

Ontwikkelingen LHM ten behoeve van het Deltaprogramma Zoetwater

Technische rapportage



Ontwikkelingen LHM ten behoeve van het Deltaprogramma Zoetwater

Technische rapportage

Auteur(s)

Janneke Pouwels

Joost Delsman

Geert Prinsen

Esmée Mes

Ilja America - van den Heuvel

Hendrik Kok

Marjolein Mens

Ontwikkelingen LHM ten behoeve van het Deltaprogramma Zoetwater

Technische rapportage

Opdrachtgever	Rijkswaterstaat Water, Verkeer en Leefomgeving
Contactpersoon	Sharon Muurling – Van Geffen
Referenties	-
Trefwoorden	-

Documentgegevens

Versie	0.1
Datum	26-10-2023
Projectnummer	11209259-000
Document ID	11209259-000-ZWS-0003
Pagina's	111
Classificatie	
Status	definitief

Auteur(s)

	Joost Delsman	
	Marjolein Mens	
	Geert Prinsen	
	Janneke Pouwels	
	Ilja America - van den Heuvel	
	Hendrik Kok	
	Esmée Mes	

Samenvatting

Het Deltaprogramma Zoetwater volgt een stapsgewijs proces voor de 6-jaarlijkse herijking van de lange-termijn zoetwaterstrategie. Dit begint in 2024 met een update van de landelijke knelpuntenanalyse: wat zijn de knelpunten in de zoetwatervoorziening en hoe kunnen deze zich ontwikkelen naar de toekomst toe? Daarna volgt een verkenning van maatregelen en strategieën om de knelpunten te verkleinen en de weerbaarheid tegen watertekorten te vergroten. Tot slot wordt een voorkeursstrategie samengesteld met economische onderbouwing van kosten en effecten van maatregelen voor fase III, en adaptatiepaden voor de lange termijn.

De landelijke knelpuntenanalyse (KPA) wordt grotendeels gebaseerd op berekeningen met het Nationaal Water Model (NWM), dat speciaal voor dit doel is ontwikkeld. De KPA dient daarbij als gemeenschappelijke informatiebasis voor de probleemanalyse, en als startpunt voor de maatregelverkenning die voor een deel met hetzelfde instrumentarium zal worden gedaan.

Het Nationaal Water Model bestaat uit de volgende deelmodellen: het Landelijk Hydrologisch Model en het Landelijk Sobek Model. Om het NWM zo goed mogelijk in te richten op de nieuwe knelpuntenanalyse zijn in 2021 en 2022 in verschillende processen wensen voor modelverbetering geïnventariseerd. Het betreft de DPZW evaluatie van fase II, een aanvullende verdiepende inventarisatie voor specifieke modelverbeteringen met alle zoetwaterregio's (zogenaamde Regioronde) in 2022, een gerichte expertconsultatie en de reguliere 'issuetracking' van LHM. Tot slot is specifiek voor DPZW-maatregellijst van fase II verkend hoe deze te implementeren zijn in LHM en welke model- / softwareontwikkeling nodig is om deze maatregelen te implementeren. Waar mogelijk en wenselijk zijn deze aanpassingen doorgevoerd in het model en tevens gedocumenteerd in dit rapport.

De belangrijkste maatregel-gerelateerde verbeteringen die zijn doorgevoerd zijn:

- watergebruik glastuinbouw actualiseren,
- mogelijk maken van maatregelen die bijdragen aan 'water vasthouden' (sloten dempen, regelbare drainage met subirrigatie, etc.),
- mogelijk maken van maatregelen die beregening efficiëntie vergroten (bv. druppelirrigatie en precisielandbouw),
- meer gewassen door elkaar mogelijk maken (bv. strokenteelt, agroforestry, voedselbossen, mengteelten),
- nieuwe landgebruikstypes mogelijk maken (bv. natte teelten en zonneparken),
- maatregelen stedelijk gebied mogelijk maken (bv. afkoppelen verhard oppervlak),
- beregeningsverbod uit grondwater mogelijk maken.

Dit rapport geeft een uitgebreid overzicht van de groslijst van verzamelde wensen voor modelverbetering, het proces van prioritering, en een technische beschrijving van de daadwerkelijk doorgevoerde verbeteringen. Deze zijn gebundeld naar zoetwaterregio en naar deelmodel van LHM: MetaSWAP, DM, MODFLOW en MOZART.

Inhoud

	Samenvatting	4
1	Inleiding	9
1.1	Tweede herijking Deltaprogramma Zoetwater	9
1.2	Het Nationaal Water Model	10
1.3	Doel en opzet van deze rapportage	10
1.4	Aanpak op hoofdlijnen	11
2	Aanpak	13
2.1	Inventarisatie gewenste modelontwikkelingen	13
2.1.1	Evaluatie inhoudelijke ondersteuning DPZW	13
2.1.2	Regioronde DPZW	13
2.1.3	Consultatie van LHM modelexperts	14
2.1.4	Analyse kwantificering beoogde maatregelen met huidige instrumentarium	14
2.2	Aanpak implementatie modelontwikkelingen	14
3	Hoofdwatersysteem (DM)	17
3.1.1	R1 Strategie KZH (Klimaatbestendige Zoetwateraanvoer Hoofdsysteem)	17
3.1.2	R3 Strategie KZH – uitwerking maatregelen knelpuntanalyse	17
3.1.3	R4 Strategie – Capaciteit Bernhardsluizen	17
3.1.4	R5 Doorspoeling Haringvliet	17
3.1.5	R6 Doorspoeldebiet Volkerak-Zoommeer	17
3.1.6	R8 Doorspoelbehoefte Oranjesluizen	17
3.1.7	R9 Doorspoelbehoefte Afsluitdijk	19
3.1.8	R10 Referentie afvoerverdeling IRM (bodemplugging 2018)	19
3.1.9	R11 Streefpeil IJsselmeer	19
3.1.10	R12 Koppeling watervraag-chloride voor Parksluizen en monding Lek	19
3.1.11	R13 Koppeling watervraag-chloride voor Parksluizen	20
3.1.12	R14 Koppeling watervraag-chloride voor monding Lek (via Hagestein)	20
4	Hoge Zandgronden Oost (MOZART en DM)	21
4.1.1	R85 Infiltratie van oppervlaktewater naar grondwater de regio rond Twentekanalen	21
4.1.2	R86 Wateraanvoergebieden Apeldoorns kanaal en Terwolde niet zichtbaar	21
4.1.3	R87 Is waterinlaat Grebbesluis en Apeldoorns kanaal juist opgenomen in het model?	22
4.1.4	R169 Correctie verdeelsleutels District 181	22
4.1.5	R81-84 Aanvoerstelsel Oost Nederland – droogval en wateraanvoer	23
4.1.6	R75 – Wordt verschuiving groeiseizoenen als gevolg van klimaatverandering meegenomen in LHM?	26
5	Hoge Zandgronden Zuid	27
5.1	Schematisatie oppervlaktewater (MOZART en DM)	27
5.1.1	R151 Noordervaart doorspoeling in relatie tot KRW doelen	27
5.1.2	R153 WATAK 2022 – Noordervaart capaciteitsvergroting	27
5.1.3	R154 inlaat Sambeek	27

5.2	R52 Onttrekkingsverbod Hoge Zandgronden Zuid	27
5.3	R158 Peilen waterschappen Aa en Maas en Limburg.	28
6	Zuid-Westelijke Delta	29
6.1	Onverzadigde zone (MetaSWAP)	29
6.1.1	R31 Beregeningscapaciteit en sponswerking bodem	29
6.2	Schematisatie oppervlaktewater (MOZART en DM)	29
6.2.1	R35 Onrealistische berekeningstekorten ZWD	29
6.2.2	R44 Landbouwwaterleiding	29
6.2.3	R39 Koppeling watervraag-chloride doorspoeling Volkerak	29
6.2.4	R40 Doorspoelbehoefte Mark-Vliet systeem	30
6.2.5	R41 Doorspoelbehoefte VZM bij 1 m zeespiegelstijging	30
6.2.6	R42 Doorspoeling VZM na implementatie nieuwe zout-zoetscheiding Krammer	30
6.2.7	R43 Afvoer BovenMark	30
6.2.8	R45 Kanaal Gent-Terneuzen	31
6.2.9	R46 Gebied aan de voet van de Brabantse Wal: aanvoer uit VZM	31
6.2.10	R47 Aanvoer Oosterhout	32
6.2.11	R48 Controle op implementatie van WATAK 2022 in LHM	32
6.2.12	R51 Berekening fruitteelt uit landbouwwaterleiding Zuid-Beveland	32
6.2.13	R52 Berekening Zeeland	32
7	Regio Noord	34
7.1	Schematisatie oppervlaktewater (MOZART en DM)	34
7.1.1	R9 Doorspoelbehoefte Afsluitdijk	34
7.1.2	R17 Grotere inlaatcapaciteit Wetterskip Fryslân	34
7.1.3	R18 Districtsindeling waterschap Hunze en Aa's en verificatie resultaten	34
7.1.4	R19 Aanvoer Hoogeteense Vaart naar waterschap Hunze en Aas	34
7.1.5	R23 Markermeer en inlaat Muiden	36
7.1.6	R25 Doorspoelbehoefte inlaat Fryslan	36
7.1.7	R26 Doorspoeling HHNK twijfelachtig	36
8	Regio West	37
8.1	Schematisatie oppervlaktewater (MOZART en DM)	37
8.1.1	R112 Doorvoer Irenesluizen/Bernhardsluizen	37
8.1.2	R113 Inlaat Kromme Rijn en Caspargouwse wetering	37
8.1.3	R115 Doorvoercapaciteit van Ringvaart naar Rotte (Schieland)	38
8.1.4	R116 t/m R118 en R137: KWA	38
8.1.5	R119 Gemaal Bergsluis (aanvoer Schieland naar Delfland)	41
8.1.6	R120 Sluis lekverliezen van HDSR naar ARK en Lek	41
8.1.7	R127 Vinkeveen doorspoeling	41
8.1.8	R128 Gemaal van de Burg doorspoeling	42
8.1.9	R129 Parksluizen doorspoelvraag	42
8.1.10	R140 Zoetwaterfabriek Delfland	42
8.2	Schematisatie overig	42
8.2.1	R130 Wegzijging aantal poldergebieden onderschat	42
8.2.2	R171 Verbetering schematisatie glastuinbouw	44
9	Regio Rivierengebied	45
9.1	Schematisatie oppervlaktewater (MOZART en DM)	45
9.1.1	R54 Prins Bernhardsluizen	45

9.1.2	R55 Verbreden Linge	45
9.1.3	R56 Pannerling inlaatcapaciteit 8 m³/s ook bij lage waterstand op Pannerdens kanaal	45
9.1.4	R57 Volgorde inlaat WSRL (oost): Pannerling, Kuijkgemaal, van Beuningengemaal	45
9.1.5	R58 Gorinchemse Kanaalsluis – Kolffgemaal	45
9.1.6	R59 Aanpassen Alblasserwaard	45
9.1.7	R60 Bodemligging 2018 IRM	46
9.1.8	R67 Doorspoeling Maas-Waalkanaal	46
9.2	R71 Wegzijging in droge periode	46
10	Regio-overstijgend	47
10.1	Schematisatie oppervlaktewater (MOZART en DM)	47
10.1.1	R168 Strategie – RWZI's	47
10.1.2	Verdringingsreeks	47
10.1.3	R170 Verificatie districten zonder inlaatcapaciteit	50
10.2	Schematisatie overig	50
10.2.1	R16 en R76 Schematisatie gewasgroei in het LHM	50
10.2.2	R167 placeholder JIRA issues	52
10.3	Maatregelen mogelijk maken	55
10.3.1	M13 Druppelirrigatie	55
10.3.2	M4 en M14 Regelbare drainage en Subirrigatie	57
10.3.3	M19 Beregeningsverbod	60
10.3.4	M39 Zuiniger beregenen	60
11	Aanpassingen voorbereidingsprogrammatuur	62
11.1	Topsysteem (voorbereidings-module)	62
11.2	Setup_LHM (module om modelrun klaar te zetten)	63
12	Referenties	65
	Bijlagen	68
A	Doorspoelvraag afhankelijk maken van chloride concentratie	69
A.1	Inleiding en achtergrond	69
A.2	NWM werkwijze	69
A.3	Voorstel update DM invoerfile LNKS.TXT op basis van LSM chlorideresultaten	70
B	Handleiding instellingen Regelbare Drainage en Irrigatie	73
C	Modelwensen Regioronde DPZW	75
D	Maatregelen	84
E	Herziening verdringingsreeks in LHM	86
E.1	Algemene aanpak	86
E.2	Prioritering en databronnen per RDO	87
E.3	Verschil met de oude prioritering	94

E.4	Additionele figuren prioritering	96
E.5	Additionele figuren grenswaarden	97
F	MetaSWAP testrapport 073: druppelirrigatie	104
G	MetaSWAP testrapport 080: RDI-module	107

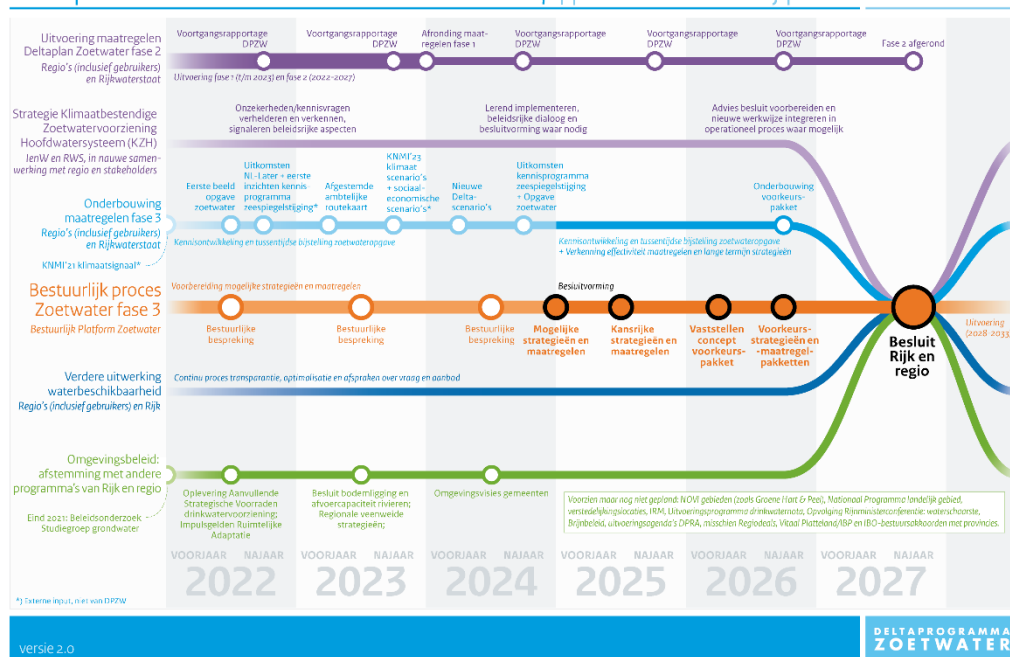
1 Inleiding

1.1 Tweede herijking Deltaprogramma Zoetwater

Het Deltaprogramma volgt een adaptieve aanpak: de deltabeslissingen en voorkeursstrategieën worden aangepast als nieuwe ontwikkelingen en inzichten daar aanleiding toe geven. Dat gebeurt op een systematische manier. Iedere zes jaar vindt een herijking plaats. De eerste herijking vond plaats in de periode 2015-2021 (fase I) en is in het Deltaprogramma 2021 vastgelegd (<https://dp2021.deltaprogramma.nl/>). De tweede herijking vindt plaats in de periode 2022-2027 (fase II), waarbij herijkte Deltabeslissingen en regionale strategieën uiteindelijk landen in het Deltaprogramma 2027 (Figuur 1.1).

Het Deltaprogramma Zoetwater volgt een stapsgewijs proces om de herijking voor te bereiden. Dit begint met een landelijke probleemanalyse: wat zijn de knelpunten in de zoetwatervoorziening en hoe kunnen deze zich ontwikkelen naar de toekomst toe? Daarna volgt een verkenning van maatregelen en strategieën om de knelpunten te verkleinen en de weerbaarheid tegen watertekorten te vergroten. Tot slot wordt een voorkeursstrategie samengesteld met economische onderbouwing van kosten en effecten van maatregelen voor fase III, en adaptatiepaden voor de lange termijn.

Deltaplan Zoetwater - Routekaart 2022-2027 | producten en mijlpalen



Figuur 1.1 Routekaart 2022-2027 van het Deltaplan Zoetwater.

Ter ondersteuning van de probleemanalyse wordt in de eerste helft van 2024 een landelijke Knelpuntenanalyse (KPA) uitgevoerd met behulp van het Nationaal Water Model (NWM). De KPA dient daarbij als gemeenschappelijke informatiebasis voor de probleemanalyse, en als startpunt voor de maatregelverkenning die voor een deel met hetzelfde instrumentarium zal worden gedaan.

In de periode 2021-voorjaar2023, tussen de eerste herijking en de nieuwe probleemanalyse, is tijd gereserveerd om het modelinstrumentarium te verbeteren.

Het gaat om softwareverbeteringen, actualisatie van data en schematisatie, en het vergroten van de toepassingsmogelijkheden. Dit rapport gaat in op een deel van de doorgevoerde verbeteringen.

1.2 Het Nationaal Water Model

Voor landsdekkende analyses naar watervraag en – aanbod is het Nationaal Water Model (NWM) ontwikkeld. Een belangrijk onderdeel van het Nationaal Water Model is het Landelijk Hydrologisch Model (LHM). Dit gekoppelde modelinstrument voor de bodem, de ondergrond en het oppervlaktewater beschrijft alle relevante aspecten van de hydrologie van Nederland. Het beschrijft de verschillende watervragers, zoals verdamping en eventuele berekening van landbouwgewassen, peilbeheer en doorspoeling en de drink- en industriewatervraag. Daarnaast simuleert het LHM het aanbod van water uit de grote rivieren en de neerslag, en de verdeling van dit water over de verschillende watervragers volgens de verdringingsreeks. Het Nationaal Watermodel kan hiernaast worden aangesloten op economische effectmodules, waarmee de maatschappelijke impact van eventuele watertekorten op de verschillende gebruikers kan worden gekwantificeerd. Hiermee levert het Nationaal Watermodel een belangrijke bijdrage aan de probleemanalyse en aan de onderbouwing (maatschappelijke kosten en baten) van beoogde maatregelen in het Deltaprogramma Zoetwater.

In de vorige fase van het Deltaprogramma Zoetwater is LHM 3.4 toegepast. Inmiddels zijn nieuwere versies beschikbaar; het LHM wordt doorgaans jaarlijks geactualiseerd en recent is versie 4.3 opgeleverd (Janssen et al., 2023). In aanloop naar deze versie zijn in 2022 benodigde modelontwikkelingen geïnventariseerd en zoveel mogelijk uitgevoerd, die van belang zijn voor een goede kwantificering van watervraag en -aanbod en maatregелеffecten binnen het Deltaprogramma Zoetwater.

1.3 Doel en opzet van deze rapportage

In dit rapport worden de verschillende modelontwikkelingen aan het Landelijk Hydrologisch model ten behoeve van de tweede herijking van het Deltaprogramma Zoetwater technisch gedocumenteerd. Min of meer gelijktijdig is ook de veranderingsrapportage van LHM 4.3 gedocumenteerd (Janssen et al., 2023). Voorliggend rapport kan worden gezien als aanvullende en uitgebreidere beschrijving van de wijzigingen voor Deltaprogramma Zoetwater in LHM 4.3. Deze wijzigingen maken namelijk - samen met andere wijzigingen - onderdeel uit van de nieuwe LHM 4.3 release en zijn daarom eveneens in de veranderingsrapportage LHM 4.3 vastgelegd, maar dikwijls in een beknoptere versie met minder toelichting op de gemaakte keuzes. Bovendien is in de veranderingsrapportage uitsluitend de actuele inrichting beschreven, terwijl in voorliggende rapportage ook de parameterisatie en schematisatie van eventuele aanvullende aanpassingen voor de referentie en de toekomstscenario's zijn vastgelegd (zie paragraaf 2.2). De veranderingsrapportage geeft aanvullende informatie over de effecten van de wijzigingen op de berekeningsresultaten van LHM. In voorliggend rapport wordt daarom ook dikwijls verwezen naar de LHM 4.3 rapportage.

Aanvullend wordt in dit rapport een eerste invulling gegeven aan de nieuwe referentie ten behoeve van de Basisprognoseberekeningen voor de Knelpuntenanalyse Zoetwater, die in 2024 wordt uitgevoerd voor het Deltaprogramma Zoetwater. Nog niet alle aannames en uitgangspunten zijn echter op dit moment bekend. De verdere uitwerking van de nieuwe referentie vindt plaats in het project Deltascenario's in de loop van 2023.

1.4 Aanpak op hoofdlijnen

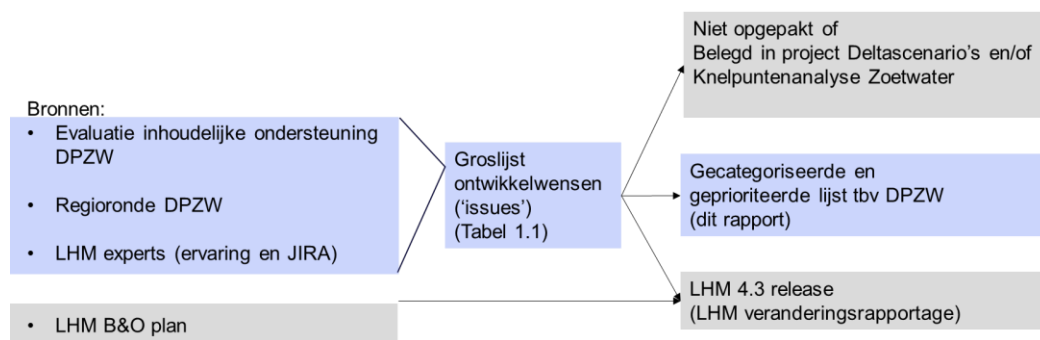
De aanpak is schematisch weergegeven in Figuur 1.2. Uit de inventarisatie van modelontwikkelwensen (zie Hoofdstuk 2), op basis van verschillende bronnen, is een grote lijst met zogeheten 'issues' gekomen. *Issue* is een verzamelterm voor alle punten die zijn aangedragen. Het kan gaan om een fout in het model, om een instelling die aangepast moet worden, een vraag over de betrouwbaarheid, of een wens voor functionaliteit, etc. In totaal zijn 227 issues verzameld en daarvan zijn er 74 opgepakt (Tabel 1.1) binnen dit project en in dit rapport beschreven. In de tabel zijn de issues op hoofdlijnen gecategoriseerd. Sommige issues zijn dubbel, omdat ze door meerdere regio's waren genoemd. Issues zijn hier gemarkeerd als 'opgepakt' als ze zijn verwerkt. Ook als hierbij geen aanpassingen nodig waren in de modelinvoer, bijvoorbeeld omdat het om een wens ging voor het implementeren van een maatregel. Een issue is niet opgepakt als er te weinig informatie beschikbaar was, als het technisch niet mogelijk was of als er geen prioriteit aan gegeven is (zie Hoofdstuk 2).

Sommige issues zijn belegd bij het LHM-project, zoals de update van de beregeningskaart, omdat deze passen in het reguliere B&O van LHM. Alle modelontwikkelingen die gaan over software, koppelingen tussen deelmodellen of schematisatie van de huidige situatie zijn verwerkt in de LHM 4.3 release. Alle issues die met Deltascenario's te maken hebben zijn doorgegeven aan het project Deltascenario's. Tot slot betroffen sommige issues geen modelontwikkelingen, zoals suggesties voor indicatoren voor de knelpuntenanalyse (KPA). Deze zijn doorgegeven aan het betreffende projectteam.

Tabel 1.1 Groslijst van aangedragen ontwikkelwensen en welke hiervan zijn opgepakt en reden waarom iets niet is opgepakt

Categorie	Aantal issues	Issues opgepakt	Issues niet opgepakt / elders belegd	Waarom issues niet opgepakt
Beregeningskaart	26	1	25	Ander project (LHM)
Deltascenario's	37	0	37	Ander project (Deltascenario's)
Doorspoelbehoefte	8	1	7	Te weinig info
KPA analyse en rapportage	11	0	11	Later, tijdens KPA oppakken
Maatregelen implementeren	26	0	26	Later, tijdens maatregel-implementatie oppakken
Maatregelen mogelijk maken	11	5	6	Hergebruik RZWI effluent niet mogelijk in model Oppakken in traject Effectmodules
Maatwerk	7	0	7	Maatwerk gaan we niet implementeren
Maatschappelijke ontwikkelingen	9	0	9	Nog onvoldoende informatie
Regioscan	4	0	4	Ander project
Schematisatie oppervlaktewater (MOZART, DM)	59	45	14	Te weinig info, past niet in modelconcept of betreft wateroverlast

Schematisatie overig	13	6	7	Te weinig info, al opgepakt in LHM 4.3, niet mogelijk in LHM of niet haalbaar binnen budget
Verdringingsreeks	16	16	0	



Figuur 1.2 Schematische weergave van de aanpak en de relatie met de LHM4.3 release

2 Aanpak

Om het instrumentarium voor te bereiden voor analyses in het Deltaprogramma Zoetwater (DPZW) zijn uit diverse bronnen benodigde modelontwikkelingen geïdentificeerd. Dit betreft een Regioronde (sessies met vertegenwoordigers van de 7 Zoetwaterregio's), expertconsultaties en evaluaties. Het totaal aan geïnventariseerde modelontwikkelingen is vervolgens gecategoriseerd en de implementatie ervan geprioriteerd in overleg met Rijkswaterstaat WVL en de Begeleidingsgroep Zoetwater. In dit hoofdstuk wordt dit proces toegelicht.

2.1 Inventarisatie gewenste modelontwikkelingen

2.1.1 Evaluatie inhoudelijke ondersteuning DPZW

In 2021 is de inhoudelijke ondersteuning van het Deltaprogramma Zoetwater geëvalueerd op inhoud, timing en presentatievorm (Berenschot, 2021). De hoofdvraag luidde *'In hoeverre en op welke wijze kan de inhoudelijke ondersteuning worden verbeterd, zodat het deze het bestuurlijk proces richting de derde fase van het Deltaprogramma Zoetwater optimaal ondersteunt?'*

Een deel van de aanbevelingen uit die evaluatie had betrekking op het toepassingsbereik van het modelinstrumentarium. Onder andere kwam de behoefte naar voren om in landelijke analyses een sterkere koppeling te leggen met andere opgaven (bv. bodemdaling, landbouwtransitie en wateroverlast). Om hier meer vat op te krijgen is vervolgens een aantal verkenningen gestart:

- Verkenning landbouwtransitie;
- Verkenning wateroverlast;
- Verkenning zoutschade.

Uit deze verkenningen is een lijst met benodigde modelontwikkelingen gekomen gericht op:

- het softwarematig mogelijk maken van het doorrekenen van (nieuwe) (landbouw)maatregelen (zie verder onder 2.2), en
- het meenemen van natschade in aanvulling op droogteschade in de landbouw. Dit is in 2022 verder onderzocht in een validatie van het deelmodel MetaSWAP aan de hand van satellietdata (Meshgi et al., 2022). De aanbevelingen uit deze validatie zijn doorgevoerd in de nieuwe release van LHM4.3, en worden in onderliggende rapport verder buiten beschouwing gelaten. Na de oplevering van LHM 4.3 is opnieuw validatie van MetaSWAP resultaten voorzien.

2.1.2 Regioronde DPZW

In de periode juni – juli 2022 is in een aantal sessies met de Zoetwaterregio's informatie gedeeld over recente ontwikkelingen in het modelinstrumentarium. Daarbij is met name informatie opgehaald over gewenste modelaanpassingen en relevante ontwikkelingen voor de komende knelpuntenanalyse voor het Deltaprogramma Zoetwater. In totaal zijn er zeven sessies georganiseerd, met de Zoetwaterregio's Noord, West, Rivierengebied, Zuidwestelijke Delta, Hoge Zandgronden Oost en – Zuid en een aparte sessie over het Hoofdwatersysteem. De in deze sessies genoemde gewenste modelaanpassingen en relevante ontwikkelingen zijn vastgelegd door Berenschot (Veldhoven, 2022).

De implementatie van de verschillende gewenste modelaanpassingen wordt in deze rapportage op hoofdlijnen gerapporteerd. Bijlage C geeft een gedetailleerd overzicht van de genoemde modelaanpassingen en hoe deze zijn opgepakt.

2.1.3 Consultatie van LHM modelexperts

Uit de evaluatie van de inhoudelijke ondersteuning DPZW (Berenschot, 2021; Paragraaf 2.2.1) kwam ook naar voren dat *“in de komende herijkingsronde flexibiliteit nodig is voor ad hoc of doorlopende analyses. In de komende jaren ontstaan mogelijk nieuwe analysebehoefes. Bijvoorbeeld als gevolg van ontwikkelingen die invloed hebben op de zoetwatervraag of om de wisselwerking en synergiemogelijkheden vanuit andere opgaven in beeld te brengen. Flexibiliteit is nodig voor ad hoc verzoeken om analyses uit te voeren die voor diverse zoetwaterregio's en/of DGWB van meerwaarde zijn.”*

Deze specifieke wens is besproken met LHM experts. Het vraagt namelijk iets van de zogenaamde 'pre-processing' van LHM. Dit zijn alle scripts die gebruikt worden om de invoerdata en de schematisatie voor een specifieke (scenario)berekening klaar te zetten en LHM aan te sturen. De bestaande preprocessing die in eerdere versies van het LHM is toegepast biedt niet de gewenste flexibiliteit, omdat door de experts beoordeeld is dat ze zijn verouderd en hierdoor moeilijk toegankelijk en aanpasbaar zijn. Dit verhindert een goede vastlegging van de opbouw van modelinvoer voor (maatregel-) scenario's voor DPZW. De afgelopen jaren is goede ervaring opgedaan met het scripten van modelaanpassingen (bijvoorbeeld met gebruik van iMOD-python), en het inbedden van scripts in een workflow manager (Snakemake). In combinatie met versiebeheer wordt de aanmaak van modelinvoer zo reproduceerbaar vastgelegd, en is op een later moment terug te halen welke keuzen zijn gemaakt in het aanmaken van een berekening. Zie verder Hoofdstuk 11.

2.1.4 Analyse kwantificering beoogde maatregelen met huidige instrumentarium

In het uitvoeringsprogramma van DPZW fase 2 zijn verschillende maatregelen opgenomen om in de komende planperiode (2022-2027) te worden uitgevoerd. Deze maatregelen dienen daarmee in de modelschematisatie te worden opgenomen in de nieuwe referentie (zie ook Paragraaf 10.3). Daarnaast kwamen uit de evaluatie (zie Paragraaf 2.1.1) verschillende maatregelen uit aanpalende dossiers naar voren die invloed hebben op de zoetwatervraag. Voor deze lijst aan maatregeltypen is geanalyseerd hoe deze te implementeren en of en wat voor model- / softwareontwikkeling nodig is om deze maatregelen te implementeren. De lijst met maatregeltypen is opgenomen als Bijlage D.

De belangrijkste verbeteringen die zijn doorgevoerd zijn:

- watergebruik glastuinbouw actualiseren,
- mogelijk maken van maatregelen die bijdragen aan 'water vasthouden' (sloten dempen, regelbare drainage met subirrigatie, etc.),
- mogelijk maken van maatregelen die beregening efficiëntie vergroten (bv. druppelirrigatie en precisielandbouw),
- meer gewassen door elkaar mogelijk maken (bv. strokenteelt, agroforestry, voedselbossen, mengteelten),
- nieuwe landgebruikstypes mogelijk maken (bv. natte teelten en zonneparken),
- maatregelen stedelijk gebied mogelijk maken (bv. afkoppelen verhard oppervlak),
- beregeningsverbod uit grondwater mogelijk maken.

2.2 Aanpak implementatie modelontwikkelingen

Vanuit de verschillende hierboven beschreven bronnen zijn de gewenste modelontwikkelingen samengebracht in een groslijst. Uit de regioronde is veel informatie opgehaald.

Het betreft deels concrete gewenste modelaanpassingen, deels lopende ontwikkelingen, en deels aanbevelingen voor uitvoering / rapportage van de herijking van de knelpuntenanalyse. In de groslijst zijn de modelaanpassingen en relevante ontwikkelingen opgenomen.

De groslijst aan modelontwikkelingen is vervolgens waar mogelijk gebundeld (indien verschillende zoetwaterregio's eenzelfde aanpassing noemden, of indien er overlap was tussen de verschillende lijsten) en gecategoriseerd. In overleg met RWS-WVL is vervolgens een prioritering aangebracht, die de volgorde bepaalde waarin de modelontwikkelingen zijn uitgevoerd binnen het beschikbare budget. Bij de prioritering is gekeken naar de verhouding tussen het verwachte effect op de knelpuntenanalyse en de verwachte inspanning. Zaken die in meerdere regio's spelen hebben daarbij bijvoorbeeld voorrang gekregen op lokale verbeteringen. Ook is voorrang gegeven aan wensen die aanpassing in de software vergen, omdat hiervoor meer doorlooptijd nodig was (bijvoorbeeld in verband met testen) en deze aanpassingen ten dele ook goed afgestemd moesten worden met de planning van LHM 4.3.

Tabel 2.1 geeft de groslijst met gewenste modelontwikkelingen per categorie en de hieraan toegekende prioriteit. In Hoofdstuk 3 t/m 9 worden de resultaten per regio in meer detail besproken.

De modelontwikkelingen betreffen soms kleine concrete aanpassingen, soms grotere samenhangende activiteiten (bijvoorbeeld implementatie verdringingsreeks), soms alleen een invoeraanpassing en soms softwareontwikkeling (maatregelmechanismen in met name MetaSWAP, zoals druppelirrigatie). In veel gevallen is nader contact geweest met specifieke waterschappen om nadere informatie op te halen rond genoemde gewenste modelaanpassingen.

Inbouw van toekomstige ontwikkelingen en varianten wordt in 2023 verder opgepakt, deels in het project Deltascenario's. Wel zijn al zoveel mogelijk voorbereidingen voor de implementatie getroffen (bijvoorbeeld aanwezigheid takken in DM, of maatregelmechanisme in MetaSWAP).

Modelontwikkelingen gericht op de toepassing voor het Deltaprogramma Zoetwater zijn opgenomen in *LHM versie 4.3* (Janssen et al., 2023). Dit betreft de verschillende softwareontwikkelingen en alle schematisatie-aanpassingen die al in de huidige situatie gelden. Maatregelen die niet zijn uitgevoerd, maar dat bij aanvang van de volgende planperiode DPZW (2028) wel zullen zijn, worden niet opgenomen in de reguliere LHM versie, maar maken deel uit van de nieuwe *Referentie*. Dit geldt ook voor bijvoorbeeld landgebruiksveranderingen, of transities in watergebruik die in 2028 significant verschillen van de huidige situatie. Ontwikkelingen en maatregelen die na 2028 plaatsvinden kunnen een plek krijgen in de *Deltascenario's*, of zijn uiteraard onderdeel van de analyses binnen het Deltaprogramma zelf. In dit rapport wordt waar nodig onderscheid gemaakt tussen LHM4.3 en LHM4.3Ref, waarbij LHM4.3Ref aanvullingen zijn in instellingen of schematisatie die specifiek voor DPZW nodig zijn, maar geen formeel onderdeel uitmaken van de LHM4.3 release. Soms wordt in dit rapport de term 'Referentie 2028' om aan te geven dat het gaat om de nieuwe referentie specifiek voor de toepassing in DPZW.

