

Deelrapportage Zoetwatervraag en beschikbaarheid

**Technische toelichting
Provincie Zuid Holland**

4 september 2024 - Public

Contactpersoon

ARNOLD PORS

Arcadis Nederland B.V.

Postbus 1018

5200 BA 's-

Hertogenbosch

Nederland

Inhoudsopgave

1	Inleiding	4
1.1	Plaats in de opdracht	4
1.2	Samenhang met andere deelplannen	4
1.3	Leeswijzer	4
2	Rekenmethodiek	5
3	Gebruikte data	6
4	Uitgangspunten	7
5	Resultaten	8
5.1	Zoetwatervraag	8
5.1.1	Toename zoetwatervraag	8
5.1.2	Ruimtelijke spreiding in watervraag	11
5.1.3	Water beschikbaarheid	13
5.1.4	Mitigerende maatregel watervraag	16
5.2	Uitspoeling stikstof en fosfor	18
5.3	Effect op grondwaterstanden	22
5.4	Beschikbare bodemberging	23
	Colofon	24

1 Inleiding

1.1 Plaats in de opdracht

Het streven naar een hogere grondwaterstand onder maaiveld in veengebieden is bedoeld om bij te dragen aan de reductie CO₂-emissies uit veen. Dit onderzoek brengt in beeld wat de opzet van grondwaterstand op 40 tot 20 cm onder maaiveld voor effect op het watersysteem op het schaalniveau van het Groene Hartgebied van de provincies Zuid-Holland, Noord-Holland en Utrecht. Hierbij wordt gekeken naar zoetwatervraag en -beschikbaarheid, wateroverlast, waterkwaliteit en het huidige grondgebruik en agrarisch verdienvermogen.

In dit deelrapport wordt beschreven hoe de zoetwatervraag is berekend die nodig is om de grondwaterstand in het veenweidegebied te verhogen/hoog te houden. Per waterschap is bepaald wat de (piek)watervraag is als een gemiddelde over de twee kritische maanden en voor de piek in de watervraag, de kritische periode.

De rapportage beschrijft tevens de beschikbaarheid van deze watervraag op regionaal niveau, waarbij is gekeken hoeveel water opgeslagen/gebufferd moet worden om een kritische periode te kunnen overbruggen met water dat in de regio's zelf wordt opgevangen.

1.2 Samenhang met andere deelplannen

In onderstaande figuur is de samenhang tussen de deelplannen aangegeven. Om broeikasgasemissies (doel) te reduceren is een (grond)waterstand verhoging nodig. De verhoging van de grondwaterstand wordt bereikt door het ophogen van de peilen in oppervlaktewater en eventueel het toepassen van perceelmaatregelen. Om die (grond)waterstand verhoging te bereiken neemt de zoetwatervraag toe (middel). Als de peilopzet wordt gerealiseerd levert dat effecten op potentiële bodemberging (wateroverlast), de uit- en afspoeling van nutriënten (waterkwaliteit) en de gemiddeld hoogste en laagste grondwaterstand en daarmee op het huidige gebruik en het agrarisch verdienvermogen. Deze zijn zoveel als mogelijk gekwantificeerd in de deelplannen.



Figuur 1.1 Samenhang tussen de deelplannen in deze verkennende studie

1.3 Leeswijzer

In deze rapportage staat de beschrijving van de rekenmethodiek (hoofdstuk 2), de gebruikte data (hoofdstuk 3) en de uitgangspunten voor de berekeningen (hoofdstuk 4) centraal. In hoofdstuk 5 zijn de rekenresultaten van alle doorgerekende scenario's gepresenteerd.

Het gebruikte model (VATpy) waarmee de watervraag is berekend, berekent ook de uit- en afspoeling van nutriënten (N+P) naar het oppervlaktewater, het effect op de grondwaterstanden en de beschikbare bodemberging. De uit- en afspoeling is input voor het deelrapport Waterkwaliteit, de effecten op de grondwaterstanden voor het deelrapport Agrarisch verdienvermogen en de potentiële bodemberging voor het deelrapport Wateroverlast. Omwille van de duidelijkheid zijn alle berekeningsresultaten van VATpy in deze rapportage gepresenteerd. De duiding van de effecten van de berekeningsresultaten is opgenomen in de betreffende deelrapporten.

2 Rekenmethodiek

Om de extra watervraag door het verhogen/hoog houden van de grondwaterstanden bij veenweidepercelen te berekenen, is gebruik gemaakt van het door Arcadis ontwikkelde uit- en afstromingsmodel VATpy¹ (zie tekstblok). Op basis van de in de volgende paragraaf gegeven input berekent het model per agrarisch perceel de waterbalans, het effect op de grondwaterstanden, de beschikbare bodemberging en de uit- en afspoeling van meststoffen naar het oppervlaktewater. In deze paragraaf wordt de werkwijze beschreven hoe VATpy is toegepast en bij de resultaten wordt de output van VATpy besproken.

Om rekentijd te besparen, zijn de niet agrarisch gebieden niet per perceel maar per peilgebied berekend.

Naast de huidige situatie als referentie, zijn de eerder gebruikte scenario's met VATpy doorgerekend:

- Grondwaterstand 20 cm-mv met perceelmaatregelen
- Grondwaterstand 30 cm-mv met perceelmaatregelen
- Grondwaterstand 40 cm-mv zonder perceelmaatregelen

De berekeningen zijn uitgevoerd voor de periode 2017 tot en met 2022 met een inlooptijd van 3 jaren om vanaf 2017 een stabiele uitgangssituatie te hebben.

De berekeningsresultaten zijn geaggregeerd per deelgebied tot een water- en stoffenbalans en worden in hoofdstuk 5 per waterschap gepresenteerd.

VATpy: Een nieuw uit- en afspoelingsmodel voor meststoffen én waterkwantiteit

VATpy is een nieuw, gebruiksvriendelijk model van Arcadis om de waterbalans en de uit- en afspoeling van meststoffen op landbouwpercelen snel te berekenen. Het model lijkt veel op een vereenvoudigde versie van SWAP-ANIMO, het huidige wetenschappelijke model van de WUR. Het model is door specialisten van Arcadis ontwikkeld waarbij adviseurs en specialisten van verschillende waterschappen mee hebben gedacht.

- **Inhoudelijk sterk:** VATpy is gebaseerd op de meest recente wetenschappelijke inzichten van vooraanstaande onderzoeksinstituten en universiteiten. Het model is als volgt opgezet:
 - de eenvoud van VATRAN (voorloper van VATpy, ontwikkeld door Arcadis)
 - de proces-formules van ANIMO van WUR (inclusief gewasgroei o.b.v. WOFOST)
 - de invoer van NDICEA van het Louis Bolk Instituut
 - Een nieuwe waterbalans
 - Geïnspireerd op CAPSIM/CAPSEV (uitbreiding) van WUR
 - Complexer dan NDICEA/VATRAN
 - Eenvoudiger dan SWAP van de WUR
- **Snel en gebruiksvriendelijk:** VATpy levert veel sneller resultaten dan SWAP-ANIMO en is eenvoudiger te gebruiken. Ook voor de validatie en kalibratie van modelresultaten is de snelle rekensnelheid belangrijk. Parameters kunnen gemakkelijker worden aangepast om de rekenresultaten beter de meetresultaten te laten benaderen.
- **Inzicht in waterkwantiteit en uit- en afspoeling:** VATpy biedt zowel inzicht in de waterkwantiteit door een waterbalans bij te houden gestuurd door verdamping, uit- en afspoeling en kwel/wegzijging. Deze balans is essentieel voor het berekenen van de uit- en afspoeling van meststoffen. Hiervoor houdt VATpy rekening met factoren zoals mestgift, teelten, moment van zaaien, oogst, uit- en afspoeling, processen in de bodem en waterbeheer.
- **Beoordeling van maatregelen:** Het model kan verschillende landbouwmaatregelen simuleren, zoals het verhogen van de grondwaterstand, om te zien wat het effect is op de emissies en de waterbalans.

¹ Analysing the applicability of a simplistic nitrogen balance model to identify farmer specific nitrogen leaching, Based on the extensive data of the agricultural catchment Vinkenloop (the Netherlands) Aa en Maas, M. Nijboer, 16 maart 2023

3 Gebruikte data

De volgende data zijn als input voor de modelberekeningen gebruikt:

- **Meteogegevens:** Historische meteorologie van KNMI-metstation Schiphol. Er is gekozen voor één meetstation voor het gehele onderzoeksgebied. Verschillen in berekeningsresultaten tussen gebieden worden met een enkel meetstation dan niet veroorzaakt door een andere meteorologie. De resultaten zijn daardoor beter te vergelijken.
- **Gewassen:** Gegevens uit de Basisregistratie percelen - gewaspercelen. De BRP - Gewaspercelen bestaat uit de locatie van landbouwpercelen in Nederland met daaraan gekoppeld het geteelde gewas. Het bestand is een selectie van informatie uit de Basisregistratie Percelen (BRP) van Rijksdienst voor Ondernemend Nederland
- **Gebruik overig gebied:** Overgenomen uit Basisregistratie Grootschalige Topografie (BGT), vlakken met dezelfde functie zijn per peilgebied samengevoegd om de rekentijd te verminderen
- **Verharding:** Voor BGT oppervlak bepaald of het gaat om water/verharding/onverhard
- **Maaiveldhoogte:** AHN4
- **Bodemtype:** PAWN
- **Specifiek type landgebruik:** LGN2022
- **Depositie:** RIVM
- **Kwelkwaliteit:** Interpolatie van ondiepe provinciale grondwatermeetpunten
- **Huidige buisdrainage:** NHI/LHM4
- **Gemiddelde Kwelflux:** NHI/LHM4
- **Peilgebied, streefpeilen en verandering in streefpeil:** ander deelpakket van dit onderzoek
- **Bemesting:** voor agrarische percelen is de bemestingsnorm² toegepast
- **Drainage en infiltratie weerstand:** afgeleid uit bodemtype en slootafstand
- **Kwaliteit inlaatwater:** indicatieve kentallen: P= 0,3 mg/l, N = 2,5 mg/l)

Voor de invoer van VATpy zijn op basis van de hierboven genoemde bronnen per deelgebied de perceelkenmerken afgeleid.

