (verdamping, debieten greppel grondwaterstanden)
- Het uitvoeren van waterbalansmetingen van gebieden met- en zonder vernattingsmaatregelen. Daarbij valt te denken aan debietmetingen van inlaatfluxen en uitstroom.

Modellen

- Op basis van een eerste verkenning van verdampingsgegevens door de VU, van metingen gedaan binnen het NOBV blijkt dat vernatting ook de gewasverdamping kan doen toenemen. Daarnaast is bekend dat MetaSWAP in natte omstandigheden minder goed functioneert. Ook de verandering van de gewasverdamping komen daardoor nog niet goed terug in modellen als MetaSWAP en dus ook niet in de regionale/nationale studies met het LHM. Het verbeteren van deze flux is, gezien de grootte van deze component op de waterbalans, aan te bevelen. Metingen zoals hierboven genoemd kunnen het inzicht in de verandering van de flux verder vergroten.
- De watervraag op gebiedsniveau is nu vooral modelmatig bepaald. Het meten van enkele gebieden waar waterinfiltratiemaatregelen op grote schaal zijn aangelegd, kan als verificatie van de modellen dienen en het begrip van de belangrijke processen verder vergroten.
- Ook al is de extra watervraag voor een gebied beschikbaar, kan het in de inrichting van het lokale watersysteem nog steeds een uitdaging blijken het water op de juiste plek te krijgen.
- Bij echt hoge grondwaterstanden wordt een lagere verdamping berekend. Mogelijk is dat het gevolg van zuurstoftekort van het gras. Niet alle gewassen zullen dit probleem ervaren. De verdamping zal in dat geval niet afnemen door zuurstofgebrek. Voor toekomstig onderzoek is het daarom nuttig om te bekijken hoe nieuwe type gewassen op een realistische manier kunnen worden opgenomen in de modellen.
- Voor een nadere analyse van de effecten op het watersysteem is verdere specificatie van de arealen die worden vernat in de modellen noodzakelijk.
- Op basis modelscenario's kan mogelijk een grenswaarde worden aangegeven waarbij de kwelflux geen relevante factor is.

Beleid

- Studies op waterschap niveau worden nog niet in gezamenlijkheid bekeken om te bepalen wat het effect is op de landelijke waterverdeling. Op waterschap niveau wordt nog veelal binnen eigen grenzen gekeken of een probleem met de watertoevoer te verwachten is zonder dit in nationale context te plaatsen. Het is daarom aan te raden de individuele waterschap analyses waarin gedetailleerder gebiedskennis is verwerkt, te verbinden aan het landelijk beeld en eventuele daaruit volgende ruimtelijke keuzes (zoals wateroverlast-normen en eventuele toekomstige verdrogingsnormering).
- Ten aanzien van de normering van wateroverlast, kan in het veenweidegebied de draagkracht in berekeningen en/of normering worden meegenomen. Dit omdat de huidige wateroverlast normering overeenkomen met de beperkingen die de agrariërs vooral ervaren door natte omstandigheden.
- De mogelijkheden van aanpassingen in WIS systemen op perceel niveau om de watervraag te verkleinen en eventueel waterinfiltratie tijdelijk stop te zetten ten tijde van een watertekort. Wanneer een systeem bijvoorbeeld in staat is, uitzakking toe te staan tot een bepaalde grenswaarde onder slootpeil, kunnen korte droge periodes worden opgevangen met de voorraad aan water binnen het perceel (zowel in verzadigde als onverzadigde zone) wat de watervraag voor infiltratie verkleint. Hiermee is bijvoorbeeld geëxperimenteerd in een pilot in de polder Bloemendaal door actief schuifbeheer. De kans dat dit ook helpt bij een watertekort is beperkt, omdat net als bij flexibel peilbeheer van oppervlaktewater de overbruggingsperiode niet samenvalt met de momenten dat echt een watertekort is ontstaan. Bovenstaande uitkomsten zijn echter gebaseerd op een zeer klein aantal onderzoeken. Aanvullend onderzoek naar de werking van deze

watervraag besparende maatregelen is daarom noodzakelijk. Daarnaast dient er inzicht te komen in de effecten van de CO₂ uitstoot bij dergelijke maatregelen.