Tabel 2.1 Categorieën en prioritering modelontwikkelingen

Categorie	Modelontwikkeling	Deelmodel ¹	Prioriteit (1=belangrijkst)
Wataeraanvoer en -verdeling	checken en updaten	DM, MZ	1
Doorspoelbehoefte (verziltning en waterkwaliteit)	checken en updaten	MZ, DM, LSM	1
Berekening: techniek, triggers, giften, locatie	ontwikkelen, inbouwen en updaten	MS, MF	1
Strategie (KZH, vernatten veenweidegebieden, grondwateraanvulling, watervoerendheid beken)	referentie + varianten definiëren	alle	1
Verdringingsreeks	verwerking verdringingsreeks in LHM herzien	MZ, DM	1
Gebieden <u>zonder</u> aanvoer: actualisatie peilen en ligging	inbouwen en updaten	MZ, MF	2
Grondwateronttrekkingen en RWZI's	updaten, referentie definiëren	MF, DM	2
Ondergrondeigenschappen en wegzijging	updaten	MF	3
Koppeling watervraag-chlorideconcentratie	ontwikkelen	DM, LSM	2
Maaiveldafvoer	verkennen	MF	3
Watervraag landbouw: WOFOST en landbouwtransitie	verkennen	MS	1
Stedelijk gebied: verbeteren waterbalans stedelijk gebied + link met funderingsschade?	ontwikkelen, inbouwen	MS, MF	2
Glastuinbouw	inbouwen en updaten	MS	2
Preprocessing	ontwikkelen	alle	1

¹Afkortingen deelmodellen staan voor: DM: Distributiemodel, LSM: Landelijk Sobek Model, MZ: MOZART, MS: MetaSWAP, MF: MODFLOW.

3 Hoofdwatersysteem (DM)

3.1.1 R1 Strategie KZH (Klimaatbestendige Zoetwateraanvoer Hoofdsysteem)

Om varianten van de KZH strategie te kunnen verkennen is een aanpassing van de oppervlaktewaterschematisatie nodig. Een extra aanvoertak is ingebouwd waarmee vanuit de Waal water via het Amsterdam-Rijnkanaal (Betuwepand en Noordpand) richting het Markermeer kan worden gestuurd. Default is deze tak niet actief.

De extra tak is zowel in LHM 4.3 als in LHM4.3Ref ingebouwd. In beide schematisaties is de aanvoermogelijkheid echter uitgezet, omdat het nog geen huidig beleid is. Maar de route is gezien de resultaten van eerdere verkennende analyses alvast ingebouwd. En voor de referentie 2028 is het nu een kwestie van de verdeelsleutels iets aanpassen en de aanvoerroute is geactiveerd.

3.1.2 R3 Strategie KZH – uitwerking maatregelen knelpuntanalyse

Dit gaat over uitwerking en analyse van maatregelen in de knelpuntanalyses voor het hoofdwatersysteem, en is dus niet van toepassing op LHM 4.3.

3.1.3 R4 Strategie – Capaciteit Bernhardsluizen

Er zijn diverse issues over de Bernhardsluizen en Irenesluizen uit de regio-sessies gekomen, en de voorstellen die gedaan worden zijn tegenstrijdig. Het huidige gedeelde beeld is dat een capaciteit van orde 80 m³/s doorvoer via beide sluizen mogelijk is, maar dat hogere debieten mogelijk overlast geven (o.a. voor de scheepvaart). Dat laat de keuze om de capaciteit in het model te beperken, of juist de capaciteit hoger in te stellen en te onderzoeken hoe vaak een overschrijding van een debiet van bijvoorbeeld 80 m³/s op zou treden.

Voor LHM 4.3 en de DPZW-referentie is ervoor gekozen om de capaciteit onbeperkt te zetten (130 m³/s), en door analyse achteraf inzicht te krijgen hoe vaak en hoe lang er een hogere aanvoer door het model gerealiseerd wordt. Hiermee kunnen dan de consequenties voor bijvoorbeeld scheepvaart in beeld worden gebracht. Het betekent wel dat de watervraag altijd geleverd wordt en er dus geen tekorten in de regio's zullen optreden als gevolg van beperkingen in de sluizen. We merken op dat de capaciteit zeer eenvoudig kan worden aangepast indien gewenst.

3.1.4 R5 Doorspoeling Haringvliet

Voor het Haringvliet is in de Regioronde aangegeven dat er een permanent doorspoeldebiet nodig zou zijn, in plaats van het 'zoetspoelen'. Dat zou een grotere watervraag geven. Dit is echter niet gekwantificeerd, en het is ook niet duidelijk per wanneer dit zou gelden. In het model is al heel lang een continue doorspoeling van 5 m³/s van het Haringvliet opgenomen. Dit doorspoeldebiet van 5 m³/s is gehandhaafd in LHM 4.3 en in LHM4.3Ref.

3.1.5 R6 Doorspoeldebiet Volkerak-Zoommeer

In het verslag van de regiosessies (Veldhoven, 2022) staan diverse opmerkingen over het Volkerak-Zoommeer debiet. Behalve dit punt R6 hebben ook de punten R41 en R42 in de paragraaf van de Zuid-Westelijke Delta hierop betrekking. We veronderstellen dat dit een mogelijke maatregel is, maar geen staand beleid. Het huidige doorspoeldebiet van 20 m³/s in DM wordt daarom niet aangepast in LHM4.3 en LHM4.3Ref.

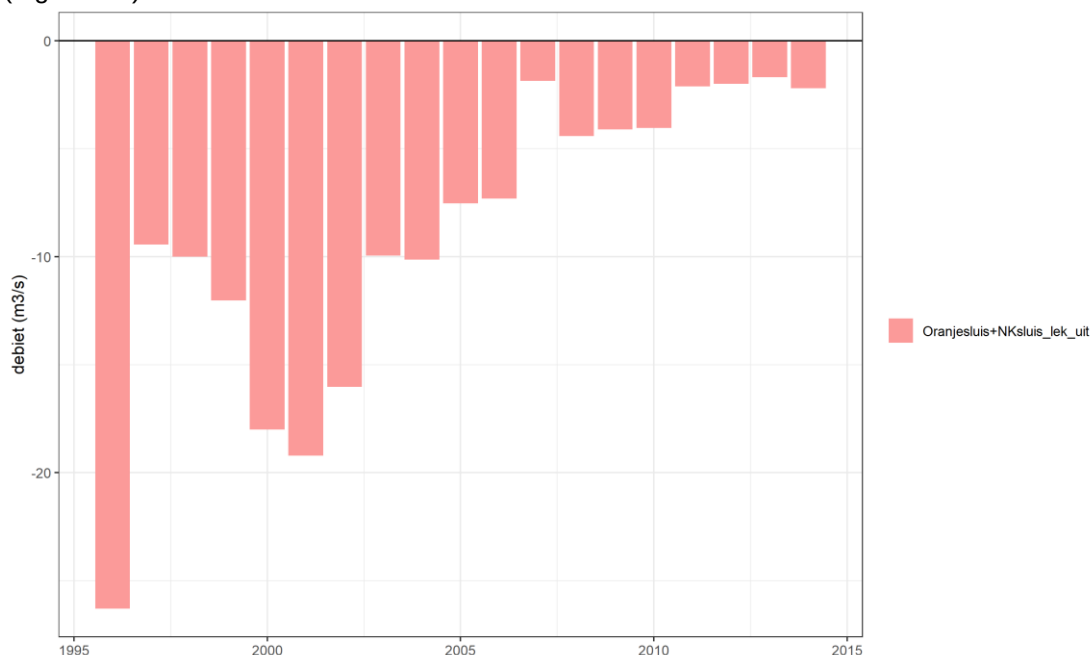
3.1.6 R8 Doorspoelbehoefte Oranjesluizen

Het rapport over analyse van de water- en stoffenbalans van het Markermeer (Van der Geest et al., 2018) geeft aan dat de doorspoeling van de Oranjesluizen de laatste jaren orde 3-4 m³/s is.

In DM is in versie LHM3.4 destijds de gewenste doorspoeling van het ARK bij Weesp verhoogd en gelijktijdig de doorspoeling bij de Oranjesluizen wel verlaagd, maar minder ver dan nu de praktijk blijkt te zijn. In LHM 4.3 is voor de Oranjesluizen de doorspoelvraag daarom verder verkleind en is nu de volgende doorspoelbehoefte opgenomen:

- 4 m³/s in juni, juli en augustus;
- 3 m³/s in april/mei en in september;
- 2 m³/s in maart en oktober; en
- 1 m³/s in november tot en met februari.

De studie naar uitwisseling tussen NZK-ARK en Markermeer (Deltares, 2021) geeft de volgende figuur met jaargemiddelde doorspoeling/lekverlies van Markermeer naar Noordzeekanaal bij de Oranjesluizen waarin een duidelijk dalende trend sinds 1995 is te zien (Figuur 3.1).



Figuur 3.1 Doorspoeldebiet Oranjesluis als negatieve balanspost voor het Markermeer (doorspoeling is van Markermeer naar NZK, dus een uitgaand debiet)

In de bestuursovereenkomst regio IJsselmeergebied (Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, provincies en waterschappen, 2022) is net als voorheen 40 m³/s doorspoeling voor het Noordzeekanaal opgenomen, maar de verdeling over voorziening uit ARK of uit Markermeer is niet expliciet aangegeven.

Op basis van enkele kwantitatieve gegevens uit de bestuursovereenkomst zijn nog een aantal invoergegevens van LHM geactualiseerd:

- Watervragen drinkwater en proceswater industrie
 - (HHNK) ECN Petten 0.6 m³/s koelwater en 0.3 m³/s proceswater;
 - (Hunze en Aa's): drinkwateronttrekkingen van 0.8 naar 1.0 m³/s;
 - (Vechtstromen): 0.1 m³/s proceswater Norit Purit;
 - (AGV): drinkwater Loosdrecht 3.5 m³/s.
- En verhoging van de doorspoelvraag sluisen Afsluitdijk naar 40 m³/s in verband met het zoethouden van het IJsselmeer voor met name de drinkwaterinname bij Andijk 40 m³/s (zie R9).

3.1.7 R9 Doorspoelbehoefte Afsluitdijk

De recente warme en droge jaren 2018-2019 hebben laten zien dat via de sluizen in de Afsluitdijk zoutindringing kan optreden waardoor de zoutconcentratie van het IJsselmeer oploopt en tijdelijk boven de norm kan komen van drinkwaterinnamepunt Andijk (aan het IJsselmeer). De doorspoelbehoefte van de Afsluitdijk om dit tegen te gaan is in de regionale verdringingsreeks Noord-Nederland van februari 2022 daarom verhoogd naar 40 m³/s met hoge prioriteit 2 (zoet houden drinkwaterinlaat).

In DM was alleen de doorspoeling van 10 m³/s voor visintrek opgenomen, met lage prioriteit. Dus het gewenste debiet voor doorspoeling is nu verhoogd van 10 naar 40 m³/s. Bovendien is de prioriteit van dit gewenste debiet verhoogd, omdat het gekoppeld is aan het zoethouden van de drinkwaterinlaat Andijk.

3.1.8 R10 Referentie afvoerverdeling IRM (bodempligging 2018)

We hanteren bodempligging 2018 conform berekeningen die voor het programma Integraal Rivier Management (IRM) zijn uitgevoerd. Die verdeling is ten behoeve van IRM onderbouwd met behulp van D-Hydro 2D modelberekeningen, waarin rekening is gehouden met sturingsregels van stuw Driel conform stuwprogramma 2018 (Asselman et al., 2022). Voor LHM 4.3 en LHM4.3Ref is de afvoerverdeling over Waal, Nederrijn en IJssel in het bovenrivierengebied gelijkgetrokken met die in de IRM berekeningen. De afvoerverdeling past daardoor dus bij de bodempligging van 2018. Afhankelijk van het IRM besluit over de maatregelen tegen verdergaande bodemerrosie (verwacht in de zomer van 2023) moet LHM4.3Ref mogelijk in een later stadium aangepast worden. Dit wordt verder opgepakt in het project Deltascenario's.

3.1.9 R11 Streefpeil IJsselmeer

In de afgelopen droge jaren is gebleken dat de in het peilbesluit beschikbare ruimte om het peil IJsselmeer/Markermeer in de zomer op te zetten tot -0.10 m NAP in de praktijk moeilijk te realiseren is. Op het moment dat droogte wordt voorzien en het besluit wordt genomen om water in het IJsselmeer vast te houden en het peil op te zetten, is de afvoer van de Rijn vaak al te laag, dan wel de watervragen zijn al zo hoog dat opzet tot -0.10 m NAP niet meer lukt. Daarom wordt het peilbeheer in het model aangepast tot een opzet (vast streefpeil) naar -0.15 m NAP; dat is de afgelopen droge jaren wel haalbaar gebleken.

Dit streefpeil van -0.15m NAP in de zomer is geïmplementeerd in zowel LHM 4.3 als de LHM4.3Ref voor IJsselmeer en Markermeer. In het model wordt eind maart nog wel een streefpeil van -0.10m NAP opgegeven ('voorjaarsopzet'), maar vanaf april zakt dit uit naar -0.15 m NAP. Het streefpeil van het Veluwemeer is altijd hoger dan het streefpeil van IJsselmeer en Markermeer.

Op het moment dat de aanvoerroute van ARK naar Markermeer wordt geactiveerd (issue R1), is het aan te bevelen om het streefpeil van IJsselmeer en Markermeer wel naar -0.10 m NAP te verhogen.

3.1.10 R12 Koppeling watervraag-chloride voor Parksluizen en monding Lek

Voor een aantal locaties in het netwerk zijn gewenste debieten in DM opgegeven om zoutindringing tegen te gaan. Echter, dat is alleen nodig in droge jaren. In natte jaren levert het opgeven van een gewenste debiet soms een (onterechte) extra watervraag en -realisatie op. Implementatie is zinvol als LHM gekoppeld wordt met LSM (in het Nationaal Water Model), omdat de watervraag dan bepaald kan worden op basis van online berekende chlorideconcentraties. Hierbij zal nog wel een gevoeligheidsanalyse nodig zijn om vast te stellen volgens welke regels het gewenste debiet dan zou moeten worden ingesteld. Behalve voor de Parksluizen en de monding van de Lek zou een doorspoelvraag op basis van chloride bijvoorbeeld ook voor locaties als de Haringvlietssluis en de Volkeraksluis kunnen worden toegepast (zie punt R5 en R6).

Er is een methode uitgewerkt (Bijlage A) om de koppeling mogelijk te maken. Het vraagt nog wel scripting en testen en goede instellingen om dit daadwerkelijk zo te gaan doen.

3.1.11 R13 Koppeling watervraag-chloride voor Parksluizen

Dit is onderdeel van issue R12.

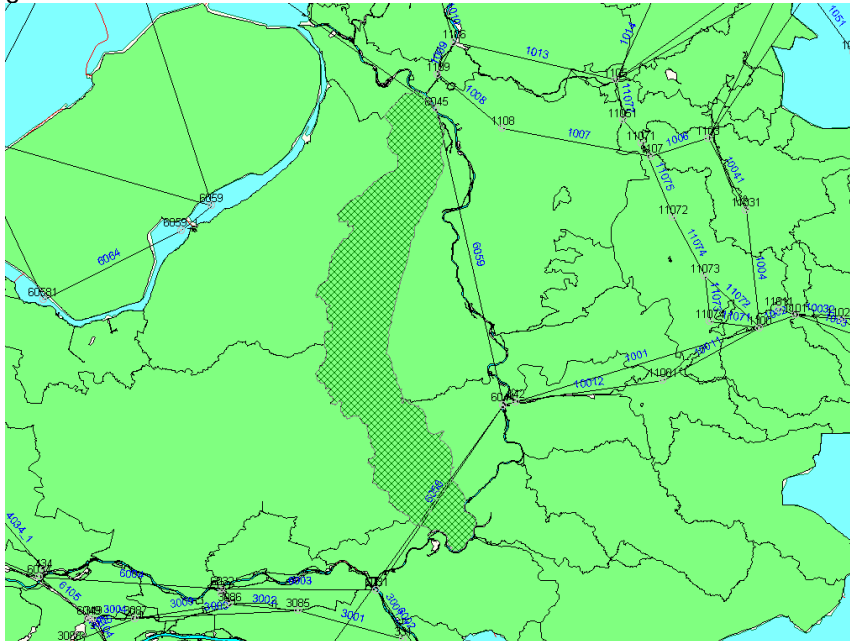
3.1.12 R14 Koppeling watervraag-chloride voor monding Lek (via Hagestein)

Dit is onderdeel van issue R12.

4 Hoge Zandgronden Oost (MOZART en DM)

4.1.1 R85 Infiltratie van oppervlaktewater naar grondwater de regio rond Twentekanalen

De vraag van de Regio is of infiltratie van oppervlaktewater richting grondwater goed in het model is opgenomen. Voorbeelden waar naar moet worden gekeken zijn: verbinding Epe en globaler het Twentekanaal en de Berkel.



Figuur 4.1 MOZART district 23, Noordoost Veluwe

Epe ligt in MOZART district 23, Noordoost Veluwe, zie Figuur 4.1. Voor dit district is in de DM invoerfile DWKEYS.Txt een inlaat bij Dieren uit de IJssel gedefinieerd, maar met capaciteit nul en de opmerking 'Inlaat niet gebruikt in verband met waterkwaliteitsredenen'. Ook voor district 231, Noordoost Veluwe met afwatering naar de zuidelijke IJssel is geen inlaatcapaciteit gedefinieerd.

Uit de door de regio geleverde meetreeksen van de inlaat van het Apeldoorns kanaal bij Dieren voor issue R87 blijkt dat de inlaatcapaciteit $0.83 \text{ m}^3/\text{s}$ is (en dat is voor district 23 en 231 samen), en dat er wel degelijk water wordt ingelaten. Sinds 2018 is elke zomer wel een aantal dagen de maximum inlaatcapaciteit gebruikt. Jaargemiddeld over 10 jaar is de inlaat een stuk lager: $0.013 \text{ m}^3/\text{s}$. Gezien de grootte van de districten is verondersteld dat het merendeel voor district 23 is bestemd. Een verdeling van $0.65 \text{ m}^3/\text{s}$ voor district 23 en $0.18 \text{ m}^3/\text{s}$ voor district 231 is verondersteld. De vraag van 6 miljoen m^3 per jaar komt neer op orde $0.2 \text{ m}^3/\text{s}$, en zit dus binnen deze range.

4.1.2 R86 Wateraanvoergebieden Apeldoorns kanaal en Terwolde niet zichtbaar

In presentaties of rapporten waarin modelanalyses worden besproken, wordt vaak het waterverdelingsnetwerk van het distributiemodel DM weergegeven, of de MOZART districten, of beide. Dat betekent echter dat de koppeling van de districten aan het netwerk, de aanvoergebieden en waterinlaatpunten dus typisch *niet* zichtbaar zijn in de communicatie met de buitenwereld. Om de schematisatie goed te kunnen beoordelen, is deze informatie wel gewenst.

Deze informatie is beschikbaar in de DM-invoer zoals die is opgegeven in de DM invoerfile DWKEYS.TXT. Het visueel weergeven van alle districts koppelingen met de inlaatpunten / aanvoer routes wordt echter snel onoverzichtelijk.

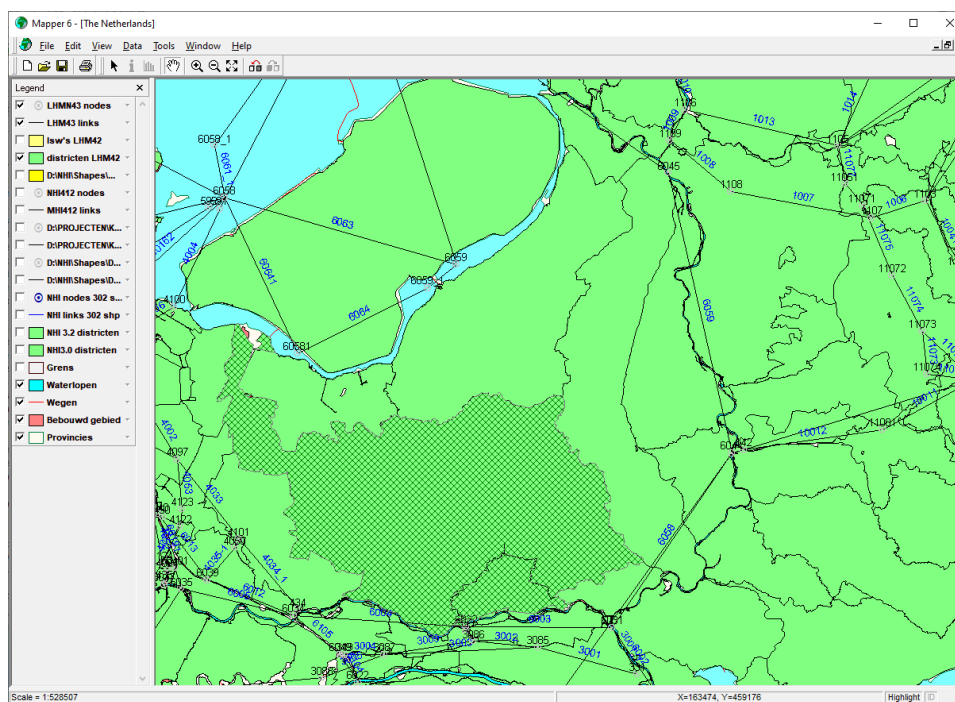
De vraag in de Regioronde betrof specifiek de koppeling van districten 22 en 23. De schematisatie in MOZART en de aansluiting met DM zijn nader geverifieerd (en niet aangepast). Het toevoer kanaal Terwolde is opgenomen in de DWKEYS.TXT file van DM. Voor district 22, dat ligt tussen de IJssel en district 23 in Figuur 4.1, is een inlaatcapaciteit bij Terwolde van 4,16 m³/s opgegeven, en een totale lozingscapaciteit van 40,83 m³/s via Terwolde, Wapenveld en Hattem.

De aanvoer routes zijn dus wel als districts inlaat in LHM meegenomen.

4.1.3 R87 Is waterinlaat Grebbesluis en Apeldoorns kanaal juist opgenomen in het model?

Voor de inlaat Apeldoorns kanaal bij Dieren is de inlaatcapaciteit in het model opgehoogd van 0.0 naar 0.83 m³/s, verdeeld over district 23 en district 231 (zie ook de beschrijving bij issue R85).

De Grebbesluis en het Valleikanaal/Eem is niet als een tak in het DM opgenomen, maar wel in de district-netwerk koppeling: de Grebbesluis is een inlaat voor district 28 (Zuidwest Veluwe) en district 281 (Zuidwest Veluwe – afwatering Nederrijn) met een maximum inlaat van 3 m³/s. Uit de meetreeks van 2000-2022 van daggemiddelde waterinlaat via de Grebbesluis blijkt dat het ingelaten debiet sinds 2000 als maximum daggemiddelde 2,55 m³/s was; dat is iets lager dan de in het model gehanteerde inlaatcapaciteit en er is dus geen reden om die inlaatcapaciteit aan te passen. Het jaargemiddeld ingelaten debiet varieert tussen de 0,56 en 1,5 m³/s.



Figuur 4.2 Voorzieningsgebied inlaat Grebbesluis, district 28 en 281.

4.1.4 R169 Correctie verdeelsleutels District 181

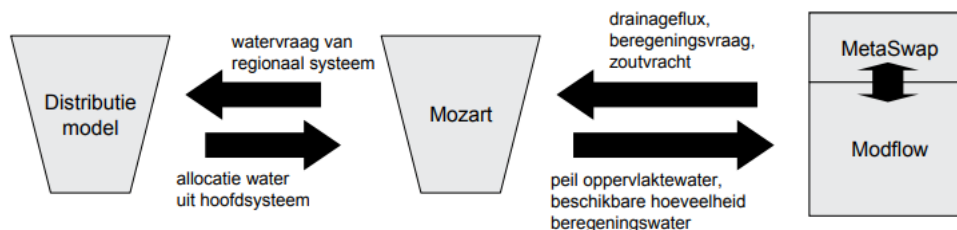
Bij verificatie bleek dat in LHM 4.2 de verdeelsleutels voor lozingen van dit district in het Vechtstromengebied niet optelden tot 1. Dat is gecorrigeerd in LHM 4.3 invoer.

Het effect bij LHM 4.2 berekeningen zal zijn dat er te weinig water vanuit het district is geloosd op het Twentekanaal. Deze fout is geïntroduceerd in LHM 4.2 en zit niet in eerdere versies; het is geïntroduceerd met de aanpassingen van de districtsindeling in LHM 4.2 voor Vechtstromen.

4.1.5 R81-84 Aanvoerstelsel Oost Nederland – droogval en wateraanvoer

In de regio-ronde van Hoge Zandgronden Oost werd de vraag gesteld of infiltratie van oppervlaktewater richting grondwater goed in het model is opgenomen, en of droogval van beken goed doorkomt in het model. Hiervoor is eerst opgeschreven hoe afvoeren en droogval in het LHM zijn verwerkt (zie figuur 4.3). Vervolgens zijn op basis van deze informatie meerdere controles uitgevoerd (zie Check 1 en Check 2 hieronder).

Droogval in het LHM

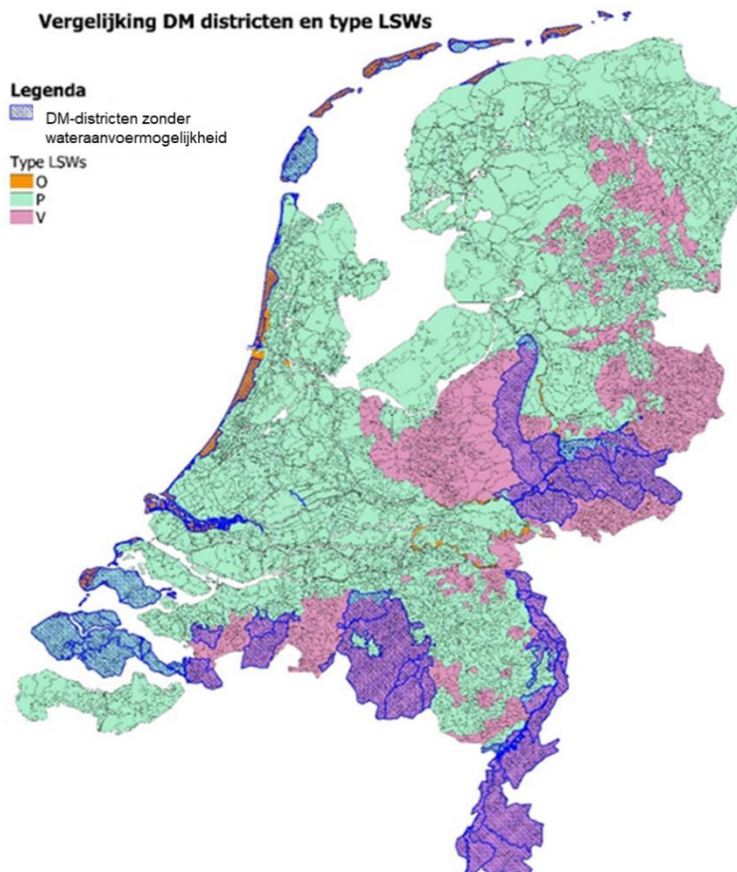


Figuur 4.3 Interactie tussen MODFLOW, MetaSWAP, MOZART en het Distributiemodel.

MOZART bestaat uit verschillende eenheden, ook wel 'local surface waters (LSW's)' genoemd. Deze LSW's kunnen zowel peilbeheerst (P) als vrij afwaterend (V) zijn. In peilbeheerste LSW's wordt een streefpeil gehandhaafd. Wanneer het streefpeil niet gehandhaafd kan worden, zal de waterstand beneden het streefpeil zakken. In vrij afwaterende LSW's is er een afvoerafhankelijke waterstandsvariatie, waarbij de waterstand toeneemt met een toenemende afvoer. MOZART rekent de oppervlaktewaterpeilen uit op basis van de binnenkomende en uitgaande posten van het LSW (bijv. drainage uit de MODFLOW-cellen, onttrekkingen, verdamping, etc.) en deze relatie tussen afvoeren en waterstanden. Dit peil wordt vervolgens opgelegd in MODFLOW, en deze beïnvloedt vervolgens de grootte van de drainage- of infiltratieflux. Wanneer het berekende peil lager is dan de bodemhoogte (=hoogteligging van de bodem van het oppervlaktewater t.o.v. NAP), is er droogval. Dit wordt ook wel weergegeven door een negatieve waterdiepte. Het droogvallen van een watergang kan meerdere oorzaken hebben. Zo kan het voorkomen dat er onvoldoende stroming van het grondwater naar de watergangen is of onvoldoende water wordt aangevoerd.

Check 1: klopt de ligging van de wateraanvoergebieden?

Voor deze actie moet ook een vergelijking worden gemaakt tussen de typen LSW's en de districten in DM die geen water kunnen aanvoeren. De districten in onderstaande afbeelding zijn gegenereerd uit het Dwkeys.txt file. In de afbeelding hieronder zijn deze districten onderlegd met de LSW types. Het idee achter deze actie is om te checken of er districten zijn die peilbeheerste LSW's ('P') bevatten, maar waarvan nu aangegeven staat dat deze geen wateraanvoermogelijkheden hebben. Wanneer een LSW type P is (peilbeheerst), moet er in het model namelijk wel een wateraanvoermogelijkheid zijn, anders zal het model tekorten berekenen die in de werkelijkheid niet optreden.



Figuur 4.4 Visualisatie van de DM districten met onderscheid naar type LSW. Blauw gemarkeerd zijn districten die in DM geen wateraanvoermogelijkheid hebben.

Uit Figuur 4.4 kan worden opgemaakt dat er momenteel slechts een paar DM districten zijn waarvan aangegeven staat dat deze geen wateraanvoer hebben, maar wel peilbeheerste LSW's bevatten. Hierop zijn langs de naad van Brabant een paar kleine aanpassingen gedaan in DM. Deze districten zijn toegevoegd in het DM-bestand dwkeys.txt, zodat deze districten nu wel een aanvoermogelijkheid hebben.

Check 2: Vindt in het LHM voldoende droogval van beken plaats?

Om deze check uit te voeren is het peil van primaire en secundaire watergangen (gecombineerd) vergeleken met drooggevallen beken aangeleverd door het Waterschap Vechtstromen.

Het waterpeil per modelcel is achterhaald door het waterpeil per LSW (modeluitvoer) te corrigeren met de correctiewaarde uit mf2LSW.csv.

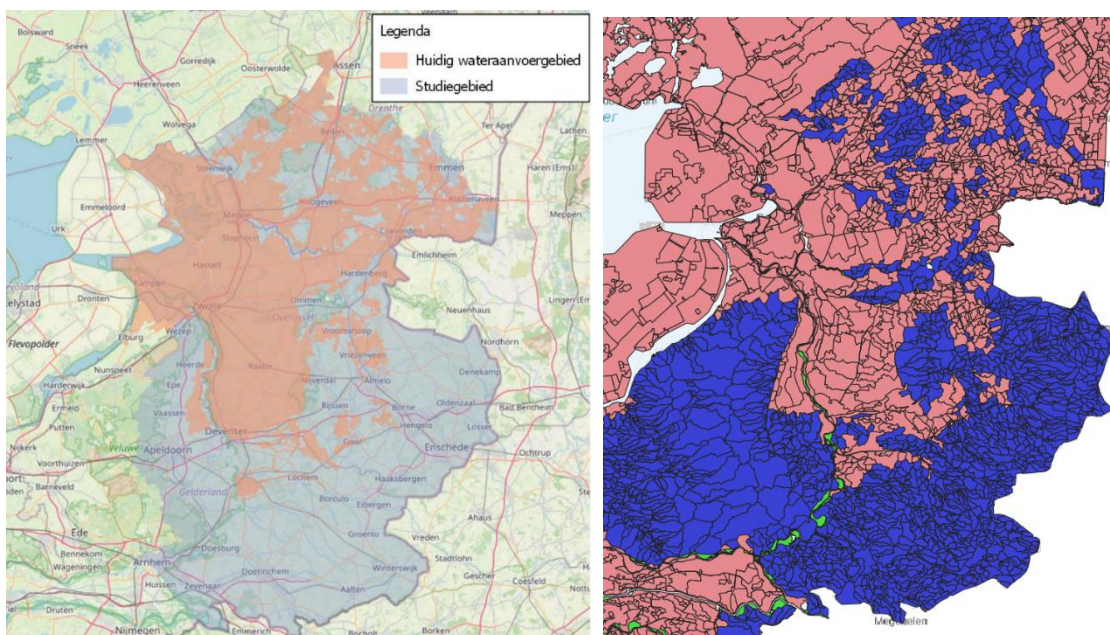
Figuur 4.5 laat ten eerste zien dat de droogvallende waterlopen goed overeenkomen met de droogvalkaart. Wanneer de droogvallende beken onderlegd worden met het type LSW is ook te zien dat (grotendeels) alleen de vrij afwaterende LSW's droogvallen. Dit is een gewenste bevinding. Ook hieruit komt naar voren dat er geen aanpassing aan het type LSW nodig is.

Check 3: Droogval beken controleren

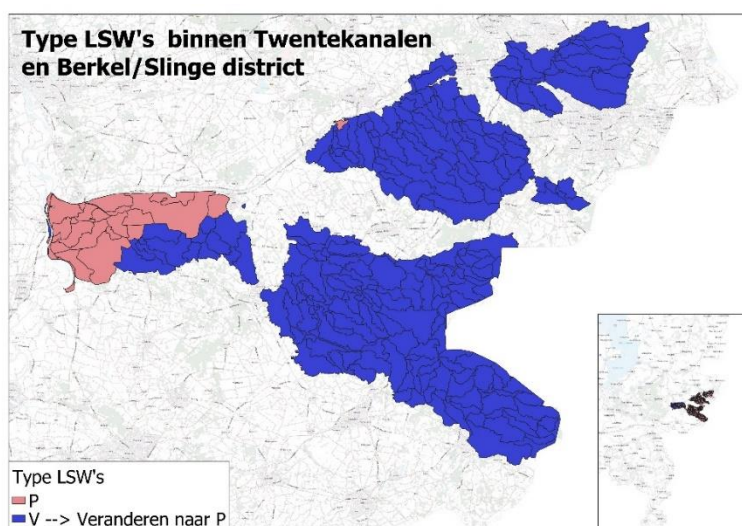
Vanuit Waterschap Vechtstromen is een kaart geleverd met droogvallende beken. In het LHM is gecontroleerd of deze beken ook daadwerkelijk droogvallen, door te kijken naar de primaire en secundaire watergangen. Deze kwamen goed overeen met de kaart vanuit het Waterschap, en verdere vervolgstappen hoefden niet te worden genomen.

Verandering LSW type van V naar P

Voor Twentekanalen en Berkel/Slinge waren er zorgen of de wateraanvoer wel klopte. Zo zijn er meerdere LSW's binnen deze gebieden die als vrij afwaterend zijn gemarkeerd, maar deze moeten wel degelijk peilbeheerst zijn. In Figuur 3 zijn de LSW's binnen deze twee districten weergegeven en het type toegewezen aan deze LSW's. Wanneer de LSW's in deze districten (Twentekanaal en Berkel/Slinge) vrij afwaterend (type V) zijn, moeten deze dus naar type P worden omgezet. Het vergelijken van de kaarten in Figuur 4.5 geeft weer dat de type LSW's zeer goed overeenkomen met de aangeleverde kaart. De enige verschillen lijken te komen, doordat gehele LSW's in LHM vrij afwaterend (V) zijn. De LSW's zijn namelijk niet op basis van pixels opgezet, maar op polygonen die groter zijn. De grenzen zijn daarmee wat opgerekt. Dit geeft aan dat het model klopt met bekende regionale informatie en dat we de meest recente informatie van de regio in ons model hebben.