² <https://www.rvo.nl/sites/default/files/2023-02/Tabel-2-Stikstof-landbouwgrond-2023.pdf>

4 Uitgangspunten

Bij de berekeningen zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- De berekeningen zijn uitgevoerd met gegevens van het huidige klimaat. Invloeden door zeespiegelstijging (verandering in hoeveelheid en kwaliteit kwel) en klimaatverandering zijn niet meegenomen. Deze zouden de berekeningen in de huidige fase complex maken. Bij een verdere uitwerking kan nader worden ingegaan op de effecten van klimaatverandering en zeespiegelstijging. Ook is er geen rekening gehouden met een verandering van de kwelflux en kwelkwaliteit door de voorgestelde maatregelen.
- De berekeningen zijn uitgevoerd per perceel op basis van grondsoort (PAWN, dezelfde indeling die wordt gebruikt bij SWAP-ANIMO) en landgebruik (BGT en LGN 2022).
 - De scenario's zijn in het model gesimuleerd door het streefpeil en de (actieve)drainage behorend bij het scenario toe te passen. Hierbij is zoveel mogelijk aangesloten op de kenmerken van SOMERS2 (drainagetype (geen, actief en passief) en drainageweerstand (4 dagen)).
 - Bij de berekeningen zijn niet alleen de veenpercelen berekend, maar ook het overige oppervlak binnen een peilgebied met veen. Deze niet veenweidegebieden kunnen ook beïnvloed worden door de hogere waterstanden.
- Bij de varianten waarbij de grondwaterstand actief wordt gestuurd (actieve grondwaterstandregulatie), wordt ook het streefpeil in het peilgebied aangepast.
- De peilaanpassing van de peilgebieden is overgenomen vanuit de deelrapportage Broeikasgasemissiesreductie. Hierbij is niet in ieder peilgebied voor ieder scenario het peil aangepast. Het peil is alleen verhoogd. Hierdoor zijn peilgebieden met een voldoende kleine drooglegging in een scenario niet aangepast. Verder is het peil alleen aangepast wanneer een minimum percentage van het oppervlak van het peilgebied bestaat uit agrarisch gras op veen.
- Bij peilgebieden met een grote gradiënt in het maaiveld kan een peilverhoging in het gebied om tot de gewenste gemiddelde drooglegging te komen, leiden tot percelen die een drooglegging van 0 of minder hebben. In het deelrapport "Wateroverlast" wordt hier meer inzicht in gegeven. VATpy, maar ook SWAP-ANIMO, kan daar niet altijd goed mee omgaan. Omdat niet op perceel niveau wordt gekeken en de resultaten per deelgebied worden gepresenteerd, is het effect van deze onnauwkeurigheid beperkt. Het is te verwachten dat in de praktijk percelen niet onder water worden gezet. Het gewenste grondwaterniveau moet dan met een grotere drooglegging worden gerealiseerd met een actief grondwaterbeheer op het gewenste grondwaterniveau.
- De perceelmaatregelen zijn toegepast (indien van toepassing) op alle veenpercelen met agrarisch grasland. Ook als het perceel buiten het gebied ligt met een peilaanpassing. Dit geldt dus voor veenpercelen buiten de peilaanpassing. Hier wordt dan alleen een actieve ontwateringsdiepte gehandhaafd.
 - Voor de berekeningen is uitgegaan van onveranderd landgebruik en de huidige bemestingsnormen
 - Bij de berekeningen is geen rekening gehouden met de doorwerking van historisch mestbeleid. Er wordt uitgegaan van een evenwichtstoestand.
- Water wordt alleen aangevoerd als er in de deelgebieden per waterschap een watertekort is. Zo kan er in een deel van het waterschap nog afvoer zijn, terwijl er in een ander deel al een watervraag ontstaat. Deze twee worden dan eerst met elkaar verrekend. Pas als de watervraag van een waterschap groter is dan het beschikbare water ontstaat er een externe watervraag bij dit waterschap.
- De overgang tussen het winterpeil en zomerpeil gebeurt in een periode van 1 maand (april en september). Voor een dynamisch peil geldt een geleidelijke overgang van 3 maanden naar het lage peil (mei t/m augustus)
- De droge depositie is gelijkmatig over het jaar verdeeld
- In deze fase wordt niet gekeken naar een verziltend effect van de zoetwatervraag als er niet voldoende zoet water beschikbaar is voor alle water vragende functies. De afweging tussen verdrogen (niet inlaten) of brak water inlaten wordt in deze studie niet gemaakt.

5 Resultaten

5.1 Zoetwatervraag

5.1.1 Toename zoetwatervraag

Met VATpy is de watervraag van de huidige watervraag en van de drie scenario's berekend.

De in dit rapport gebruikte term "huidige watervraag" is de referentie en bestaat bij de berekeningen uit alleen de open waterverdamping, de gewasverdamping, de bodemterm (wegzijging en kwel) en de neerslag. De doorspoeling, het effluent van RWZI's en de bedrijfs- en industriële-onttrekkingen worden niet door de maatregelen beïnvloed en zijn niet in het bepalen van de huidige watervraag betrokken. Daarmee is de huidige watervraag niet 1:1 te vergelijken met de hoeveelheid water dat wordt ingelaten.

Het verschil in watervraag tussen de huidige watervraag en die van de scenario's wordt veroorzaakt door het opzetten van de grondwaterstand in de veenweidegebieden.

In bijlage A zijn per waterschap de figuren van de watervraag en de toename van de watervraag weergegeven. Gesommeerd, de totale watervraag van het onderzoeksgebied en de toename in watervraag zijn weergegeven in respectievelijk Figuur 1 en Figuur 2.

Uit de totale watervraag blijkt dat de grootste watervraag in de maand juni of juli valt, op dezelfde momenten dat de toename van de watervraag door het vernatten van het veenweidegebied ook het grootst is.

Uit Figuur 2 blijkt dat bij het scenario 40 cm zonder maatregelen, de piekvraag voor het hele onderzochte gebied, kan toenemen met maximaal 2 m³/s, bij scenario 30 cm met maatregelen met maximaal 10 m³/s en bij 20 cm met maatregelen met maximaal circa 14 m³/s. De toename van de watervraag heeft 4 oorzaken:

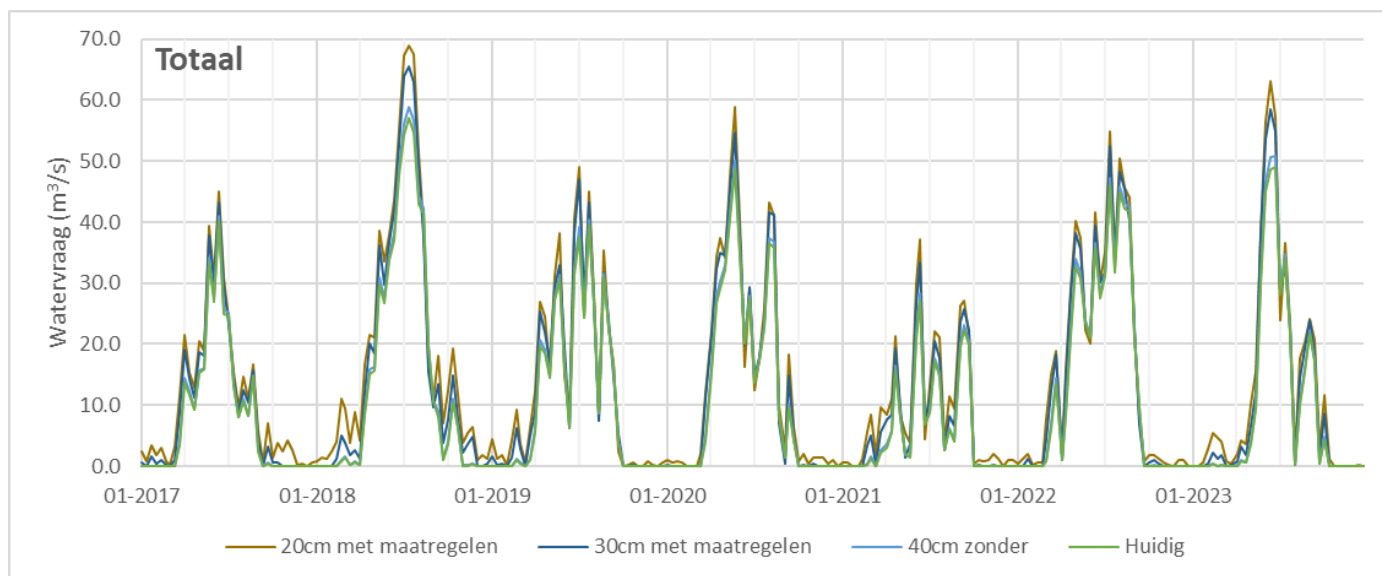
- Door de maatregelen zakt de grondwaterstand gedurende de zomer niet/minder uit. De GHG en GLG komen dichter bij elkaar. Dit watervolume moet aangevoerd worden.
- Door de hogere grondwaterstand ontstaat er ook in extreem droge periodes geen verdampingsreductie meer van het gewas. De verhoogde verdamping moet aangevoerd worden.
- Infiltratie naar diepere ondergrond neemt toe
- Door de maatregelen is er een stabiele en hoge grondwaterstand. Water wordt snel aangevoerd bij het uitzakken van de grondwaterstand en snel afgevoerd bij het stijgen van de grondwaterstand. Er is daardoor nauwelijks berging meer in het grondwater.
- Ook de berging in de onverzadigde zone verdwijnt bijna volledig bij het 20cm scenario. Door capillaire werking in de bodem verdwijnt dan de dynamiek. Daardoor wordt er al in kortdurende natte periodes meer afgevoerd en kortdurende droge periodes meer aangevoerd.

Opvallend is dat de toename van de watervraag in 2023 hoger is dan in de droge jaren 2018 en 2022. Dit wordt veroorzaakt door verschil in meteorologische omstandigheden in de tijd.