- Door gebrek aan overstijgend beleid waarbij ruimtelijke afwegingen zijn gemaakt op basis van de watervraag, is het onduidelijk in welk deel van het veenweidegebied op grote schaal waterinfiltratiesystemen worden aangelegd. Hierdoor is het lastig om in de modellen de juiste oppervlakten in te voeren. Het areaal dat wordt aangelegd, wordt vooral als een ruimtelijk ordeningsvraagstuk gezien, waarbij de provincies een belangrijke rol spelen. De beschikbare informatie uit de studies kunnen hiervoor worden benut om keuzes te maken. Hierbij kunnen urgentie wat betreft behoud veenbodems en toename watervraag haaks op elkaar staan (gebieden met relatief dunne veenbodems).

10

GERAADPLEEGDE LITERATUUR

America — van den Heuvel, I., Boelens, R., Mens, M., Mes, E. (2023) Potentie van watervraag-reductie in het veengebied Een modelverkenning op landelijke schaal. Deltares.

De Lange, W., (2014) De Lange w An operational, multi-scale, multi-model system for consensus-based, integrated water management and policy analysis: The Netherlands Hydrological Instrument (researchgate.net)

Deltares (2022); Verkennende systeemanalyse IJsselmeergebied Deltares rapport 11208074-010-ZWS-0002, 30 december 2022

Deltares, (2024). De zoetwaterbalans van laag Nederland in een warmer klimaat 11210362-000-ZWS-0001, 15 februari 2024

Deltares (2022) De droogte van 2022: een brede analyse van de ernst en maatschappelijke gevolgen

Dik, P. (2022) Effecten waterinfiltratie op afvoer Spengen en Lange Weide. Review, verbetering en toepassing SWAP-model bij drukdrainage en onderwaterdrainage. Wageningen Environmental Research.

Dirkx, W., Graas, S., Heijkers, J., van den Berg, H. (2024) Peilstrategieën om grondwaterstanden in veengebieden te verhogen. H2O-Online.

Harbers, M. (2022) Beleidsbrief Water en Bodem sturend. Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat.

HDSR (2023) Watervraag (Powerpoint)

HDSR (2023), Hydrologisch Veenweide-Onderzoek (Powerpoint)

Hoogland, F., Waterloo, M., de la Loma Gonzalez, B., Roelandse, A. (2019) Spaarwater Flevoland 2019. Tussenrapportage 12 februari 2019. Acacia Water.

Hoving, I., van Riel, J., Massop, H., Hendriks, R., van den Akker, J., van Houwelingen, K. (2021) Precisiewatermanagement op veenweidegrond met pompgestuurde onderwaterdrains. Rapportage onderzoeksperiode 2016-2020. Wageningen Livestock Research.

Hunink, J., Schasfoort, F., Pauwels, J., Mens, M. (2021) Het effect van onderwaterdrainage en passieve peilstijging in veenweidegebieden op knelpunten in de zoetwatervoorziening. Deltares.

Hunink, J., Mens, M., Melman, R. (2022) Verkenning toename watervraag door vernattingsmaatregelen in veenweidegebieden. Deltares.

Hunink, J. (2019), Uitgangspunten variant Parijs en zichtjaar 2100 Deltares

Hydrologic (2023); Waterinfiltratiesystemen in de Krimpenerwaard

Janssen, G., (2024), Vertaling van de Deltascenario's 2024 naar invoer voor het Nationaal Water Mode Deltares

Kramer M. (2023), DPZW en watervraag veenweide 2023 HRR (Powerpoint)

Massop, H.th. L., P.J.T van Bakel, P.J.T., T. Kroon, J.G. Kroes en W. Werkman, (2005), Op zoek naar de “ware” neerslag en verdamping: toetsing van de met het STONE 2.1-instrumentarium berekende verdamping aan literatuurgegevens en aan regionale waterbalansen, en de gevoeligheid van het neerslagoverschot op de uitspoeling van nutriënten.; Alterra, Wageningen.