Figuur 4.5 Links: Kaart verkregen vanuit Bijlage 2 QuickScan droogte IJsselvallei (HKV et al., 2023) Rechts: Type LSW's uit MOZART waar blauw = Vrij afwaterend (V); roze = Peilbeheerst



Figuur 4.6 Type LSW's uit MOZART gelegen binnen de districten 'Twentekanal' en 'Berkel/Slinge'. Blauw = Vrij afwaterend (V); roze = Peilbeheerst (P).

4.1.6 R75 – Wordt verschuiving groeiseizoen als gevolg van klimaatverandering meegenomen in LHM?

Ja dit wordt meegenomen in het LHM, vanwege de koppeling met WOFOST. LHM-light gebruikt geen WOFOST. Voor de LHM-light berekeningen zullen de gewasfactoren daarom aangepast moeten worden in het Deltascenario's project, zodat de verschuiving alsnog meegenomen wordt in de LHM-light berekeningen.

5 Hoge Zandgronden Zuid

5.1 Schematisatie oppervlaktewater (MOZART en DM)

5.1.1 R151 Noordervaart doorspoeling in relatie tot KRW doelen

De voorgenomen vergroting van de capaciteit van de Noordervaart met ongeveer 2 m³/s naar 5.4 m³/s zal leiden tot een betere watervoorziening in de Peelregio. Het biedt ook ruimte om meer door te spoelen. In LHM 4.3 varieert de doorspoeling bij Katsberg (van Noordervaart naar Peelkanaal) daarom net als in LHM 4.2 van 0.25 tot 0.5 m³/s. In het Waterakkoord WATAK2022 is aangegeven dat voor de Peelvenen op basis van de ervaringen in 2018-2019 een minimum vraag is van 2.3 m³/s. Aangenomen wordt dat dit deels in de districtswatervraag is opgenomen. Voor een goede ruimtelijke verdeling is in de Referentiesituatie 2028 is de doorspoeling van de Noordervaart bij Katsberg verhoogd van 0.5 tot 1.0 m³/s.

5.1.2 R153 WATAK 2022 – Noordervaart capaciteitsvergroting

Dit is een voorgenomen maatregel die volgens Rijkswaterstaat pas in 2025 gereed is¹. De maatregel is daarom nog niet opgenomen in de huidige situatie in LHM 4.3, maar is wel opgenomen in de Referentie 2028. In die schematisatie is de capaciteit van de Noordervaart vergroot tot 5.4 m³/s.

Andere aanpassingen gerelateerd aan de informatie in schema's (figuren) en teksten in het Waterakkoord (WATAK 2022) zijn:

- Kleine verhoging doorspoeling bij Katsberg (zie R151; LNKS.txt file);
- Aanpassing van enkele district-inlaatcapaciteiten (DWKEYS file): zo is voor district 703 de inlaatcapaciteit vergroot naar 0.25 m³/s, voor district 684 de inlaatcapaciteit vergroot naar 0.325 m³/s, en is de inlaatcapaciteit van district 711/712 uit het Wilhelminakanaal vergroot naar totaal 1.0 m³/s.

5.1.3 R154 inlaat Sambeek

Sinds 2019 is er via de Sambeekse Uitwatering, net benedenstrooms van de sluis Sambeek, als tijdelijke maatregel in de praktijk in droge zomers water ingelaten. Volgens informatie van het waterschap Aa en Maas tijdens de regiosessie Hoge Zandgronden Zuid, is besloten dat dit een definitieve maatregel wordt.

Omdat de maatregel al in de praktijk is geïmplementeerd (zij het met tijdelijke pompen) is de maatregel opgenomen in LHM 4.3. (huidige situatie) door in de DWKEYS.TXT voor district 61, Maaskant-Bovengebied, een inlaat uit DM knoop 6010, Sambeek, toe te voegen met capaciteit 0.2 m³/s. Deze wijziging is uiteraard ook opgenomen in de Referentiesituatie 2028.

5.2 R52 Onttrekkingsverbod Hoge Zandgronden Zuid

In de regionondes is benoemd dat in grote gebieden ieder zomerseizoen een onttrekkingsverbod op beregening vanuit grondwater wordt afgegeven. Het voorstel was om in deze gebieden de beregening vanuit grondwater uit te schakelen in MetaSWAP.

Het in deze gebieden volledig uitschakelen van de beregening wordt door Deltares niet als plausibele oplossing gezien omdat hiermee de hoeveelheid beregening te zwaar zal worden onderschat. In de praktijk zal waarschijnlijk buiten de drogere periodes wel beregend worden en hebben beregeningsverboden vaak een tijdelijk karakter.

¹ <https://www.rijkswaterstaat.nl/water/projectenoverzicht/noordervaart-verbetering-waterdoorvoer-noordervaart>

Bij de Brabantse waterschappen worden op dit moment alleen beregeningsverboden afgegeven als de grondwaterstand op 1 april lager is dan een bepaald referentieniveau. De actuele grondwaterstand en locatie-specifiek referentieniveau wordt voor een groot aantal peilbuizen bijgehouden. Dit verbod geldt alleen voor grasland en heeft een maximale duur van 2 maanden. Tijdens het verbod is beregening vanuit oppervlaktewater nog wel mogelijk.

Het wel of niet actief zijn van een beregeningsverbod kan dus het beste tijdelijk, dynamisch en t.o.v. een bepaald event worden geactiveerd. Deze functionaliteit is in de nieuwe versie van MetaSWAP ingebouwd en is verder beschreven in Paragraaf 10.3.3.

Om deze functionaliteit te kunnen inzetten dient een inventarisatie te worden gedaan welke type verboden, duur en triggerevents worden gehanteerd en voor welk type gewassen deze geldig zijn. Dit dient vervolgens te worden vertaald naar modelparameters voordat dit in de officiële LHM release kan worden opgenomen. Met de nieuwe versie van LHM (LHM 4.3) kan dit als maatregel worden doorgerekend, en is het standaard niet actief.

5.3 R158 Peilen waterschappen Aa en Maas en Limburg.

Binnen waterschappen Aa en Maas en Limburg wordt tegenwoordig gestuurd op de bovenrand van de beheersmarge. Vanuit de regionondes werd gevraagd of hierdoor de peilen in het LHM geactualiseerd moesten worden.

Voor de LHM-release van versie 4.3 is de methode voor het afleiden van het topsysteem compleet vernieuwd. De nieuwe methode is beschreven in de veranderingsrapportage (Janssen et al., 2023). Binnen deze methode wordt een bepaalde volgordelijkheid aangehouden voor het afleiden van peilen in primaire secundaire en tertiaire systemen. Hierbij is de belangrijkste bron de peilinformatie van de waterschappen. NB. Dit is generiek doorgevoerd in LHM, dus landsdekkend, en niet allen in de Hoge Zandgronden Zuid.

Dit issue ging specifiek over het hanteren van de bovenkant van de beheersmarge. Echter, omdat de beheersmarge geen onderdeel is van deze gegevens kan dit ook niet worden gebruikt voor het afleiden van de peilen. Verder is de vraag of het 'sturen op marges' voldoende kwalificatie voor een daadwerkelijk peil. Als het peil daadwerkelijk veranderd is, kan het beste de peil informatie worden aangepast.

6 Zuid-Westelijke Delta

6.1 Onverzadigde zone (MetaSWAP)

6.1.1 R31 Beregeningscapaciteit en sponswerking bodem

Dit zijn voorgenenomen maatregelen in het landelijk gebied, die in het model MetaSWAP geïmplementeerd kunnen worden, zie ook Hoofdstuk 10.3.

6.2 Schematisatie oppervlaktewater (MOZART en DM)

6.2.1 R35 Onrealistische berekeningstekorten ZWD

De LSWs in Zeeland hebben type P (peilbeheerst). Er wordt in Zeeland een watervraag berekend die niet kan worden geleverd, waardoor tekorten worden berekend. Deze tekorten zijn onrealistisch, omdat Zeeland geen wateraanvoer kent. De berekende tekorten worden in de analyses van het Deltaprogramma Zoetwater genegeerd, omdat bekend is dat ze niet realistisch zijn.

Om te voorkomen dat onrealistische berekeningstekorten worden berekend, zijn de LSW's omgezet naar type V (vrijafwaterend), met een Qh-relatie die past bij strak peilbeheer. Op deze manier is het duidelijk dat er geen wateraanvoer mogelijk is en dat er geen peilbeheertekorten meer berekend worden. Berekeningstekorten vinden nu alleen plaats als er geen water beschikbaar is in de sloot, wat beter overeenkomt met de realiteit.

6.2.2 R44 Landbouwwaterleiding

In het voorzieningsgebied van de landbouwwaterleiding in Zeeland (Zak van Beveland) worden met het LHM berekeningstekorten berekend, omdat er in Zeeland geen wateraanvoermogelijkheid is voor alle watervragen. In werkelijkheid wordt de beregeningsvraag van fruitteelt voorzien vanuit de landbouwwaterleiding, en treden hier dus geen tekorten op.

Om te zorgen dat er geen berekeningstekorten worden berekend, moet aan de onttrekking voor berekening worden voldaan, zonder dat er wateraanvoer is voor peilbeheer. Dit is niet direct mogelijk in MOZART. Er zijn een aantal opties verkend om dit via een omweg toch mogelijk te maken. Uiteindelijk is gekozen om de specifieke LSWs type W (vrijafwaterende LSWs die water kunnen vragen voor berekening, zonder dat ze water vragen voor strak peilbeheer) te geven. Op die manier wordt de beregeningsvraag en beregeningsgift uit de landbouwwaterleiding correct meegenomen, zonder dat dit water in het model ook ten goede komt aan peilbeheer.

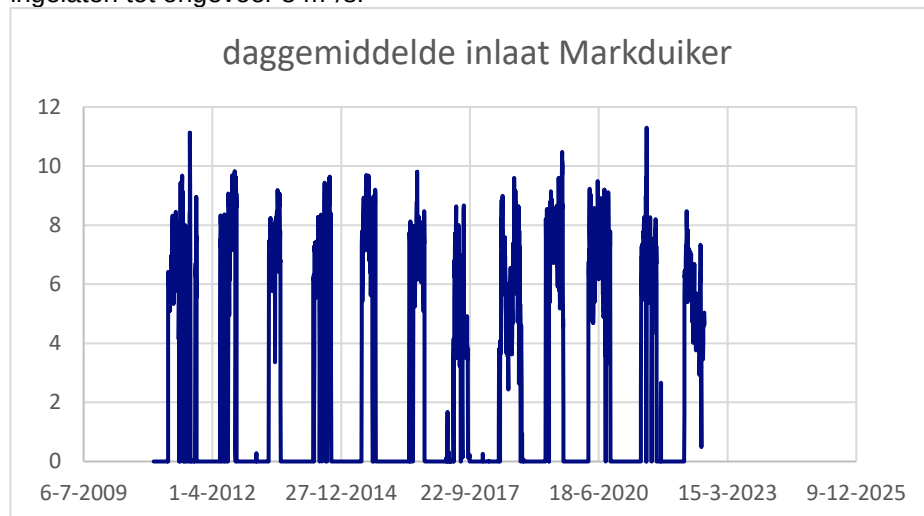
6.2.3 R39 Koppeling watervraag-chloride doorspoeling Volkerak

Voor het Volkerak Zoommeer is uit een doorspoelproef gebleken dat er snelle verzilting optreedt na het sluiten van de inlaat uit het Hollands Diep. Dit kan een na-ijleffect van wel 20 dagen hebben, dat wil zeggen dat aanvoergebieden nog tot 20 dagen na het weer starten van doorspoeling van het Volkerak nog water innemen met verhoogde chlorideconcentraties. De vraag is hoe hier mee om te gaan en hoe dit te modelleren; wordt er nog water ingelaten met te hoog chloridegehalte of laat men dan maar niet in?

Op basis van deze vraag is er in het model geen aanpassing gedaan voor LHM 4.3 en ook niet voor de Referentiesituatie 2028. Eventueel zou de doorspoeling van het Volkerak afhankelijk kunnen worden gemaakt van chloride, op dezelfde manier als eerder bij het hoofdwatersysteem voor punt R12 (doorspoeling Parksluizen, monding Lek) is aangegeven. Maar gezien de vraagstelling moet het hoe en wat eerst nader onderzocht worden, voordat dit leidt tot aanpassingen in de modelinvoer van DM.

6.2.4 R40 Doorspoelbehoefte Mark-Vliet systeem

Waterschap Brabantse Delta heeft aangegeven dat het Mark-Vliet systeem mogelijk met minder dan 7 m³/s kan worden doorgespoeld. Het waterschap heeft de meetreeks met inlaten bij Oosterhout (via Marksluis en duiker) en andere meetreeksen van debieten van 2011-2022 aangeleverd. Via de Marksluis is in Augustus 2020 en in Augustus-September 2022 water ingelaten tot ongeveer 8 m³/s.



Figuur 6.1 Meetreeks inlaat Mark-Vliet systeem bij Oosterhout via Markduiker

Op basis van de meetreeks Markduiker en de aanvullende gegevens van de Marksluis inlaat in 2020 en 2022 is geen duidelijke vermindering van de inlaat zichtbaar.

In de metingen van de afvoeren bij Dintelsas en Benedensas is geen vermindering van uitgelaten debieten waarneembaar. De gewenste debieten op Dintelsas en Benedensas zijn dus niet gewijzigd.

6.2.5 R41 Doorspoelbehoefte VZM bij 1 m zeespiegelstijging

Dit is niet van toepassing op de huidige situatie, maar pas op een toekomstige situatie (bijv. scenario 2100). Voor de huidige situatie en de referentie 2028 is 1 meter zeespiegelstijging niet van toepassing, dus dit is niet in LHM 4.3 en ook niet in de referentiesituatie 2028 geïmplementeerd.

Ook de punten R6 (bij hoofdwatersysteem) en R42 hebben betrekking op doorspoeling Volkerak-Zoommeer. Zie verder de beschrijving van die punten (R6 hierboven in de paragraaf over het hoofdwatersysteem, R42 hieronder).

6.2.6 R42 Doorspoeling VZM na implementatie nieuwe zout-zoetscheiding Krammer

In 2026 wordt de nieuwe innovatieve zout-zoet scheiding bij de Krammersluizen gerealiseerd. Dat betekent dat de doorspoelvraag vanaf dan verandert, iets specifiek: de doorspoelvraag wordt groter. De huidige doorspoelwatervraag van 8.8 m³/s (dat is de laatste actuele schatting zoals die ook in LSM3 is geïmplementeerd) wordt na realisatie van de nieuwe zout-zoet scheiding verhoogd naar 13.8 m³/s.

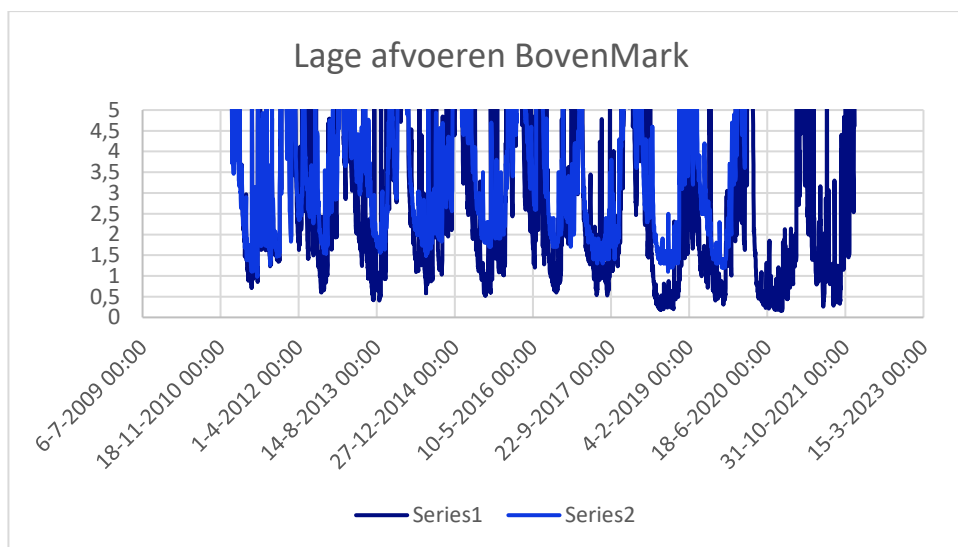
In LHM 4.3 en de Referentiesituatie 2028 is een aparte tak Krammer toegevoegd, van knoop 6018 naar knoop 201, met een gewenst debiet van 8.8 m³/s in LHM 4.3, en in de Referentiesituatie 2028 13.8 m³/s. Dan komt met de doorspoeling Eendracht (22.5 m³/s) en de netto verdamping ook de toename van de gewenste inlaat in de zomer van 35 naar 40 m³/s in zicht.

6.2.7 R43 Afvoer BovenMark

Waterschap Brabantse Delta geeft aan dat afvoer vanuit België van de BovenMark in recente LHM berekeningen is overschat.

De verklaring hiervoor is als volgt: voor jaren waarvoor nog geen data beschikbaar was, is de afvoer van de Bovenmark geschat op basis van eerder afgeleide regressie-relaties. Die relaties waren afgeleid op basis van beschikbare data van rivierafvoeren (voor de Mark van de jaren vijftig tot 2012) en gerelateerd aan de Maasafvoer (beschikbaar vanaf 1911), om zo de series voor de BovenMark te verlengen, zodat LHM ook voor de historische periode vanaf 1911 gebruikt kan worden. Die regressievergelijkingen zullen echter typisch de extreem lage afvoeren overschatten en de extreem hoge afvoeren onderschatten.

Het waterschap heeft de recente afvoergegevens voor de periode 2011-2022 aangeleverd van die meetpunten die relevant zijn voor de BovenMark. Op basis hiervan zijn de afvoeren voor de recente jaren in de DM rivierafvoeren file aangepast, de waarden op basis van de regressie-vergelijkingen zijn omgezet naar de meetwaarden. Deze verbetering van randvoorwaarden is zowel voor LHM 4.3 als de Referentie2028 van toepassing. Uit Figuur 6.2 blijkt dat de nieuwe metingen inderdaad orde 1 m³/s lager zijn dan de waarden volgens de regressievergelijkingen.



Figuur 6.2 Afvoer Bovenmark; blauw = op basis van de aangeleverde data van Brabantse Delta, oranje = volgens eerder afgeleide regressie.

6.2.8 R45 Kanaal Gent-Terneuzen

Bekend is dat er voor zoetwataanvoer vanuit het kanaal Gent-Terneuzen te weinig water uit Vlaanderen beschikbaar is. Echter, er is ook geen goede tijdreeks beschikbaar om überhaupt te een zinvolle schatting te kunnen maken van de beschikbaarheid van water. De regio geeft aan dat er daarom een verhaal bij de analyse nodig is. Het kanaal zal verzilt en er zal worden ingezet op brak water inlaat uit het kanaal. In LHM 4.3 zijn geen aanpassingen verricht in de invoer, dit geldt ook voor de referentie 2028.

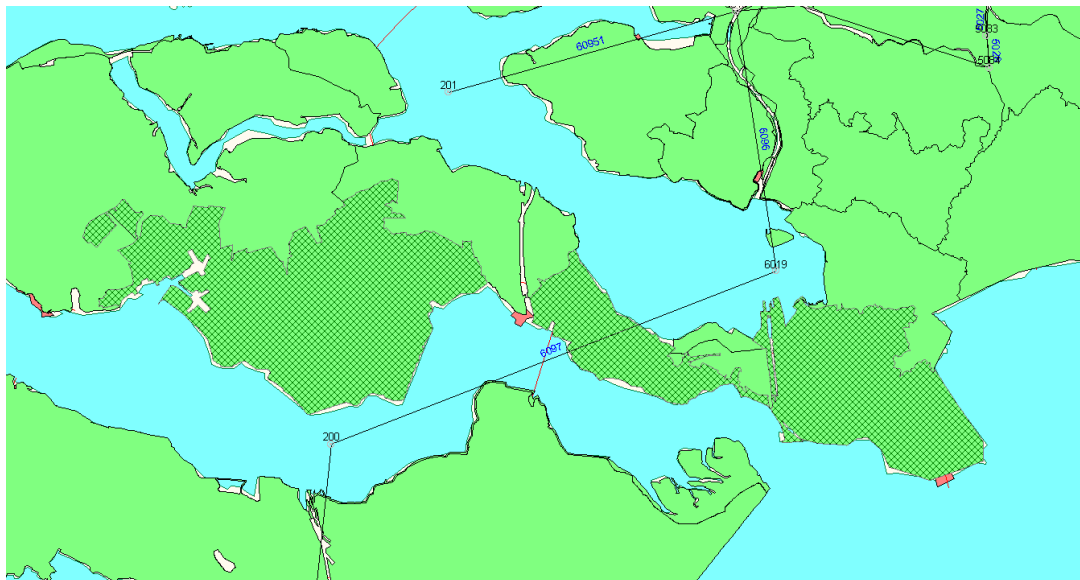
6.2.9 R46 Gebied aan de voet van de Brabantse Wal: aanvoer uit VZM

In de droge zomer van 2018 is gebleken dat er te weinig water uit de Brabantse Wal kwam om in de wateraanvoer voor de polders bij Ossendrecht te voorzien. Er is toen water ingelaten uit het Volkerak-Zoommeer via het Bathse Spuikanaal. Die mogelijkheid was echter nog niet in het model opgenomen.

Om dit goed in het model te representeren is district 950 gesplitst in twee districten, nl. een district ten oosten van het Bathse Spuikanaal (949), en het restant van het district 950 ten westen van het Bathse Spui kanaal.

Alleen het oostelijk gebied kan worden voorzien uit de Brabantse Wal, en voor de Ossendrechtse polders in dit nieuwe district 649 is in de DWKeys file de mogelijkheid toegevoegd om water in te laten uit het Volkerak-Zoommeer (knoop 6019).

Dit betekent dus een wijziging in de MOZART districtsindeling (enkele LSW's zijn verschoven van district 950 naar het nieuwe district 949), en de district-netwerksleutels in de DWKeys file. Het nieuwe district kan water inlaten, het oorspronkelijke district niet (uitgezonderd de landbouwwaterleiding, zie R45 en R51).



Figuur 6.3 District 950 is in de aangepaste schematisatie gesplitst in 2 delen, gescheiden door het Bathse Spuikanaal

6.2.10 R47 Aanvoer Oosterhout

In 2018 tot en met 2020 is de Marksluis ingezet als aanvullende aanvoer vanuit Oosterhout naar het beheersgebied van Brabantse Delta (zie ook issue R40). Deze mogelijkheid zat al in DM (de inlaatcapaciteit was al groot genoeg, en DM maakt geen onderscheid tussen aanvoer via de Markduiker of via de Marksluis). Dit issue geeft geen aanleiding tot aanpassingen van de modelinvoer van DM.

6.2.11 R48 Controle op implementatie van WATAK 2022 in LHM

Voor de Midden-Limburgse en Brabantse Kanalen (MLNBK) is in 2022 een nieuw waterakkoord (WATAK) getekend. De modelinvoer is gecontroleerd en waar nodig aangepast om inlaatcapaciteiten en afspraken goed te representeren. Dit is reeds beschreven in paragraaf 5.1.2 bij Hoge Zandgronden Zuid, issue R153.

6.2.12 R51 Berekening fruitteelt uit landbouwwaterleiding Zuid-Beveland

Dit is hetzelfde punt als issue R44 en beschreven in paragraaf 6.1.3. De aanpassingen en verbeteringen in het model gelden zowel voor de huidige situatie in LHM 4.3 als de Referentiesituatie 2028.

6.2.13 R52 Berekening Zeeland

Vanuit de regiorondes is aangegeven dat in Zeeland alleen beregening uit grondwater mogelijk is wanneer de zoetwaterlens dikker is dan 15m. In alle andere gevallen zal in de praktijk geen beregening uit grondwater plaatvinden.

In LHM 4.3 is de berekening aangepast met behulp van de invoergegevens die zijn gebruikt bij de actualisatie van het regionale Zeelandmodel. Op basis van de FreshEM-gegevens is berekend in welke gebieden de zoetwaterlens dikker is dan 15 meter. Buiten deze gebieden is in Zeeland de berekening uit grondwater verwijderd uit het basisbestand. Deze aanpassing is opgenomen in het LHM. De aanpassing is beschreven in de veranderingsrapportage LHM 4.3. (Janssen et al., 2023).

7 Regio Noord

7.1 Schematisatie oppervlaktewater (MOZART en DM)

7.1.1 R9 Doorspoelbehoefte Afsluitdijk

De recente warme en droge jaren 2018-2019 hebben laten zien dat de inlaat Andijk last kan krijgen van verzilting. Daarom is de doorspoelbehoefte van de Afsluitdijk in de regionale verdringingsreeks Noord-Nederland van 2022 verhoogd naar 40 m³/s met hoge prioriteit 2 (zoet houden drinkwaterinlaat). In DM model was voorheen een doorspoeling van 10 m³/s voor visintrek opgenomen, met lage prioriteit. Dit punt was ook genoemd onder het hoofdwatersysteem punt R9.

7.1.2 R17 Grotere inlaatcapaciteit Wetterskip Fryslân

Vergroting van de inlaatcapaciteit bij Hoogland (Stavoren) was al in LHM 4.2 opgenomen en daarom is geen verdere aanpassing van invoer nodig voor LHM 4.3 en de Referentiesituatie 2028. Het voorgenomen beleid van Wetterskip Fryslân om meer water in te laten, ook in de winter, is beschreven onder punt R25.

7.1.3 R18 Districtsindeling waterschap Hunze en Aa's en verificatie resultaten

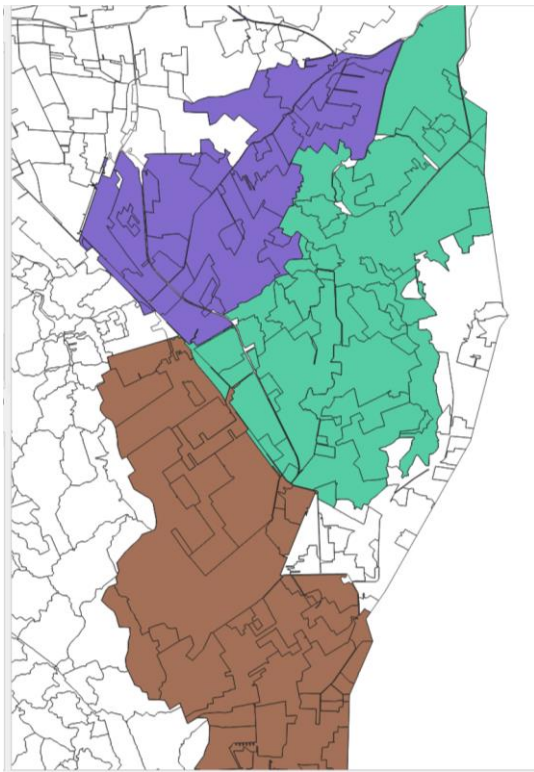
Waterschap Hunze en Aa's heeft aangegeven dat de districtsindeling op enkele punten moet worden aangepast. Zo hoort MOZART local surface water 100217, dat peilgebied stuw Vleddermond representeert, niet bij district 604, maar bij district 10. Verder is een aantal local surface waters verschoven van district 604 naar district 605. Het gaat om de volgende LSW's: 100225, 100218, 100219, 100224, 100226, 100229, 100222, 100221, 100228, 100289, 100162, 100234, 100227, 100315, 100297, en 100325.

Voor heel district 605 is het winterstreefpeil op +2.46 m NAP gezet; in één LSW werd nog een afwijkend streefpeil gehanteerd, maar dat is nu gecorrigeerd. De andere karakteristieken van de LSW's zijn niet aangepast. Figuur 7.1 toont de aangepaste districtsindeling weer.

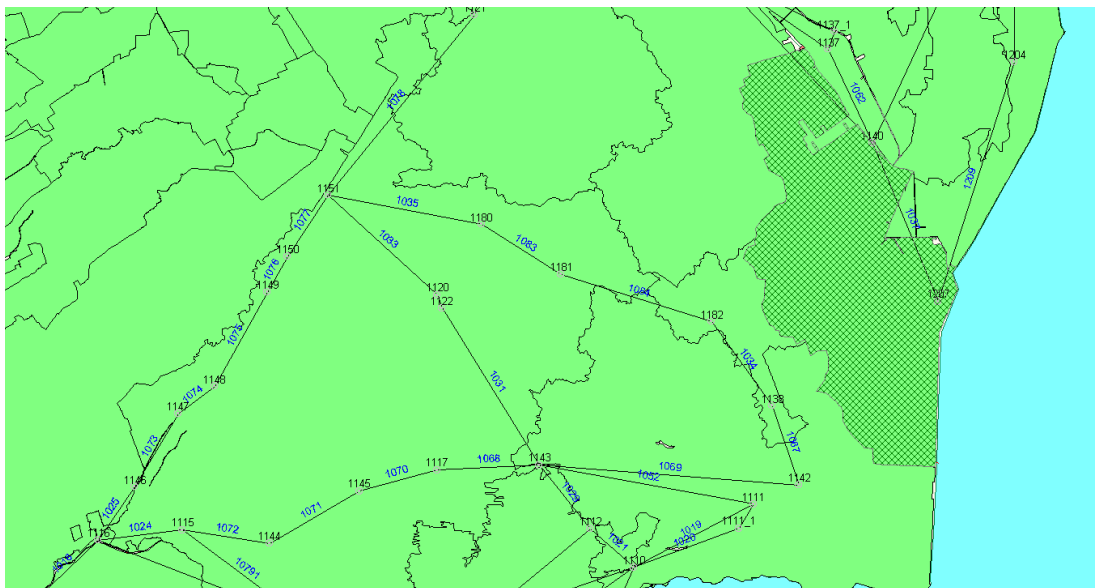
Verder geeft het waterschap aan dat de resultaten van oude versies van LHM niet heel goed waren in vergelijking met metingen. Er werd te weinig water aangevoerd in de zomer, en het landelijk gebied ging te snel weer water afvoeren. Omdat er verwezen is naar vrij oude validatieberekeningen uit 2012, en de gemaalcapaciteiten wel correct in DM zijn opgenomen, en er inmiddels met MetaSWAP en WOFOST gerekend wordt met diverse verbeteringen ten opzichte van oudere versies, is hier verder geen aanpassing in DM en MOZART doorgevoerd. Geadviseerd wordt om basis van de berekende aan- en afvoer debieten van de nieuwe versie LHM 4.3 te verifiëren of eerdere issues zijn opgelost.

7.1.4 R19 Aanvoer Hoogeveense Vaart naar waterschap Hunze en Aas

De Hoogeveense Vaart is opgenomen in het DM netwerk en levert water aan district 10, Noord-Oost Drente. Echter, de lokale kanalen voor de wateraanvoer zijn niet in DM opgenomen. Voor de inlaatcapaciteit van district 10 uit het Drentse kanalsysteem is 4.5 m³/s gehanteerd. Dit komt overeen met wat het waterschap Hunze en Aas aangeeft. Dit is vergelijkbaar met issue R86 voor Hoge Zandgronden Oost, waar ook enkele district-netwerk inlaten genoemd zijn, die als districtsinlaat zijn gemodelleerd en niet als tak in het DM netwerk zijn opgenomen. Zie ook de onderstaande Figuur 7.2.



Figuur 7.1 MOZART districten en local surface water in het zuidelijk deel van het beheergebied van waterschap Hunze en Aa's, met in bruin district 10, in groen district 605, en in paars district 604. District 606 is het witte gebied grenzend aan district 10 en district 605.



Figuur 7.2 MOZART district 10 (Noord-Oost Drente/Veenkoloniën) wordt voorzien vanuit de verlengde Hoogetveensche Vaart uit DM knoop 1142 (Erica) en heeft een inlaatcapaciteit van 4.5 m³/s. Het district loost water op knoop 1137 bij Stadskanaal/Vleddermond. NB het plaatje toont nog het oude district, de aanpassing genoemd bij R18 betekent dat de 'hap' uit het district bij knoop 1140 nu onderdeel is van het aangepaste district.

7.1.5 R23 Markermeer en inlaat Muiden

Voor de inlaat Muiden uit het Markermeer is een gewenst debiet van 10 m³/s opgegeven met lage prioriteit. Echter, een (minimum) debiet van 2 m³/s is opgegeven als gewenst debiet met hoge prioriteit. Er is geen peilafhankelijkheid meegenomen, dus of er al dan niet een tijdelijke pomp installatie (TPI) nodig is wordt niet beschouwd in DM. Dus hiervoor zijn geen aanpassingen doorgevoerd in LHM 4.3 en de Referentiesituatie 2028.

De formulering in de lijst met issues suggereert dat als het peil van het Markermeer onder het minimum peil van -0.40 m NAP komt, dat de 2 m³/s inlaat door mag gaan. In het model heeft het minimum peil echter prioriteit 1 en kan het alleen door verdamping daaronder zakken. Het gewenst debiet van 2 m³/s heeft prioriteit 3, en zal dus bij een peil van het Markermeer onder de -0.40 m NAP niet gerealiseerd worden. Een dergelijk laag peil in de zomerperiode heeft zich in de praktijk nog niet voorgedaan. De vraag is wel of in het model het minimum peil van het Markermeer (en ook van het IJsselmeer) verlaagd moet worden om onttrekkingen toe te staan beneden een peil van -0.40, en zo ja tot welk niveau het minimum peil dan verlaagd mag worden. Een alternatief is om de minimum peilen ongewijzigd te laten, maar de prioriteiten aan te passen, zodat Muiden beneden een peil van -0.40 m NAP mag doorgaan met inlaten. De vraag is dan voor welke watervragen dit nog meer zou moeten gelden.

7.1.6 R25 Doorspoelbehoefte inlaat Fryslân

Hiervoor wordt ook verwezen naar issue R86. Wetterskip Fryslân heeft aangegeven dat zij een minimale inlaat (via Lemmer, Hoogland) van 2 à 3 miljoen kuub per dag (23-35 m³/s) nastreven sinds 2016, met inzet Hoogland vanaf 2018. Dit wordt afgestemd met de spicaciteit. Dat betekent dus dat in natte perioden minder wordt ingelaten.

Metingen laten echter zien dat de gewenste inlaat in de winter bij lange niet gehaald wordt. In de zomerperiode wordt de gewenste inlaat wel degelijk gehaald, en in de recente warme en droge jaren is er wel meer dan het gewenste debiet ingelaten, omdat de vraag extreem hoog was.

Binnen het beheergebied van Fryslân heeft de doorspoeling van de energiecentrale Bergum met 5.8 m³/s de laagste prioriteit; dat is doorspoeling naar het Lauwersmeer. In het model stond bij de doorspoeling voor Harlingen 5.0 in plaats van 5.8 m³/s, waarbij wordt opgemerkt dat de 5.8 te hoog is. De conclusie zou kunnen zijn dat die doorspoeling dus zou kunnen worden verlaagd. Echter, omdat het gewenste inlaatdebiet (nog) niet wordt gehaald is er voor gekozen om de doorspoeling bij Harlingen op 5.0 m³/s te laten staan en de doorspoeling bij Dokkum jaarrond op 5.8 m³/s te zetten (totaal dus 10.8 m³/s). Dit is in zowel LHM 4.3 als in de Referentiesituatie 2028 gedaan.

7.1.7 R26 Doorspoeling HHNK twijfelachtig

Na gesprek met het Hoogheemraaschap Hollands Noorderkwartier bleek de doorspoeling toch realistisch, dus zijn er geen modelaanpassingen doorgevoerd.