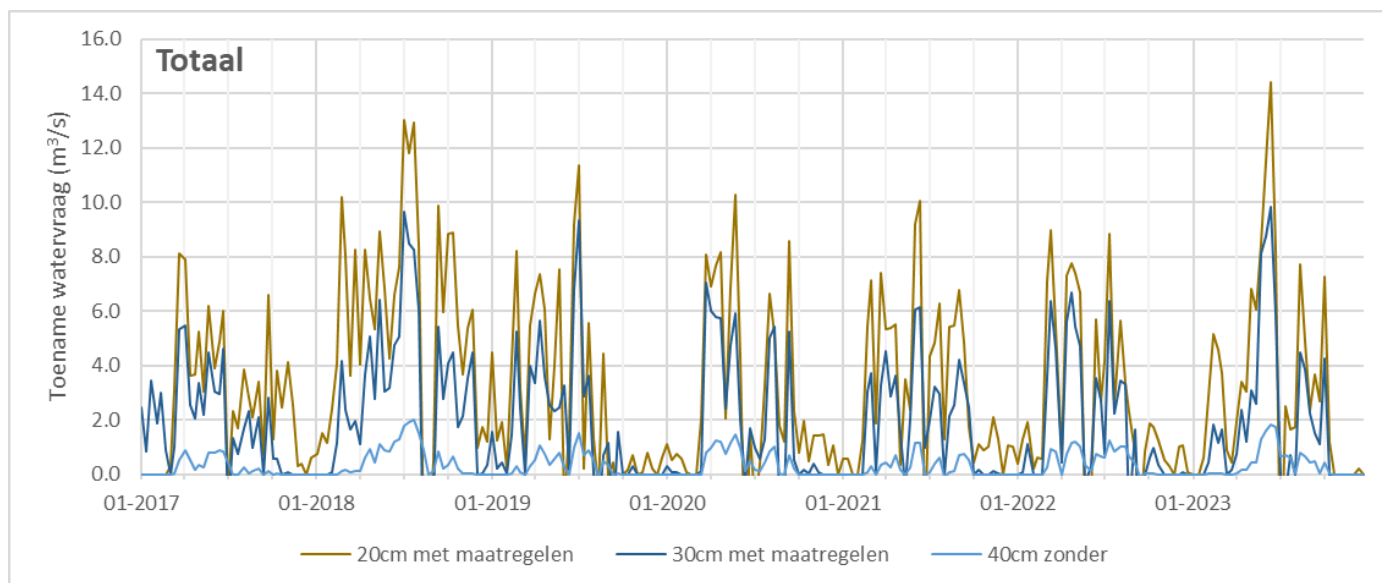
Ter indicatie is in Figuur 3 het neerslagtekort voor Rijnland weergegeven. Het figuur geeft een gemiddelde van meerdere neerslag en meteo stations, terwijl bij de analyse alleen het meteostation bij Schiphol is gebruikt. De grafieken zijn daardoor niet volledig met elkaar te vergelijken, maar de trends zijn goed zichtbaar.

Zichtbaar is dat het neerslagtekort voor 2023 (groene lijn) vanaf half mei steil omhoogloopt, steiler dan de jaren 2022 en 2018 waar in die periode af en toe ook een buitje is gevallen. Rond 21 juni tot de eerste week juli is de verdamping het hoogst door de lengte van dagen, de hoogte van de zon en de instraling. Hierdoor valt de piek in 2023 op het moment dat de verdamping het hoogst is, samen met een lang voortraject waardoor hier in juni de watervraag piekt. Bij 2018 is na 1 juli een steil traject, maar minder steil dan de 2023 grafiek en er zitten wat hobbeltjes in, door een beetje neerslag of een bewolkte dag. De extra watervraag piekt in deze periode. Bij 2022 zien we weer een ander gedrag. Het neerslagtekort loopt weliswaar op, maar er zitten steeds periodes tussen met neerslag. Daarom is er bij 2022 geen sprake van een grote piek, maar meerdere lagere pieken achter elkaar.

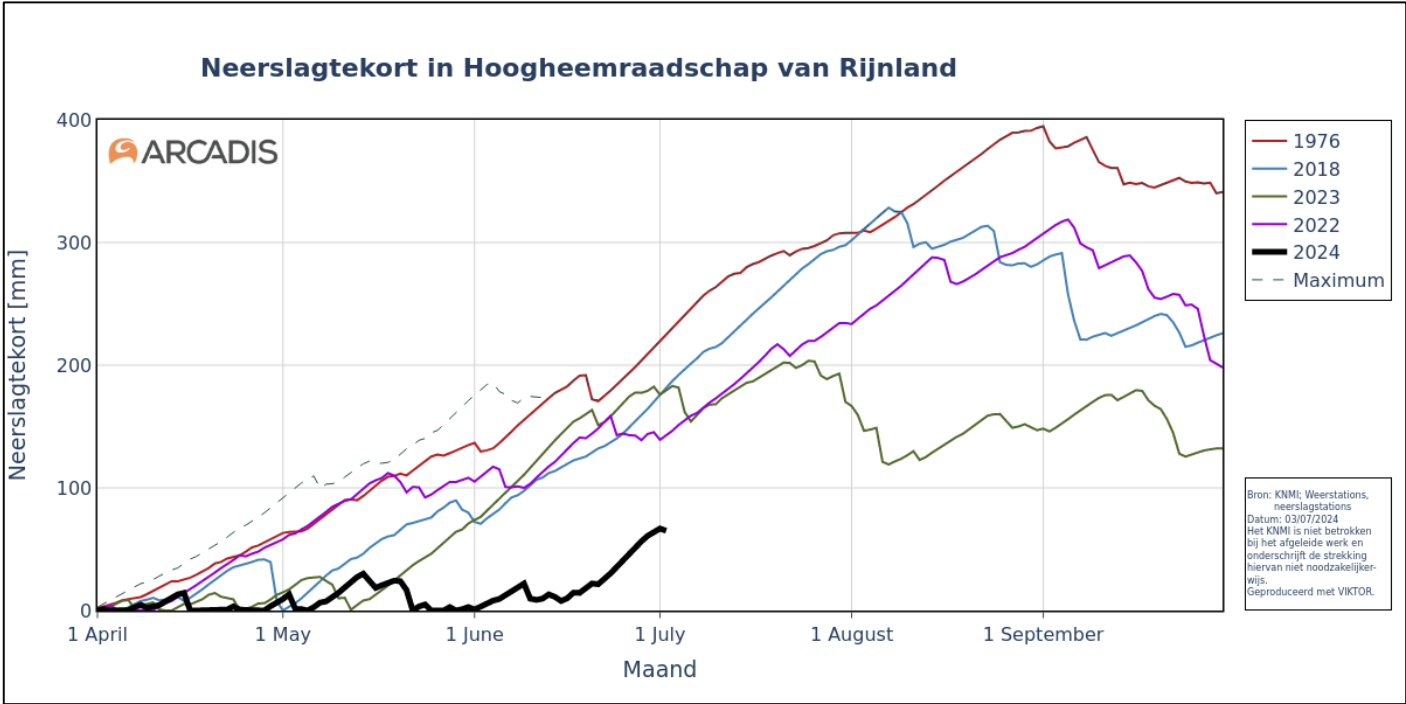
In de reeks van 2017 tot en met 2023 is 2018 het jaar waarbij de watervraag het meest is toegenomen. Bij de verdere analyse voor de totale watervraag en de toename van de watervraag is daarom 2018 als referentie genomen waarvan de berekeningsresultaten zijn gepresenteerd.



Figuur 1: totale watervraag van het onderzoeksgebied in de referentiesituatie en door het opzetten van het peil in veenweidegebied bij verschillende scenario's



Figuur 2: Toename van de watervraag door het opzetten van het peil in veenweidegebied bij verschillende scenario's



Figuur 3: Neerslagtekort voor Rijnland. Hierin zijn de jaren 2018, 2022 en 2023 van belang. De steilheid van de grafiek in een periode is bepalend hoeveel water er extra nodig is voor het veenweidegebied bij de verschillende scenario's. Bron: <https://arcadis.viktor.ai/public/neerslagtekort>

De toename van de watervraag ten opzichte van de huidige watervraag is per waterschap voor 2018 in Tabel 1 samengevat.

Tabel 1: Bovenste deel van de tabel: toename van de watervraag per scenario voor de maanden juni en juli 2018 in miljoen m³. Onderste deel tabel: uitgedrukt in m³/s.

Toename (1.000.000 m ³)	AGV	HDSR	HHD	HHR	HSK	WSRL	Totaal
40cm zonder maatregelen	3.1	0.7	0.6	2.1	0.7	0.6	7.9
30cm met maatregelen	11.0	7.3	2.6	8.3	4.1	7.3	40.6
20cm met maatregelen	13.1	8.9	3.2	10.2	5.0	9.3	49.7
Toename (m ³ /s)	AGV	HDSR	HHD	HHR	HSK	WSRL	Totaal
40cm zonder maatregelen	0.6	0.1	0.1	0.4	0.1	0.1	1.5
30cm met maatregelen	2.1	1.4	0.5	1.6	0.8	1.4	7.7
20cm met maatregelen	2.5	1.7	0.6	1.9	0.9	1.8	9.4

Bij enkel peilopzet (zonder perceelmaatregelen) neemt de watervraag ten opzichte van de huidige watervraag in de maanden juni en juli beperkt toe met 1.5 m³/s. Door de perceel maatregelen neemt de watervraag toe met 7,7 m³/s bij 30 cm-mv en met 9.4 m³/s bij 20 cm-mv.

Conclusie:

Door het vernatten van het veenweidegebied wordt de watervraag groter. De grootste toename van de watervraag valt samen met de perioden waarbij de watervraag van overige functies ook het hoogst is. Denk hierbij aan de open waterverdamping en de gewasverdamping buiten de veenweidegebieden. De toename verschilt per jaar en periode en kan afhankelijk van het scenario in de piek toenemen met 14 m³/s (Figuur 2) voor het gehele onderzoeksgebied. De toename in juni/juli 2018 bedraagt 9,4 m³/s bij het maximale scenario (Tabel 1).

Voor de maanden juni en juli 2018 is voor scenario 40 cm zonder maatregelen 7,9 miljoen kuub extra water nodig, voor scenario 30 cm met maatregelen 40,6 miljoen kuub en voor scenario 20 cm met maatregelen 49,7 miljoen m³.

Uit de resultaten blijkt dat de watervraag meer toeneemt bij de scenario's met perceelmaatregelen dan door alleen een peilverhoging. Door alleen een peilverhoging dringt het water beperkt door in de percelen en tast de sponswerking van de bodem nauwelijks aan.