Massop, H. T. L., & Schuiling, C. (2016). Buisdrainagekaart 2015: update landelijke buisdrainagekaart op basis van de landbouwmetingen van 2012. (Alterra-rapport; No. 2700). Alterra. <https://edepot.wur.nl/370378>

Mens, M., Hunink, J. C., Delsman, J. R., Pouwels, J. and Schasfoort, F. (2020), Geactualiseerde knelpuntenanalyse voor het Deltaprogramma Zoetwater fase II, Deltares rapport 11203734-003, Delf

Olsman J., (2023), Hydrologische effecten en watervraag bij vernatting veenbodem AGV (Powerpoint)

Pouwels J., America, Delsman, I., Mens M., (2021). Stresstest voor het Deltaprogramma Zoetwater fase II Deltares

Provincie Utrecht (2022) Regionale Veenweiden Strategie Utrechtse Veenweiden. Versie voor besluitvorming Provinciale Staten 9 februari 2022.

Reudink, L. (2021) Quantifying the extra water inlet of a subsurface, water exchange system (SWES) in polder Spengen and polder Lange Weide using the SWAP-model. Thesis Utrecht University.

Rozemeijer et al. Deltares (2019); Effecten van onderwaterdrainage op de regionale watervraag.

STOWA (2021) Waterkwantiteit en waterbeheer, een inventarisatie van de haalbaarheid van maatregelen in het veenweidegebied, rapport 23a.

STOWA (2012); STOWA 2012-41 Deelrapport Flexpeil Hydrologie A.pdf

Stuurgroep management watercrises en overstromingen, (2020), Handleiding verdringingsreeks; Informatie voor waterbeheerders bij toepassing van de verdringingsreeks voor oppervlaktewateren volgens artikel 2.1 Waterbesluit

Van den Eertwegh, G., Deijl, D. (2022) Regelbare drainage met subirrigatie en hogere slootpeilen in regio Alblasserwaard-Vijfheerenlanden. KnowH2O.

Van Hardeveld H., (2023), Aanpak onderzoek naar de effecten van veenvernatting op watervraag en wateroverlast AGV

Vermulst H, Van der Linde, S., (2019), Brede grondwaterstudie Fryslân, Royal HaskoningDHV

Voortman, B., van den Eertwegh, G. (2023) Hydrologische effecten PWIS en AWIS in het veenweidegebied AGV. Verhoogde grondwaterstanden en gevolg voor watervraag op basis van Hydrus 2D berekeningen 2015 t/m 2018. Moisture Matters en KnowH2O.

BIJLAGE 1

NORMEN VOOR BEREGENINGS- EN AFVOERCAPACITEIT REGIONALE WATEREN

ZOALS VERMELD IN DE PROVINCIALE VERORDENING (STOWA 2021)