8 Regio West

8.1 Schematisatie oppervlaktewater (MOZART en DM)

8.1.1 R112 Doorvoer Irenesluizen/Bernhardsluizen

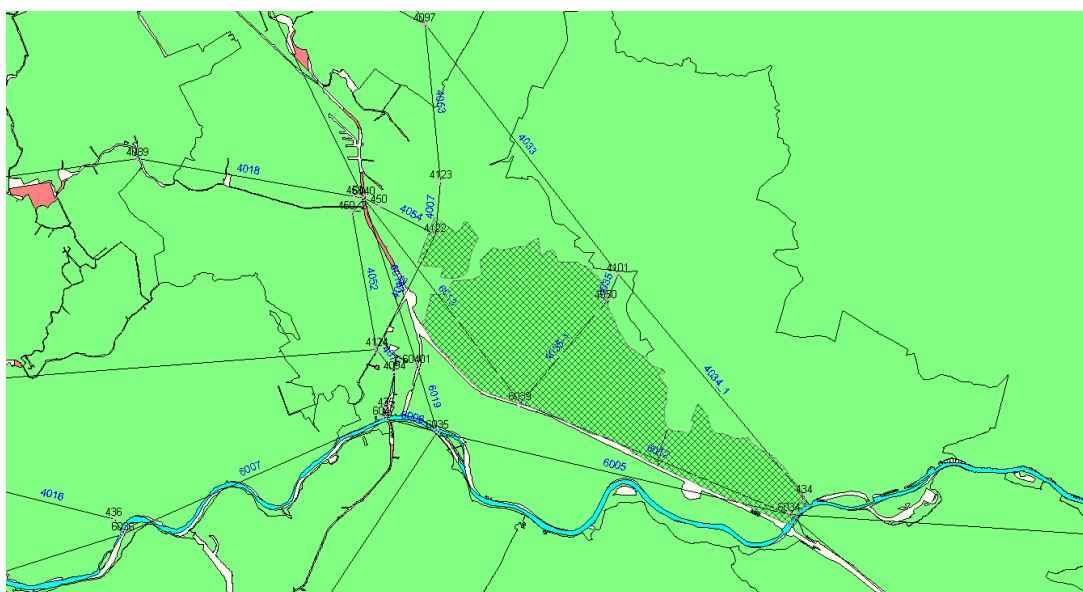
Dit issue is hetzelfde als issue R10 bij het hoofdwatersysteem; namelijk wat is de capaciteit van de Irenesluizen en Bernhardsluizen in het model. Er moet in het model een keuze worden gemaakt voor een capaciteit van 80 m³/s of een hogere capaciteit, waarbij het zeker is dat bij hogere debieten er veel hinder zal zijn voor de scheepvaart.

Er is in het model voor gekozen om de capaciteit van de sluizen hoger (onbeperkt) te zetten, zodat bij de analyse bekeken kan worden hoe vaak het debiet van 80 m³/s wordt overschreden om op basis daarvan een nadere afweging te maken.

8.1.2 R113 Inlaat Kromme Rijn en Caspargouwse wetering

In droge perioden zakt het peil in het stuwpand Hagestein uit, waardoor de vrij-verval inlaat Kromme Rijn onvoldoende water kan inlaten. In dergelijke situaties werd al vaak een noodpomp bij de inlaat Kromme Rijn geplaatst en werd ook de inlaat Caspargouwse wetering (uit het Amsterdam-RijnKanaal) gebruikt om extra water aan te voeren.

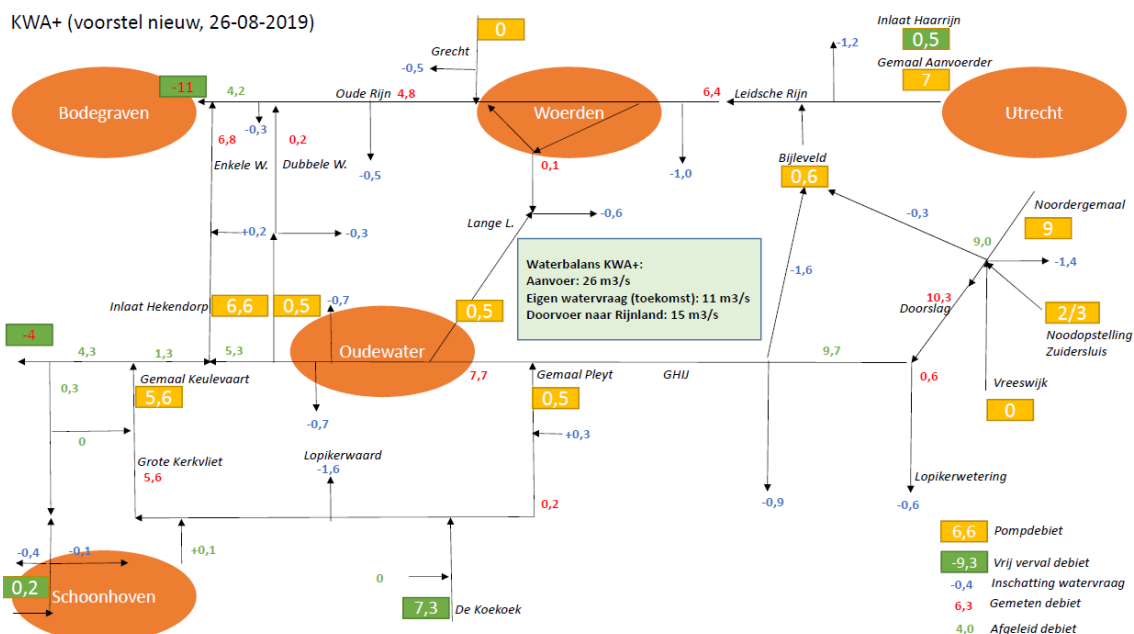
De inlaat Kromme Rijn wordt nu echter voorzien van een aanvoergemaal met capaciteit 6 m³/s (inlaat uit de Nederrijn). Dit is voldoende om het gebied van de Kromme Rijn van water te voorzien. De inlaat Caspargouwse wetering is dan volgens de regio niet meer nodig om water naar de Kromme Rijn aan te voeren, en kan dan alleen gebruikt worden voor het voorzien van districtswatervragen nabij die inlaat. Voor de invoer in het LHM betekent dit dat de capaciteit van tak 4034 in DM op 6 m³/s is gezet, en dat de inlaat niet meer afhankelijk is van het peil in het stuwpand Hagestein zoals voorheen. De peilafhankelijk inlaat zorgde vaak voor problemen, enerzijds omdat de inlaatcapaciteit bij peilen in het stuwpand Hagestein onder de 2.70 m NAP snel reduceerde en anderzijds omdat bij sommen vaak geen peilen waren meegegeven en de inlaatcapaciteit daardoor op nul werd gezet. Zie Figuur 8.1.



Figuur 8.1 MOZART district 85, Kromme Rijn/ARK, voorzien uit de Kromme Rijn en inlaten uit het ARK. De Kromme Rijn is tak 4034 en wordt gevoed vanuit de Nederrijn/Lek uit stuwpand Hagestein. Tak 4035 is de inlaat Caspargouwse wetering.

Voor de Referentiesituatie 2028 gaat HDSR, en met hen de hele regio West, er vanuit dat de uitbreiding van gemaalcapaciteiten (Koekoek, Keulevaart) is gerealiseerd en dat een aanvoer van 15 m³/s naar Rijnland kan worden gerealiseerd via Bodegraven (11 m³/s) en de Waaiersluis bij Gouda (4 m³/s). En dat er doorvoer is via de Krimpenerwaard route (dit is niet in de figuur opgenomen). Hiermee wordt gezorgd voor een zoetwaterbuffer in de Hollandsche IJssel, terwijl Schieland bij de Snelle Sluis ook nog water kan inlaten.

Voor de huidige situatie is er sprake van een zogenaamde KWA-light, die ook in 2020 is toegepast door HDSR. Het schema is vergelijkbaar, echter de aanvoercapaciteit via het Noordergemaal en de doorvoer via de Lopikerwaard (gemaal de Koekoek, Keulevaart) zijn lager.



Figuur 8.3 KWA+, Referentiesituatie 2028

De oude implementatie van de huidige KWA in het LHM bevatte nog geen doorvoer bij de Waaiersluis en doorvoer via de Krimpenerwaard (zie Figuur 8.4). Ondersteund door eerdere berekeningen met het LHM, waarbij diverse KWA-varianten zijn geanalyseerd, en door de positieve praktijkervaringen van 2018-2020 is in de huidige KWA ook de optie van doorvoer bij de Waaiersluis en doorvoer via de Krimpenerwaard opgenomen. De DM schematisatie is dus voor zowel LHM 4.3 als voor de referentiesituatie 2028 aangepast.



Figuur 8.4 Oorspronkelijke KWA implementatie in oudere LHM versie 4.2

Voor de implementatie van KWA-light in LHM 4.3 en KWA+ in de referentiesituatie 2028 zijn diverse aanpassingen doorgevoerd in de DM modelfiles. Deze aanpassingen hebben betrekking op aanpassing van takcapaciteiten (LNKS.txt), verdeelsleutels voor wateraanvoer op knopen (NDS.txt), en inlaten van districten (DWKeys.txt).

Voor een juiste representatie van de debieten in de DM takken is een deel van de inlaat van district Lopikerwaard verplaatst van knoop 4095 (Gekanaliseerde Hollandse IJssel) naar knoop 4104 (die voorzien wordt vanuit de Lek via gemaal de Koekoek). De volgende aanpassingen zijn verricht:

- In LHM 4.3 is ervoor gezorgd dat Rijnland niet alleen water vraagt via Bodegraven, maar ook via de Gouwe (Gouda). Hiervan wordt maximaal 4 m³/s via de Waaiersluis naar Gouda ingelaten en maximaal 11 m³/s via Bodegraven. De capaciteit van de Enkele Wiericke bij Hekendorp is gezet op 6.6 m³/s.
- Voor LHM 4.3 is de doorvoercapaciteit bij Doorslag nog ongewijzigd (7 m³/s), de inlaatcapaciteit Koekoek blijft 4.9 m³/s (deels inlaat district Lopikerwaard via knopen 4104 en 4095).
- Voor de Referentie 2028 is de KWA+ volgens Figuur 8.3 geïmplementeerd. Dat betekent takcapaciteiten Keulevaart 5.6 m³/s, Koekoek 7.3 m³/s, Doorslag 10.3 m³/s, en Hekendorp 6.6 m³/s.
- In beide schematisaties zijn vervolgens de verdeelsleutels afgestemd op de nieuwe aangepaste capaciteiten.
- Voor het district Krimpenerwaard, district 45, zijn de inlaatfracties in de DWKEYS aangepast. Gezien de toegenomen capaciteit van de inlaat uit de Lek krijgt die een grotere fractie (1e trap tot q=5.0 50% uit de Lek).

8.1.5 R119 Gemaal Bergsluis (aanvoer Schieland naar Delfland)

In KWA situaties is de afspraak om van het water dat naar Rijnland wordt aangevoerd, een deel door te kunnen voeren naar Delfland en Schieland. Van Rijnland naar Delfland gebeurt dat via gemaal Dolk, Leidschendam (afpraak 3 m³/s) en van Delfland naar Schieland via de Bergsluis (afpraak 1 m³/s). Deze mogelijkheid is al jaren in het distributiemodel DM geïmplementeerd.

Een nieuw idee is om in niet-KWA situaties water uit Schieland via een nieuw gemaal bij de Bergsluis naar Delfland te kunnen afvoeren, om zo watervragen in Delfland te kunnen voorzien. Het is echter in DM niet mogelijk om tweezijdig water te vragen. Een situatie waarbij in KWA situaties Schieland water van Delfland vraagt, en in niet-KWA-situaties Delfland aan Schieland water vraagt is dus niet mogelijk in het model. Wel is het mogelijk om overtollig water van Schieland naar Delfland lozen, maar dat zal dan echter *niet* leiden tot een reductie van de watervraag aan andere bronnen van Delfland (zoals Brielse meer). Deze aanpassing is wel in LHM 4.3 en de Referentiesituatie 2023 doorgevoerd.

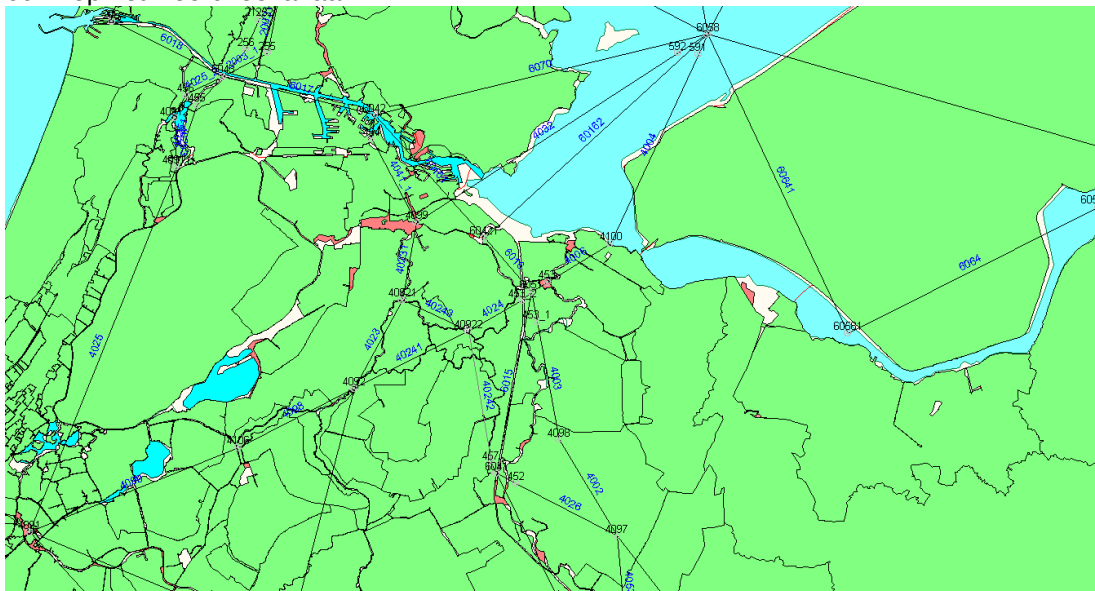
8.1.6 R120 Sluis lekverliezen van HDSR naar ARK en Lek

De lekverliezen van sluizen van HDSR naar het Amsterdam-RijnKanaal (ARK) en de Lek zijn in LHM 4.3 aangepast. In totaal is er een lekverlies van ongeveer 2 m³/s naar het ARK en 1 m³/s naar de Lek. In het DM is door gewenste debieten in de LNKS.txt en lozingen/onttrekkingen in de FIXED.Txt ervoor gezorgd dat dit lekverlies is opgelegd bij Noordersluis, Zuidersluis (naar ARK) en bij de Koninginnesluis (naar de Lek). Deze lekverliezen zijn ook in de Referentiesituatie 2028 opgenomen.

8.1.7 R127 Vinkeveen doorspoeling

Waternet heeft een waterkwaliteitsscherm, en er wordt via dat scherm effectief water doorgespoeld vanuit het Amsterdam-Rijnkanaal via de Vinkeveense plassen naar het Noordzeekanaal. Dit was nog niet opgenomen in DM.

Dit is opgenomen in DM voor zowel de huidige situatie (LHM 4.3) als de Referentiesituatie 2028 door de schematisatie iets aan te passen, een nieuwe knoop te leggen in Amstelland (knoop 40922) en twee nieuwe takken (tak 40242 en tak 40243) toe te voegen, met een gewenst debiet van 1 m³/s op tak 40242 en er via de verdeelsleutels in DM ervoor te zorgen dat dit water wordt aangevoerd uit het ARK (knoop 6041) en wordt afgevoerd naar knoop 6042 op het Noordzeekanaal.



Figuur 8.5 Doorspoeling van ARK knoop 6041 via tak 40242 en tak 40243 naar het Noordzeekanaal knoop 6042.

8.1.8 R128 Gemaal van de Burg doorspoeling

De doorspoelvraag van Gemaal Van den Burg (Delfland) was in LHM 4.2 nog 0.5 m³/s. Zoals regio West aangeeft, is de doorspoelbehoefte inmiddels flink gereduceerd tot 0.1 m³ per seconde. Dit is verwerkt in LHM 4.3 en in de Referentiesituatie 2028.

Verder is door de regio aangegeven dat het water afkomstig is uit het Drunense meer. Dat is in DM echter lastig te implementeren en dus niet gedaan. Het Drunense meer zit niet in DM, er zou een losse 'lozing' op Delfland van 0.1 m³/s kunnen worden gezet en voor consistentie moet dit of in MOZART (als een onttrekking uit LSW-oppervlaktewater) of als grondwateronttrekking in MODFLOW worden opgegeven.

8.1.9 R129 Parksluizen doorspoelvraag

Op basis van informatie uit de regio West is het zoutlekdebiet van de Nieuwe Maas naar Delfland vergroot naar 0.4 m³/s.

De doorspoeling van de Parksluizen is ongewijzigd. Het idee is dat op basis van chlorideberekeningen (zie R12, hoofdsysteem paragraaf 1.2.2) een aangepast doorspoelregime kan worden opgegeven, met per decade of per maand een ander gewenst doorspoeldebiet.

8.1.10 R140 Zoetwaterfabriek Delfland

Delfland is van plan om in de nabije toekomst, over enkele jaren, effluent van RWZI water, dat nu in zee geloosd wordt, op de boezem te lozen. Dit gaat om 0.35 m³/s en kan dan gebruikt worden voor peilbeheer, beregening) Deze zoetwaterfabriek blijkt echter pas na 2028 praktijk te zijn. Daarom is gekozen om deze fabriek niet in het LHM 4.3 te implementeren, maar wel in LHM Ref2028.

8.2 Schematisatie overig

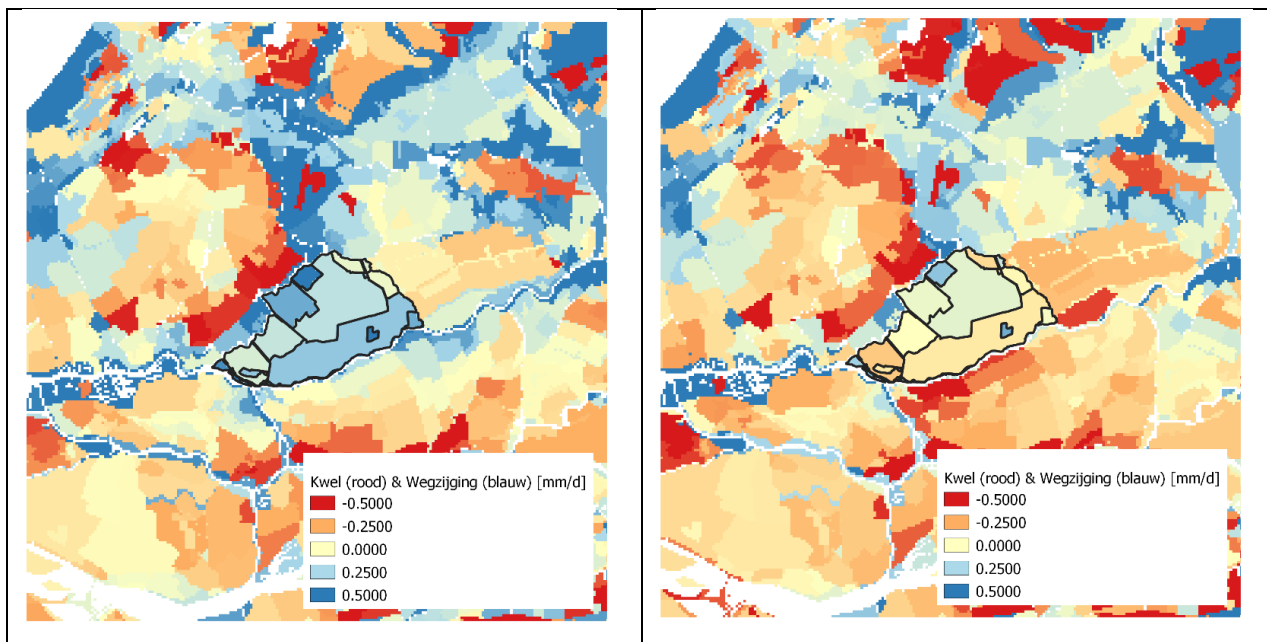
8.2.1 R130 Wegzijging aantal poldergebieden onderschat

In de regionorde kwam naar voren dat het LHM voor een aantal plassen en poldergebieden in West-Nederland (zoals de Zevenhuizerplas en de Krimpenerwaard) een onderschatting berekent in de wegzijging. Hiermee zou ook de watervraag voor deze gebieden, die nodig is om het peil te handhaven, onderschat worden. Dit kwam naar voren in 2018 toen er door HKV een knelpuntenanalyse uitgevoerd voor de zoetwaterregio West-Nederland (Groot & de Graaff, 2018). Hierin wordt vermeld dat de wegzijging in Krimpenerwaard onderschat wordt in het LHM (0.3 mm/jaar wegzijging; in LHM ongeveer 0) en dat ook de wegzijging in de Zevenhuizerplas wordt onderschat. In de analyse van Groot en de Graaff (2018) is gekeken naar resultaten van LHM 3.2. Inmiddels zijn er meerdere aanpassingen gedaan in het LHM en zijn de ontwikkelingen van LHM 4.3 in volle gang.

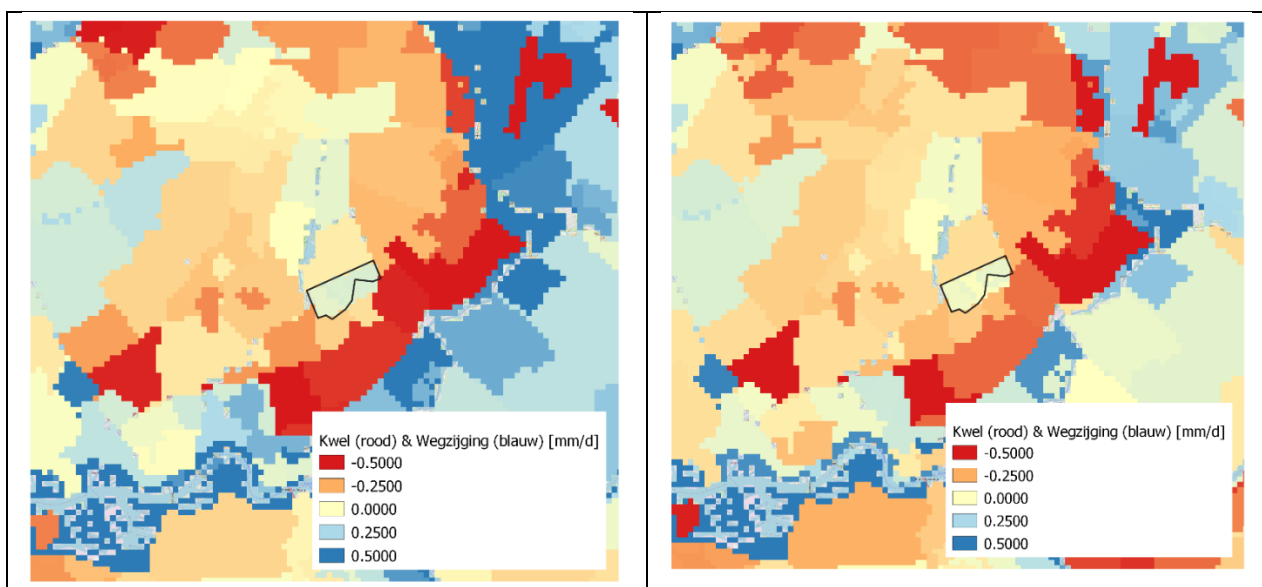
Metingen in de Krimpenerwaard tonen aan dat de gemiddelde infiltratieflux 0.29 mm/d is, met een standaard deviatie van 0.37 mm/d (Tabel 3.4.1; van den Berg (2017)). Er is dus een grote variatie in het gebied betreffende de infiltratie en kwelfluxen. Figuur 8.6 toont de langjarig berekende kwel en wegzijging fluxen rondom de Krimpenerwaard berekend met LHM 4.1.1 en LHM 4.2, voor de periode 2011-2018. Er is een duidelijk verschil zichtbaar tussen de beide modelversies, waar LHM 4.1.1 het gemiddelde beeld toont van een infiltratieflux van 0.3 mm/d en dus goed overeenkomt met de metingen. In LHM 4.2 is er sprake van een lichte kwelflux (rode kleuren). Deze verandering heeft meerdere oorzaken, maar wordt grotendeels veroorzaakt door de verandering van schalingsfactoren voor conductivity bij kleigronden (Janssen et al. 2022). Deze verandering valt nog in dezelfde orde van grootte als de standaard deviatie die eerder berekend is door TNO (van den Berg (2017)). Om deze redenen zijn geen extra acties uitgevoerd ter verbetering.

Voor de oplevering van LHM 4.3 wordt geadviseerd nog eens naar dit gebied te kijken, om te beoordelen of de gebruikte waarden nog binnen de bandbreedte van de metingen liggen.

Voor de Zevenhuizerplas zijn, voor zover bekend, geen metingen beschikbaar. Hierdoor is het lastig te beoordelen of het LHM de wegzijging onderschat in dit gebied. De modelresultaten van LHM 4.2 laten zien dat er geen flux wordt berekend in de Zevenhuizerplas (Figuur 8.7). In een eerdere versie werd er wel een lichte infiltratieflux berekend. Geadviseerd wordt bij de oplevering van LHM 4.3 deze gebieden opnieuw te beoordelen.



Figuur 8.6 Langjarig berekende kwel of wegzijgingsflux rondom Krimpenerwaard (mm/d) voor LHM 4.1.1 (links) en LHM 4.2 (rechts), berekend over de periode 2011-2018.



Figuur 8.7 Langjarig berekende kwel of wegzijgingsflux rondom Zevenhuizerplas (mm/d) voor LHM 4.1.1 (links) en LHM 4.2 (rechts), berekend over de periode 2011-2018.

8.2.2 R171 Verbetering schematisatie glastuinbouw

De maatregel 'minder watergebruik glastuinbouw' is een mogelijke maatregel in de landbouwtransitie. Vanwege de gesprekken over deze maatregel is de huidige schematisatie van glastuinbouw in het LHM nader beschouwd. De schematisatie van glastuinbouw (geïmplementeerd in 2015) blijkt op één onderdeel niet goed in het model te zitten. De wortelzone bij glastuinbouw is 40 cm dik, maar deze moet 5 cm dik zijn. Bij herziening van de wortelzonekaart in LHM 4.2 is dit niet goed doorgekomen. De overige paratemers en instellingen voor glastuinbouw zijn wel goed. De wortelzonedikte voor glastuinbouw is in LHM 4.3 teruggezet naar 5 cm.

De schematisatie van glastuinbouw in het LHM is puur gericht op het simuleren van de watervraag voor irrigatie, waarbij rekening wordt gehouden met de waterreservoirs. Deze berging in de waterreservoirs is gemodelleerd met een vijverbekken. Glastuinbouw wordt in het model (nu) als volgt geschematiseerd:

- Het lokaal waterreservoir heeft een inhoud van 100 mm, dit wordt geschematiseerd als plasvorming (ponding drempel van 0.1 m in `svat2swnr_roff.inp`);
- De beschikbare opslag in de ondergrond is 10 mm;
- Er wordt 10 mm beregend zodra het reservoir leeg is en de bodem onverzadigd raakt. Dit is geschematiseerd met een trigger voor berekening in `luse_svat.inp` van -0.01, en een gift van 10 mm.

Alle SVAT-eenheden van glastuinbouw hebben dezelfde parameters meegekregen, zodat het model onafhankelijk is van de lokale grondsoorten. Dit betreft de volgende parametrisatie:

- De bodemeenheid is 77;
- De schaalfactor van de bodemfysica staat op 1.0 in `uscl_svat.inp`;
- De wortelzonedikte is 0.05 m;
- De gewasbedekking in `fact_svat.inp` staat op 1.0;
- De gewasfactor in `fact_svat.inp` staat op 0.8;
- De Feddes parameters p1 en p2 staan op 1.0 m en de Feddes parameters p3 en p4 staan op -0.22 en -0.23 m.

9 Regio Rivierengebied

9.1 Schematisatie oppervlaktewater (MOZART en DM)

9.1.1 R54 Prins Bernhardsluizen

Het gaat hierbij om de debieten die bij de Irenesluizen en Bernhardsluizen gerealiseerd kunnen worden in droge perioden. Uit de praktijk van 2018 en andere recente droge jaren is gebleken dat de capaciteit zeker 80 m³/s is of meer, maar dat dit wel leidt tot beperkingen voor de scheepvaart. Dit is hetzelfde issue als reeds beschreven onder het hoofdwatersysteem, dus wordt verder verwezen naar de beschrijving van issue R4 in paragraaf 3.1.3.

9.1.2 R55 Verbreden Linge

Dit is voor de hydrodynamische modellering in LSM van belang. In LHM (DM) zit het profiel van de watergangen niet expliciet in het model, maar alleen in de vorm van een maximale capaciteit (debiet) voor de takken in DM. Voor het systeem van de Linge staan die capaciteiten voor alle interne takken al op onbeperkt. De capaciteitsbeperkingen zitten op de takken waarop de in- en uitlaatgemalen liggen (Pannerling, Kuijkgemaal, van Beuningengemaal en Kolffgemaal). Dit punt vraagt geen aanpassingen in DM.

9.1.3 R56 Pannerling inlaatcapaciteit 8 m³/s ook bij lage waterstand op Pannerdens kanaal

Deze inlaatcapaciteit is al in de huidige LHM versie geïmplementeerd. Er is dus geen aanpassing nodig voor LHM 4.3 of de Referentie 2028.

9.1.4 R57 Volgorde inlaat WSRL (oost): Pannerling, Kuijkgemaal, van Beuningengemaal

DM werkt met verdeelsleutels (verhoudingen) voor zowel aanvoer als afvoer. Qua routes is inderdaad de voorkeur aangegeven om zo oostelijk mogelijk water in te laten. Er is geen aanpassing van de DM invoer nodig.

9.1.5 R58 Gorinchemse Kanaalsluis – Kolffgemaal

Dit gaat alleen om naamgeving van de districtsinlaat. Dit is aangepast in de DWKeys.txt file voor zowel LHM 4.3 als de Referentie 2028, en in de DM invoerfile met takgegevens (LNKS.txt). Voor analyses in het Nationaal Water Model (NWM) zou een eventueel voorkomende verwijzing naar de Gorinchemse Kanaalsluis ook moeten worden omgezet naar Kolffgemaal.

9.1.6 R59 Aanpassen Alblasserwaard

Het Waterschap Rivierenland is van plan om het watersysteem van de Alblasserwaard aan te passen zodat niet meer (of niet alleen) ingelaten kan worden via de inlaat Kinderdijk bij Alblisserdam. Dit omdat die inlaat steeds vaker last krijgt van zoutindringing. Er is een nieuwe inlaat bij Hardinxveld gepland, uit de Waal, waar de chlorideproblematiek niet speelt. De implementatie van deze maatregel is naar verwachting rond 2028 gereed. Daarom is de maatregel nog niet in LHM 4.3 (huidige situatie) meegenomen, maar wel in de Referentiesituatie 2028. De maatregel is geïmplementeerd in de Referentiesituatie 2028 door de DWKEYS file aan te passen voor district 53, Alblasserwaard, en in plaats van een inlaat bij Kinderdijk uit de Lek (knoop 6037) nu een inlaat bij Hardinxveld uit de Waal te definiëren (knoop 6023). Overigens is in die invoer voor de Referentie 2028 de inlaat Kinderdijk nog wel beschikbaar in de file, maar de fractie van de aanvoer is op nul gezet. Alles wordt dus in principe via Hardinxveld aangevoerd.

9.1.7 **R60 Bodemligging 2018 IRM**

Dit is hetzelfde issue als genoemd onder het hoofdwatersysteem. Voor de beschrijving wordt verwezen naar het stukje over R10 in paragraaf 3.1.8.

9.1.8 **R67 Doorspoeling Maas-Waalkanaal**

Dit is hetzelfde issue als genoemd onder het hoofdwatersysteem. Voor de beschrijving wordt verwezen naar het stukje over R10 in paragraaf 3.1.8.

9.2 **R71 Wegzijing in droge periode**

In de regionondes is aangegeven dat wegzijing naar de rivieren in het oosten van het land een belangrijke waterbalansterm is in tijde van droogte. In deze situatie zorgt het uitzakken van het rivierpeil voor toename van het drainagepotentieel. In de regionale modellen AMIGO en MORIA wordt daarom gerekend met dagelijkse rivierpeilen in het invoerbestand voor de grote rivieren, op basis van meetinformatie in ISG-bestanden. ISG is een bestandsformaat waarmee IMOD gegevens kan inlezen. Die tooling bepaalt de waterpeilen van de grote rivieren o.b.v. metingen. Binnen vorige versies van het LHM werden de peilen van de grote rivieren afgeleid op basis van berekeningsresultaten van Sobek, en verwerkt tot modelinvoer die per maand varieert.

In LHM 4.3 is voor het afleiden van rivierpeilen voor de grote rivieren (Rijn, Maas, Waal, Julianakanaal, IJssel en benedenrivierengebied) nu eveneens gebruik gemaakt van metingen. Hiervoor is een zogenaamde ISG-tool gebruikt. Deze tool maakt de voor IMOD benodigde .ISG files op basis van rivierpeilmetingen. Dit betekent dat de methodiek om vanuit puntmetingen tot een vlakdekkend rivierpeil te komen vergelijkbaar voor zowel LHM als voor de regionale modellen. De implementatie van de ISG-tool is beschreven in de veranderingsrapportage LHM 4.3 (Janssen et al., 2023). Twee belangrijke uitgangspunten zijn:

- 1 De locatie van de rivier is binnen het LHM statisch. Het dynamisch onderlopen van uiterwaarden wordt hierdoor niet meegenomen. Hiervoor is gekozen omdat in dat geval interferentie kan optreden met MOZART/DM voor alle regionale afwateringseenheden. Bovendien is het effect van deze aanname op de 250 m cellen beperkter dan in de regionale modellen met veelal een celgrootte van 25 m.
- 2 De rivierpeilen worden nu op decadebasis ingelezen (i.p.v. een maandelijks variatie van rivierpeilen in eerdere versies van het LHM). Deze decade tijdstap is consistent met de rest van het watersysteem dat met MOZART wordt doorgerekend.

10 Regio-overstijgend

10.1 Schematisatie oppervlaktewater (MOZART en DM)

10.1.1 R168 Strategie – RWZI's

In DM is een beperkt aantal RWZI's opgenomen. Niet alle RWZI's lozen echter op het DM netwerk. Er zijn RWZI's die op regionale wateren lozen (in MOZART districten of LSW's), en ook diverse RWZI's die op zee lozen. Zo loost bijvoorbeeld de RWZI Harnaspolder in Delfland momenteel via de Houtrust (Den Haag) en een pijp op zee bij Scheveningen. Op termijn wil Delfland de lozing van deze RWZI echter op het regionale boezemwater zetten (zie issue R140, de zoetwaterfabriek Delfland in paragraaf 8.1.10).

Dus van belang is niet zozeer de locatie van de RWZI zelf, maar de locatie van het lozingspunt van RWZI effluent. De nu verzamelde locaties zijn echter de RWZI locaties, niet de lozingspunt locaties. Verder, effluent als gevolg van neerslag wordt al in het instrumentarium afgehandeld via stedelijk gebied in MetaSWAP dat via lokale LSW's afvoert. Dus voor de RWZI lozingen is het van belang om alleen de droogweerafvoer (DWA) te beschouwen, de lozingen van huishoudens en industrie.

Over heel Nederland gaat dit ook nog om een aanzienlijk debiet, rekening houdend met een daggemiddeld drinkwatergebruik per persoon van 120 liter per capita per dag. Vrijwel het hele gebruik komt weer terug via de RWZI's, dan gaat het (over heel Nederland) bij 17 miljoen inwoners dagelijks gemiddeld om meer dan 20 m³/s.

10.1.2 Verdringingsreeks

De verdringingsreeks is teruggekomen in meerdere issues: R101, R132, R133, R134, R135, R136, R152, R20, R21, R22, R32, R33, R34, R69, R70 en R98.