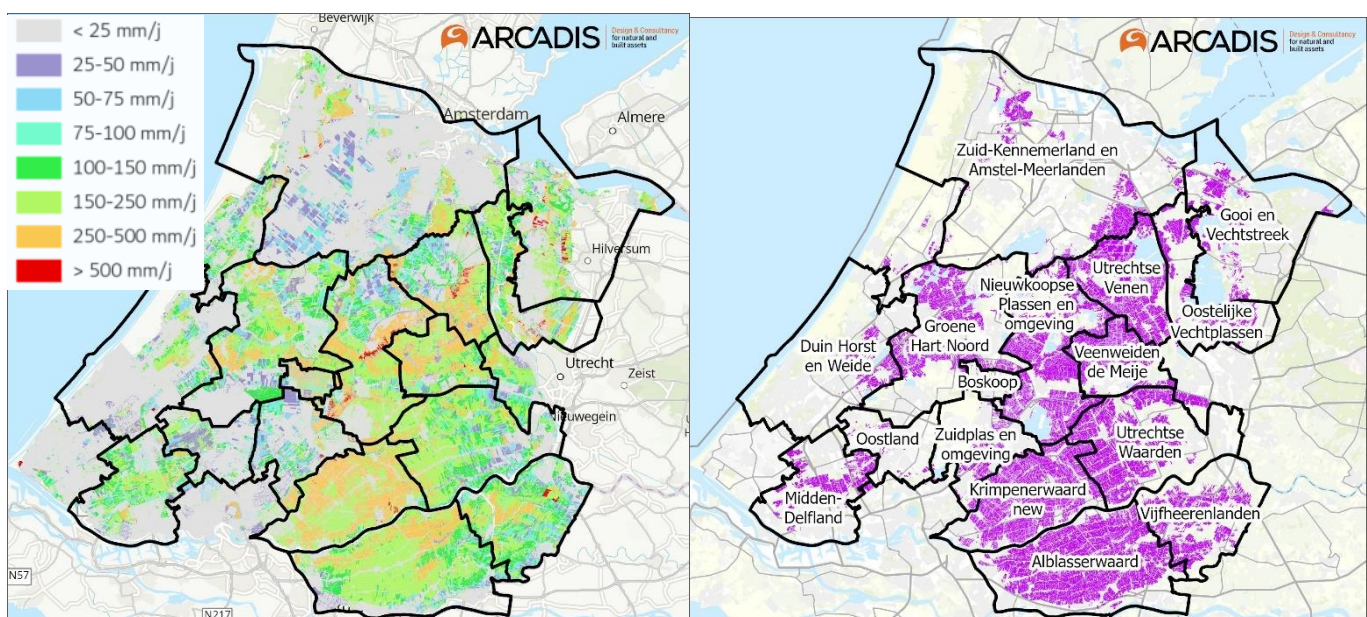
Door Deltares is in de afgelopen jaren onderzoek gedaan naar de effecten van onderwaterdrainage³. De aanpak in de studies van Deltares is anders geweest dan in deze studie en ook de scenario's zijn niet gelijk. Geen enkel scenario komt 1 op 1 overeen met deze studie. Een directe vergelijking tussen de berekeningsresultaten is daarom niet mogelijk. Wel zijn dezelfde patronen te herkennen en liggen de berekende percentages extra water dat nodig is in lijn met elkaar.

5.1.2 Ruimtelijke spreiding in watervraag

VATpy geeft als output kaarten met berekeningsresultaten van verschillende parameters, zo ook de infiltratie naar percelen in de zomer. De toename hiervan is het belangrijkste onderdeel van de toegenomen watervraag.

Door de kaarten van de referentie te vergelijken met de resultaten van de scenario's zijn kaarten opgesteld waarin de ruimtelijke spreiding in de extra watervraag zichtbaar wordt.

In Figuur 44 is de huidige watervraag gemiddeld per jaar (over de periode 2017-2023) weergegeven met daaronder een kaart van de ligging van de veenweidegebieden. Omdat in deze kaarten de watervraag over een oppervlak is uitgedrukt, is de eenheid mm per jaar. Eén mm per jaar komt overeen met 10 m³/ha per jaar.



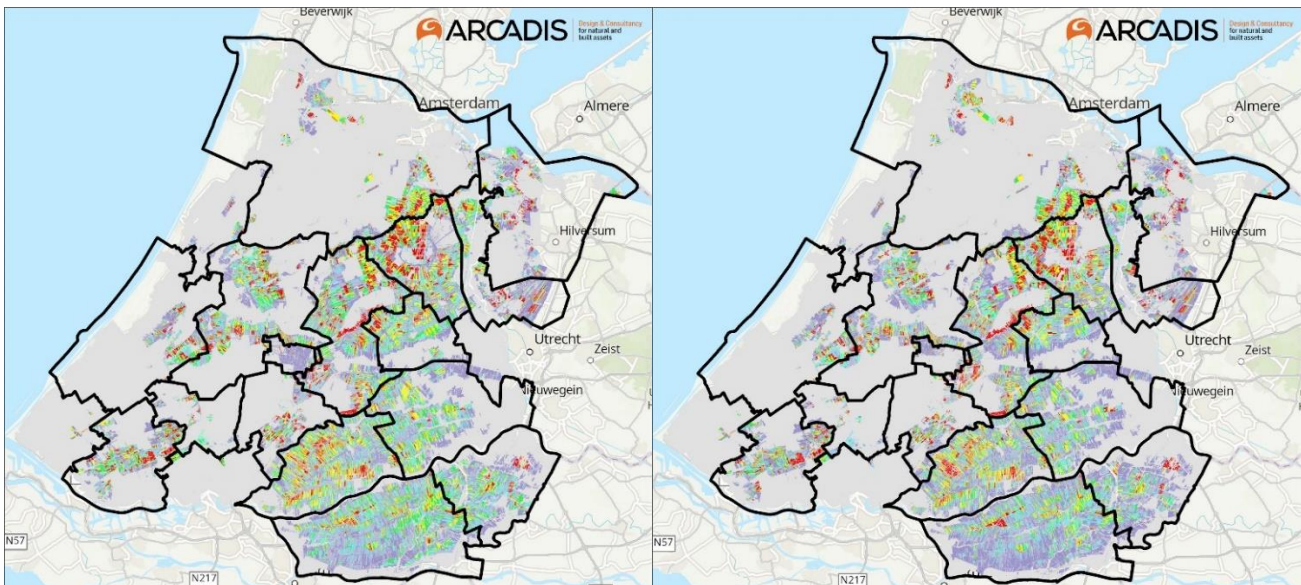
Figuur 4: Links: huidige watervraag. Rechts: ter oriëntatie, de veenweidegebieden in lila.

³ Deltares 2021, Het effect van onderwaterdrainage en passieve peilstijging in veenweidegebieden op knelpunten in de zoetwatervoorziening.
Deltares, 2022, Verkenning toename watervraag door vernattingsmaatregelen in het veenweidegebied.
Deltares 2023, Potentie van watervraagreductie in het veengebied.

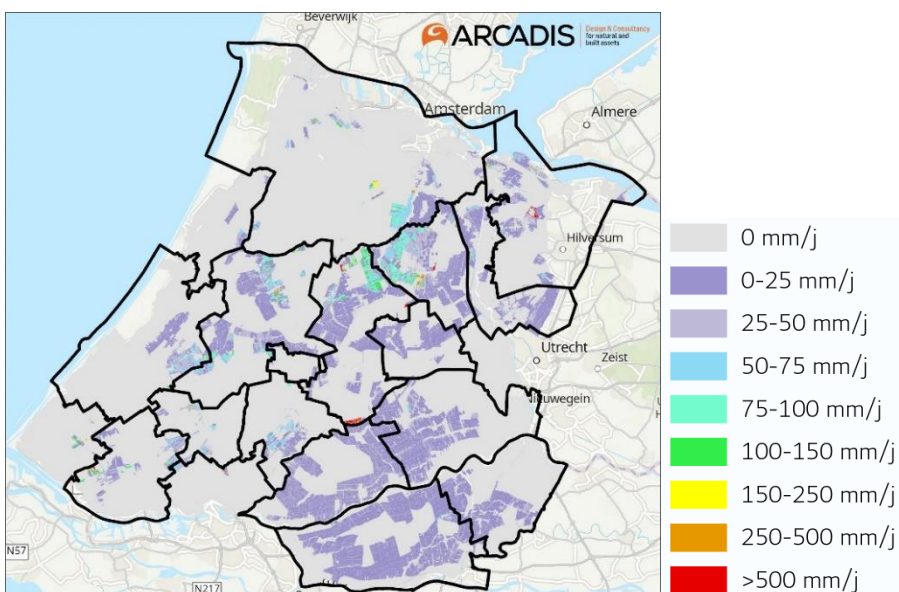
In Figuur 55 is de ruimtelijke verdeling van de extra watervraag per scenario weergegeven. Verschillen in de ruimtelijke watervraag ontstaan door verschil in landgebruik, bodemtype, (huidige) drooglegging, kwel/wegzijging, maaiveldvariatie en de slootafstand tussen de percelen.

Extra watervraag bij 20cm –mv met maatregelen

Extra watervraag bij 30cm –mv met maatregelen



Extra watervraag bij 40cm –mv zonder maatregelen



Figuur 5: Extra watervraag per scenario

5.1.3 Water beschikbaarheid

De watervraag in het westen van het land is afhankelijk van de verdamping in het gebied, de benodigde doorspoeling om de waterkwaliteit goed te houden en de bedrijfsmatige onttrekkingen. Daar staan bronnen tegenover zoals de neerslag, het effluent van zuiveringen en als dat niet voldoende is voor de watervraag, kan water in worden gelaten vanuit het hoofdwatersysteem, de grote rivieren en kanalen. In de zomerperiode wordt in de meeste jaren water ingelaten omdat de neerslag en het effluent dan niet voldoende zijn om in de watervraag te voorzien.

Het inlaatwater komt vanuit het hoofdwatersysteem, de grote rivieren en kanalen, bijvoorbeeld uit het Amsterdam-Rijnkanaal (ARK), de Lek, de Nieuwe Maas en de Waal. In afvoersituaties vanuit de polders of als de rivierafvoeren hoog zijn, is er voldoende water en zal de extra watervraag voor het veenweidegebied vanuit de neerslag, het effluent en vanuit de rivieren kunnen worden voorzien. Door het veranderende klimaat komen echter vaker lagere rivierafvoeren voor. Er ontstaan dan situaties waarin inlaten gaan verzilten, bijvoorbeeld bij de Hollandse IJssel, de Lek en het ARK. Zonder maatregelen zou dan op veel locaties geen water meer ingelaten kunnen worden via de reguliere inlaten. Om toch water aan te kunnen voeren zijn in het watersysteem diverse maatregelen genomen om in situaties met lage rivierafvoeren via een systeem van kanalen, stuwen en pompen zoet water naar west Nederland te krijgen voor onttrekkingen, maar ook voor het zoet houden van het water. Voor de waterschappen Rijnland, Delfland en Schieland en de Krimpenerwaard worden deze maatregelen de Klimaatbestendige Water Aanvoervoorziening genoemd (zie tekstblok KWA). Voor AGV is het zoethouden van het ARK van groot belang, daarom wordt over het ARK een surplus aan zoet water richting het Noordzeekanaal gestuurd.