		Binnen bebouwde kom				Buiten bebouwde kom						
Provincie	Waterschappen	Bebouwing	Hoofdinfra-structuur en spoorwegen	Overig (parken, plantsoenen, sportvelden)	Glastuinbouw	Hoofdinfra-structuur en spoorwegen	Glastuinbouw	Hoogwaardige land- en tuinbouw	Akkerbouw	Grasland (landbouwfunctie)	Bebouwing	
Drenthe	Waterschap Noorderzijlvest Waterschap Hunze en Aa's Waterschap Drents Overijsselse Delta Waterschap Vechtstromen	1/100	1/100	1/10			1/50 mvc 1%	1/50 mvc 1%	1/25 mvc 1%	1/10 mvc 5%		
Flevoland	Waterschap Zuiderzeeland	1/100	1/100	1/100			per deelgebied ten hoogste 1/50 en gemiddeld 1/80	per deelgebied ten hoogste 1/50 en gemiddeld 1/80	per deelgebied ten hoogste 1/50 en gemiddeld 1/80	per deelgebied ten hoogste 1/50 en gemiddeld 1/80		
Friesland	Wetterskip Fryslân	1/100 mvc 0%						1/50 mvc 1%	1/25 (maïs) / 1/50 (overig) mvc 5% / mvc 1%	1/10 mvc 5%		
Gelderland	Waterschap Rijn en IJssel	1/100 mvc 0%	1/100 mvc 0%	1/10 mvc 5%		1/10 mvc 5%	1/10 mvc 5%	1/10 mvc 5%	1/10 mvc 5%	1/10 mvc 5%	1/10 mvc 5%	
	Waterschap Vallei en Veluwe											
	Waterschap Rivierenland					1/100 mvc 0%	1/50 mvc 1%	1/50 mvc 1%	1/25 mvc 1%	1/10 mvc 5%	gelijk aan omringend landgebruik	
	Waterschap Vechtstromen											
Groningen	Waterschap Noorderzijlvest Waterschap Hunze en Aa's	1/100		1/10			1/50	1/50	1/25	1/10	gelijk aan omringend landgebruik	
Limburg	Waterschap Limburg	1/100; deels 1/25 in heuvelland		1/10			1/50	1/50	1/25	1/10	gelijk aan omringend landgebruik	
Noord-Brabant	Waterschap Aa en Maas Waterschap Brabantse Delta Waterschap De Dommel Waterschap Rivierenland	1/100 mvc 0%	1/100 mvc 0%	1/10 mvc 5%		1/100 mvc 0%	1/50 mvc 1%	1/50 mvc 1%	1/25 mvc 1%	1/10 mvc 5%	gelijk aan omringend landgebruik	
Noord-Holland	Waterschap Amstel, Gooi en Vecht	1/100 mvc 0%	1/100 mvc 0%	1/10 mvc 5%	1/50 mvc 1%	1/100 mvc 0%	1/50 mvc 1%	1/50 mvc 1%	1/25 mvc 1%	1/10 van 1 maart tot 1 oktober mvc 10%	1/100 mvc 0%	
	Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier									1/10 van 1 maart tot 1 oktober mvc 5%	1/100 mvc 0%	
	Hoogheemraadschap van Rijnland									1/10 van 1 maart tot 1 oktober mvc 5%	gelijk aan omringend landgebruik	
Overijssel	Waterschap Drents Overijsselse Delta Waterschap Rijn en IJssel Waterschap Vechtstromen	1/100	1/100	1/10 mvc 5%			1/50 mvc 1%	1/50 mvc 1%	1/25 mvc 1%	1/10 mvc 5%		
Utrecht	Waterschap Amstel, Gooi en Vecht,	1/100	1/100	1/10 mvc 5%		1/100	1/50 mvc 1%	1/50 mvc 1%	1/25 mvc 1%	1/10 van 1 maart tot 1 oktober mvc 10%	1/100	
	Waterschap Rivierenland									1/10 mvc 5%	gelijk aan omringend landgebruik	
	Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden			1/10 mvc 10%						1/10 van 1 maart tot 1 november mvc 10%		
	Waterschap Vallei en Veluwe			1/10 mvc 5%						1/100 * mvc 5%	1/100 * mvc 5%	1/100 * mvc 5%
Zeeland	Waterschap Scheldestromen	1/100		Normloos	1/50 mvc 1%		1/50 mvc 1%	1/25 mvc 1%	1/25 mvc 1%	1/25 mvc 1%	gelijk aan omringend landgebruik	
Zuid-Holland	Waterschap Hollandse Delta Hoogheemraadschap van Delfland Hoogheemraadschap van Schieland en de Krimpener Hoogheemraadschap van Rijnland Waterschap Rivierenland	1/100 mvc 0%	1/100 mvc 0%	1/10 mvc 5%	1/50 mvc 1%	1/100 mvc 0%	1/50 mvc 1%	1/50 mvc 1%	1/25 mvc 1%	1/10 van 1 maart tot 1 oktober mvc 10%	gelijk aan omringend landgebruik	
	Hoogheemraadschap Amstel, Gooi en Vecht									1/100 mvc 0%		
	Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden			1/10 mvc 10%							1/10 van 1 maart tot 1 november	gelijk aan omringend landgebruik

Legenda:	1/100	1/25
	1/50	1/10

* Het waterschap geeft aan dat hier sprake is van een typefout en dat dit nog gecorrigeerd moet worden naar 1/10