De verdringingsreeks in het LHM is geactualiseerd op basis van de regionale verdringingsreeks. De regionale verdringingsreeks volgt op de landelijke verdringingsreeks, en bestaat uit vier categorieën. De rangorde van belangen binnen categorieën 1 en 2 is op nationaal niveau vastgelegd, maar de rangorde binnen categorie 3 en 4 kan regionaal variëren (zie Figuur 10.1). Binnen deze twee categorieën kunnen dus regels worden vastgelegd in de provinciale verordening. Deze regels worden vastgelegd per Regionaal Droogte Overleg (RDO), zie Figuur 10.2 voor de ligging van de RDO regio's. Voor iedere Local Surface Water (LSW) is bepaald in welke RDO deze is gelokaliseerd, waarna voor elke LSW de prioriteringsregels voor dat specifieke RDO worden gehanteerd.

Categorie 1	Categorie 2	Categorie 3	Categorie 4
het waarborgen van de veiligheid tegen overstroming en het voorkomen van onomkeerbare schade	Nutsvoorzieningen	Kleinschalig hoogwaardig gebruik	Overige belangen (economische afweging ook voor natuur)
1.1 De stabiliteit van waterkeringen 1.2 Het voorkomen van klink en zettingen 1.3 Natuur, voor zover het gaat om het voorkomen van onomkeerbare schade	2.1 Drinkwatervoorziening (leveringszekerheid) 2.2 Energievoorziening (leveringszekerheid)	3.1 Gebruik industrieel proceswater 3.2 Tijdelijke beregening kapitaalintensieve gewassen	4.1 Peilhandhaving 4.2 Doorspoelen en onttrekking voor beregening van akkerbouw 4.3 Beregening van gras/maïs 4.4 Doorspoelen 4.5 Overige belangen
Gaat voor 2 ->	Gaat voor 3 ->	Gaat voor 4 ->	

Figuur 10.1 Regionale uitwerking van de verdringingsreeks voor de regio IJsselmeergebied (Waterverdeling regio IJsselmeergebied, 2021).



Figuur 10.2 Regionaal Droogte Overleggen (RDO's) binnen Nederland (Ministerie van Infrastructuur & Waterstaat, 2020).

Voor ieder RDO is opgezocht welke prioritering wordt gehanteerd, dit is weergegeven in Tabel 10.1. Belangrijk hier is om te vermelden dat RDO-Zuid-West is opgedeeld in vier deelgebieden: 1) Volkerak-Zoommeer en Mark-Dintel-Vlietsysteem; 2) Brabantse Delta; 3) Zeeland zonder aanvoermogelijkheden; 4) Hollandse Delta. Deze hebben ieder een eigen verdringingsreeks (zie Tabel 10-1).

Tabel 10-1 Gehanteerde verdringingsreeks per RDO.

RDO	Verdringingsreeks categorie	Onderbouwing prioritering en bron
Alle	1.1. De stabiliteit van waterkeringen	De rangorde van belangen binnen categorieën 1 en 2 is op nationaal niveau vastgelegd en is dus hetzelfde voor alle RDO's (<i>Waterverdeling regio IJsselmeergebied</i> , 2021).
Alle	1.2. Het voorkomen van klink en zettingen	
Alle	1.3. Voorkomen van onomkeerbare schade aan natuur	
Alle (Distributie Model)	2.1. Leveringszekerheid drinkwatervoorziening	
Alle (Distributie Model)	2.2. Leveringszekerheid energievoorziening	
Alle (Distributie Model)	3.1. Gebruik industrieel proceswater	
RDO-Noord; RDO-Twentekanaal;	3.2. Berekening glastuinbouw &	RDO-Noord volgt de regionale verdringingsreeks weergegeven in Figuur 1 (<i>Waterverdeling regio</i>

RDO-West-Midden; en RDO-Zuid-West (Deelgebieden 3 en 4)	kapitaalintensieve gewassen	IJsselmeergebied, 2021). In de regiorondes, gehouden in de zomer van 2022, werd aangegeven dat informatie van Noord over de regionale verdringingsreeks ook moet worden toegepast op het Twentekanaalsysteem (Van Velthoven, 2022; Koops, 2022). Ook werd tijdens deze regiorondes aangegeven dat er geen document beschikbaar is over de regionale verdringingsreeks in regio West. Om deze reden wordt de aanname gedaan dat de prioritering van RDO-Noord kan worden gevolgd (Van Velthoven, 2022). Deelgebied 3 binnen RDO-Zuid-West hanteert de landelijke verdringingsreeks. Deelgebied 4 valt volgens de RDO's onder RDO West-Midden, en hanteert de verdringingsreeks van West-Nederland. Deze hanteert dus ook de verdringingsreeks zoals hier aangegeven (<i>Regionale uitwerking verdringingsreeks Zuidwestelijke Delta</i> , 2022).
	4.1. Peilhandhaving kapitaalintensieve gewassen, glastuinbouw, en overig	
	4.2. Doorspoeling en beregening akkerbouw; doorspoeling kapitaalintensieve gewassen en glastuinbouw	
	4.3. Beregening gras en mais	
	4.4. Doorspoeling stadswateren + overig	
RDO-Zuid-West (Deelgebieden 1 en 2); RDO-Zuid-Oost; en RDO-Gelderland	3.2. Beregening glastuinbouw & kapitaalintensieve gewassen	In deelgebied 1 wordt onderscheid gemaakt in kapitaalintensieve en reguliere teelten. Verder wordt er binnen categorie 4 geen onderscheid gemaakt (Quist, 2022). Voor deelgebied 2 gelden onder het zomerpeil van -0,20/-0,30 m beperkingen voor het beregenen van niet-kapitaalintensieve teelten, aangezien er dan sprake is van zeer slechte waterkwaliteit, vissterfte en schade aan oevers (<i>Regionale uitwerking verdringingsreeks Zuidwestelijke Delta</i> , 2022). RDO-Gelderland heeft geen nadere prioritering opgenomen voor categorie 3 en 4 door de sterke verwevenheid van functies. Wel wordt er nog onderscheid gemaakt tussen de categorieën 3 en 4 (<i>Regionale uitwerking van de Verdringingsreeks Zoetwaterregio Rivierengebied</i> , 2022). RDO-Zuid-Oost gebruikt voornamelijk grondwater, en er wordt eigenlijk alleen een belangrijke prioritering gegeven aan de Peelgebieden binnen deze RDO (informatie verkregen van Joachim Hunink, Aa en Maas).
	4.X. Alle overige categorieën	

De prioriteitsstelling in DM en MOZART is opnieuw op elkaar afgestemd. Waar voorheen in MOZART de prioriteiten 1 tot en met 6 gebruikt werden, is dat nu flexibeler gemaakt. Prioriteit 1 wordt in MOZART nog steeds gebruikt voor tekorten na de vorige tijdstap, de overige prioriteiten zijn instelbaar voor peilbeheer/peilopzet (WM), beregening (A), doorspoeling (WF), drink- en industriewater onttrekkingen (P en I). De volgende figuur geeft de nieuwe prioritering in DM en MOZART, en daarbij ook de omschrijving van de categorie in de landelijke verdringingsreeks.

Hantering regionale verdringingsreeks DM		
Prioritering	Verdringingsreeks categorie	Gebruikersfuncties
1	1.1. De stabiliteit van waterkeringen	Alleen voor veiligheid
3	2.1. Leveringszekerheid drinkwatervoorziening + doorspoeling Afsluitdijk	Veiligheid en drinkwater
4	2.2. Leveringszekerheid energievoorziening	Veiligheid, drinkwater en energie
5	3.X. Kritiek peil 1 - Meren	Veiligheid, industrie, drinkwater en energie
	3.1. Gebruik industrieel proceswater	
7	4.X. Kritiek peil 2 - Meren	Berekening glastuinbouw en kapitaalintensieve gewassen, algehele peilhandhaving, veiligheid, industrie, drinkwater en energie
8	4.X. Doorspoeling akkerbouw, kapitaalintensieve gewassen en glastuinbouw	Doorspoeling en berekening glastuinbouw en kapitaalintensieve gewassen, doorspoeling akkerbouw, algehele peilhandhaving, veiligheid, industrie, drinkwater en energie
10	Doorspoeling stadswateren en overig	Alle gebruikers
11	4.X. Streefpeil meren	Alle gebruikers

Figuur 10.3 Nieuwe prioriteitsstelling in MOZART en DM in LHM 4.3 en Referentie 2028

De prioriteringen in MOZART zijn opgelegd via de Topsysteem voorberekingsprogrammatuur. Een uitgebreide beschrijving van de implementatie is te vinden in Bijlage E.

10.1.3 R170 Verificatie districten zonder inlaatcapaciteit

Voor districten zonder inlaatcapaciteit is gecontroleerd of er peilbeheerste local surface waters in MOZART zijn opgenomen. Want voor districten met peilbeheerste LSW's moet er een inlaatcapaciteit zijn, anders is een peilbeheerst LSW niet mogelijk in zo'n district. Het bleek dat er in een beperkt aantal districten zonder inlaatcapaciteit toch peilbeheerste LSW's waren. Bij districten die eerder gesplitst waren in een deel met wateraanvoer en een deel zonder wateraanvoer bleek dat niet altijd te kloppen met het type LSW's. Voor dergelijke districten zijn enkele LSW's daarom verschoven van het district zonder wateraanvoer naar het naastliggende district met wateraanvoer. En voor een paar districten is nu wel een kleine inlaatcapaciteit opgenomen (bv. voor district 23, Veluwe). Zie ook Paragraaf 4.1.5.

10.2 Schematisatie overig

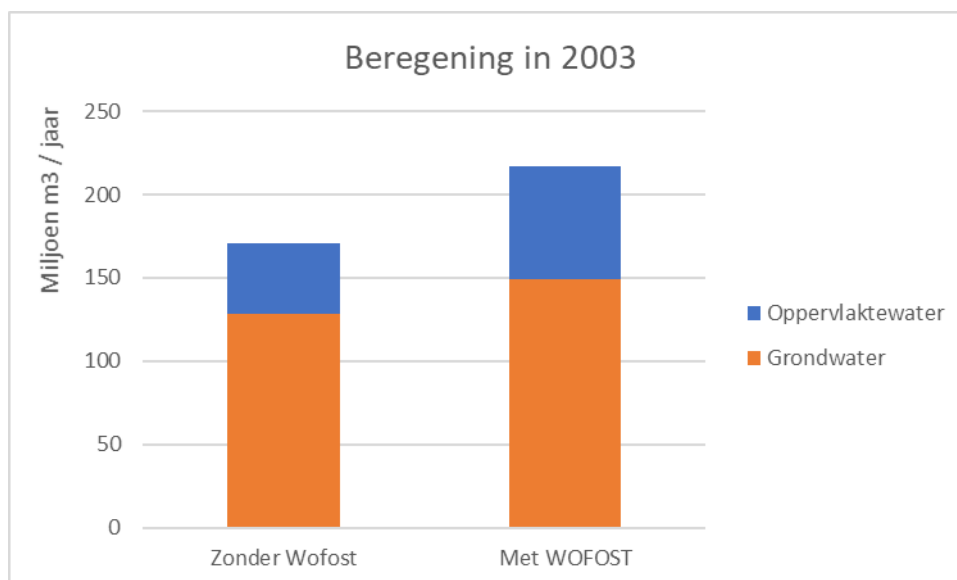
10.2.1 R16 en R76 Schematisatie gewasgroei in het LHM

Vanuit de regio's Noord en HZO waren er twee vragen over WOFOST, waarbij de gevolgen van invloed kunnen zijn op de watervraag:

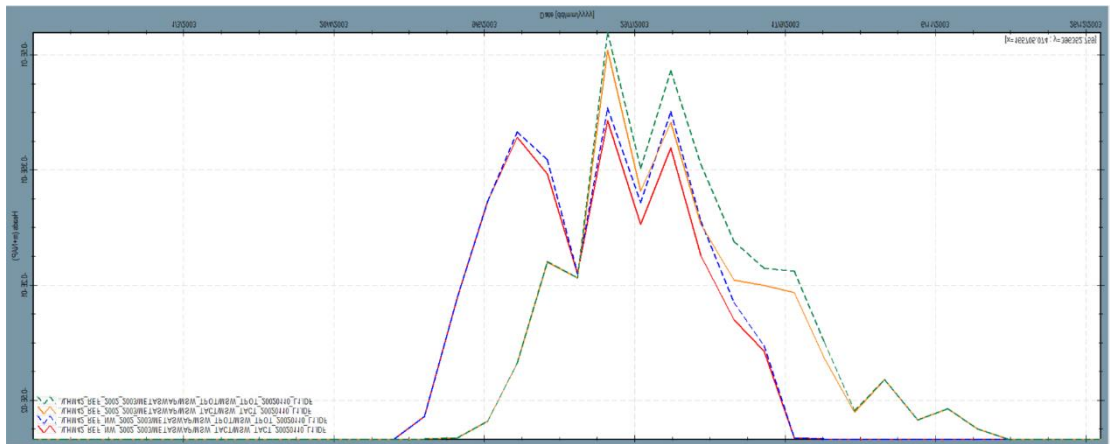
- 1 Is het mogelijk dat de totale watervraag van berekening wordt onderschat wanneer gerekend wordt met WOFOST? Kunnen watertekorten in het voorjaar doorwerken in een lagere watervraag in de zomer?
- 2 Wordt de gewasverdamping beïnvloed door de bodemtemperatuur die afhankelijk is van de grondwaterstand? Bijvoorbeeld, als er een hogere waterstand in het beekdal wordt gehanteerd in het voorjaar, leidt dit tot een koudere bodem en dus lagere temperatuursom. Hierdoor vermindert de verdamping.

Of een watertekort in het voorjaar kan doorwerken in de berekende watervraag voor beregening in de zomer hangt erg af van het gewas en de locatie en andere watervragers in de regio waar dit plaats vindt. Agrarisch gras heeft bijvoorbeeld meerdere oogstmomenten in een jaar. Om iets meer toelichting te geven op het effect van dynamische gewasgroei op de beregeningsvraag zijn testsommen gedraaid met-, en zonder WOFOST. De vergelijking van de beregenings-hoeveelheden in MetaSWAP laten zien dat er met WOFOST meer beregend wordt dan zonder WOFOST (Figuur 10.4). De watervraag neemt hierdoor toe. Sinds LHM 4.2 wordt, conform de Waterwijzer Landbouw, beregening getriggerd als de fractie droogtestress groter is dan 15% (Janssen et al., 2022). In eerdere versies werd beregening getriggerd als de gemiddelde drukhoogte in de wortelzone onder een bepaalde waarde komt.

De hogere beregeningshoeveelheden en beregeningsvragen die ontstaan wanneer er met WOFOST gerekend wordt, tonen aan dat er meerdere processen spelen bij de beregeningsvraag. Wanneer gewasgroei dynamisch berekend wordt is het groeiseizoen afhankelijk van de weersomstandigheden in het specifieke jaar. Bijvoorbeeld, voor een zeker voorbeeldplot kan dit in 2003 betekenen dat een latere start van het groeiseizoen wordt berekend, waardoor het gewas ook later in het jaar nog transpireert en er dan verdampingstekorten (en beregeningsvragen) kunnen optreden (zie Figuur 10.5). Het is dus niet zo dat tekorten in het voorjaar automatisch tot een lagere beregeningsvraag leiden omdat het gewas minder goed tot ontwikkeling komt. Tekorten in het voorjaar kan ook betekenen dat een gewas later in het jaar tot groei komt, waardoor de watervraag voor beregening opschuift in de tijd.



Figuur 10.4 Vergelijking totale beregeningshoeveelheden (Mm^3) in 2003, voor een berekening mét en zonder WOFOST.



Figuur 10.5 Transpiratie hoeveelheden [m] voor SVAT 458418 (bieten) voor analyse zonder WOFOST (rood: Tact, blauw gestippeld: Tpot) en met WOFOST (oranje: Tact, groen gestippeld: Tpot).

Als tweede is gevraagd naar de mogelijke relatie tussen gewasverdamping, bodemtemperatuur en grondwaterstand. In WOFOST is de gewasverdamping met name een functie van de atmosferische temperatuur en de waterbeschikbaarheid. Kieming en gewasontwikkeling is geheel gebaseerd op atmosferische temperatuur. Het moment van zaaien wordt wel beïnvloed door de bodemtemperatuur op 6 cm diepte. De invloed van de grondwaterstand op deze temperatuur is daarbij marginaal en wordt niet meegenomen. Een ondiepe grondwaterstand zal in het algemeen overigens eerder een toename van de gewasverdamping veroorzaken door de grotere waterbeschikbaarheid.

10.2.2 R167 placeholder JIRA issues

In het issue-volgsysteem JIRA worden alle LHM-gerelateerde issues opgeslagen, om mogelijk bij een volgende LHM-release opgepakt te worden. Er is door deze JIRA-lijst gegaan om te kijken welke voor Zoetwater relevante issues open staan. Deze issues zijn verwerkt. Het gaat om de hieronder beschreven issues.

De volgende issues zijn niet opgepakt:

- NHI-909 Wijzigingen in de Referentie zoetwater overnemen, is dubbel met een ander issue
- NHI-879 LSW- en districtsindeling Scheldestromen updaten. Gekozen om nu de schematisatie van MOZART niet te wijzigen, dat is een te groot risico voor de modelperformance. Dit is meer iets voor de nieuwe oppervlaktewatermodule. Alleen het district 950 is gesplitst in 2 delen (zie paragraaf 6.1.10)
- NHI-881 Zorgen voor regionaal onderscheid in beregeningsgiften. Gekozen om dit niet op te pakken omdat het softwareontwikkeling vergt. Wel is al nagegaan hoe dit later opgepakt kan worden.

De volgende issues zijn wel opgepakt, en hebben deels ook tot modelaanpassingen geleid:

NHI-908 Dinkel toevoegen aan DMdecadeafvoeren

De Dinkel is in LHM 4.2 toegevoegd aan de schematisatie (Janssen et al., 2022). De Dinkel-afvoeren over de landsgrens waren nog niet toegevoegd aan het bestand DMdecadeafvoeren.txt. Deze afvoer is toegevoegd met een vaste waarde van 0.1 m³/s.

NHI-904 Wijzigingen uit Referentie NWM (REF2017BP18) doorvoeren

Twee wijzigingen uit REF2017BP18 zijn niet doorgekomen in LHM. Deze zijn met deze actie alsnog doorgevoerd:

- De berekening van boomgaard, fruitteelt en boomteelt is verhoogd van 3.6 naar 5 mm/dag. Dit op basis van regionale studies en expertkennis van Waterschap Rivierenland.
- De polderdoorspoeling is aangepast n.a.v. nieuwe inzichten en studies.

NHI-882 Geen fluctuaties in peilen Maas in deel Limburg.

In een eerdere schematisatie van het HWS is aangenomen dat dit deel van de Maas statische peilen heeft (zie hiervoor modelleringscripts *make_HWS_peilen*), dit was beperkend voor de kwaliteit van de modeluitkomsten. De peilen in het hoofdwatersysteem zijn gewijzigd in LHM 4.3, zie hiervoor paragraaf 9.2 en de veranderingsrapportage LHM 4.3 (Janssen et al., 2023).

NHI-896 Extra gewassen WOFOST

Dit issue was aangemaakt om extra WOFOST gewassen toe te voegen, het bleek echter dat dit toch niet mogelijk was, omdat de *.crp files van deze gewassen niet geschikt zijn voor WOFOST. Wel zijn de WOFOST *.crp files (met gewasparameters) geactualiseerd in LHM.

NHI-931 Verhard oppervlak

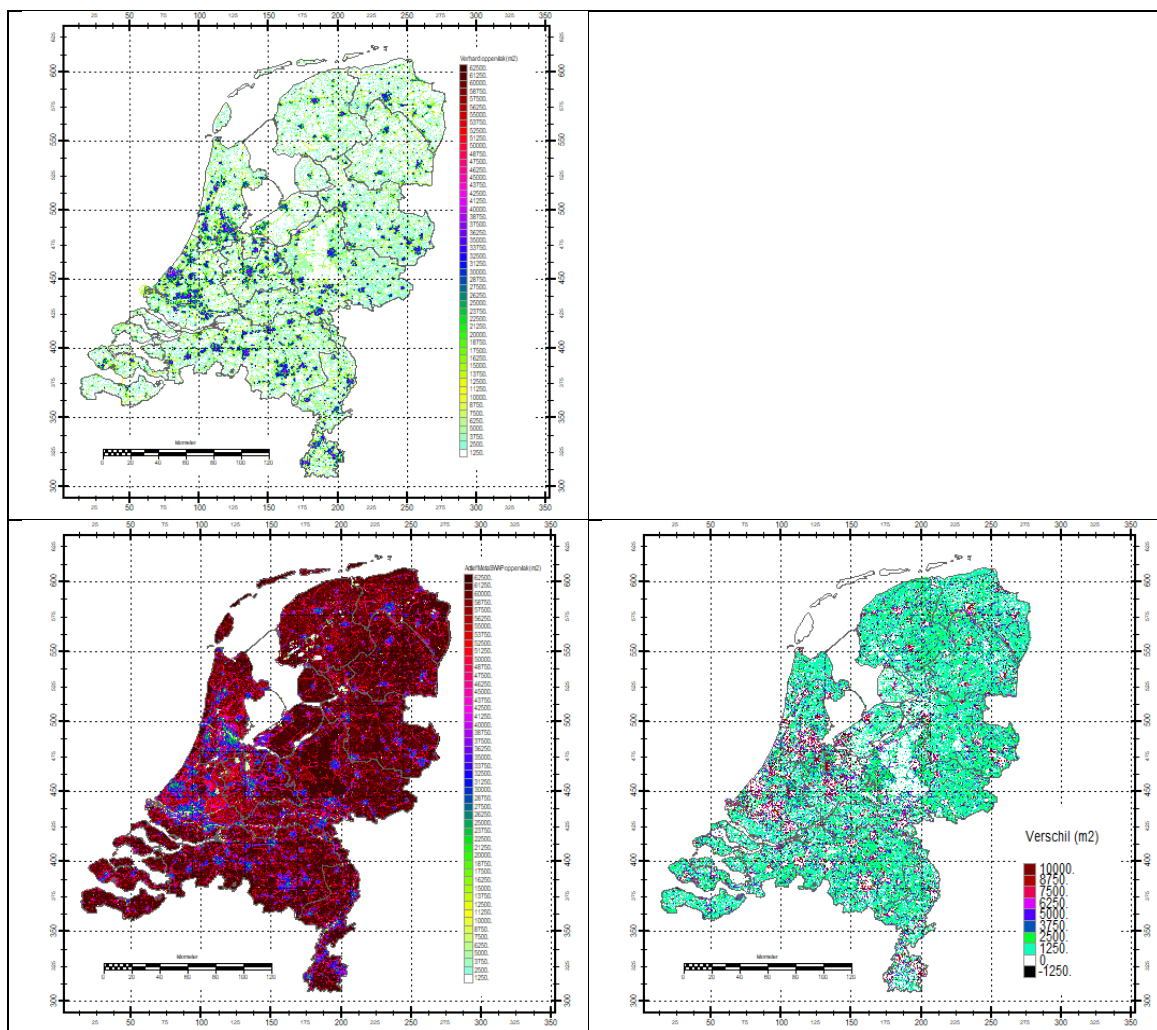
Het verhard oppervlak voor donker naaldbos was te hoog in MetaSWAP. In het 25m grid was opgegeven dat donker naaldbos een verhard oppervlak van 506.250m² had, terwijl er geen verharding aanwezig is. Bij nadere analyse van de invoerbestanden bleek dat er nog gewerkt werd met verouderde bestanden. Er is daarom gekozen om het aanmaken van het invoerbestand "UOPP.ASC" te herschrijven in python (het vorige script in FORTRAN is niet te achterhalen bij WENR). Hieronder zijn de volgende acties doorgenomen:

- LGN7 ontvangen van WENR in 25x25 meter formaat
- Verhardingskaart gemaakt aan de hand van Tabel 10-2.
- Verhardingskaart opschalen naar 250x250 meter (Figuur 10.6)
- UOPP gemaakt aan de hand van:
$$UOPP = 62500 - (\text{verhard oppervlak}) - (\text{oppervlak open water} - \text{Mozart}) - (\text{oppervlak open water} - \text{HWS})$$

Het verschil tussen de oude en nieuwe UOPP kaart is te zien in Figuur 10.6.

Tabel 10-2 Vertaling van LGN7-code naar verhard oppervlak. Deze waarden zijn toegekend aan gridcellen van 25 meter, en vervolgens opgeschaald naar 250 gridcellen in LHM.

LGN7	Beschrijving LGN7	Percentage verhard
18	Bebouwing in primair bebouwd gebied	60
19	Bebouwing in secundair bebouwd gebied	40
20	Bos in primair bebouwd gebied	20
22	Bos in secundair bebouwd gebied	10
23	Gras in primair bebouwd gebied	20
24	Kale grond in bebouwd gebied	20
25	Hoofdwegen en spoorwegen	80
26	Bebouwing in buitengebied	40
28	Gras in secundair bebouwd gebied	10



Figuur 10.6 Verhardingskaart op basis van LGN7 (links boven). Actief MetaSWAP oppervlak (UOPP; links onder) en het verschil tussen de oude en nieuwe UOPP kaarten (oud-nieuw: rechts onder)

Helaas bleek het niet mogelijk om de nieuwe UOPP correct door te voeren in LHM 4.3. Het implementeren van de nieuwe kaart zorgde namelijk voor wijzigingen in andere modelinvoer, wat niet de bedoeling is. Dit bleek te komen door de MetaSWAP voorbewerkingsmodule *Grid2Metaswap.exe*. Deze module wordt geactualiseerd in het kader van de voorbewerkingsprogrammatuur (zie paragraaf 11.2). Nar verwachting kan na deze update de kaart wel worden toegepast in de berekeningen.

NHI-891 Probleem met verwerking oogst van grasland

Er was een streepvormige overgang te zien in ruimtelijke uitvoerplaatjes van droogteschade. Dit is echter in latere modelsommen niet meer zichtbaar, dit is opgelost in de laatste code van MetaSWAP.

NHI-895 TRANSOL - modelcellen glastuinbouw onrealistisch hoge zoutconcentraties

Het oppervlaktewaterbasin voor glastuinbouw heeft geen drainage, het is geschematiseerd als een soort 'emmer' met overloop aan de bovenkant. Daardoor kan er geen zout uitloggen aan de onderkant. De zoutconcentratie wordt hoger doordat de verdamping water onttrekt. Om dit op te lossen moet de schematisering voor de glastuinbouw cellen worden herzien. Dit was een te grote inspanning en wijziging voor de huidige release, en is daarom nu niet opgepakt.

NHI-897 MetaSWAP landgebruikstypen samenvoegen

MetaSWAP heeft meerdere landgebruikstypen met exact dezelfde schematisatie. Een voorbeeld hiervan is heidevegetatie en duinvegetatie. Het idee was om deze landgebruikstypen samen te voegen, zodat duidelijk wordt dat de schematisatie hetzelfde is. In andere parameters (bijvoorbeeld beregeningsparameters) wordt het onderscheid echter wel gemaakt, waardoor er toch is gekozen om de landgebruikstypen niet samen te voegen. In het invoerbestand van MetaSWAP is nu voor elk landgebruikstype een commentaar toegevoegd met het gidsgewas, zodat het toch duidelijk is dat meerdere landgebruikstype dezelfde schematisatie hebben.

NHI-903 Uitschieters MetaSWAP uitvoer bdgqmodf

Er leken uitschieters te zitten in de MetaSWAP uitvoer bdgqmodf. Dit is gesignaleerd bij een berekening van de grondwateraanvulling. Hier is naar gekeken en deze uitschieters zijn verklaarbaar en plausibel. De grondwateraanvulling kan grote waarden aannemen om te compenseren voor het feit dat de freatische bergingscoëfficiënt waarmee in MODFLOW gerekend wordt sterk afwijkt van die in MetaSWAP.

10.3 Maatregelen mogelijk maken

De MetaSWAP code is uitgebreid zodat twee landbouw-gerelateerde maatregelen nu ook door te rekenen zijn in het LHM. Het gaat om de volgende maatregelen:

- Regelbare drainage, mogelijk in combinatie met subirrigatie
- Het instellen van een beregeningsverbod

De mogelijkheid tot druppelirrigatie is in een eerder traject ontwikkeld (Hunink, 2021) en is nu verder getest en uitgebreid. Daarnaast is de mogelijkheid om zuiniger te beregenen getoetst. Dit was al mogelijk in het model, maar was nog niet getoetst.

In dit traject zijn geen modelontwikkelingen doorgevoerd om maatregelen in het stedelijk gebied door te kunnen rekenen met het LHM. Er wordt nu in een ander traject binnen DPZW gekeken wat nodig is om het stedelijk gebied te verbeteren in het LHM.

10.3.1 M13 Druppelirrigatie

Druppelirrigatie wordt gezien als mogelijke maatregel in veel gebieden om water te besparen omdat er minder water verloren gaat aan verwaaiing en interceptieverdamping. Binnen MetaSWAP is het mogelijk om berekening te berekenen waarbij het model op basis van het dynamisch berekend vochttekort en de beregeningsinstellingen bepaalt of er beregend wordt.

Bij reguliere beregening gaat een deel van het onttrokken water voor beregening verloren aan beregeningsverliezen (zoals verwaaiing) en extra interceptie verdamping. In LHM 4.3 wordt aangenomen dat er 10% van het onttrokken water ten behoeve van beregening verloren gaat. Bij druppelirrigatie komt het beregeningswater direct op de bodem waar het kan infiltreren en beschikbaar is voor de plant.

Een zuinigere variant is “Deep Drip”, waarbij toediening op 5 cm diepte plaatsvindt zodat er minder bodemverdamping ontstaat. Met deze techniek zijn proeven gedaan op het WUR agro-innovatiecentrum de Marke (Walvoort en van Schooten, 2019).

Schematisatie en implementatie

Druppelirrigatie was al mogelijk in MetaSWAP, maar diepe druppelirrigatie nog niet. De aanpassingen hiervoor in de MetaSWAP code zijn beschreven in Janssen et al. (2023) en in een testrapport (Bijlage F).

De maatregel is in MetaSWAP gespecificeerd in het bestand *scap_svat.inp*. Voor elke beregende modelcel zijn er drie opties in dit bestand:

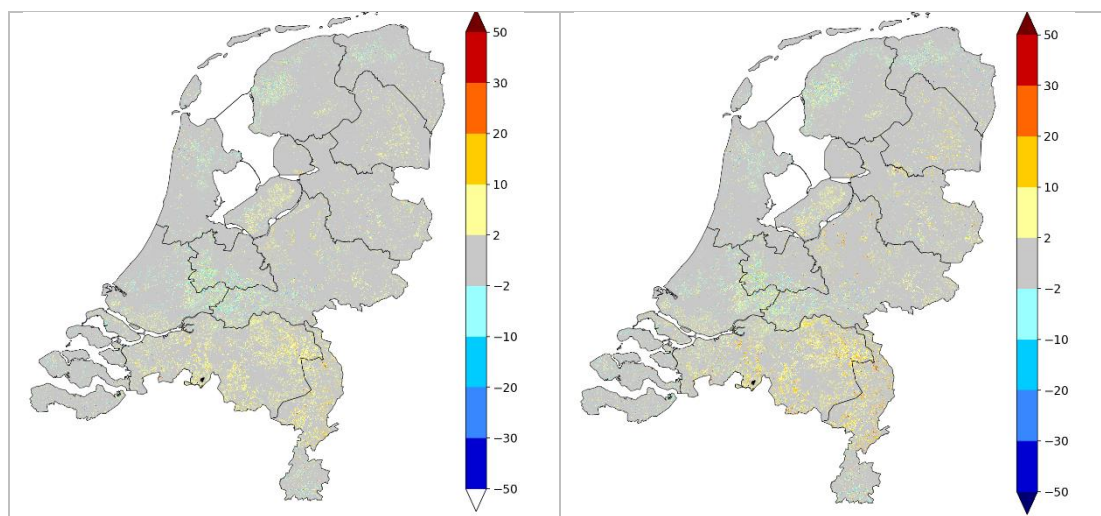
- 0 = berekening
- 1 = druppelirrigatie
- 2 = Deep-drip

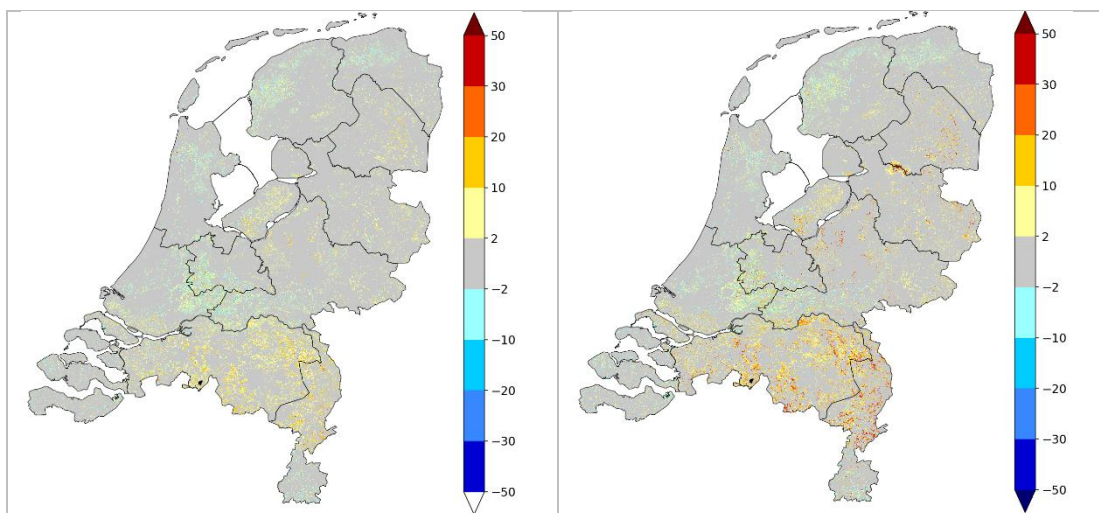
De voorbewerkingsmodule *grid2metaswap*, die gridbestanden omzet naar de MetaSWAP invoertabellen, is uitgebreid met het bestand *drip_irrigation.asc*. Daarin kan de gebruiker het type berekening specificeren. In de LHM modelsom moet de gebruiker daarnaast zelf de gewenste modeluitvoer (idgw, idsw, iddww en iddsw) aan zetten in het bestand *sel_key_svat_per.inp*.

Tabel 10-3 laat zien dat de berekende beregeningsgift met het LHM nauwelijks afneemt bij het gebruik van druppelirrigatie en Deep-Drip. De afname bij druppelirrigatie is 2% en de afname bij Deep-Drip is 4-6%. Figuur 10.7 laat zien dat de transpiratie (zowel potentieel als actueel) in het zuidelijk zandgebied een geringe toename heeft bij het gebruik van druppelirrigatie.

Tabel 10-3 Beregeningsgiften voor Referentiesituatie, situatie met alle berekening als druppelirrigatie en situatie met alle berekening als deep_drip. Alles in Mm³/jaar

Jaar	Referentie	Druppelirrigatie	Deep_drip
2002	69.8	68.5	67.0
2003	217.0	212.1	204.6





Figuur 10.7 Verskil in de potentiële transpiratie (boven) en actuele transpiratie (onder) in mm/jaar, door gebruik van druppelirrigatie (links) en deep-drip (rechts), ten opzichte van standaard berekening. Rode kleuren geven een verhoging van de transpiratie.