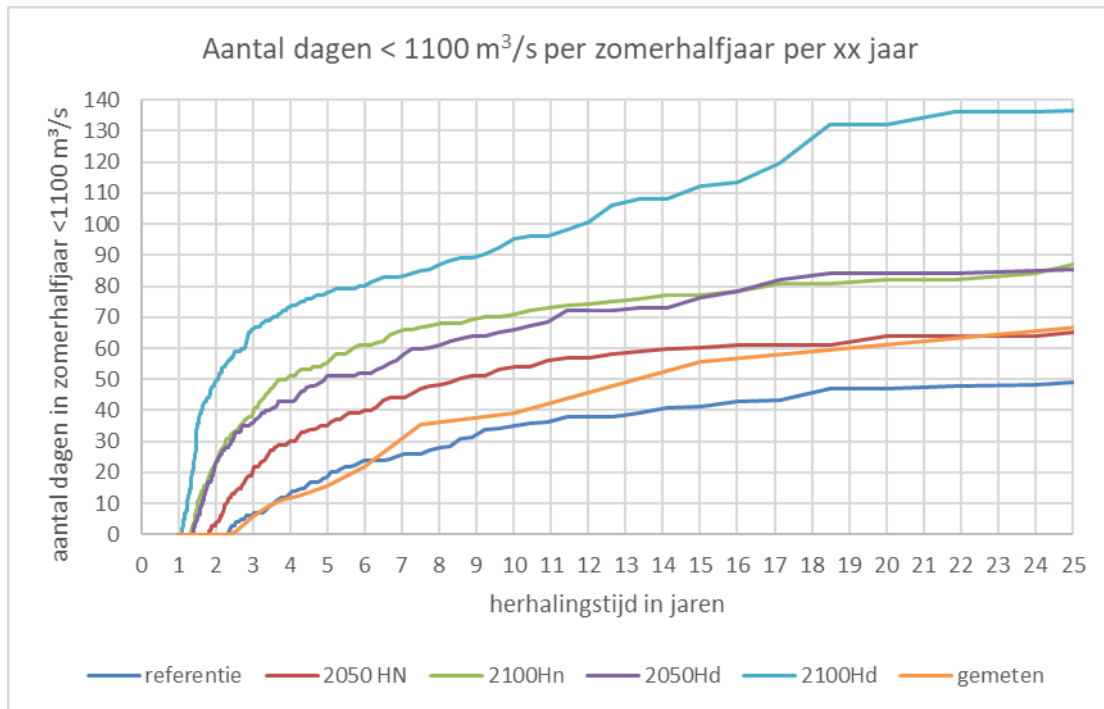
Maar ook al deze maatregelen voor aanvoer van zoet water zijn beperkt en daardoor ontstaan er in de huidige situatie bij zeer lage rivierafvoeren al tekorten. Er moeten dan keuzes gemaakt worden over de verdeling van het rivierwater over Nederland.

Een extra watervraag vanuit het veenweidegebied is daar een nieuwe significante watervrager bij. Het opzetten van het peil in veenweidegebieden kan er daardoor in droge perioden met lage rivierafvoer voor zorgen dat andere functies minder of geen water krijgen. Dit speelt met name bij een afvoer bij Lobith onder de 1100 m³/s. Uit de KNMI'23 scenario's voor de rivierafvoer blijkt dat de overschrijding van 1100 m³/s vaker gaat voorkomen (zie Figuur 6), en dat samen met de zeespiegelstijging de zoetwater levering naar West Nederland onder druk komt.

Een jaar met 20 dagen met een debiet onder de 1100 m³/s komt nu ongeveer eens in de 6 jaar voor. Uit Figuur 6 blijkt dat die frequentie sterk gaat toenemen, in 2050 naar eens in de 2 à 3 jaar en in 2100 naar meer dan eens in de 2 jaar.

Conclusie:

Voor veel jaren zal er voor de maatregelen in het veenweidegebied voldoende water zijn. Alleen in droge jaren in combinatie met een lage rivierafvoer kunnen er in een beperkte periode in juni, juli en augustus knelpunten ontstaan. In het huidige watersysteem is dan geen ruimte voor de extra watervraag voor de maatregelen in het veenweidegebied. Door klimaatverandering gaat deze situatie vaker voorkomen van eens in de 6 jaar naar in 2050 tussen de eens in de 2 en 3 jaar en in 2100 vaker dan eens in de twee jaar.



Figuur 6: Toename van het aantal dagen met een rivierafvoer onder de $1100 \text{ m}^3/\text{s}$ in het zomerhalfjaar bij Lobith bij verschillende klimaatscenario's. De gemeten reeks is over 30 jaar, 1991-2020. Vanwege de kortere reeks waarmee de statistiek is bepaald, kan deze afwijken van de referentie van de KNMI'23 rivierafvoer scenario's, die over 240 jaar zijn.

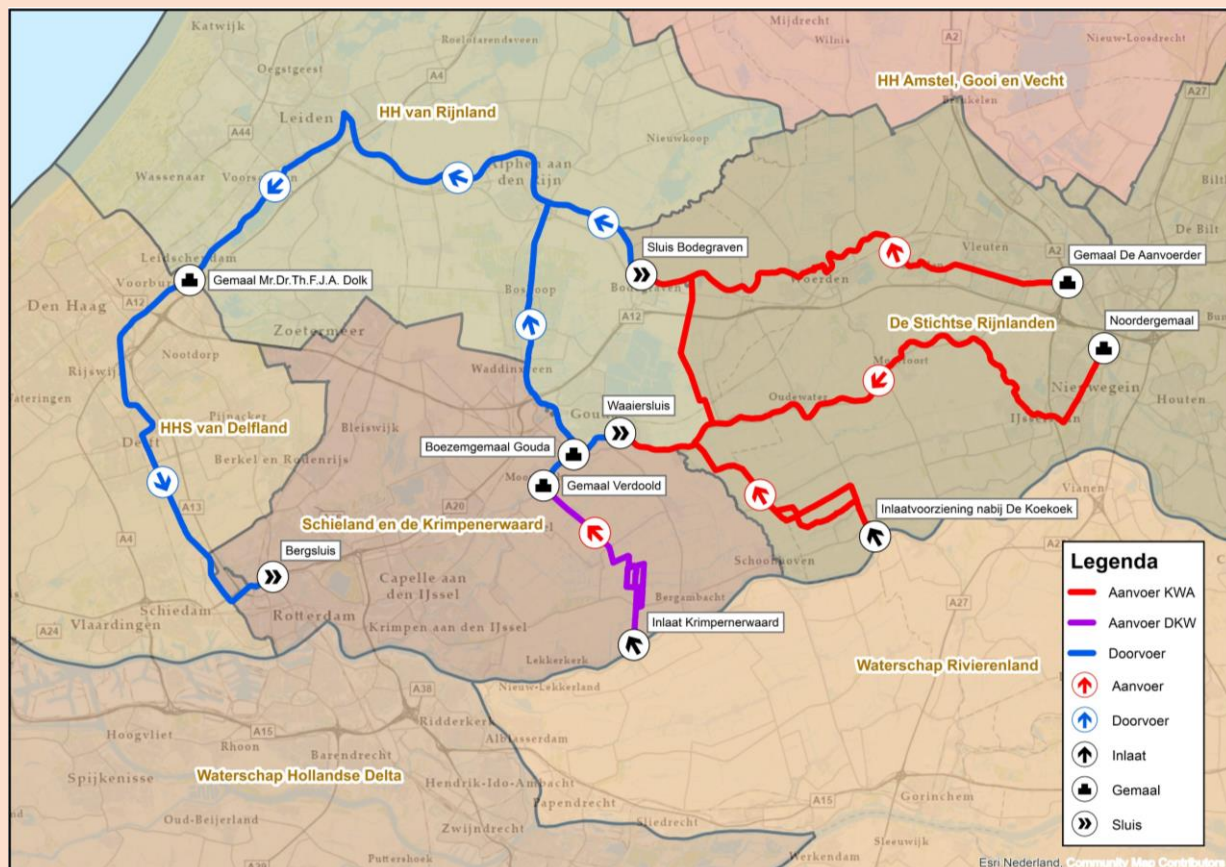
Klimaatbestendige Water Aanvoervoorziening: KWA

De Klimaatbestendige Water Aanvoervoorziening (KWA), voorheen Kleinschalige Water Aanvoervoorzieningen, is een voorziening om zoetwater naar West-Nederland, te leiden, indien de aanvoer van zoetwater vanuit de Rijn door droogte te beperkt is. De KWA bestaat uit een systeem van stuwen, watergangen en gemalen. Naast deze infrastructuur bestaat de KWA ook uit afspraken tussen vier waterschappen en Rijkswaterstaat in de vorm van een waterakkoord. De maatregelen worden genomen in het beheergebied van Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden (HDSR) ten behoeve van de drie Hoogheemraadschappen van Rijnland (HHR), Delfland (HHD) en Schieland/Krimpenerwaard (HHSK).

In een normale aanvoersituatie gebruikt het HHR een inlaatpunt bij het boezemgemaal in Gouda, het Mr. P.A. Pijnacker Hordijk gemaal, om rivierwater in te laten uit de Hollandsche IJssel. De Hollandsche IJssel is via de Nieuwe Waterweg verbonden met de Noordzee. De rivierafvoer van de Rijn/Lek is gewoonlijk genoeg om het zeewater buiten te houden en de Hollandsche IJssel zoet te houden. Als de waterafvoer van de Rijn lager wordt dan 1100 m³/sec, bijvoorbeeld door droogte in Duitsland en minder smeltwater uit Zwitserland, kan er door de verminderde tegendruk vanuit de Rijn zout zeewater naar binnen dringen. Om te voorkomen dat dit zoute water de Hollandsche IJssel optrekt en het inlaatpunt bij Gouda bereikt, wordt de KWA in werking gesteld.

De doorvoercapaciteit van de KWA wordt in 2024 uitgebreid van 6,9 m³/seconde naar 15 m³/s. Deze uitbreiding wordt de KWA+ genoemd, waar ook een doorvoer van oppervlaktewater door de Krimpenerwaard (DKW) deel van uitmaakt. Bij de inzet van de KWA+ wordt via HDSR 14,5 m³/seconde water doorgestuurd naar HHR. Circa 2,8 m³/seconde wordt daarvan bij gemaal Dolk naar HHD gestuurd, die weer circa 1 m³/seconde bij de Bergse Sluis naar HHSK stuurt. Een schematisch overzicht van hoe het water verdeeld wordt is in figuur-4 gegeven.

In de jaren 2003, 2011, 2018, 2022 en 2023 is de KWA ingezet met verschillende debietcapaciteiten.



Figuur 7: Schematische weergave van de huidige KWA die vanaf 2024 ingezet kan worden, ook wel de KWA+ genoemd.

5.1.4 Mitigerende maatregel watervraag

In paragraaf 5.1 is beschreven dat door het opzetten van het peil in veenweidegebieden extra water nodig is vergeleken met de huidige situatie. In veel gevallen is dit water beschikbaar, maar bij lage rivierafvoeren kan niet altijd water vanuit het hoofdsysteem worden aangevoerd. Voor deze perioden zijn mitigerende maatregelen noodzakelijk om te voorkomen dat andere functies bij lagere rivierafvoeren minder of geen water gaan krijgen. Het huidige watersysteem is er niet op ingericht extra water vanuit het hoofdwatersysteem naar de veenweidegebieden te transporteren. Met simpelweg één of meerdere pompen of een inlaat erbij plaatsen kan het probleem niet worden opgelost. Ook omdat de doorvoer van zoet water in het hoofdwatersysteem bij lage rivierafvoeren onder druk staat door verzilting vanuit het westen.

Van uit de visie van Water en Bodem Sturend moet worden gezocht naar maatregelen om gebiedseigen water zoveel mogelijk vast te houden en te bergen: *"We minimaliseren de aanvoer van gebiedsvreemd water. Daardoor houden we zoveel mogelijk zoetwater beschikbaar voor peilopzet en tegengaan van verzilting. De provincies en waterschappen maken in gebiedsprocessen ruimte voor het vasthouden en bergen van zoveel mogelijk gebiedseigen water. Met name in perioden van droogte zal externe aanvoer toch nodig blijven."*

Het vergroten van de externe aanvoer ten opzichte van de aanvoer waar het watersysteem nu op is ingericht, is daarmee geen logische keuze.

Water bufferen

Om te voorkomen dat er tijdens droogte en lage rivierafvoer niet voldoende water aan te voeren is voor de peilopzet in het veenweidegebied, en andere functies in het gebied van voldoende water te voorzien, kan overwogen worden water op te slaan en te gebruiken op de momenten dat er niet voldoende water in de gebieden kan worden aangevoerd.

Voor het scenario 30 cm met maatregelen zou in een extreme situatie 40,6 miljoen m³ gebufferd moeten worden om de maanden juni en juli van 2018 te overbruggen. In de praktijk kan dat minder zijn omdat bij voldoende rivierafvoer de buffer niet noodzakelijk zal zijn. In fase 2 kan een analyse worden gedaan hoe groot een buffer zou moeten zijn, rekening houdend met de meteorologie en de rivierafvoeren.

De hoeveelheid te bufferen wateren is fors. Om een indruk te krijgen hoeveel dit is, is deze hoeveelheid uitgedrukt in waterreservoirs. Als voorbeeld is een reservoir genomen met een diameter van 17 meter en een vulhoogte van 6 meter. Een voorbeeld van een dergelijk reservoir is weergegeven in Figuur 8. Hier kan circa 1360 m³ in worden geborgen. Van dit type reservoirs zouden er circa 30.000 nodig zijn om de extra watervraag voor het veenweidegebied te kunnen leveren.

Als de reservoirs aan de bovenkant open zijn, moet er rekening worden gehouden met de verdamping vanuit de reservoirs en zou er meer water nodig zijn, circa 4 tot 5 mm per dag voor het oppervlak van de reservoirs.



Figuur 8: Voorbeeld van een reservoir van circa 1360 m³, waarvan er bij het scenario 30 cm met maatregelen er circa 30.000 van nodig zijn om de extra watervraag van het veenweidegebied voor de maanden juni en juli van 2018 te overbruggen. (bron: Google Street View)

Tijdelijk uitzakken van het peil accepteren

In tijden van droogte en lage rivierafvoer kan bij de scenario's met maatregelen worden overwogen niet meer actief het grondwater op peil te houden. De grondwaterstand zal dan uitzakken. Omdat de uitgangspositie van het grondwaterniveau veel beter bij de scenario's met maatregelen dan in de huidige situatie, is de impact van deze maatregel wellicht te overzien. Grofweg wordt ingeschat dat in twee maanden tijd de grondwaterstand dan circa een halve meter uitzakt. In het huidige beheer zal de grondwaterstand lager uitkomen, dus het heeft nog steeds een positief effect. Als deze maatregel niet voldoende blijkt te zijn, kan minder water worden ingelaten naar de veenweidegebieden om zo ook het waterpeil te laten uitzakken tot het huidige peil. Zodra er weer voldoende water beschikbaar is, wordt het grondwaterpeil weer actief opgezet. Een nadere analyse is noodzakelijk om de impact op de reductie van de CO₂ uitstoot en het extra watergebruik inzichtelijk te maken.

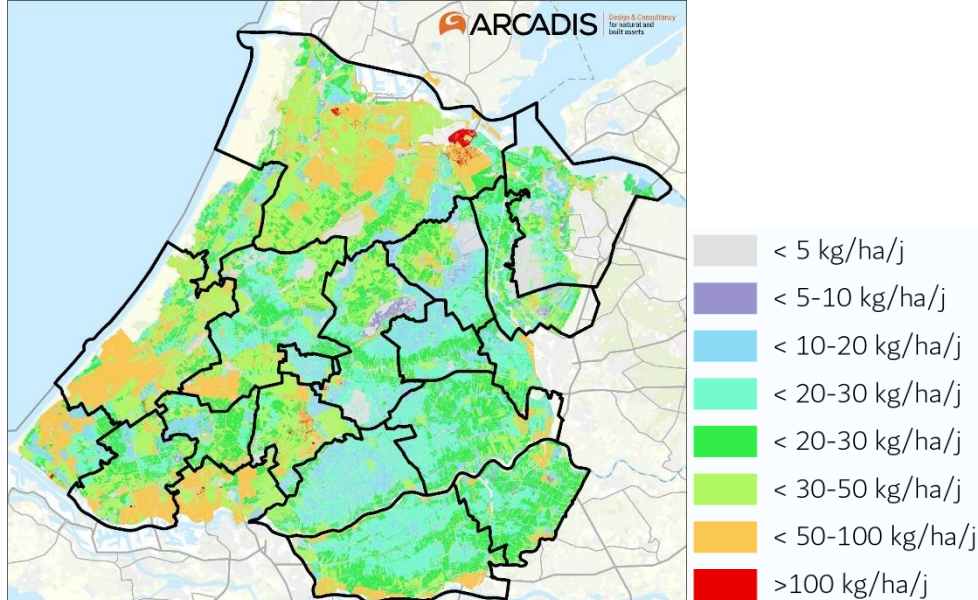
Conclusie:

Het bufferen van water om een periode van twee maanden te kunnen overbruggen vergt veel opslag en lijkt geen reële maatregel. Het tijdelijk stopzetten van de actieve grondwaterstandsmaatregelen kan in tijden van droogte en lage rivierafvoer het extra watergebruik beperken. Als deze maatregel niet voldoende blijkt te zijn, kan minder water worden ingelaten naar de veenweidegebieden om het waterpeil te laten uitzakken tot het huidige peil.

Omdat de uitgangssituatie beter is dan in de huidige situatie, blijven de grondwaterstanden hoger staan dan in de huidige situatie. Een nadere analyse is noodzakelijk om de impact op de reductie van de CO₂ uitstoot en het extra watergebruik inzichtelijk te maken.

5.2 Uitspoeling stikstof en fosfor

Met VATpy is de uit- en afspoeling van de meststoffen stikstof (N) en fosfor (P) berekend. Ruimtelijk zijn de resultaten in



Figuur 99 en Figuur 11 voor N en in Figuur 1010 en Figuur 1112 voor P weergegeven.

Bij de verschilkaarten geven de blauwe en paarse tinten aan dat de vrachten naar het oppervlaktewater af nemen, de gele, oranje en rode kleur geven een toename aan.

Deze gegevens zijn gebruikt als input voor het Deelrapport Waterkwaliteit.

Bij het scenario 40 cm zonder maatregelen neemt de belasting van het watersysteem voor N en P met enkele procenten af. Door het toepassen van een actieve drainage neemt de stikstof belasting toe met 5-10%. Dit komt mogelijk door het afspoelen van depositie. De verminderde veenafbraak en toegenomen denitrificatie kan dit niet compenseren. Bij fosfor neemt de belasting ook toe, maar minder (0-5% met uitschieters). Er is geen depositie van fosfor, waardoor dit ook niet kan afspoelen. Door de hogere waterstanden vermindert de veenafbraak. Door de hogere grondwaterstanden wordt echter ook het afvoerproces versneld, waardoor planten minder tijd hebben om voedingsstoffen op te nemen (bemesting en bodemafbraak), waardoor de kans op uitspoeling toeneemt. Het effect van de afname van de veenafbraak weegt hierbij niet op tegen de toegenomen uitspoeling.

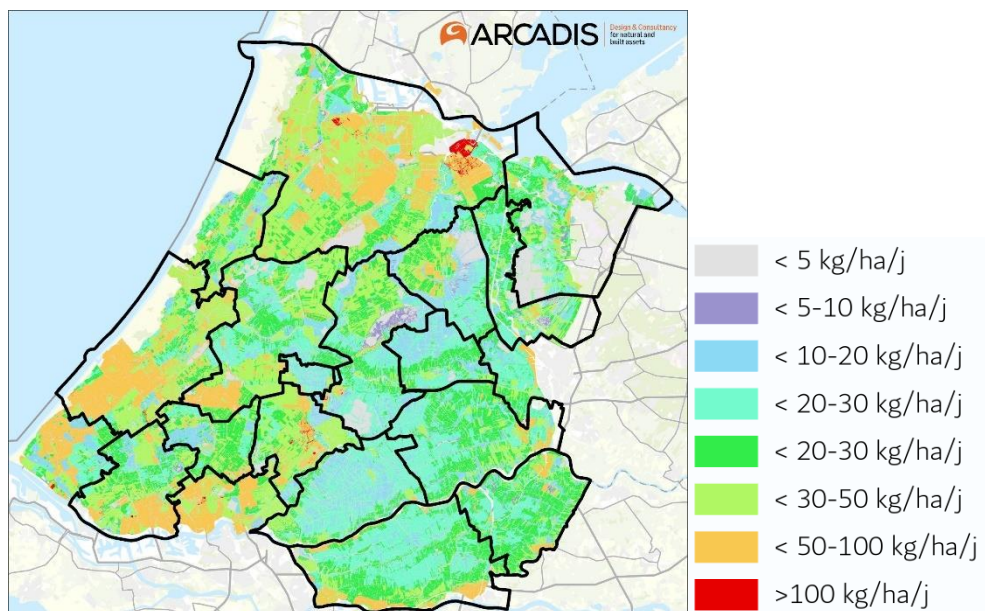
De concentratie van de uit- en afspoeling neemt aanzienlijk af (verdunning). Er gaat dus meer water uitspoelen met een lagere concentratie, maar dat geeft wel een toename van de vracht naar het oppervlaktewater bij de scenario's met actieve maatregelen. In het deelrapport Waterkwaliteit wordt ingegaan of dit een positief effect op de ecologie heeft. Dit hangt samen met de kwaliteit van het aanvoerwater (grotere watervraag) en in welke mate het watersysteem kan profiteren van de afgenomen verblijftijd in het oppervlaktewatersysteem.