10.3.2 M4 en M14 Regelbare drainage en Subirrigatie

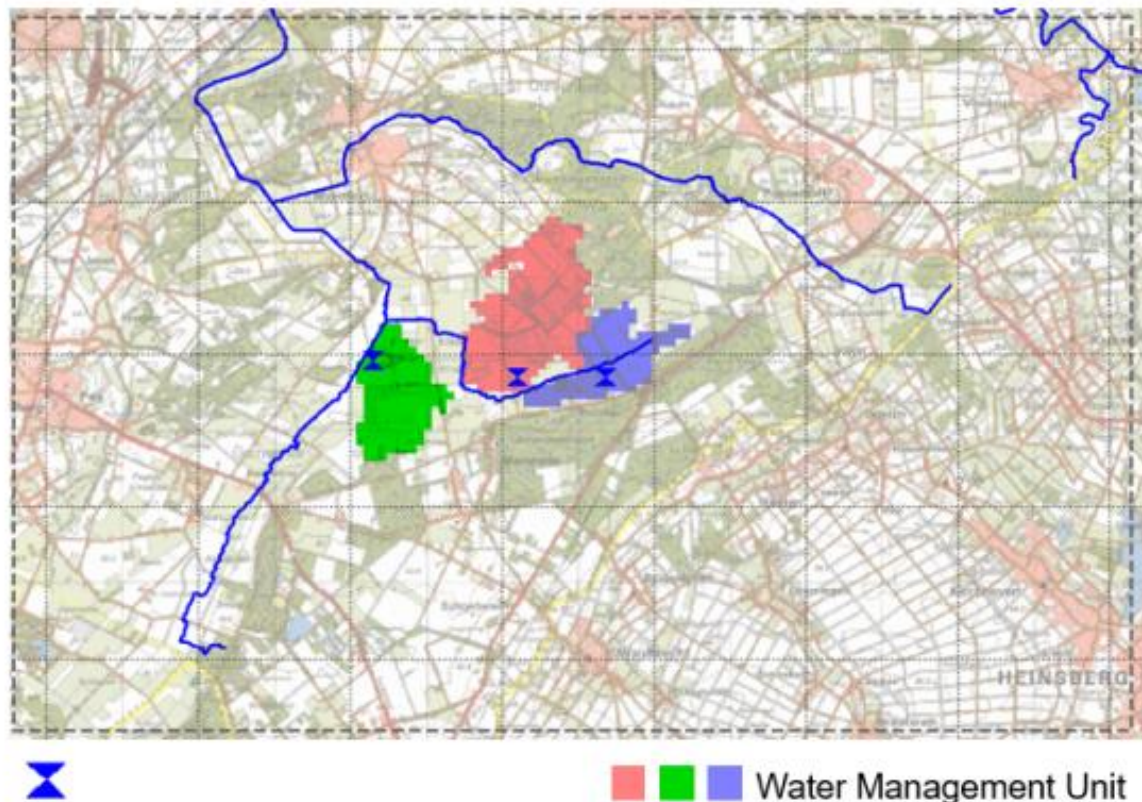
Regelbare drainage met subirrigatie (ook wel 'peilgestuurde drainage met subirrigatie' genoemd) is een maatregel om water in percelen af te kunnen voeren, vast te kunnen houden en aan te kunnen voeren, waarmee actief gestuurd kan worden op optimale condities voor het gewas op percelen. Bij 'regelbare drainage' monden de drainagebuizen niet uit bóven het slootpeil, maar liggen ze dieper waardoor ze onder water in de sloot uitmonden. Op die manier zorgen variaties in het slootpeil ook voor variaties in het drainagepeil. Een andere mogelijkheid is dat de drainagebuizen uitmonden op een verzamelleiding, waar het water opgezet kan worden.

Bij 'regelbare drainage met subirrigatie' vindt wateraanvoer plaats naar de sloot of verzamelleiding, en vindt infiltratie plaats via de drainagebuizen.

Modelschematisatie

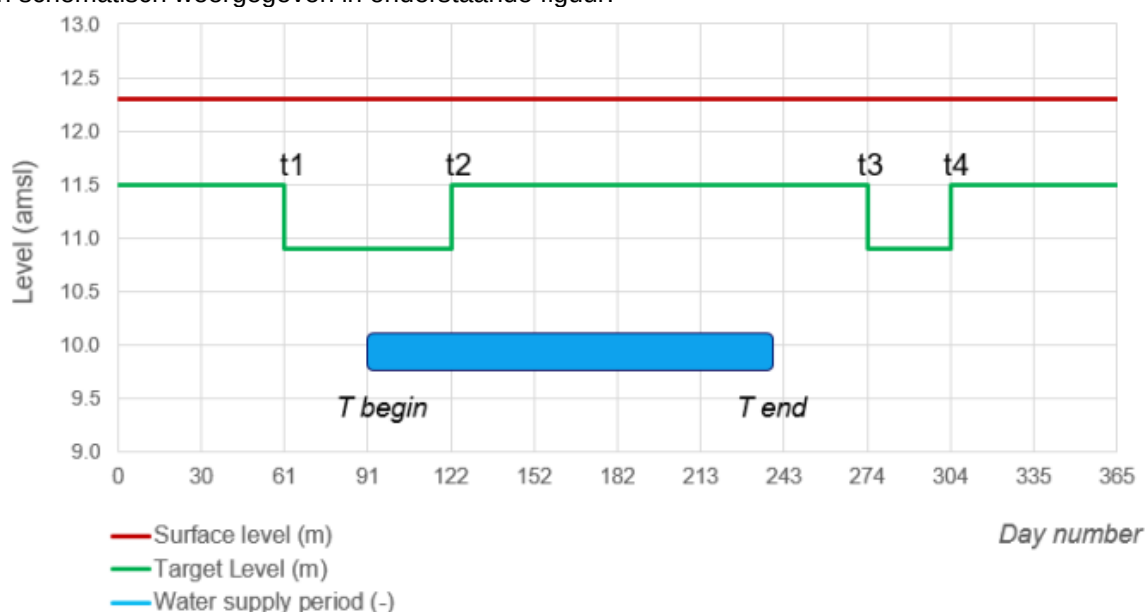
De maatregel 'Regelbare drainage met subirrigatie' is in 2020-2021 ingebouwd in MetaSWAP, in het kader van Lumbricus (Pouwels et al., 2021). Inmiddels is deze maatregel ook beschikbaar in iMOD (vanaf release 5.4). De modelschematisatie bevat de volgende informatie:

- Specificatie modelcellen met regelbare drainage;
- Specificatie van clusters modelcellen met één regelbare-drainagesysteem. Dit zijn cellen die op hetzelfde stuurpunt zijn aangesloten;
- Locatie van elk stuurpunt;
- Aanvoercapaciteit voor subirrigatie per stuurpunt;
- Laag- en hoog drainageniveau;
- Vindt sturing uit grondwater of oppervlaktewater plaats;
- Locatie van grondwateronttrekkingsput (in het geval van sturing uit grondwater);
- Per gewastype op welke kalenderdagen wordt gestuurd op een laag- en hoog sturniveau;
- Per gewastype op welke kalenderdagen wateraanvoer mogelijk is.



Figuur 10.8: schematisatie Regelbare drainage met subirrigatie. Bron: Vermeulen en Roelofsen, 2022.

De periodes met laag- en hoog stuurniveau, en de periode waarin wateraanvoer mogelijk is, zijn schematisch weergegeven in onderstaande figuur:



In de periodes met een hoog stuurniveau vindt peilopzet (tot het hoge stuurniveau) plaats als er geen zuurstofstress is (in de situatie dat er gewassen staan). Bij zuurstofstress gaat het peil omlaag. Het peil gaat ook omlaag als de grondwaterstand te hoog is. Er zijn aparte criteria voor binnen het groeiseizoen (bestaande optie) en daarbuiten (nieuw ontwikkelde optie).

Het maakt het complex dat RDI in MetaSWAP is ingebouwd, terwijl in MODFLOW de drainageflux wordt berekend. MetaSWAP corrigeert daarom de drainageflux uit MODFLOW, immers is er minder drainage bij toepassing van RDI dan zonder toepassing van RDI. De verminderde drainage wordt opgeteld bij de grondwateraanvulling om netto de gewenste waterconservering te bereiken.

Bij een modelsom die parallel (op meerdere rekenkernen) wordt gedraaid is het belangrijk dat het stuurpunt en alle modelcellen met RDI vanuit dat stuurpunt in dezelfde partitie liggen.

Modelontwikkeling: beperking wateraanvoer

In de huidige schematisatie is onbeperkt wateraanvoer mogelijk, wat niet realistisch is. Daarom is gezorgd dat de wateraanvoer gekoppeld is aan MOZART, waardoor eventuele watertekorten in MOZART de wateraanvoer van RDI beperken.

De watervraag voor het blokkeren van de MODFLOW drainage en voor subirrigatie is daarom toegevoegd bij de watervraag voor beregening. MetaSWAP heeft namelijk standaard al een watervraag voor beregeningswater uit oppervlaktewater.

Met de vraag voor het blokkeren van MODFLOW drainage wordt een deel van het water afgevangen dat vanuit MODFLOW naar MOZART gaat. Bij het verdelen van de realisatie wordt dan in MetaSWAP de volgende prioriteitsvolgorde aangehouden:

- 1 Water nodig voor druppelirrigatie/beregening;
- 2 Water nodig voor blokkeren van de MODFLOW drainage;
- 3 Water nodig voor subirrigatie.

Een complicatie treedt op als MOZART op basis van eigen prioritering niet genoeg water toekent voor de blokkade van MODFLOW drainage via regelbare drainage. We willen nu niet de software gaan uitbreiden om dit te voorkomen, zoals idealiter zou moeten. Maar om te voorkomen dat er een waterbalansfout ontstaat moet in een dergelijke situatie de blokkade van drainage ongedaan worden gemaakt in de realisatiestap van MetaSWAP. Het water mag dan niet worden toegevoegd aan de grondwateraanvulling van MODFLOW zoals normaal wel gebeurt blij een geslaagde blokkade. Hier is nu voor gezorgd door een lopende balans bij te houden van het beschikbare water voor drainageblokkade en zo nodig de drainageblokkade niet toe te staan.

Het kan ook voorkomen dat er juist een overschot is van water voor drainageblokkade. Dat overschot kan ontstaan als de toekenning voor subirrigatie minder dan 100% bedraagt. Dan komt het grondwater in de realisatiefase minder hoog dan in de vraagfase en is er minder water nodig voor de drainageblokkade. Om te voorkomen dat dit teveel aan water wordt verspild is nu ingebouwd dat het overschot wordt toegevoegd aan de beschikbaarheid van water in de *volgende* realisatiecyclus.

De technische achtergrond van de softwareontwikkelingen is te vinden in Bijlage B. Het testrapport is opgenomen als Bijlage G.

Modelontwikkeling: voorberekingsmodule

Er is een script gemaakt om de gewenste gridbestanden die nodig zijn voor de schematisatie aan te maken.

De voorbereking van iMOD kan deze gridbestanden oppakken en zorgt ervoor dat de juiste MetaSWAP bestanden aan worden gemaakt. Deze voorbereking is echter niet toepasbaar in het LHM, omdat MetaSWAP in het LHM op een andere manier wordt aangestuurd dan in de regionale modellen. Deze voorbereking kon ook niet los worden gebruikt om het model klaar te zetten, omdat dat kans geeft op verschuiving van de SVAT-nummering (nummering van MetaSWAP modelcellen).

De voorbereiding in iMOD is daarom overgenomen in een losse Python-module, zodat deze ook toepasbaar is voor LHM. Omdat subirrigatie uit grondwater lastig in te bouwen is, en in de praktijk niet voorkomt, is deze optie niet ingebouwd. In het LHM is daarom alleen subirrigatie uit oppervlaktewater mogelijk.

Bij een LHM modelsom met Regelbare Drainage en Subirrigatie moeten de volgende bestanden en instellingen mee:

- Bestand modsub_svat.inp in MetaSWAP folder (deze wordt aangemaakt via de voorbereidingstools);
- Bestand flexdsub_svat.inp in MetaSWAP folder;
- Gewenste modeluitvoer (qdrmod, qdrmoddem, qdrmodMax, qdrmodsurp, qsubk, qsubikc, qsubikcdem) specificeren in sel_key_svat_per.inp;
- *Subirrigation_mdl* op 1 zetten in para_sim.inp.

Implementatie in LHM

Gezien de grootte van de MODFLOW cellen (250 x 250 m²) is het advies om per MODFLOW cel een apart peilvak te maken. Dat geeft ook het maximale rendement van de regelbare drainage.

In dit project is de parametrisatie van de maatregel nog niet goed uitgewerkt. In dit project is namelijk gefocust op het technisch mogelijk maken van maatregelen. Wel zijn tijdens het traject al enkele gedachtes ontstaan over de parametrisatie. Deze zijn te vinden in Bijlage B.

10.3.3 M19 Beregeningsverbod

In tijden van droogte kan een waterschap voor een deel van het beheersgebied een beregeningsverbod afkondigen. Daarbij mag er tijdelijk niet beregend worden uit grondwater of oppervlaktewater.

Schematisatie en implementatie

Het is in LHM mogelijk gemaakt om een beregeningsverbod uit grondwater door te voeren. De technische achtergrond van de softwareontwikkelingen in MetaSWAP is te vinden in bijlage xxx.

Het beregeningsverbod treedt in werking als de grondwaterstand in de vooraf gespecificeerde modelcel, bijvoorbeeld in een natuurgebied, uitzakt onder een bepaald niveau. Bij het activeren van een beregeningsverbod moet de gebruiker aangeven:

- Welke modelcellen (SVAT nummers) vallen onder het beregeningsverbod;
- Naar welke modelcel (doel-SVAT) wordt gekeken om te bepalen of het beregeningsverbod in werking treedt;
- Bij welke grondwaterstand in deze modelcel treedt het verbod in werking.

De gebruiker kan dit opgeven in de gridbestanden *bereg_verbod_stuur_svat.asc* en *bereg_verbod_target_ivl.asc*. De voorbereidingsmodule *grid2metaswap* is uitgebreid met deze gridbestanden.

Bij een modelsom die parallel (op meerdere rekenkernen) wordt gedraaid is het noodzakelijk dat het stuurpunt en de modelcellen van het beregeningsverbod in dezelfde partitie liggen.

10.3.4 M39 Zuiniger beregenen

In de huidige praktijk is beregening bijna altijd gericht op maximale productie. Daarbij is de watervraag voor beregening één van de grote watervragers van grond- en oppervlaktewater. De grootste schade aan de gewasopbrengst ontstaat als het gewas in die situatie helemaal verloren gaat. Je kunt daarom ook water toedienen met als doel maximale voedselzekerheid: irrigeren om het gewas te laten overleven.

Daarbij kan water bespaard worden door minder frequent te beregenen, of de beregeningsgift te verkleinen. Bij een kleinere gift verlies je minder water als gevolg van een onverwachte regenbui daarna. Want dan is de gift voor niets geweest. Maar de toedieningskosten blijven hoog.

Bij druppelirrigatie is het in de praktijk met weinig meerkosten mogelijk om per dag te beslissen of er wel of niet water toegediend gaat worden. Het is immers niet veel meer dan het aan- en uitzetten van een pomp, zonder het gesleep met materieel zoals bij beregening. De gift voor een dag kan beperkt worden tot de maximale waterbehoefte, die in de orde van 5 mm/d zal liggen.

Schematisatie en implementatie

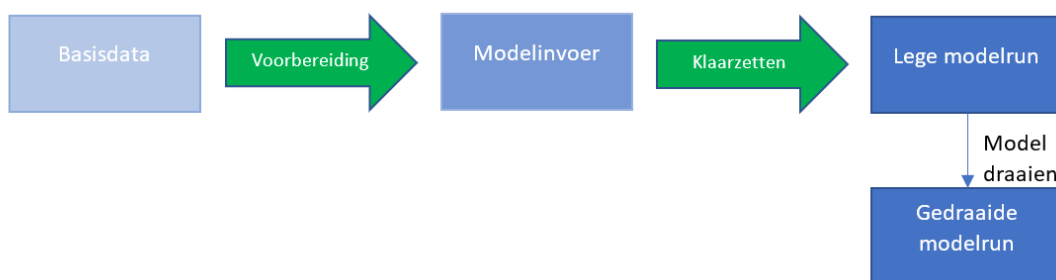
Een van de mogelijke implementaties in LHM is het aanpassen van het moment waarop beregend wordt (de zogenaamde beregenings-trigger). In LHM 4.3 wordt beregend bij een transpiratiereductie van 15 procent als gevolg van droogte-stress ($\alpha = 0.85$). Deze α kan bijvoorbeeld op 0.5 gezet worden. Deze implementatie is getest met het LHM. Bij een trigger- α van 0.5 is in het droge jaar 2003 slechts de helft van het beregeningswater nodig.

Het implementeren van een kleinere gift met korter interval alleen bij druppelirrigatie is niet direct mogelijk in het model. Wel is het mogelijk om nieuwe landgebruikstypes te definiëren met een kleinere gift, en deze klassen te gebruiken in modelcellen met druppelirrigatie.

11 Aanpassingen voorberekingsprogrammatuur

De LHM preprocessor is een tool en bestaat uit twee onderdelen:

1. **Voorbereiding:** De *topstysteem* routine die vanuit basisdata consistente modelinvoer aanmaakt. Deze routine zorgt bijvoorbeeld dat slootpeilen niet boven maaiveld mogen komen en dat de LSW's en MODFLOW riviersystemen op de juiste manier gekoppeld zijn.
2. **Klaarzetten:** Een tool dat een LHM modelrun klaarzet vanuit de modelinvoer. Daarbij wordt bijvoorbeeld gezorgd dat de juiste invoerbestanden worden opgepakt en de ingevoerde simulatieperiode wordt gebruikt. Tot nu toe werd hiervoor *nhi.py* gebruikt, deze is vervangen door *setup_LHM*.



Figuur 11.1 Een schematische weergave van de twee preprocessing onderdelen (groene peilen) en de data-structuren.

De huidige scripts waren vaak lastig leesbaar, waardoor het ondoorzichtig is wat de precieze werking van de scripts is. Het kost daarom ook veel inspanning om wijzigingen aan te brengen in de scripts. Daarom waren een aantal recente ontwikkelingen (zoals het uitbreiden van het modelgebied naar Duitsland en België) aan de scripts vastgeplakt, waardoor deze niet op een robuuste manier in de programmatuur verwerkt zijn.

Al langer bestond de wens om de voorberekingstools van het LHM te actualiseren. Voor een deel is hier al eerder aan gewerkt in het kader van beheer en onderhoud LHM. Zo was er afgelopen jaren al een nieuwe versie van de Topsysteem module ontwikkeld, maar deze was nog niet gebruiksklaar gemaakt.

In samenwerking tussen de KPP projecten DP Zoetwater en Beheer en Onderhoud LHM is verdere modernisering van de scripts in gang gezet. De actualisatie zorgt voor een kleinere kans op fouten bij het inbouwen van de door te rekenen scenario's en maatregelen, omdat dit nu via de voorberekings-workflow ingebouwd kan worden, in plaats van via losse scripts. Daarnaast zorgt de actualisatie voor meer flexibiliteit in de aansturing van het model, wat nodig is voor de ontwikkeling van LHM light.

11.1 Topsysteem (voorbereidings-module)

De Topsysteem routine zorgt ervoor dat het watgangensysteem en drainagesysteem van MODFLOW en MOZART consistent in elkaar wordt gezet.

In 2021 is een opvolger van deze routine ontwikkeld (Schoonderwoerd et al, 2021), maar deze was tot nu toe nog niet toegepast.

De nieuwe scripts zijn tegelijkertijd opgeleverd met LHM 4.1, en daarom nog niet eerder toegepast in LHM 4.1. Ook tijdens het ontwikkelen van LHM 4.2 bleek onvoldoende tijd beschikbaar, om de nieuwe scripts al toe te kunnen passen in combinatie met de veranderingen die moesten worden doorgevoerd. Daarom is het effect van toepassing van de nieuw topsystems-scripts nu pas bij de ontwikkeling van LHM 4.3 verder onderzocht.

De scripts van deze opvolger zijn recent herzien in een samenwerking tussen LHM en DPZW. Bij deze herziening is ervoor gekozen zoveel mogelijk dezelfde uitgangspunten te hanteren als bij het oude topsysteems-script, maar dit kon niet overal worden gerealiseerd. Echter er zijn in verschillende gevallen andere keuzes gemaakt dan in de oude topsysteem routine, wat tot andere modelinvoer leidt. Dit is omdat sommige keuzes of werkwijzen niet meer te achterhalen waren, maar ook omdat er ondertussen nieuwe inzichten zijn ontstaan. Dit betekent dat o.a. de regels voor de peilen en waterdieptes van het primaire, secundaire en tertiaire systeem zijn aangepast. De conductance en infiltratiefactoren hebben zijn hetzelfde gebleven. De dieptes en conductance van verschillende drainagecomponenten is ook aangepast. Meer informatie over de nieuwe Topsysteem routine is te vinden in Janssen et al., 2023.. Daarnaast is een actuele gebruikersdocumentatie gemaakt, zie Meeusen et al., 2023 (in prep.).

11.2 Setup_LHM (module om modelrun klaar te zetten)

Setup_LHM zorgt voor het laatste deel van de voorbereiding van het LHM-model: het zet alle modelbestanden op hun plaats in een speciale simulatiemap, waarna je alleen nog maar op "start" hoeft te drukken. setup_LHM wordt daarom uitgevoerd na voorverwerkingsstappen, zoals de LHM topsysteem workflow.

Setup_LHM vervangt een eerder gemaakte module met de naam *nhi.py*. Een van de problemen van *nhi.py* was dat de objectgeoriënteerde benadering de gegevensstroom belemmerde, wat onderhoud en ontwikkeling bemoeilijkte. Dus in plaats daarvan heeft Setup_LHM een andere aanpak: het bestaat uit een aantal Python-scripts, waarin elk Python-script de taak heeft om een specifieke set bestanden te maken. Gegevensafhankelijkheid tussen scripts wordt verzorgd door de workflowmanager Snakemake.

De huidige workflow bestaat uit de volgende Python-scripts:

- append_borders.py
- convert_to_runfile.py
- copy_files.py
- create_para_post.py
- create_parasim.py
- example_imodflow.py
- mod2svat_to_dxc.py
- prepare_init_svat.py
- prepare_modsimMOZART.py
- prepare_solute_coliii.py
- prepare_start_idfs.py
- read_toml.py
- run_grid2metaswap.py
- run_meteo.py
- run_MOZARTin.py
- write_control_files.py
- write_DM_prm.py
- write_DM_sobek.py
- write_imodflow.py
- write_metegrid.py
- write_meteo_inp.py
- write_meteostat.py

- write_meteostat_DM.py
- write_meteoval.py
- write_MOZART_DM_bat.py
- write_MOZART_DM_controller.py
- write_MOZART_prm.py

De specificaties van de LHM-run die klaarzet wordt zijn beschreven in het bestand *lhm.toml*. Dit bestand bevat alle paden naar bestanden die nodig zijn om Setup_LHM uit te voeren. Verder bevat het bestand *lhm.toml* enkele belangrijke instellingen, zoals de starttijd, eindtijd en de modeldirectory. Daarnaast bevat het de switch om *lhm-light* te activeren. *LHM-light* is de light-versie van het LHM en bevat op vier onderdelen een simplificatie: WOFOST en TRANSOL staan uit, de tijdstappen zijn op decadebasis en er wordt een versimpelde bodemkaart en bodemdatabase gebruikt. In Setup_LHM is ook de mogelijkheid ingebouwd om deze simplificaties aan te passen. Zo kun je bij LHM-light ook specifiek kiezen om wel op dagbasis te rekenen. Deze opties zijn te beheren in *config_lhm_light.toml*.

Een LHM-modelsom wordt op vrijwel exact dezelfde wijze aangemaakt via Setup_LHM als via de oude methodiek nhi.py. Er zijn echter een paar verschillen:

- De neerslag- en verdampingsgrids voor de 1^e tijdstap waren via nhi.py value0.asc en value08.asc, omdat MetaSWAP op die manier met een realistische bodemvochtverdeling begint. Aangezien MetaSWAP in LHM altijd warm wordt gestart (met een gevulde init_svat.inp) is dit niet nodig en is dit niet ingebouwd in setup_LHM. Nu worden daarom de grids van 1 januari van het betreffende jaar gebruikt.
- Tot nu toe werd de verdamping berekend via 'Penman-Monteith' als WOFOST actief was. Bij een berekening zonder WOFOST werd 'Makkink' gebruikt. Om dit gelijk te trekken is nu ook Penman-Monteith gebruikt bij berekeningen zonder WOFOST.

12 Referenties

- Asselman, N., M. Mens, M. Maarse, B. Maas, P. de Grave, E. van der Deijl (2022) Effectbepaling nulalternatief IRM. Deltares rapport 11208036-004. Delft.
- Berenschot. (2021) Eindrapportage: Uitwerking aanbevelingen inhoudelijke ondersteuning Deltaprogramma Zoetwater.
- Berg, H.H. van den (2017) Validation of the National Hydrologic Model (LHM) for the Fresh Water Demand in the Western Netherlands, Master thesis, University of Utrecht, March 2017.
- Cleij, P., Loos, S., Linden, A. van der, & Roovaart, J. van den. (2020) Achtergrondrapportage Nationale Analyse Waterkwaliteit 2019. Deltares rapport 11203700-003-BGS-0002.
- Deltares (2021) Uitwisseling tussen Noordzeekanaal/Amsterdam-Rijnkanaal en Markermeer, Deltares rapport 11205273-002-BGS-0005 (april 2021)
- DPZW (2020) Klimaatbestendige zoetwatervoorziening hoofdwatersysteem: voorstel voor getrapte besluitvorming. memo als bijlage bij BPZ notitie 2 april 2020.
- Groot, S., de Graaff, B. Knelpuntenanalyse zoetwaterregio West-Nederland. Vertrekpunt 2e fase Deltaprogramma Zoetwater (2018). HKV Lijn in Water.
- HKV, Knelpuntenanalyse zoetwaterregio West-Nederland, Vertrekpunt 2e fase Deltaprogramma Zoetwater, (versie mei 2018)
- HKV, Validatie NHI 2.2 Noord-Nederland, rapport PR2284, februari 2012.
- HKV, Berendrecht Consultancy en Aequator Groene Ruimte (2023) Quick Scan droogte IJsselvallei. Managementsamenvatting. HKV rapport PR4757.10
- Hoogewoud, J. C., Walsum, P. van, Louw, P. de, Hunink, J. C., Prinsen, G., Verkaik, J., et al. (2015). Veranderingsrapportage LHM 3.1.0; Ontwikkeling, beheer en onderhoud van de landelijke toepassing van het NHI. Deltares rapport 1220076.
- Hunink, J. 2021. Stand van zaken deelproject LHM-Maatregelen. Deltares memo 11206829-006-ZWS-0001.
- Janssen, G., Walsum, P. van, Vermeulen, P., Pouwels, J., Gaast, J. van der, Meshgi, A., et al. (2022). Veranderingsrapportage LHM 4.2. Deltares rapport 11206816-001-BGS-0002.
- Janssen, G., Van Walsum, P., Vermeulen, P., Meeusen, R., Pouwels, J., Prinsen, G., America-Van den Heuvel, I., Mes, E., Delsman, J., Kok, H en Kroon, T. (2023) Veranderingsrapportage LHM 4.3. Deltares rapport 11209235-0001.
- Koops, R. (2022). *Regionale uitwerking verdringingsreeks – regio Oost*. Verkregen van Sharon Muurling [RWS]. 6 december 2022.
- Kort, B., & Teunis, B. (2020). Handleiding bij de verdringingsreeks. Watermanagementcentrum Nederland. Lelystad.
- Meeusen, R., Schoonderwoerd, E., Bootsma, H. en Mes, E. (2023) Beschrijving werking Topsysteem script LHM –

Meshgi, A., J. Beckers en T. Kroon, 2022. Comparison of computational results of MetaSWAP with satellite data.

Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, de provincies Drenthe, Flevoland, Fryslân, Groningen, Noord-Holland, Overijssel, de waterschappen Amstel Gooi en Vecht, Drents-Overijsselse Delta, Hunze en Aa's, Noorderzijlvest, Vallei en Veluwe, Vechtstromen, Zuiderzeeland, het Wetterskip Fryslân en het hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier (2022) Bestuursovereenkomst waterverdeling regio IJsselmeergebied. Afspraken over de regionale uitwerking van de landelijke verdringingsreeks, februari 2022.

Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat. (2021) *Droogteseizoen 2020*. Geraadpleegd van 543408 (wur.nl). 18 februari 2021

Pouwels, J., America, I., & Van Walsum, P. E. V. (2022) Opsplitsing gewasschades en uitbreiding modelconcepten stressfactoren in MetaSWAP. Deltares memo.

Pouwels, J., Van Walsum, P., Van Rens, C., Hunink, J., Heinen, M., Crujisen, J., Veldhuizen, A., Nijsten, G. 2021 Regionale analyse Lumbricus Maatregelen. Deltares rapport 1120765-022.

Pouwels, Janneke. (2022) Verbetering voorbewerkingssoftware LHM. Deltares memo.

Programma Lumbricus. (2021) Programma lumbricus - Integrale benadering van een klimaatrobuuste inrichting en beheer van stroomgebieden Een overzicht.

Quist, W. (2022) *Memo: Toepassen verdringingsreeks Droogteregio Zuidwest*. Verkregen van Edwin Arens [Brabantse Delta]. 25 januari 2022

Regionale uitwerking van de Verdringingsreeks. (2022). Verkregen van Babeth Bosma [Waterschap Rivierenland]. 15 maart 2022.

Regionale uitwerking van de Verdringingsreeks Zuidwestelijke Delta. (2022). Verkregen van Edwin Arens [Brabantse Delta]. 6 maart 2022.

Rijkswaterstaat, Waterschap Aa en Maas, Waterschap De Dommel, Waterschap Brabantse Delta, Waterschap Limburg (2022) Waterakkoord Midden-Limburgse en Noord-Brabantse kanalen 2021, definitieve versie 1.2. (Juni 2022).

Schoonderwoerd, E., N. Mulder en H. Bootsma (2022) Beschrijving werking topsysteem script LHM.

Van den Eertwegh, G., Bartholomeus, R., De Louw, P., Witte, F., Van Dam, J., Van Deijl, D., et al. (2019) Droogte in zandgebieden van Zuid-, Midden- en Oost-Nederland - Rapportage Fase 1: ontwikkeling van uniforme werkwijze voor analyse van droogte en tussentijdse bevindingen.

Van der Geest, H.G., Vonk, J.A., Ouboter, M.R.L., (2018) Reconstructie water- en stoffenbalans Markermeer 1976-2015.

Veldhoven, N. van. (2022) Regioronde DPZW: gewenste aanpassingen hydrologisch modelinstrumentarium. Berenschot rapport.

Vermeulen, P.M.T. en Roelofsen, F.J. , (2021) iMOD user manual 5.4.

Vewin. (2022) Drinkwaterstatistieken 2022 Van bron tot kraan. www.vewin.nl.

Walvoort, R. en Van Schooten ,H., (2021) De potentie van verschillende aanlegmethoden druppelirrigatie in snijmais:
Effect op waterbenutting en N-uitspoeling.

WATERVERDELING regio IJsselmeergebied. (2021) Geraadpleegd van:
[https://www.infomil.nl/publish/pages/197989/ondersteunend-achtergronddocument-
watervreiding_15nov2021.pdf](https://www.infomil.nl/publish/pages/197989/ondersteunend-achtergronddocument-watervreiding_15nov2021.pdf)

Bijlagen

A Doerspoelvraag afhankelijk maken van chloride concentratie

A.1 Inleiding en achtergrond

Bij de regiononde met inventarisatie van wensen voor LHM kwam voor een paar locaties de wens naar voren om in LHM (DM) de gewenste debieten in te stellen op basis van met LSM berekende chloride gehalten.

Het ging hierbij om twee, mogelijk drie locaties:

- Doerspoeling van de Lek vanuit Hagestein, om in periodes van lage afvoer de Lek zoet te houden door een gewenst debiet op tak 6009 (Bergambacht-Krimpen) van 5 a 10 m³/s op te leggen. Dit zou gebaseerd moeten zijn op actuele chlorideconcentraties in Krimpen aan de Lek/Krimpen a.d. IJssel.
- Doerspoeling Parksluizen vanuit Delfland: er staat nu een jaarrond doerspoeldebiet van 0.26 m³/s, en (op basis van ervaring in 2003) een doerspoeldebiet in de periode van 1 augustus tot 10 oktober een doerspoeldebiet van 2 m³/s. Dit zou gebaseerd moeten zijn op actuele chloride concentraties in Nieuwe Maas/Nieuwe Waterweg.
- Voor het Volkerak zou het doerspoeldebiet ook afhankelijk gemaakt kunnen worden van de chlorideconcentratie (bv. in Zoommeer)

Immers, het nadeel van de nu opgelegde debieten is dat deze ook in niet-droge jaren worden opgelegd. Voor het debiet op de Lek benedenstrooms Hagestein wordt dan door het model extra water via het ARK-Betuwepand aangevoerd, terwijl dat in nattere jaren niet nodig is. Hetzelfde geldt voor de doerspoeling Parksluizen en Volkerak: bij opdrukken van een gewenst debiet zoals nu zou dat voor Parksluizen in natte of gemiddelde situaties te hoog of overdreven zijn, terwijl het voor extreem droge situaties misschien wel te weinig is. Daarom de wens om dit te koppelen aan berekende chloride concentraties in LSM.

In DM is voor gewenste debieten deze optie niet aanwezig. Ook de optie om bijvoorbeeld een gewenste doerspoeling voor de Lek te koppelen aan de afvoer bij Lobith (met de aanname dat minimale doerspoeling t.b.v. het zoet houden van de Lek die nodig is bij een Rijnaflow < x m³/s). Voor de KWA is in LSM ook een dergelijke regel ingebouwd (voor de zomerperiode en bij Rijnaflow beneden een drempelwaarde), dit is niet beschikbaar in DM. In de opvolger van DM en MOZART (Ribasim, in prep.) kan dit naar verwachting in de toekomst wel worden geïmplementeerd.

A.2 NWM werkwijze

In NWM wordt nu de volgende modellentrein doorerekend: een LHM som zonder naar chloridebeperkingen te kijken, dan een som met SOBEK-RE NDB model, en vervolgens de resultaten ervan verwerken t.a.v. de overschrijdingsduren en gemiddelde chlorideconcentraties, die als HIS file meegegeven worden aan een LHM som met chloride.

Het SOBEK_RE NDB model dekte het benedenrivierengebied (van Lith, Tiel en Hagestein tot Hoek van Holland en Haringvliet monding). Het Volkerak-Zoommeer zit echter niet in die modelversie. In NWM wordt in 2023 het SOBEK3 LSM3 model ingebouwd. Dat is landsdekkend, en kan ook direct chloride berekenen. LSM3 kan dan zowel LSM 1.2 (1.3) als het NDB vervangen binnen NWM.

In de nieuwe NWM-opzet moet nog steeds een HIS-file gecreëerd worden op basis van de LSM3 berekening, waarmee de inlaatbeperkingen aan LHM worden opgelegd.

A.3 Voorstel update DM invoerfile LNKS.TXT op basis van LSM chlorideresultaten

Het is dan ook mogelijk om dan tegelijk die LSM chlorideresultaten te bekijken en op basis daarvan in de LHM LNKS.TXT invoerfile de daarin nu gedefinieerde gewenste debieten te updaten, op basis van nog nader te definiëren vuistregels.

Het gaat dan om de volgende records in de LNKS.TXT file:

- Doorspoeling via **Hagestein**: hier staat nu voor het benedenstroomse deel van de Lek in de winter/voorjaar een gewenst debiet van 1 m³/s, in mei 5 m³/s, juni t/m september 10 m³/s, in oktober 1 decade met 5 m³/s en daarna weer terug naar 1 m³/s.

LINK id 6009 nm "Lek/Nieuwe Maas" nu 6033 cu v 0. nd 6037 cd v 9999.