Op de korte termijn zal de fosfor concentratie en belasting waarschijnlijk toenemen door het oplossen van ijzer in de bodem. Hierdoor komt er ook gebonden fosfor vrij. Dit effect is tijdelijk en niet meegenomen in de analyse.

Conclusie:

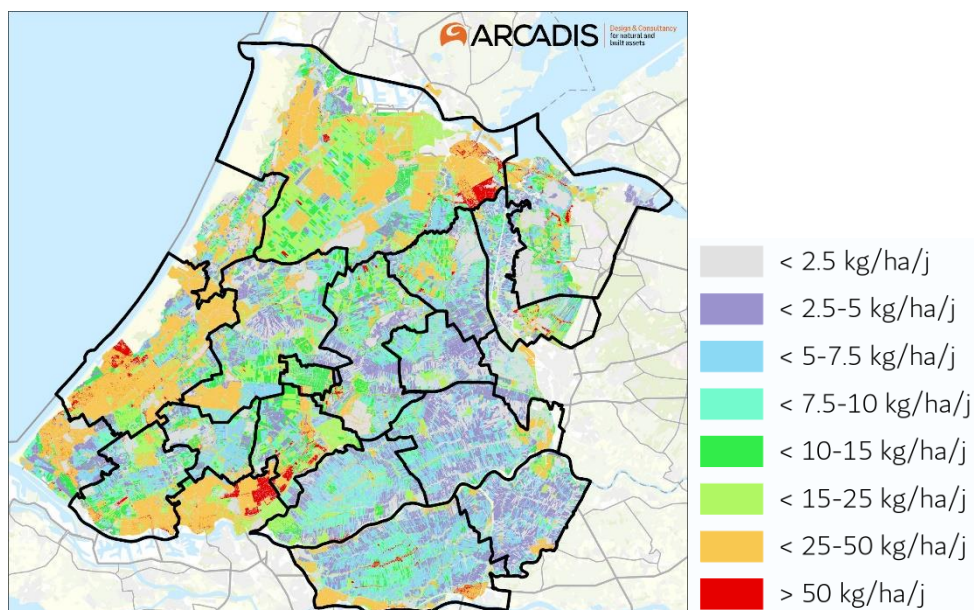
Bij het 40 cm scenario zonder maatregelen neemt de belasting van meststoffen naar het oppervlak beperkt af. Bij de actieve scenario's gaat de belasting toenemen. Er gaat meer water uitspoelen met een lagere concentratie meststoffen wat wel tot een grotere vracht van meststoffen naar het oppervlaktewatersysteem veroorzaakt. De berekende uitspoeling van de meststoffen is als input gebruikt voor het deelrapport Waterkwaliteit. In het deelrapport waterkwaliteit wordt duiding geven wat de verandering in uit- en afspoeling van meststoffen op de waterkwaliteit betekent.

Huidige uitspoeling N



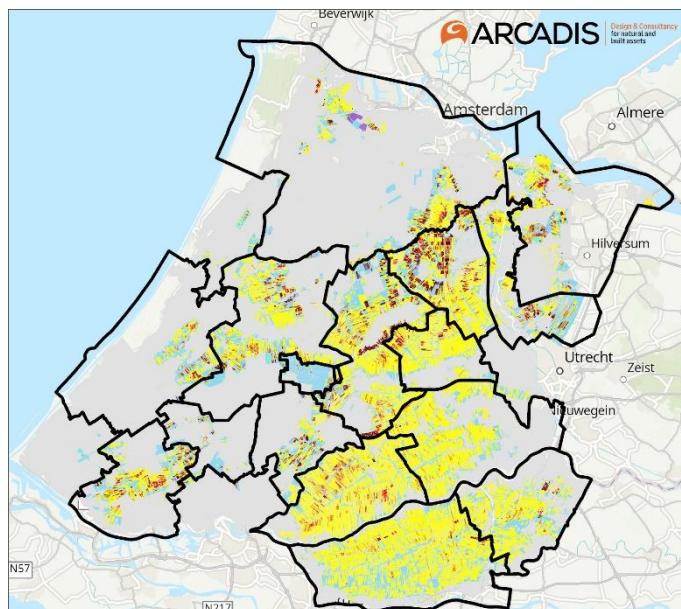
Figuur 9: Huidige uitspoeling N.

Huidige uitspoeling P

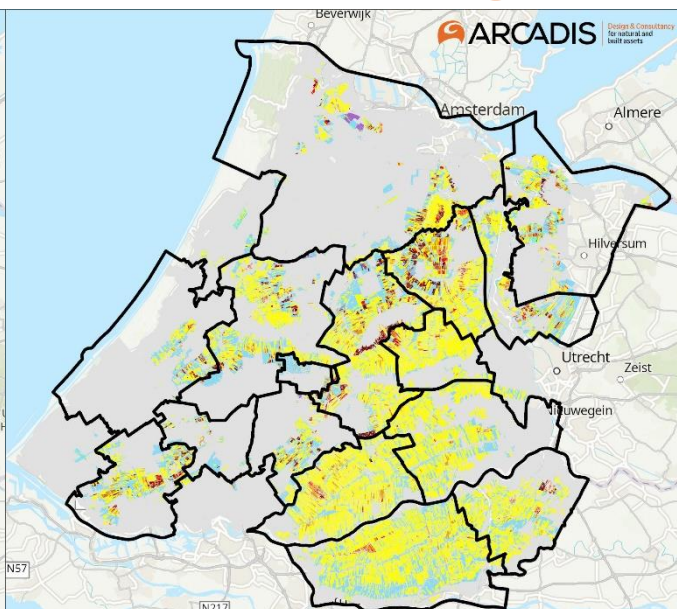


Figuur 10: Huidige uitspoeling P.

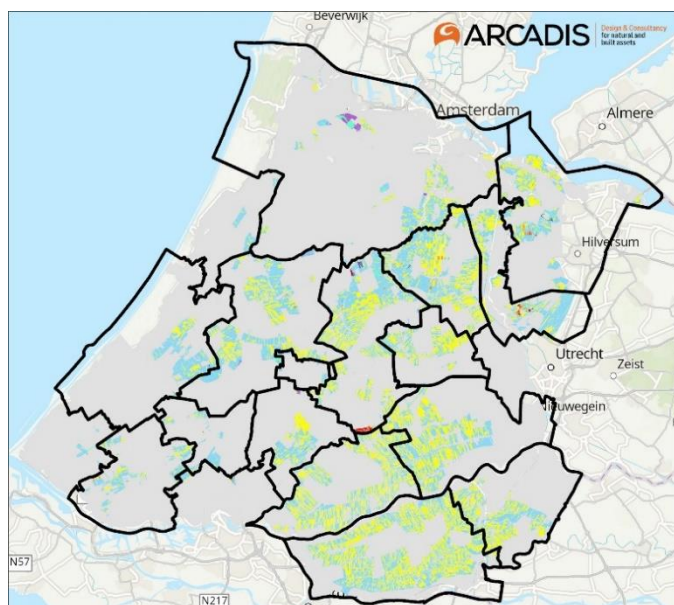
Uitspoeling N bij
20cm –mv met maatregelen



Uitspoeling N bij
30cm –mv met maatregelen



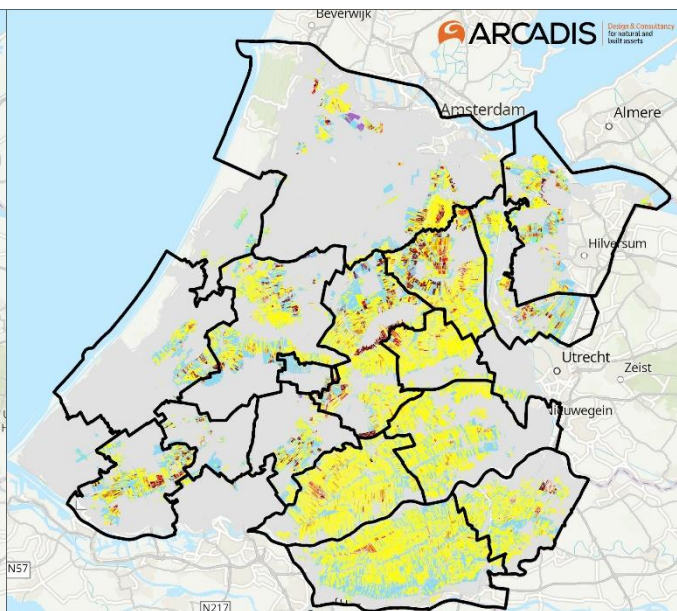
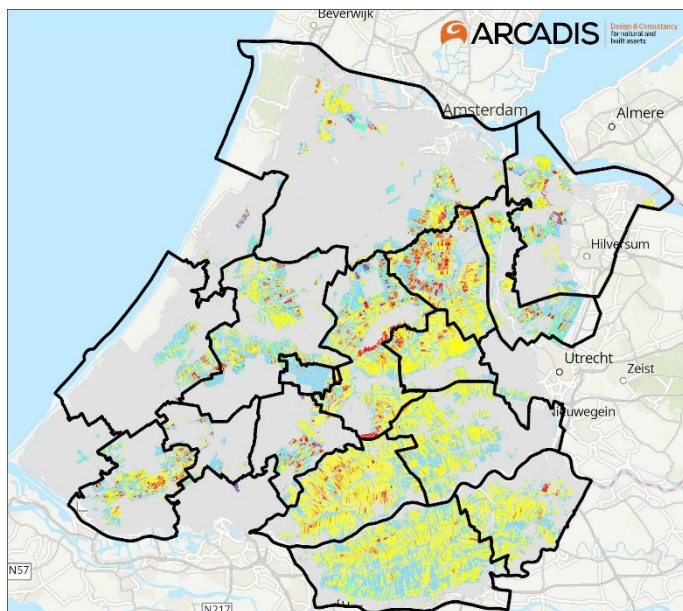
Uitspoeling N bij
40cm –mv zonder maatregelen



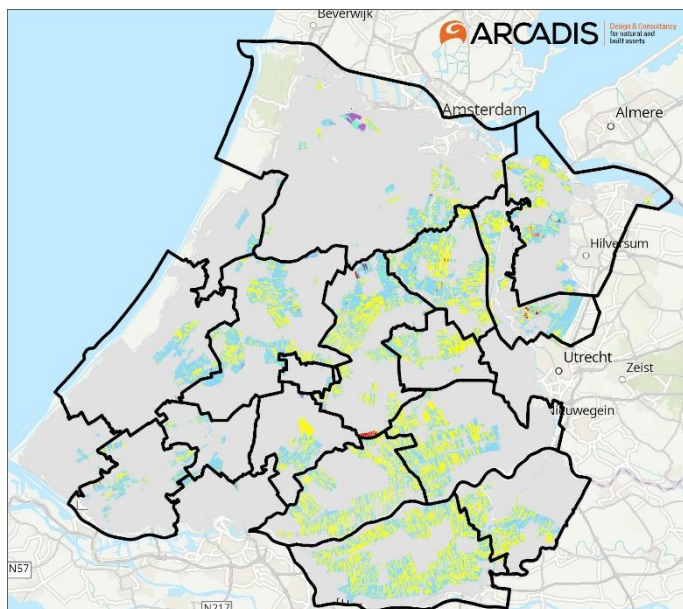
Figuur 11: Verandering in uitspoeling N bij de drie scenario's.