DSF idd 6009 tb "19760101.000000" pri 3 q 1. dsf

DSF idd 6009 tb "19760501.000000" pri 3 q 5. dsf

DSF idd 6009 tb "19760601.000000" pri 3 q 10. dsf

DSF idd 6009 tb "19761001.000000" pri 3 q 5. dsf

DSF idd 6009 tb "19761011.000000" pri 3 q 1. dsf

DSF idd 6009 tb "19761231.000000" pri 3 q 1. dsf

link

- Met behulp van een script zouden de gewenste debieten (q=1, 5 en 10) ingesteld kunnen worden op basis van de chloride concentratie bij Krimpen aan de Lek (LSM3 knoop Lek8_8028.000)

- Doorspoeling **Parksluizen**:

Staat nu als volgt in de LNKS.txt gedefinieerd:

LINK id 40561 nm "Schiegemaal & gemaal Parksluizen" nu 40931 nd 437 cu v .0 cd v 999.0

DSF idd 40561 tb "19750101.000000" pri 3 q 0.26 dsf

DSF idd 40561 tb "19750801.000000" pri 3 q 2.0 dsf

DSF idd 40561 tb "19751001.000000" pri 3 q 2.0 dsf

DSF idd 40561 tb "19751011.000000" pri 3 q 0.26 dsf

DSF idd 40561 tb "19751231.000000" pri 3 q 0.26 dsf

Link

- Met behulp van een script zouden de gewenste debieten (q=0.26 of 2.0, of welk getal dan ook) ingesteld kunnen worden op basis van de chloride concentratie op de Nieuwe Maas bij de Parksluizen (LSM3 knoop NieuweMaas10_1746.000).
- Op soortgelijke manier kan voor Eendracht/Zoommeer, Krammersluizen en eventuele andere locaties een gewenst debiet op basis van chloride worden opgelegd.
- NB in DM is nu de doorspoeling Zoommeer opgelegd op de Eendracht, dus niet direct bij de Volkeraksluizen; dit betekent dat lozingen vanuit Brabant (Mark/Dintel) ook meetellen om het gewenste debiet te halen.

LINK id 6096 nm "Eendracht / Zoommeer" nu 6018 cu v 0. nd 6019 cd v 9999.

DSF idd 6096 tb "19760101" pri 10 q 6. dsf

DSF idd 6096 tb "19760421" pri 10 q 22.5 dsf

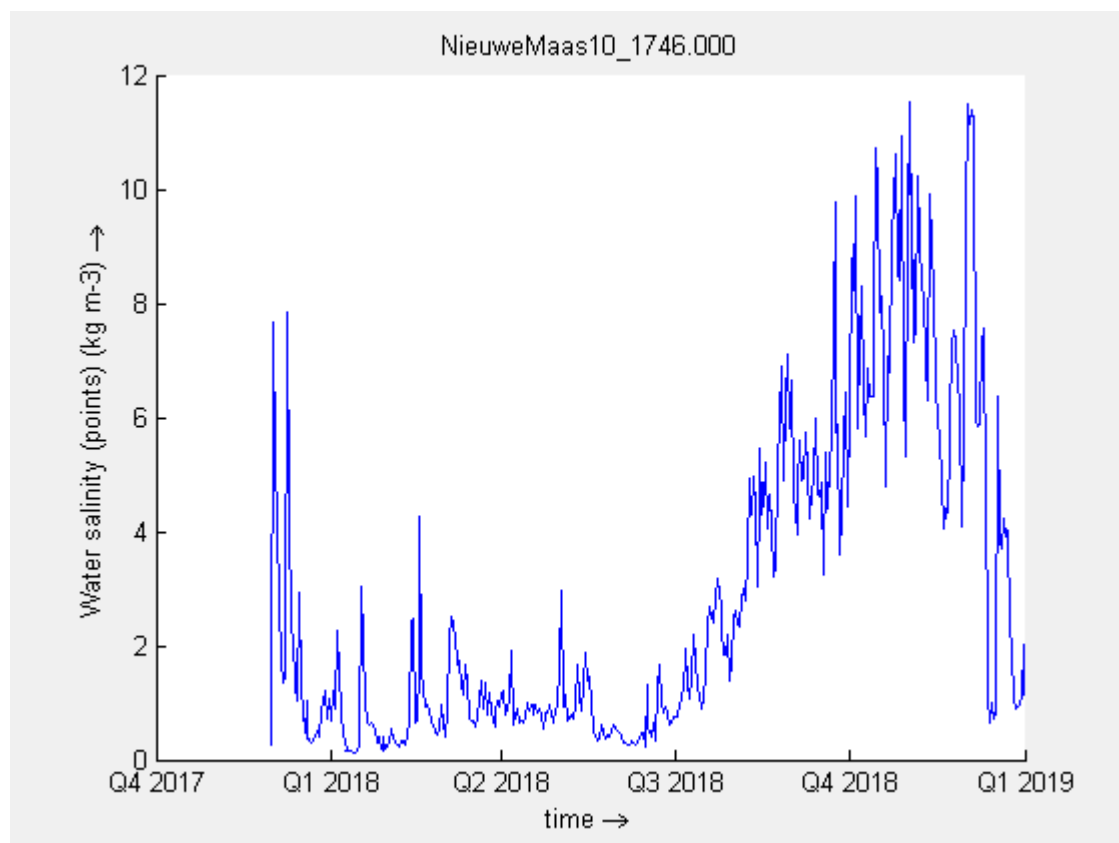
DSF idd 6096 tb "19761001" pri 10 q 6. dsf

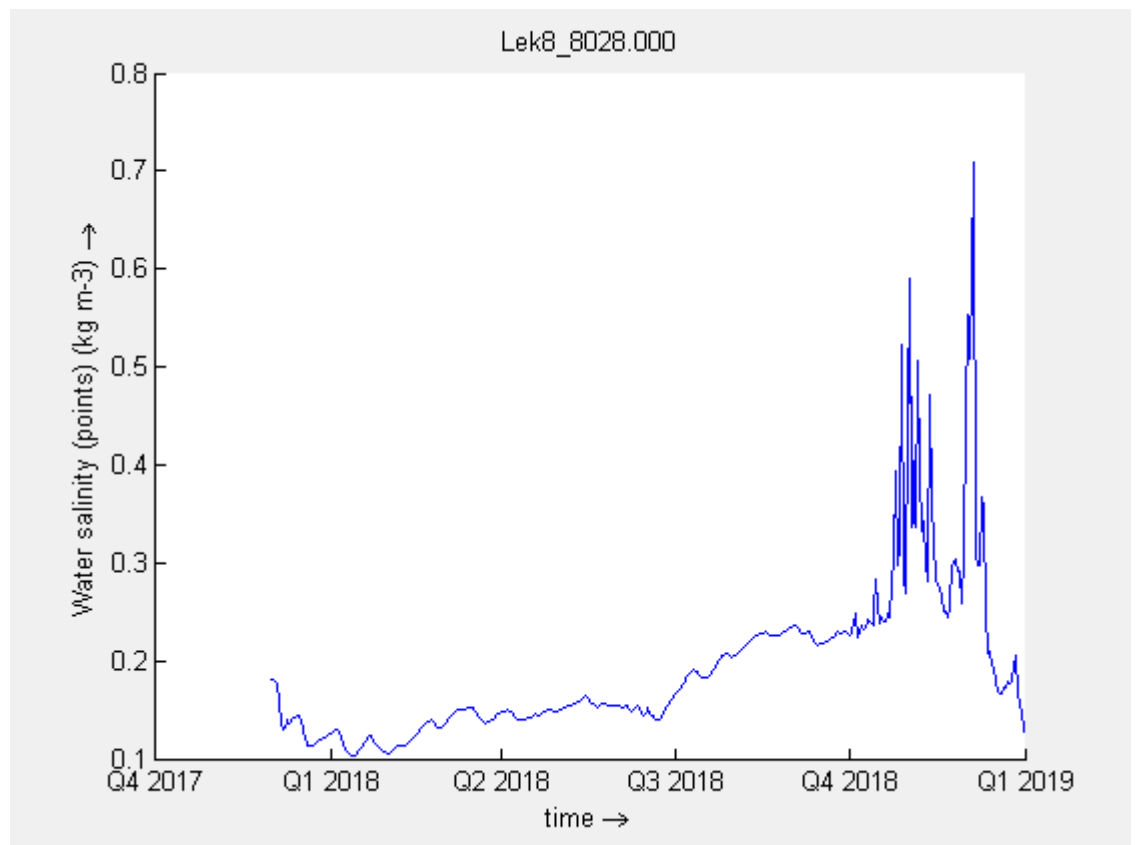
Link

Dus het **script** (binnen NWM of los te draaien) voor instellen van gewenste debieten zou het volgende moeten kunnen:

- Op basis van een lijstje locaties uit LSM3 die gerelateerd zijn aan gewenste debieten in DM. Locaties: Nieuwe Maas (Parksluizen), Lek (Krimpen aan de Lek).
- Uit de LSM3 som voor die locaties (NieuweMaas10_1746.000 en Lek8_8028.000) de chlorideconcentratie halen (NB. LSM rekent met saliniteit in ppt of kg/m^3 , DM in mg/l of g/m^3 chloride; tussen ppt en chloride zit een factor 1.8 en bij kg/m^3 naar mg/l zit er een factor 1000 tussen). En deze chlorideconcentraties omzetten naar decadegemiddelden om voor DM te bepalen of en hoeveel het gewenst debiet zou moeten worden.
- De gewenste debiet records voor opgegeven takken (geel gemaakte records hierboven) in een default LNKS.TXT overschrijven met een eventueel per decade opgegeven gewenste debieten. Het veld tb (time begin) is in YYYYMMDD, met DD bij decadetijdstap die beginnen op dag 1, 11 of 21 van de maand).
- In het script kunnen dan flexibel regels worden geïmplementeerd, kijkend naar drempelwaarden (gewenst decadegemiddeld) chloride, streefdebieten al of niet anders in zomer/winter). Voor chloride op de Lek is gegeven de drinkwateronttrekkingen (oeverinfiltratie) het waarschijnlijk dat er onafhankelijk van het seizoen of waterinlaat van de regio de Lek altijd zoet genoeg gehouden moet worden.

In Figuur 12.1 zijn ter illustratie berekende chlorideconcentraties gegeven van een LSM3 som 2018, met uitvoer uit de NetCdf files.





Figuur 12.1 Voorbeeld uitvoer van LSM chlorideberekening van 2018 op twee uitvoerlocaties

B Handleiding instellingen Regelbare Drainage en Irrigatie

Conventionele drainage (CD) heeft als neveneffect het verminderen van de beschikbaarheid van vocht voor plantengroei. Tevens kan er via de regionale grondwaterstroming een effect zijn op de nabijgelegen terrestrische natuur, via verminderde kweldruk of toegenomen wegzijging. Regelbare drainage (RD) biedt de mogelijkheid om de negatieve bijeffecten te verminderen en tegelijkertijd het primaire doel, namelijk het vermijden van natschade, grotendeels intact te laten. De mate waarin dat lukt hangt af van zowel de inrichting als van het operationele beheer, de sturing.

Bij het maken van keuzes ten aanzien van inrichting en beheer dient men te bedenken dat de 'optimale' oplossing niet bestaat, omdat het altijd een afweging zal blijven tussen de diverse regionale belangen en ook de kosten. Behalve met landbouw en terrestrische natuur dient ook rekening te worden gehouden met (vermijden van) wateroverlast en met de waterkwaliteit. Het ontstaan van plas-dras situaties kan namelijk leiden tot extra greppel-afvoer en run-off.

Wat betreft de inrichting is het meest bepalende voor de kosten en de regelbaarheid de dichtheid en ook de diepte van de drainage. Beide factoren bepalen hoe snel de grondwaterstand reageert als via een trigger het streefpeil wordt verlaagd. Ten opzichte van CD zijn er de volgende verschillen:

- Een hogere dichtheid, resulterend in een relatief lage drainageweerstand van tussen de 50 en 100 d;
- Een grotere diepte, om harder aan het water te kunnen 'trekken' op het moment dat er natschade dreigt; waar normaal gedraineerd wordt op 0.80 m-mv, zal bij RD eerder de diepte op 1.20 m-mv liggen.

De aanleg van de RD-drainage gaat meestal gepaard met egalisatie van het maaiveld. Door bij de aanleg de perceelsranden iets te verhogen kan de kans op run-off sterk worden verminderd. Voor de landbouw kleef daar wel het risico aan dat tijdens het groeiseizoen de natschade toeneemt. De sturing dient dusdanig te zijn ingesteld dat dit niet of slechts zeer beperkt gebeurt.

De sturing is specifiek per gewas. Er zal in het voor- en najaar rekening moeten worden gehouden met de werkzaamheden door de boer. In het voorjaar is er de landvoorbereiding en het zaaien van het gewas. In het najaar is er de oogst. De periodes zullen specifiek per gewas zijn. Het begin van de voorjaarsperiode en het einde van de najaarsperiode wordt in de file *vg2crp_svat.inp* gegeven. De voorjaarsperiode met laag streefpeil moet wel eerder beginnen, om het grondwater de tijd te geven om uit te zakken. Een periode van in totaal 2 weken met laag streefpeil zou voldoende moeten zijn voor de voorjaarswerkzaamheden, gezien de relatief lage weerstand en relatief grote diepte van de RD-drainage. De najaarsperiode kan 2 weken voor de einddatum van het gewas beginnen.

Wat betreft de sturing om een hoog streefpeil te veranderen in een laag streefpeil zijn er de volgende triggers:

- kritische grondwaterdiepte buiten het groeiseizoen, *dpgwcmlu2*;
- kritische grondwaterdiepte binnen het groeiseizoen, *dpgwcmlu*;
- kritische waarde voor de zuurstofstress, in de vorm van de relatieve verdamping *Trelwetsblu*.

Wat betreft de sturing op zuurstofstress kan er gestuurd worden op de waarde vóór of na toepassing van de Jarvis compensatie (via de parameter *ioptNoJlu*). Geadviseerd wordt dat eerste te gebruiken, omdat dan de naderende natschade eerder wordt gesignaleerd. Een waarde van 0.9 zou een redelijke keuze kunnen zijn. Aan het gebruik van deze sturingsparameter kleef wel het nadeel dat die in de praktijk niet direct beschikbaar is zonder ondersteuning met een rekenmodel. Dus het is zaak om ook varianten uit te werken waarbij deze parameter buiten werking wordt gesteld.

De sturing via het grondwater kan buiten het groeiseizoen wat minder scherp zijn afgesteld. Binnen het groeiseizoen zou een diepte van 80 cm-mv een goede keuze kunnen zijn, en daarbuiten een diepte van 60 cm-mv. Buiten het seizoen zou een scherpere keuze (minder diepe kritische waarde) gemaakt kunnen worden als er bij de aanleg van de RD-drainage wordt gezorgd voor verhoogde perceelsranden. In het model wordt dat gespecificeerd via de *vxmlu* parameter in bestand *svat2swnr_roff.inp*, in de orde van 1 tot 2 cm.

Wat betreft de aanvoercapaciteit ten behoeve van subirrigatie is 1.5 mm/d wel een minimum, en 5 mm/d een maximum.

Zoals eerder gesteld is er geen optimale keuze van inrichting en sturingsparameters, het gaat immers om een afweging van belangen die deels ook politiek bepaald zijn. Daarom is het essentieel dat er meerdere varianten worden uitgewerkt.

De gedane suggesties voor parameterwaarden zijn slechts indicatief. Een systematische gevoeligheidsanalyse zou moeten plaatsvinden om voeling te krijgen met geschikte parametertrajecten voor de uiteindelijke langjarige scenario-berekeningen. Het raadplegen van een comité van deskundigen wordt aanbevolen.

C Modelwensen Regioronde DPZW

Overgenomen uit de verslaglegging van de Regioronde door Berenschot (Veldhoven, 2022):

Regio	Onderwerp	Aanpassingen/conclusies	Aanpak instrumentarium
HWS	Waterdoorvoer Hagestein	Bij dreigende verzilting wordt als werkgetal gehanteerd 5-10 m ³ /s surplus. Afgelopen zomer zijn reeds resultaten beschikbaar gekomen van Waterdoorvoer Hagestein.	Koppeling watervraag-chlorideconcentratie
HWS	KZH varianten	Op welke manier wordt omgegaan met varianten van de KZH in het model? Suggestie: brandbreedte van gevolgen van keuze KZH voor waterbeschikbaarheid regio's in beeld brengen en verwerken als min en max variant in het model.	Strategie
HWS	Capaciteit Bernhard sluizen	In model capaciteit op onbeperkt zetten en analyseren hoe vaak debiet 80 m ³ /s overschrijdt.	Wateraanvoer en -verdeling
HWS	Doorspoeldebiet Afsluitdijk	Huidige situatie als referentie nemen, veilige benadering is 40 m ³ met hoge prioriteit, ten behoeve van drinkwater (PWN).	Doorspoelbehoefte
HWS	Bandbreedte zomerpeil IJsselmeer	Realistische bovengrens zomerpeil -0,15m NAP. Uitzakken tot -0,3m NAP (ondergrens peilbesluit), bij uitzondering verder uitzakken tot -0,4m NAP t.b.v. hoge prioriteit watergebruikers (conform huidige praktijk). Note: in variant KZH met ARK-route, dan bovengrens zomerpeil -0,1m NAP.	Wateraanvoer en -verdeling
HWS	Rivierbodemdaling Afvoerdeling Rijntakken	Afvoerdeling referentie o.b.v. bodemligging 2018 (idem aan IRM). Afvoerdeling 2050 gelijk aan IRM-voorkeursvariant.	Wateraanvoer en -verdeling
HWS	Extra watervraag veenweide	-	Strategie
HWS	Selectieve onttrekking bij IJmuiden - doorspoelvraag	Min. doorspoeldebiet bij Weesp van 25 m ³ /s + min. doorspoeldebiet Oranjesluizen. T.g.v. selectieve onttrekking IJmuiden is doorspoeldebiet van 25-35 m ³ /s nodig, in berekening kijken of 35 m ³ gehaald wordt of niet.	Doorspoelbehoefte
HWS	Maatregelen (beleid KZH)	Permanent doorspoeldebiet Haring Vlietsluis: Bij de Haring Vlietsluis is gebleken dat het zoetspoelen niet zo effectief is. Idee vanuit Hydrologic om te werken met een permanent doorspoeldebiet. Dit vraagt een groter debiet en krijgt plek binnen KZH. Opmerking Francien: krijgt plek binnen door te rekenen KZH variant (nummer 3 in notitie Hoekpunten KZH-03).	Strategie
HWS	Maatregelen (beleid KZH)	Doorspoeldebiet VZM: De wens voor VZM is om het doorspoeldebiet van 20 m ³ naar 40 m ³ te brengen. Dit wordt bij KZH behandeld.	Strategie
HWS	Maatregelen (beleid KZH)	Waterbuffers KZH: verzilting bij de Lek en Rijn Maas monding. Hollandse IJssel is een zoetwaterbuffer. Straks met de KZH kan er meer gestuurd worden op/keuzes worden gemaakt over het in balans houden van de waterbuffers met de watervraag. De min en max van de KZH moeten hier inzicht gaan geven, of nog met een derde variant.	Strategie
HWS	Maatregelen (beleid KZH)	ARK route: Ark route is opgenomen bij variant 2 en 3 (zie hoekpunten KZH-03). Vraag vanuit HWS is of variant 2 en 3 ook worden doorgerekend.	Strategie
Noord	Beregenings-kaart	Beregeningskaart wordt niet (volledig) herkend.	Beregening

Noord	Inlaat Twentekanalen	Twijfel over of inlaatcapaciteit goed in het model zit.	Wateraanvoer en -verdeling
Noord	Peilbesluit – minimum en prioritering	Regio-Noord geeft akkoord op voorstel peilbesluit: Standaard -0,15m NAP, peiluitzakking mogelijk naar -0,3 in crisissituatie naar -0,4.	Wateraanvoer en -verdeling
Noord	Verdringings-reeks – prioritering	Vanaf 2023 geldt de nieuwe regionale uitwerking van de verdringingsreeks voor Noord. Verdeling watervraag akkerbouw over cat. 3 en 4 is nog niet helder.	Verdringingsreeks
Noord	Gewenst debiet hoofdwatersysteem – belangrijke kanalen	1) Zuidelijke aanvoerroute (4-4,5 m³/s) aan de oostelijke kant van het gebied ontbreekt (naar Hunze en Aa's vanuit Hoogeteense Vaart);	Wateraanvoer en -verdeling
Noord	Gewenst debiet hoofdwatersysteem – belangrijke kanalen	2) Muiden (Vecht Plassen) heeft hoge prioriteit;	Wateraanvoer en -verdeling
Noord	Gewenst debiet hoofdwatersysteem – belangrijke kanalen	3) Afsluitdijk doorspoeling is standaard 40 m³ per seconde. Dit wordt doorgevoerd met hoge prioriteit, categorie 2; Maatregel externe verzilting (pas over 15 jaar geldig);	Doorspoelbehoefte
Noord	Doorspoel-vraag polders	Noordoostpolder wordt doorgespoeld, maar geen doorspoelvraag in model.	Doorspoelbehoefte
Noord	Doorspoelvraag grotere kanalen t.b.v. waterkwaliteit	Doorspoeldebieten t.b.v. waterkwaliteit en verzilting staan niet in de watervraagtabellen van de regionale verdringingsreeks, maar is wel informatie over bekend o.b.v. ervaring afgelopen 5 jaar.	Doorspoelbehoefte
Noord	Muiden	Als peil Markeermeer onder -0,4m NAP, dan wordt TP1 ingezet bij Muiden: 10 m³/s standaard, bij watertekort 2 m³/s met hoge prioriteit.	Wateraanvoer en -verdeling
Noord	Afvoer/Doorvoergemalen	Vanuit Francien Engelsman aangegeven dat de doorvoergemalen van Hunze en Aas niet goed in het model zitten. Ook de afvoer bij de Nieuwe Statenzijl is niet goed opgenomen.	Wateraanvoer en -verdeling
Noord	Koppeling WOFOST	Christoffel Klepper: bereken naast potentiële gewasopbrengst ook watervraag bij maximale groei.	Aanbeveling knelpuntenanalyse
Noord	Watervraag Veenweide	Wetgeving voor vernatting veenweidegebieden wordt hoogstwaarschijnlijk niet gehaald in 2030. Er is daarom weinig zicht op wat realistisch wat betreft de watervraag van veenweidegebieden in 2028 (referentiejaar). Voorstel voor referentie: peilfixatie + 10-20% van areaal vernat.	Wateraanvoer en -verdeling
Noord	Nieuwe afspraken	Schriftelijke reactie PWN: Zie actualisatie regionale verdringingsreeks. Incl. 40 m³/s spui bij verzilting van Andijk.	Doorspoelbehoefte
ZWD	Beregenings-kaart	Beregeningskaart wordt niet (volledig) herkend.	Beregening
ZWD	Kaart prioritering regionaal waterbeheer	De kaart over prioriteiten regionaal beheer moet worden aangepast op basis van de informatie die de regio aanlevert (VR voor VZM en VR/prioritering West-Brabant). Dit is o.a. informatie over de verschillende deelgebieden en de soort verdringing/beregening die plaatsvindt.	Verdringingsreeks
ZWD	Kaart prioritering regionaal waterbeheer	Verder heeft de regio twee tips gegeven 1) de gebieden zonder wateraanvoer niet inkleuren (want prioritering in model is puur t.b.v. watervraag aan HWS) onderscheid tussen peilbeheer, doorspoeling en beregening is onzinnig als er geen water beschikbaar voor is, en 2) wanneer de verdringingsreeks grondwater Brabant gereed is, deze reeks meenemen in het model.	Beregening

ZWD	Kaart doorspoelvraag	De verschillen in doorspoelvraag van Tholen, Sint Philipsland en de Reigersbergse polder zijn vreemd. In de praktijk verschilt de doorspoeling van de gebieden nauwelijks.	Doorspoelbehoefte
ZWD	Geen wateraanvoer naar Zeeland in het model	Het model kent niet een specifiek gebied dat vlak en peilbeheerst is maar zonder aanvoer.	Aanbeveling knelpuntenanalyse
ZWD	Debietstromen door het systeem	De 1,0 debietstroom voor de Mark was voor 2018 een behoorlijke overschatting. Vanuit de verschillende buitenlandse input, waren daar eerder geen goede meetreeksen van beschikbaar. De regio heeft deze meetreeksen nu wél beschikbaar.	Wateraanvoer en -verdeling
ZWD	Debietstromen door het systeem	Water vraag in de polders verdelen over drie gebieden: 1. Aanvoer uit VZM; 2. Aanvoer uit Markvietsysteem 3. Aanvoer uit Holl. Diep, Bergse Maas en Amer	Wateraanvoer en -verdeling
ZWD	Nieuwe afspraken	Waterakkoord Brabantse Kanalen	Wateraanvoer en -verdeling
ZWD	Nieuwe afspraken	Maatwerkovereenkomsten: maatwerkovereenkomst tussen Provincie Brabant en waterschappen waar (mogelijk) maatregelen in staan over zoetwater.	Strategie
ZWD	Nieuwe afspraken	Grondwaterconvenant Brabant.	Strategie
ZWD	Nieuwe afspraken	Doorspoelprotocol MarkVlietsysteem (met nieuwe kraan Roode Vaart)	Doorspoelbehoefte
ZWD	Nieuwe afspraken	Verdringingsreeks/ handelingskader peilgebied WSBD	Verdringingsreeks
ZWD	Nieuwe afspraken	Verdringingsreeks VZM en MDV is vastgesteld in GO	Verdringingsreeks
ZWD	Nieuwe afspraken	Waterakkoord VZM wordt in 2022 geëvalueerd	Verdringingsreeks
ZWD	Maatregelen (vastgelegd beleid)	Agrarische sectorinvestering beregening: een enquête die is afgenomen onder agrariërs toont aan dat de meerderheid van zins is om flink te investeren in beregeningscapaciteiten, zoals druppelirrigatie. Voor maatregelen als druppelirrigatie is ook geld beschikbaar gesteld. Hiervoor wordt mede een investering vanuit ondernemers zelf gevraagd.	Strategie
ZWD	Maatregelen (vastgelegd beleid)	Meer aandacht voor de kwaliteit van de bodem: Demping van watertekorten en van wateroverschotten. De sponswerking van de grond wordt verbeterd. Geen maatregel die een waterbeheerder doet, maar grondeigenaren. In het gebied Hoge Zandgronden en Zuid Westelijke Delta zonder aanvoer, zijn ze dit wél op een aanzienlijke schaal aan het doorvoeren.	Strategie
ZWD	Maatregelen (vastgelegd beleid)	Innovatie zoutscheiding (IZZS, Krammersluizen): Maatregel wordt in de 2e fase uitgevoerd en zal een toename vragen van zoetwater. In de planuitwerking IZZS is voor het VZM 40 m ³ /s genoemd (nu ongeveer 35 m ³ /s) in het zomer seizoen.	Doorspoelbehoefte
RIV	Beregenings-kaart	De beregeningskaart wordt wederom niet volledig herkend. Daarnaast is besproken of druppelirrigatie vanuit andere input in het model kan worden verwerkt. Daarbij ook de vraag of rekening kan worden gehouden met zonnebrandbestrijding. Opties hiervoor staan opgenomen in de toelichting onder 4.3.	Beregening
RIV	Verdringings-reeks & categorisering	Vanuit de regio is reeds gekeken naar de verdringingsreeks maar dan op basis van MORIA. Dit moet worden gecheckt in verband met mogelijke discrepantie tussen de metingen.	Verdringingsreeks

RIV	Kaart prioriteiten regionaal waterbeheer	Er zit geen doorspoeling t.b.v. zout in de kaart opgenomen, hoewel dit wel plaatsvindt t.b.v. waterkwaliteit. Dit beïnvloedt waterinlaat via Pannerling. Een optie is om hiervoor een kengetal mee te nemen.	Doorspoelbehoefte
RIV	Dynamiek rivierstanden en grondwater	Wens is dat de interactie met rivierwater beter in het model wordt verwerkt (wegzijging in droge perioden). Mogelijkheden hiervoor zijn: Koppeling model LSM waar waterstanden op meer detail worden berekend; Tool AMIGO (MORIA grondwatermodel); rekenen op basis van gemeten peil/ gemeentelijke rivier peilen op dag basis.	Ondergrondeigenschappen en wegzijging
RIV	Verbinding HWS met Linge	De vraag is of het maximum debiet van Pan. Kanaal naar Linge correct is. Het Pan. Kanaal kan straks met lagere weerstanden, het gewenste debiet halen. Mogelijk is dit input voor scenario's.	Wateraanvoer en -verdeling
RIV	Verbinding HWS met Linge	Volgorde doorspoeling is anders (zie toelichting in hoofdstuk 4.3)	Doorspoelbehoefte
RIV	Verbinding HWS met Linge	Benaming Gorinchems kanaalsluis moet worden aangepast naar Kolffgemaal	Wateraanvoer en -verdeling
RIV	Knelpunten Rivierengebied	De wens vanuit de regio is dat ook op het abstractieniveau van de KPA lokale knelpunten zichtbaar zijn. Verder zijn schriftelijk aangeleverde knelpunten: problemen met zout (Kinderdijk) en blauwalg/ waterkwaliteit in tijden van droogte.	Aanbeveling knelpuntenanalyse
RIV	Nieuwe afspraken	<i>Landelijke verdringingsreeks</i> : De regionale verdringingsreeks voor Rivierengebied is hetzelfde als de nationale Verdringingsreeks. Er is geen regionale invulling gemaakt. Dit heeft te maken met de sterke verwevenheid van functies in het systeem. Korten op één functie wordt daarmee nagenoeg onmogelijk.	Verdringingsreeks
RIV	Nieuwe afspraken	<i>Waterakkoord Betuweband</i> : dit is voor wateroverlast situaties. Voor Amsterdam Rijn kanaal t/m de sluizen, tot de drie sluizen in de regio. Akkoord over maximaal hoeveelheid water met het Van Beuningengemaal op het Amsterdam Rijn Kanaal gepompt kan worden.	Wateraanvoer en -verdeling
RIV	Maatregelen (vastgelegd beleid)	<i>Verplaatsen inlaten van de Alblasserwaard (fase II)</i> : inlaat blijft aanwezig maar voor een kleiner gebied, waardoor de waterdoorvoer minder zoutgevoelig is. Er komt dan een mogelijkheid om water vanuit een andere regio in te laten.	Wateraanvoer en -verdeling
RIV	Maatregelen (vastgelegd beleid)	Automatiseren van stuwen in het kader van het uitvoeringsprogramma.	Gebieden zonder aanvoer: actualisatie peilen en ligging
RIV	Maatregelen (vastgelegd beleid)	<i>Veenweidestrategie</i> : knelpunt Veenweide door verplaatsing inlaat Alblasserwaard.	Strategie
HZO	Gewasgroei model (WOFOST)	Het is de vraag of koppeling tussen gewas en verdamping goed in het model zit. Dit in verband met het effect van veranderde temperatuur op de verdamping. Tevens verschilt verdamping van jaar tot jaar. De keuze voor de referentie kan daarom van grote invloed zijn op de uitkomst. Goed om dit in acht te nemen (eventueel in toelichting verwerken).	Aanbeveling knelpuntenanalyse
HZO	Drinkwaterwinningen	Tijdsplanning betreft 2011 t/m 2018. De vraag is of de mogelijkheid bestaat om recentere cijfers in het model te stoppen, in verband met groei van drinkwatervraag. Optie is de watervraag op een dynamische manier in het model stoppen. Voorkeur periode is dynamiek zomer/winter en dynamiek nat/droog jaar.	Grondwateronttrekkingen en RWZ's

HZO	Beregeningskaart	Wederom twijfels over de correctheid van de kaart. In 2018 is het aantal beregeningsinstallaties toegenomen. Informatie hierover staat opgenomen in het droogteonderzoek. Daarnaast is de wens dat een kaart wordt opgenomen over waar niet beregent mag worden (ondanks de aanwezigheid van een pomp) en wat dit voor schade ten gevolge heeft.	Beregening
HZO	RWZI's	De vraag is hoe rioolwaterzuiveringen (RWZI) in het model zitten en of dit op de juiste manier is meegenomen. Voor de referentie zou gebruik kunnen worden gemaakt van effluent maatregelen.	Grondwateronttrekkingen en RWZI's
HZO	Infiltratie richting grondwater	De vraag is of infiltratie oppervlaktewater richting grondwater goed in het model is opgenomen. Of wel; zit de wateraanvoerkaart goed in het model? Noodzaak om te kijken hoeveel debiet het gebied laat verdwijnen, dan wel hoeveel het model laat verdwijnen. Voorbeelden waar naar moet worden gekeken zijn: verbinding Epen en globaler het Twentekanaal en de Berckel.	Gebieden zonder aanvoer: actualisatie peilen en ligging
HZO	Overige aanpassingen LHM	<i>Inlaat Eefde verhoogd:</i> Uit onderzoek RWS over functioneren Eefde, blijkt dat als de IJssel onderuit gaat, de maximale capaciteit Eefde niet kan worden gehaald.	Wateraanvoer en -verdeling
HZO	Overige aanpassingen LHM	<i>Terwolde toevoerkanaal:</i> de vraag is of Terwolde toevoerkanaal in de debietstroomkaart is meegenomen en of dit nodig is. In 2018 is de IJssel zo erg uitgezakt, dat er bij de toevoerkanaal noodpompen hebben gestaan om extra water op te halen.	Wateraanvoer en -verdeling
HZO	Kaart landelijke waterverdeling	Aantal wateraanvoergebieden zijn niet zichtbaar: Noordelijke IJssel, Gelderse Vallekanaal en toevoerkanaal Terwolde.	Wateraanvoer en -verdeling
HZO	Grondwater stuwwallen	Stuwwallen in het Oosten bij Drenthe zitten niet goed in de GLG kaart.	Ondergrondeigenschappen en wegzijging
HZO	Waterbalans 2021	De vraag is of water dat binnenkomt vanuit Grebbesluis en Apeldoorns kanaal goed in het model zitten. Water wordt ingelaten t.b.v. gebruik beregening en waterkwaliteit.	Wateraanvoer en -verdeling
HZO	Maatregelen (vastgelegd beleid)	Beekdal herstel: De drainagebasis wordt in <i>het beekdal omhoog gebracht, wat invloed heeft op water/landbouw. Informatie hierover is beschikbaar via het beekdal onderzoek dat loopt bij Rijn-Oost. Dit onderzoek gaat over welke beekdal nodig is voor effectief droogtebestrijding.</i>	Ondergrondeigenschappen en wegzijging
WEST	Beregeningskaart	De beregeningskaart wordt wederom niet (volledig) herkend. Verhouding beregening grondwater en oppervlaktewater: in Westland ~80% beregening uit grondwater en 20% uit oppervlaktewater. Ook is het Oostelijke deel van de HDSR vrij wit, hoewel hier veel beregend wordt in verband met de fruitteelt. Wens vanuit de regio is om in de beregeningskaart de waterschapgrenzen aan te houden i.p.v. provincies.	Beregening
WEST	Veenweidestrategie	In het model zou voor de referentie aangenomen kunnen worden dat alle slootpeilen naar -40cm onder maaiveld gaan, en dat aanvullend op een x% van het areaal passieve WIS (onderwaterdrainage) wordt toegepast.	Strategie
WEST	Doorvoercapaciteit Irene- en Bernhardsluizen	Varianten KZH met verschillende doorvoercapaciteit Irene- en Bernhardsluizen: 80 m³/s (resulteert in watertekorten) versus 120-150 m³/s (minder watertekorten, maar lagere waterstanden Waal).	Strategie