Uitspoeling P bij 20cm –mv met maatregelen

Uitspoeling P bij 30cm –mv met maatregelen



Uitspoeling P bij 40cm –mv zonder maatregelen



Figuur 11: Verandering in uitspoeling P bij de drie scenario's.

5.3 Effect op grondwaterstanden

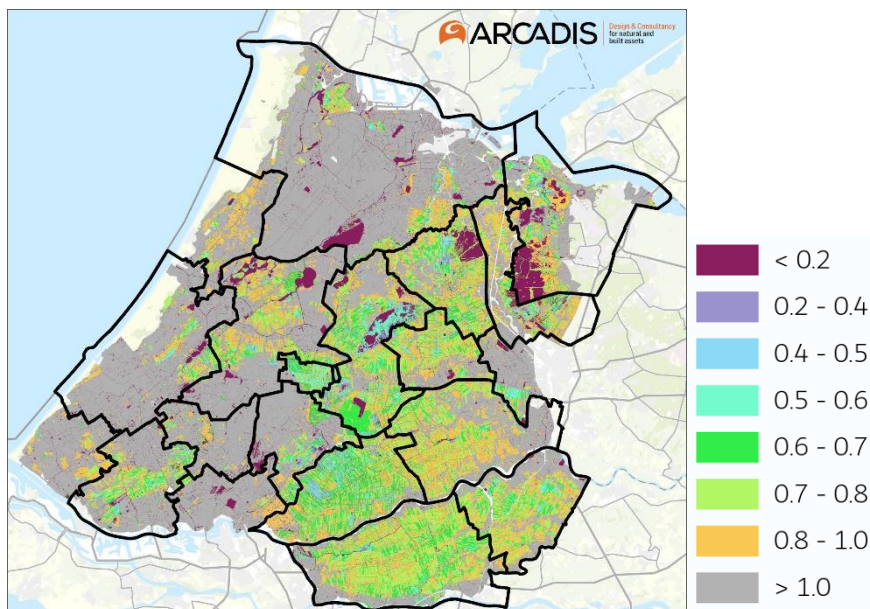
Als input voor deelrapportage 5. “Huidig gebruik en agrarisch verdienvermogen” zijn grondwaterstanden berekend. Het agrarische verdienvermogen hangt sterk samen met de grondwaterstanden in de agrarische graslandpercelen. Door het verhogen van de oppervlaktewaterstand en toepassen van perceelmaatregelen stijgt de grondwaterstand in de zomer en afhankelijk van het type maatregelen zakt het in de winter. Dit heeft verschillende consequenties:

- Een beperkte stijging en regulering van de grondwaterstanden met perceelmaatregelen heeft een positief effect. In natte winters blijft de grondwaterstand lager, waardoor machines en vee eerder het land op kunnen. Verder wordt door de perceelmaatregelen voorkomen dat in extreem droge periodes het gewas stopt met groeien (afname verdamping) of zelfs helemaal afsterft. De maatregelen kunnen daardoor een gunstig effect hebben op het agrarisch verdienvermogen.
- Wanneer de grondwaterstanden te ver worden verhoogd heeft dit juist een negatief effect. De draagkracht van de bodem neemt dan af, waardoor het land minder geschikt wordt voor beweiding en nauwelijks meer toegankelijk is met machines. Bij extreem hoge grondwaterstanden neemt ook de bewortelbare diepte van de bodem af, waardoor gewassen minder goed voedingsstoffen kunnen opnemen en stress kunnen ervaren. Hierdoor kan ook de opbrengst afnemen.

Het agrarisch verdienvermogen is verder uitgewerkt in een specifiek deelrapport. Hiervoor zijn vanuit deze deelanalyses de grondwaterdynamiek aangeleverd. Hierbij is gekozen voor:

- GHG, gemiddeld hoogste grondwaterstand
- GLG, gemiddeld laagste grondwaterstand (figuur 13)
- GVG, gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand.

Deze grondwaterstanden zijn per perceel afgeleid conform de standaard systematiek⁴. Uitzondering hierop is dat er gebruik is gemaakt van de doorgerekende 7 jaar in plaats van de standaard gehanteerde 30 jaar. Aandachtspunt hierbij is het veranderende klimaat, waardoor de grondwaterstanden in de toekomst ook zullen veranderen.



Figuur 12: Gemiddeld laagste grondwaterstand in meters onder maaiveld

⁴ <https://www.wur.nl/nl/onderzoek-resultaten/onderzoeksinstituten/environmental-research/faciliteiten-producten/software-en-modellen/grondwaterdynamiek/parameters.htm>

5.4 Beschikbare bodemberging

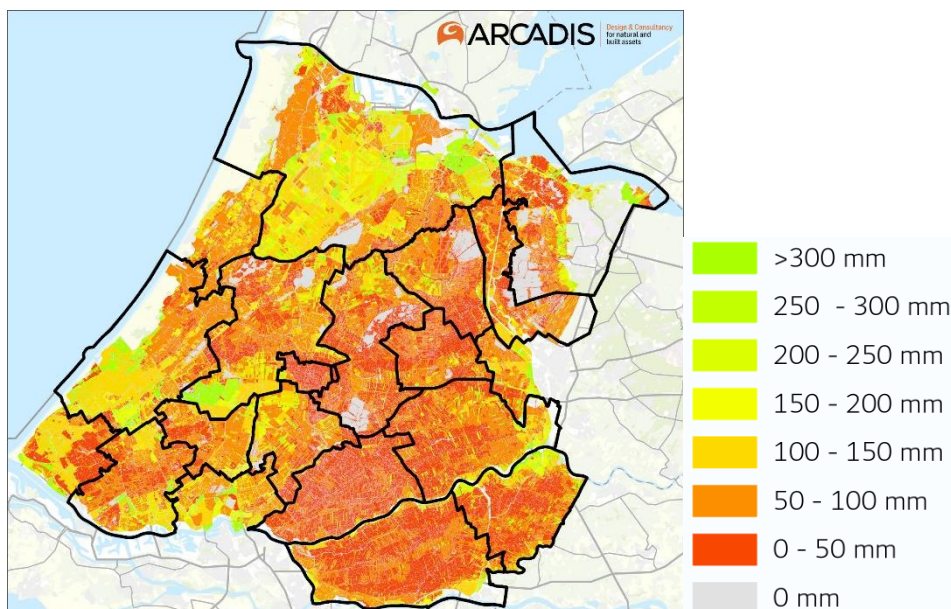
Veenweidegebieden zijn relatief gevoelig voor wateroverlast. Het maaiveld ligt vaak relatief laag ten opzichte van het waterpeil en bebouwing (wegen en gebouwen) heeft de neiging om weg te zakken in het veen. Het vasthouden en bergen van neerslag is daarom erg belangrijk in deze gebieden. Hierdoor kunnen er lokale knelpunten ontstaan. Verder zijn inundaties van de graslandpercelen met name in de zomer ongewenst en kan dit resulteren in schade aan het gewas en kan dit leiden tot risicovolle situaties voor vee en mensen.

Een belangrijk deel van deze berging vindt plaats in de bodem. Het verhogen van de oppervlaktewaterpeilen en het toepassen van perceelmaatregelen kan hierbij verschillende consequenties hebben:

- Door het reguleren van de grondwaterstand met perceelmaatregelen kan de grondwaterstand met name in de winter dalen. Er kan hierdoor meer water in de bodem geborgen worden. Dit water wordt wel binnen enkele dagen naar het oppervlaktewater afgevoerd met drains, maar dit kan genoeg zijn om wateroverlast in deze gebieden te beperken.
- Met name in de zomer zal de grondwaterstand aanzienlijk hoger zijn. Dit is met name voor de landbouw de meest relevante periode. Door de hogere grondwaterstand is er minder bodemberging beschikbaar. Daardoor is de kans relatief groot dat in de zomer de kans op wateroverlast toeneemt.

Het effect op wateroverlast is verder uitgewerkt in een specifiek deelrapport. Hiervoor is vanuit deze deelanalyse de beschikbare bodemberging aangeleverd. Deze analyse is uitgevoerd per perceel voor 7 jaar. De potentiële bodemberging is hierbij bepaald voor:

- Het zomerhalfjaar: 17%, 50% en 83% van de tijd (figuur 14)
- Het winterhalfjaar: 17%, 50% en 83% van de tijd



Figuur 13: Potentiële bodemberging in het zomerhalfjaar (50% van de tijd)

Colofon

DEELRAPPORTAGE ZOETWATERVRAAG EN BESCHIKBAARHEID
TECHNISCHE TOELICHTING

KLANT

Provincie Zuid Holland

AUTEUR

Arcadis (AK)

PROJECTNUMMER

30216477

ONZE REFERENTIE

W7VV5UT3HQHF-2134221343-3907:1

DATUM

4 september 2024

STATUS

Definitief

GECONTROLEERD DOOR

Arcadis (AB)
Hydroloog

VRIJGEGEVEN DOOR

Arcadis (AP)
Project Manager

Over Arcadis

Arcadis is de leidende wereldwijd opererende datagedreven duurzame ontwerp-, advies- en consultancyorganisatie op het gebied van de natuurlijke en gebouwde omgeving. Wij zijn met 36.000 architecten, data-analisten, ingenieurs, projectplanners, water- en duurzaamheidexperts. Onze gedeelde passie is: Improving quality of life. Toewijding aan de strategie 'accelerating a planet positive future' onderschrijft onze wereldwijde samenwerking met klanten en hoe we hen helpen met duurzame projectkeuzes. We combineren digitale met mensgerichte innovaties en omarmen toekomstgerichte vaardigheden op het gebied van milieu, energie, water, gebouwen, transport en infrastructuur. We werken vanuit meer dan dertig landen en rapporteerden in 2023 een bruto omzet van 5 miljard euro. www.arcadis.com

www.arcadis.com

Arcadis Nederland B.V.

Postbus 1018
5200 BA 's-Hertogenbosch
Nederland

T [+31 \(0\)88 4261 261](tel:+3120884261261)