WEST	Actualisatie Rijn/Lek/Ark - Zoutindringing ARK	In 2018 is ondanks 25 m³ per seconde doorspoeling, het zout erg hoog op komen zetten. Hierdoor is de doorspoeling tijdelijk ook verhoogd. De 25 m³ staat vast, maar toch wordt het hart vastgehouden, hoe het opdrukken van zout richting de ARK gaat verlopen. Hierover is reeds geen nieuw protocol vastgelegd.	Strategie
WEST	Actualisatie Rijn/Lek/Ark - Watervraag ARK	In de presentatie staat dat alle watervraag ARK benedenstrooms Utrecht voor 100% aan Irenesluizen wordt gesteld. Dit wordt door de regio betwijfeld, dit verloopt via twee afzonderlijke punten. Het vechtsysteem wordt gevoed door inlaat Kromme Rijn (gemaal bij Wijk bij Duurstede met capaciteit van 6 m³/s) – Casper-Goudschewetering (3 m³/s) kan uit het model -, en Irenesluizen. Er is ook een deel wat via zeesluis Muiden wordt ingelaten (onder vrij verval + gemaal van 1,5-2 m³/s).	Wateraanvoer en -verdeling
WEST	Tekortkomingen vorige KPA	In het vorige knelpuntenanalyse rapport staat in de bijlage een tabel met geconstateerde afwijkingen (o.a. onderschatting wegzijging vanuit Krimpenerwaard en Zevenhuizerplas). Een voorbeeld is de doorvoercapaciteit tussen Ringvaartsysteem en Rottesysteem die zeer beperkt is (in LHM 3,25 m³/s, maar in werkelijkheid 0,5-0,6 m³/s).	Wateraanvoer en -verdeling
WEST	Lekverlies	In het regionale watersysteem van HDSR (Utrechtse Merwede kanaal naar ARK) is er vanuit schutsluizen een fors lekverlies naar Amsterdam- Rijnkanaal. Dit gebeurt via Noordersluis, Zuidersluis, Koningensluis. Dit is ordergrootte 2 m³ per seconde naar Amsterdam-Rijnkanaal, en 1 m³ van HDSR naar de Lek.	Wateraanvoer en -verdeling
WEST	Prioriteiten regionaal waterbeheer	Over de kaart met prioriteiten regionaal waterbeheer zijn aantal punten ingebracht. O.a. hoe de doorspoelvraag van de polders is opgenomen in het model. In de regio zijn cijfers bekend over waterbalans polders, zoals cijfers over hoeveel water wordt ingelaten en uitgelaten. Note: meer schade als beregeningsverbod wordt ingesteld dan wanneer brak water wordt ingelaten! Dus inlaten van brak water ten tijde van watertekort is wat in de praktijk gebeurt.	Doorspoelbehoefte
WEST	Oranjesluizen	De schuttingen die gaan over de Oranjesluizen, gaan over 2 m³ tot 3 m³ per seconde. Dit is veel minder dan wordt opgelegd in het model. Er zijn studies geweest van Deltares over waterbalans Markermeer: op basis van deze gegevens gaat het terug tot maximaal 2 tot 3 m³ per seconde.	Wateraanvoer en -verdeling
WEST	KWA	• <i>Krimpenerwaard</i> : Als maatregel voor doorvoeroute Krimpenerwaard is een maximaal debiet van 5.5 m³ per seconde opgevoerd. Inlaatcapaciteit Krimpenerwaard is maximaal 7.75 dag gemiddeld gemeten (de nieuwe watervraag t.b.v. vernatten veenweidegebieden kan ertoe lijden dat deze inlaatcapaciteit vanuit NPLG-potje vergroot gaat worden). Besloten om te rekenen met de capaciteit 7.75 van m³.	Wateraanvoer en -verdeling
WEST	KWA	Welk deel daarvan wordt doorgevoerd, hangt af van wat in de regio wordt gebruikt. Peilbeheer heeft hoogste prioriteit. Suggestie Mark Kramer: doorvoer 5,5 m³/s + de watervraag van de Krimpenerwaard (4 m³/s), dus totaal 9,5 m³ /s.	Wateraanvoer en -verdeling
WEST	KWA	<i>Varianten KWA</i> : Luuk Knook heeft kaartje over de varianten van de KWA in bezit. De getraptheid is situatieafhankelijk.	Wateraanvoer en -verdeling
WEST	KWA	<i>KWA+ (15 m³/s) + Krimpenerwaardroute (5,5 m³/s) --> 20 m³/s</i> . Als Lopikerwaardroute en Krimpenerwaardroute aan, dan circa 2 m³/s surplus nodig voor in stand houden zoetwaterbuffer HIJ (hoeveel surplus is afhankelijk van verzilting op Hollandse IJssel) --> effectief ong. 18 m³/s beschikbaar voor o.a. Rijnland.	Wateraanvoer en -verdeling

WEST	Nieuwe afspraken	<i>Inzet zoetwaterbuffer:</i> Met de inzet van een zoetwaterbuffer, is een evenwichtsonttrekking belangrijk. Dit gaat om onttrekking vanuit Hollandse IJssel, inlaatpunt Gouda en inlaatpunt Snelle Sluis. In het kader van een evenwichtsonttrekking, moet niet meer dan 7 m ³ worden onttrokken.	Wateraanvoer en -verdeling
WEST	Nieuwe afspraken	<i>Opmerking bij berekende watertekorten Rijnland:</i> model berekent watertekorten, maar in werkelijkheid wordt brak water ingelaten en is er dus sprake van brak water. Aanname voor komende KPA: berekende schade door watertekorten representatief voor zoutschade.	Wateraanvoer en -verdeling
WEST	Nieuwe afspraken	<i>Categorie 1: 'Natuurgebieden':</i> Na de droogte in 2018 is in provincie Zuid-Holland en Noord-Holland een kaart gemaakt van categorie 1 'Natuur gebieden'. Dit zou in de verdringingsreeks een plek kunnen krijgen. Sharon Muurling van Geffen heeft deze kaart reeds in bezit.	Verdringingsreeks
WEST	Maatregelen (vastgelegd beleid)	<i>Nieuw gemaal voor uitwisseling tussen Schieland en Delfland:</i> In DPZW fase 2 wordt nieuw gemaal gemaakt, waardoor ten tijde van dreigend watertekort water van Schieland naar Delfland kan worden doorgevoerd (ten tijde van watertekort van Delfland naar Schieland = KWA). Voor het model zou dit een twee richtingsverkeer kunnen betekenen.	Wateraanvoer en -verdeling
WEST	Maatregelen (vastgelegd beleid)	<i>Uitrol waterinfiltratie systemen Krimpenerwaard:</i> In Krimpenaard wordt uitrol van passief waterinfiltratiesystemen (onderwaterdrainage) voorzien. Beleidsmatig is 10% van het areaal vastgelegd. Welke plek is afhankelijk van de ondernemer en het gebiedsproces. In de Veenweide aanpak, wordt de 10% van het areaal mogelijk verhoogd.	Strategie
WEST	Maatregelen (vastgelegd beleid)	<i>Aanvoergemaal Wijk bij Duurstede:</i> Het aanvoergemaal Wijk bij Duurstede bevindt zich in de planstudiefase. Doorvoer is situatieafhankelijk. Voor het model, debiet van het gemaal opleggen. Verder bij inlaat Kromme Rijn uitgaan van 6 m ³ /s, en dat dit altijd geleverd kan worden. Caspegaargauwse Beek van 3 m ³ kan uit het model worden gehaald.	Wateraanvoer en -verdeling
WEST	Maatregelen (vastgelegd beleid)	<i>Waterkwaliteitsscherm:</i> Bij Waternet is een waterkwaliteitsscherm in gebruik genomen dat meer beslag op water vanuit het ARK legt. De inlaat is 90 m ³ per minuut, en een doorspoeldebiet van ordergrootte 1 m ³ . Dit water komt uiteindelijk terug in het Noordzeekanaal, in die zin is het een soort herverdeling. --> extra route nodig in DM t.b.v. doorspoelen Vinkeveense plassen met water vanuit ARK wat weer op NZK wordt geloosd.	Wateraanvoer en -verdeling
WEST	Maatregelen (vastgelegd beleid)	<i>Polders flexibel peilbeheer:</i> Bij aantal polders wordt ingezet op flexibel peilbeheer. Waterbehoefte wordt hierdoor potentieel minder. Informatie hierover staat opgenomen in meetgegevens over waterbalans.	Mechanisme getest in kader analyses NPLG
WEST	Maatregelen (vastgelegd beleid)	<i>Gemaal Van den Burg:</i> Doorspoelbehoefte Gemaal van den Burg vermindert naar 0,1 m ³ per seconde. Voorheen was dit 0,5 m ³ . Het water is afkomstig uit het Drunense meer.	Wateraanvoer en -verdeling
WEST	Maatregelen (vastgelegd beleid)	<i>Zoetwaterfabriek Delfland:</i> Delfland is nog steeds voornemens een zoetwaterfabriek (hergebruik effluent) te bouwen, met realisatie voor 2028. Zoetwaterfabriek zou 0,35 m ³ per seconde aan het oppervlaktewatersysteem leveren.	Grondwateronttrekkingen en RWZI's
WEST	Maatregelen (vastgelegd beleid)	<i>Parksluizen:</i> Lineke Tiemens heeft een rapport over het water dat binnenkomt bij Parksluizen. In het rapport is berekend wat de zoutconcentraties binnen en buiten de zeesluis waren.	Wateraanvoer en -verdeling
HZZ	Grondwaterstandenkaart	De regio geeft aan voorkeur te geven aan een kaart, die niet te herleiden is op perceel niveau. Voorstel: classificering van grondwaterstanden met trappen van 30-50cm.	Aanbeveling knelpuntenanalyse

HZZ	Kaart landelijke beschikbaarheid vanuit oppervlakte water gegenereerd (waterbalans)	De wens is uitgesproken dat in landelijke schematisaties over watervraag en tekorten wordt gewerkt met waterschap grenzen waarbij eventueel een waterschap wordt opgesplitst in bijv. met en zonder wateraanvoer (Brabantse Delta), in plaats van district grenzen. Kanttekening: er geldt een bestuurlijke opsplitsing voor de waterschappen Brabantse Delta en Aa en Maas.	Aanbeveling knelpuntenanalyse
HZZ	Validatie LHM Dommelgebied	Validatie van de afgelopen knelpuntenanalyse is uitgevoerd. Voor de Dommelgebied zaten er grote verschillen in. De vraag vanuit de waterschap is of de aanbevelingen zijn doorgevoerd en of het gebied juist is gemodelleerd.	Ondergrondeigenschappen en wegzijging
HZZ	Beregeningskaart	De beregeningskaart wordt wederom niet volledig herkend. (Te) grote dichtheid en (te) grote hoedanigheid beregning vanuit grondwater. Verder wijkt kaart af van beleidskaart van De Dommel. Staat buisdrainage voor Waterschap Limburg ook op de kaart opgenomen.	Beregning
HZZ	Beregeningskaart	Met het Brabant model is een beregeningsanalyse uitgevoerd voor de regio. Dit vormt input voor deze kaart.	Beregning
HZZ	Beregeningskaart	Tip om een kaart met geregistreerde putten naast de beregeningskaart te leggen.	Beregning
HZZ	Prioriteiten landelijke verdringings-reeks	Vanuit de reacties lijkt in het algemeen de kaart en het weergegeven beeld herkenbaar. Twee aandachtspunten zijn de doorspoeling van de Noordervaart en prioritering 'Kapitaal intensieve teelt'.	Verdringingsreeks
HZZ	Prioriteiten landelijke verdringings-reeks	Doorspoeling Noordervaart t.b.v. KRW-doelen: welke prioriteit geven in model? Doorspoeling heeft lage prioriteit, maar KRW-doelen halen heeft hoge prioriteit.	Doorspoeling
HZZ	Grondwateronttrekking en	In gebieden waar nagenoeg ieder zomerseizoen oppervlaktewateronttrekkingen verboden worden, daar onttrekking in model op 0 m ³ /s zetten.	Grondwateronttrekkingen en RWZI's
HZZ	Nieuwe afspraken	<i>Waterakkoord Brabantse en Limburgse kanalen:</i> Waterakkoord RWS, dommel, Limburg en Aa Maas over Brabantse en Limburgse kanalen.	Wateraanvoer en -verdeling
HZZ	Nieuwe afspraken	<i>Beleid grondwateronttrekkingen:</i> In Brabant geldt één beleid voor grondwateronttrekkingen. Onderdeel hiervan is dat wanneer in april de grondwaterstand te laag is, een onttrekkingsverbod geldt voor beregning van grasveld voor twee maanden.	Grondwateronttrekkingen en RWZI's
HZZ	Nieuwe afspraken	<i>Grondwaterconvenant Noord-Brabant:</i> beleidsdoelen/streven	Strategie
HZZ	Maatregelen (vastgelegd beleid)	<i>Peilopzet verhoging met wateraanvoer:</i> Aa en de Maas heeft kaartmateriaal beschikbaar over peilbeloop. De vraag is of dit behoort tot het landelijke spoor, en of het effect voor de regio in het model zichtbaar wordt.	Gebieden zonder aanvoer: actualisatie peilen en ligging
HZZ	Maatregelen (vastgelegd beleid)	<i>Dommel maatregel peilopzet:</i> Maatregel peilopzet verhoging middels stuwdammen. Met meetgegevens van 2021 kan waterschap Den Dommel theoretisch laten zien waar deze maatregelen zijn uitgevoerd. Op deze plekken lijkt de grondwaterstand minder uitgezakt te zijn dan de rest van de deelgebieden. Of dit enkel door de maatregel is veroorzaakt, is de vraag.	Gebieden zonder aanvoer: actualisatie peilen en ligging
HZZ	Maatregelen (vastgelegd beleid)	<i>Verruiming Noordervaart:</i> Waterakkoord over 2 m ³ extra capaciteit. De nieuwe capaciteit is 5,4 m ³ .	Wateraanvoer en -verdeling
HZZ	Maatregelen (vastgelegd beleid)	<i>Inlaat Sambeek:</i> maatregelen over regionale ingelaten.	Wateraanvoer en -verdeling

HZZ	Sub irrigatie DPZW fase 2	Sub-irrigatie Limburg: In Limburg ligt het <i>plan (DPZW fase 2)</i> om sub-irrigatie grootschalig (300 ha) in te richten. Dit moet en kan in de referentie worden ingebouwd. Noortje Vromans heeft hierover informatie. De plek waar dit wordt toegepast is al bekend.	Gebieden zonder aanvoer: actualisatie peilen en ligging
HZZ	Regioscan	Regio is tevreden over de vorige regioscan. De behoefte voor een nieuwe regioscan lijkt voor nu er niet te zijn. Dit heeft er mee te maken dat de fysieke omgeving niet tot nauwelijks is veranderd en er geen nieuwe maatregelen in beeld zijn.	Geen actie

D Maatregelen

Zoetwatermaatregelen	Categorie
Slimmer doorspoelen zoute polders	Doorspoelbehoefte (verzilting en waterkwaliteit)
Optimalisatie watersysteem ZWD	Wateraanvoer en -verdeling
Maatregel D8, Reigersbergse polder	Wateraanvoer en -verdeling
Regelbare drainage	Gebieden zonder aanvoer: actualisatie peilen en ligging
Greppels afsluitbaar maken	Gebieden zonder aanvoer: actualisatie peilen en ligging
Duikers verhogen	Gebieden zonder aanvoer: actualisatie peilen en ligging
Plaatsen stuwen in detailwaterlopen	Gebieden zonder aanvoer: actualisatie peilen en ligging
Oppervlakkige afstroming beperken of sturen	Maaiveldafvoer
Afkoppelen verhard oppervlak naar berging of infiltratievoorziening	Stedelijk gebied: verbeteren waterbalans stedelijk gebied + link met funderingsschade?
Groenblauwe structuren en klimaatrobuust inrichten openbare ruimte	Stedelijk gebied: verbeteren waterbalans stedelijk gebied + link met funderingsschade?
Waterpartijen onderdeel laten zijn van het grotere watersysteem of omvormen tot wadi's	Stedelijk gebied: verbeteren waterbalans stedelijk gebied + link met funderingsschade?
Ontsteden van publiek verhard oppervlak	Stedelijk gebied: verbeteren waterbalans stedelijk gebied + link met funderingsschade?
Druppelirrigatie	Beregening
Subirrigatie (komt ook uit landbouwtransitie)	Gebieden zonder aanvoer: actualisatie peilen en ligging
Hergebruik regenwater	Beregening
Hergebruik RWZI-effluent (komt ook uit landbouwtransitie)	Grondwateronttrekkingen en RWZI's
Temmen brakke kwel	Doorspoelbehoefte (verzilting en waterkwaliteit)
Lek zoethouden	Koppeling watervraag-chlorideconcentratie
Korten van onttrekkingen t.b.v. beregening (beregeningverbod)	Beregening
Landbouw- en energietransitie	Categorie
Bufferzones	Strategie
Waterberging (sloten dempen, regelbare drainage met subirrigatie, etc.)	Strategie
Versterken Natura2000 gebieden	Strategie; Beregening; Grondwateronttrekkingen
Precisielandbouw	Watervraag landbouw: WOFOST en landbouwtransitie
Efficiënter beregenen (bijvoorbeeld druppelirrigatie, ook een DPZW maatregel)	Beregening

Meer gewassen door elkaar (bijv. strokenteelt, agroforestry, voedselbossen, mengteelten)	Waternvraag landbouw: WOFOST en landbouwtransitie
Verhoging waterpeil, onderwaterdrainage, drukdrainage	Strategie; implementatie regelbare drainage
Andere teelten (natte teelten)	Waternvraag landbouw: WOFOST en landbouwtransitie
Zonneparken	Waternvraag landbouw: WOFOST en landbouwtransitie
Overige maatregelen	Categorie
Ondergrondse drinkwateropslag	Grondwateronttrekkingen en RWZI's
vervolgmaatregel Brielse meer	Koppeling waternvraag-chlorideconcentratie
Opslagwater door industrie	Grondwateronttrekkingen en RWZI's
Slimmer regionaal waterbeheer	Wateraanvoer en -verdeling
Bodemdaling	Implementatie regelbare drainage met subinfiltratie,
Peilverhoging	Strategie
Sloten dempen	Strategie
Minder watergebruik glastuinbouw	Glastuinbouw
Zuinig schutten Maaspanden / Julianakanaal	Wateraanvoer en -verdeling
Riool infiltratiesystemen: infiltreren in stad	Stedelijk gebied: verbeteren waterbalans stedelijk gebied + link met funderingsschade

E Herziening verdringingsreeks in LHM

E.1 Algemene aanpak

Deze bijlage beschrijft de verwerking van de regionale verdringingsreeks in het MOZART model. Tijdens dit proces zijn prioriteiten toegekend aan de local surface waters (LSW's) in MOZART, die overeenkomen met de ruimtelijke verdeling van de verdringingsreeks. Specifiek houdt dit in dat op LSW-niveau prioriteiten worden toegekend aan de gebruikers peilbeheer, doorspoeling en beregening. Dit is gedaan op basis van datakaarten in Shapefile-formaat. Deze prioritering bepaalt welke gebruiker binnen de LSW als eerste een bepaalde hoeveelheid water gealloceerd krijgt, waarna het restant naar de tweede gealloceerde gebruiker gaat, gevolgd door de derde etc. Het is heel goed mogelijk dat een LSW meerdere prioriteringen toegewezen heeft gekregen, aangezien het mogelijk is dat er meerdere gebruikers binnen een LSW gelokaliseerd zijn. Hierbij geldt dat de hoogste prioritering binnen de LSW wordt aangehouden.

De regionale verdringingsreeks volgt op de landelijke verdringingsreeks, welke bestaat uit vier categorieën. De rangorde van belangen binnen categorieën 1 en 2 is op nationaal niveau vastgelegd, maar de rangorde binnen categorie 3 en 4 kan regionaal variëren (zie Figuur 12.2). Binnen deze twee categorieën kunnen dus regels worden vastgelegd in de provinciale verordening. Deze regels worden vastgelegd per Regionaal Droogte Overleg (RDO) (Figuur 12.3). Voor ieder Local Surface Water is bepaald in welke RDO deze is gelokaliseerd, waarna voor elke Local Surface Water de prioriteringsregels voor die specifieke RDO worden gehanteerd.

Categorie 1	Categorie 2	Categorie 3	Categorie 4
het waarborgen van de veiligheid tegen overstroming en het voorkomen van onomkeerbare schade	Nutsvoorzieningen	Kleinschalig hoogwaardig gebruik	Overige belangen (economische afweging ook voor natuur)
1.1 De stabiliteit van waterkeringen 1.2 Het voorkomen van klink en zettingen 1.3 Natuur, voor zover het gaat om het voorkomen van onomkeerbare schade	2.1 Drinkwatervoorziening (leveringszekerheid) 2.2 Energievoorziening (leveringszekerheid)	3.1 Gebruik industrieel proceswater 3.2 Tijdelijke beregening kapitaalintensieve gewassen	4.1 Peilhandhaving 4.2 Doorspoelen en onttrekking voor beregening van akkerbouw 4.3 Beregening van gras/maïs 4.4 Doorspoelen 4.5 Overige belangen
Gaat voor 2 ->	Gaat voor 3 ->	Gaat voor 4 ->	

Figuur 12.2 Regionale uitwerking van de verdringingsreeks voor de regio IJsselmeergebied (Waterverdeling regio IJsselmeergebied, 2021).



Figuur 12.3 Regionaal Droogte Overleggen (RDO's) binnen Nederland (Ministerie van Infrastructuur & Waterstaat, 2020).

E.2 Prioritering en databronnen per RDO

Voor ieder RDO is opgezocht welke prioritering wordt gehanteerd, dit is weergegeven hieronder in Tabel 4. Belangrijk hier is om te vermelden dat RDO-Zuid-West is opgedeeld in vier deelgebieden: 1) Volkerak-Zoommeer en Mark-Dintel-Vlietsysteem; 2) Brabantse Delta; 3) Zeeland zonder aanvoermogelijkheden; 4) Hollandse Delta. Deze hebben ieder een eigen verdringingsreeks (zie Tabel 6 en Uitwerking verdringingsreeks Zuidwestelijke Delta, 2022).

Tabel 4 Gehanteerde verdringingsreeks per RDO.

RDO	Verdringingsreeks categorie	Onderbouwing prioritering en bron
Alle	1.1. De stabiliteit van waterkeringen	De rangorde van belangen binnen categorieën 1 en 2 is op nationaal niveau vastgelegd en is dus hetzelfde voor alle RDO's (<i>Waterverdeling regio IJsselmeergebied</i> , 2021).
Alle	1.2. Het voorkomen van klink en zettingen	
Alle	1.3. Voorkomen van onomkeerbare schade aan natuur	
Alle (Distributie Model)	2.1. Leveringszekerheid drinkwatervoorziening	
Alle (Distributie Model)	2.2. Leveringszekerheid energievoorziening	
Alle (Distributie Model)	3.1. Gebruik industrieel proceswater	RDO-Noord volgt de regionale verdringingsreeks (<i>Waterverdeling regio IJsselmeergebied</i> , 2021). In de regiorondes, gehouden in de zomer van 2022, werd aangegeven dat informatie van Noord over de regionale verdringingsreeks ook moet worden toegepast op het Twentekanaalsysteem (Van Velthoven, 2022; Koops, 2022). Ook werd tijdens deze regiorondes aangegeven dat er geen
RDO-Noord; RDO-Twentekanaal; RDO-West-Midden; en RDO-Zuid-West (Deelgebieden 3 en 4)	3.2. Berekening glastuinbouw & kapitaalintensieve gewassen	
	4.1. Peilhandhaving kapitaalintensieve gewassen, glastuinbouw, en overig	
	4.2. Doorspoeling en berekening akkerbouw; doorspoeling kapitaalintensieve gewassen en glastuinbouw	
	4.3. Berekening gras en mais	

	4.4. Doorspoeling stadswateren + overig	document beschikbaar is over de regionale verdringingsreeks in regio West. Om deze reden wordt de aanname gedaan dat de prioritering van RDO-Noord kan worden gevolgd (Van Velthoven, 2022). Deelgebied 3 binnen RDO-Zuid-West hanteert de landelijke verdringingsreeks. Deelgebied 4 valt volgens de RDO's onder RDO West-Midden, en hanteert de verdringingsreeks van West-Nederland. Deze hanteert dus ook de verdringingsreeks zoals hier aangegeven (<i>Regionale uitwerking verdringingsreeks Zuidwestelijke Delta</i> , 2022).
RDO-Zuid-West (Deelgebieden 1 en 2); RDO-Zuid-Oost; en RDO-Gelderland	3.2. Berekening glastuinbouw & kapitaalintensieve gewassen	In deelgebied 1 wordt onderscheid gemaakt in kapitaalintensieve en reguliere teelten. Verder wordt er binnen categorie 4 geen onderscheid gemaakt (Quist, 2022). Voor deelgebied 2 gelden onder het zomerpeil van -0,20/-0,30 m beperkingen voor het beregenen van niet-kapitaalintensieve teelten, aangezien er dan sprake is van zeer slechte waterkwaliteit, vissterfte en schade aan oevers (<i>Regionale uitwerking verdringingsreeks Zuidwestelijke Delta</i> , 2022). RDO-Gelderland heeft geen nadere prioritering opgenomen voor categorie 3 en 4 door de sterke verwevenheid van functies. Wel wordt er nog onderscheid gemaakt tussen de categorieën 3 en 4 (<i>Regionale uitwerking van de Verdringingsreeks Zoetwaterregio Rivierengebied</i> , 2022). RDO-Zuid-Oost gebruikt voornamelijk grondwater, en er wordt eigenlijk alleen een belangrijke prioritering gegeven aan de Peelgebieden binnen deze RDO (informatie verkregen van Joachim Hunink, Aa en Maas).
	4.X. Alle overige categorieën	

Figuren 34 en 35 hieronder laten een specifiek overzicht zien van de gehanteerde regionale verdringingsreeks per RDO en alsmede de koppeling van een verdringingsreeks categorie aan een 'MOZART'-prioritering. Belangrijk is om te benoemen dat de hoogste prioriteit wordt gegeven aan alle gebruiksfuncties indien er geen onderscheid wordt gemaakt binnen een categorie. Bijvoorbeeld in RDO-Gelderland wordt er binnen categorie 4 geen onderscheid gemaakt in prioritering voor de gebruiksfuncties, waardoor alle gebruiksfuncties een prioriteit van 7 krijgen (de hoogste prioriteit in categorie 4). Zie ook Figuur 35.

De grenswaarden voor de te hanteren prioritering is nodig om aan te geven wanneer een LSW die prioritering krijgt. De grenswaarden zijn bepaald door kaarten te maken van de verschillende arealen en percentages per categorie. Aan de hand van expert judgement is gekeken wanneer een areaal of percentage werd bereikt waarbij de categorie daadwerkelijk herkenbaar was als die categorie. Bijvoorbeeld bij een grenswaarden van 20% waren de weergegeven stedelijke gebieden op de kaart ook daadwerkelijk overeenkomend met stedelijke gebieden in de praktijk. Deze kaarten zijn weergegeven in Paragraaf E.4.

Ook wordt per categorie in Figuur 34 weergegeven welke databronnen zijn gebruikt voor het maken van de kaarten en hanteren van de cutoff. In totaal zijn er 6 kaarten gebruikt:

1. Databron met de LSW's (Afwateringseenheden MOZART), waarin ook is aangegeven welke van de LSW's peilbeheerst zijn.
2. Databron met de bodemtypes (BOFEK), gebruikt om af te leiden waar de veengebieden zijn.
3. Databron met kwetsbare natuur (Cat1), waarmee kwetsbare natuurgebieden zijn geïdentificeerd. Deze bron is samengevoegd met de aangeleverde bufferzones rondom de peilgebieden, die Joachim Hunink (Aa en Maas) ons heeft toegestuurd.
4. Databron met landgebruik (LGN250), waaruit akkerbouw, kapitaalintensieve gewassen, akkerbouw, en stedelijk gebied kon worden afgeleid.
5. Databron met doorspoeling (mzpriority), waarin doorgespoelde LSW's zijn opgenomen.
6. Databron met berekening (BEREGEN), waarin areaal berekening is weergegeven.

Voor berekening zijn er 1928 LSW's en voor doorspoeling 8173 LSW's die op basis van deze databronnen geen prioritering toegewezen hebben gekregen. Deze hebben volgens de onderliggende kaarten namelijk geen doorspoeling of berekening. Voor peilbeheer hebben alle LSW's een prioritering gekregen, omdat alle type LSW's (peilbeheerst of vrij-afwaterend) zijn meegenomen in de prioritering. Voor berekening en doorspoeling is gekozen om voor deze LSW's de overige prioritering te hanteren.

Dit wil zeggen dat voor berekening de LSW's die in RDO-Noord, RDO-Twentekanalen, RDO-West-Midden, of RDO-Zuid-Deelgebieden 3 en 4 liggen een prioritering van 9 wordt gehanteerd, en voor de LSW's zonder prioritering in de overige RDO's een prioritering van 7. De uiteindelijke prioriteringen die zijn gehanteerd voor berekening worden weergegeven in Figuur 36.

Voor doorspoeling wordt voor de LSW's die in RDO-Noord, RDO-Twentekanalen, RDO-West-Midden, of RDO-Zuid-Deelgebieden 3 en 4 liggen een prioritering van 10 gehanteerd, en voor de LSW's zonder prioritering in de overige RDO's een prioritering van 7. De uiteindelijke prioriteringen die zijn gehanteerd voor doorspoeling worden weergegeven in Figuur 37.

Voor peilbeheer worden de uiteindelijke prioriteringen weergegeven in Figuur 38.

De gehanteerde prioritering moet ook overeenkomen met de prioritering gehanteerd in het Distributiemodel (DM). Dit model is binnen het Landelijk Hydrologisch Model gelinkt aan MOZART en berekent de waterverdeling binnen het hoofdwatersysteem. De prioritering voor het DM is weergegeven in Figuur 39 en is opgesteld in overleg met Geert Prinsen (Deltares).

Kanttekening: In bovenstaande tekst en in de afbeeldingen staat dat voor de RDO's een prioritering van 1 t/m 10 in MOZART is toegepast. Bij de testrun kwam alleen het probleem naar voren dat een prioritering t/m 10 in het huidige MOZART niet mogelijk is, en dat deze maar t/m 9 kan gaan. Om deze reden is binnen het huidige MOZART daarom toch een prioritering t/m 9 gehanteerd, waarbij prioritering 10 naar prioritering 9 is veranderd voor de RDO's waarbij dit van toepassing is. In de opvolger van MOZART zal de prioritering zoals beschreven in deze memo (inclusief prioritering 10) worden toegepast.

Hantering regionale verdringingsreeks: RDO-Noord; RDO-Twentekanalen; RDO-West-Midden; en RDO-Zuid-West (Deelgebieden 3 en 4)

Prioritering	Verdringingsreeks categorie	Cutoff voor hanteren prioritering	Databronnen voor afleiden categorie
1	1.1. De stabiliteit van waterkeringen	Nvt	Nvt
2	1.2. Het voorkomen van klink en zettingen	Areaal veen ten minste 10 ha en ten minste 1% van LSW-areaal	Bodemkaart (BOFEK)
	1.3. Voorkomen van onomkeerbare schade aan natuur	1 ha kwetsbare natuur binnen areaal LSW	Peilbeheerste LSW's (Afwateringseenheden Mozart) Kwetsbare natuurkaart (Cat1)
3	2.1. Leveringszekerheid drinkwatervoorziening	Nvt	Nvt
4	2.2. Leveringszekerheid energievoorziening	Nvt	Nvt
5	3.1. Gebruik industrieel proceswater	Nvt	Nvt
6	3.2. Berekening glastuinbouw & kapitaalintensieve gewassen	25 ha beregende kapitaalintensieve gewassen binnen beregend areaal LSW	Beregeningskaart (BEREGEN)
		10 ha beregende glastuinbouw binnen beregend areaal LSW	Landgebruikskaart (LGN250)
7	4.1. Peilhandhaving kapitaalintensieve gewassen, glastuinbouw, en overig	25 ha kapitaalintensieve gewassen binnen areaal LSW	Peilbeheerste LSW's (Afwateringseenheden Mozart)
		10 ha glastuinbouw binnen areaal LSW	Landgebruikskaart (LGN250)
		Overig areaal zonder categorie binnen areaal LSW	Landgebruikskaart (LGN250)
8	4.2. Doorspoeling akkerbouw, kapitaalintensieve gewassen en glastuinbouw	10% akkerbouw t.o.v. areaal LSW	Doorspoelkaart (mzprioriteit)
		25 ha kapitaalintensieve gewassen binnen areaal LSW	Landgebruikskaart (LGN250)
		10 ha glastuinbouw binnen areaal LSW	Landgebruikskaart (LGN250)
	4.2. Berekening akkerbouw	10% akkerbouw t.o.v. beregend areaal LSW	Beregeningskaart (BEREGEN) Landgebruikskaart (LGN250)
9	4.3. Berekening gras en mais	Overig areaal zonder categorie binnen beregend areaal LSW	Beregeningskaart (BEREGEN)
			Landgebruikskaart (LGN250)
10	4.4. Doorspoeling stadswateren, en overig	25% stedelijk gebied t.o.v. areaal LSW	Doorspoelkaart (mzprioriteit)
		Overig areaal zonder categorie binnen areaal LSW	Landgebruikskaart (LGN250)

 = Onderdeel van het Distributie Model = Berekening = Peilhandhaving = Doorspoeling			
--	--	--	--

Figuur 12.4 Informatieoverzicht hantering regionale verdringingsreeks voor RDO-Noord; RDO Twentekanalen; RDO-West-Midden; en RDO-Zuid-West (Deelgebieden 3 en 4).

Hantering regionale verdringingsreeks: RDO-Zuid-West (Deelgebieden 1 en 2); RDO-Zuid-Oost; en RDO-Gelderland

Prioritering	Verdringingsreeks categorie	Cutoff voor hanteren prioritering	Databronnen voor afleiden categorie
1	1.1. De stabiliteit van waterkeringen	Nvt	Nvt
2	1.2. Het voorkomen van klink en zettingen	Areaal veen ten minste 10 ha en ten minste 1% van LSW-areaal	Bodemkaart (BOFEK)
	1.3. Voorkomen van onomkeerbare schade aan natuur	1 ha kwetsbare natuur binnen areaal LSW	Peilbeheerste LSW's (Afwateringseenheden Mozart) Kwetsbare natuurkaart (Cat1)
3	2.1. Leveringszekerheid drinkwatervoorziening	Nvt	Nvt
4	2.2. Leveringszekerheid energievoorziening	Nvt	Nvt
5	3.1. Gebruik industrieel proceswater	Nvt	Nvt
6	3.2. Berekening glastuinbouw & kapitaalintensieve gewassen	25 ha beregende kapitaalintensieve gewassen binnen beregend areaal LSW	Beregeningskaart (BEREGEN)
		10 ha beregende glastuinbouw binnen beregend areaal LSW	Landgebruikskaart (LGN250)
7	4.X. Peilhandhaving kapitaalintensieve gewassen, glastuinbouw, en overig	25 ha kapitaalintensieve gewassen binnen areaal LSW	Peilbeheerste LSW's (Afwateringseenheden Mozart)
		10 ha glastuinbouw binnen areaal LSW	Landgebruikskaart (LGN250)
		Overig areaal zonder categorie binnen areaal LSW	Landgebruikskaart (LGN250)
	4.X. Doorspoeling akkerbouw, kapitaalintensieve gewassen, glastuinbouw, stadswateren, en overig	10% akkerbouw t.o.v. areaal LSW	Doorspoelkaart (mzpriority)
		25 ha kapitaalintensieve gewassen binnen areaal LSW	
		10 ha glastuinbouw binnen areaal LSW	Landgebruikskaart (LGN250)
		25% stedelijk gebied t.o.v. areaal LSW	
		Overig areaal zonder categorie binnen areaal LSW	
	4.X. Berekening akkerbouw, en gras en maïs	10% akkerbouw t.o.v. beregend areaal LSW	Beregeningskaart (BEREGEN)
		Overig areaal zonder categorie binnen beregend areaal LSW	Landgebruikskaart (LGN250)

= Onderdeel van het Distributie Model

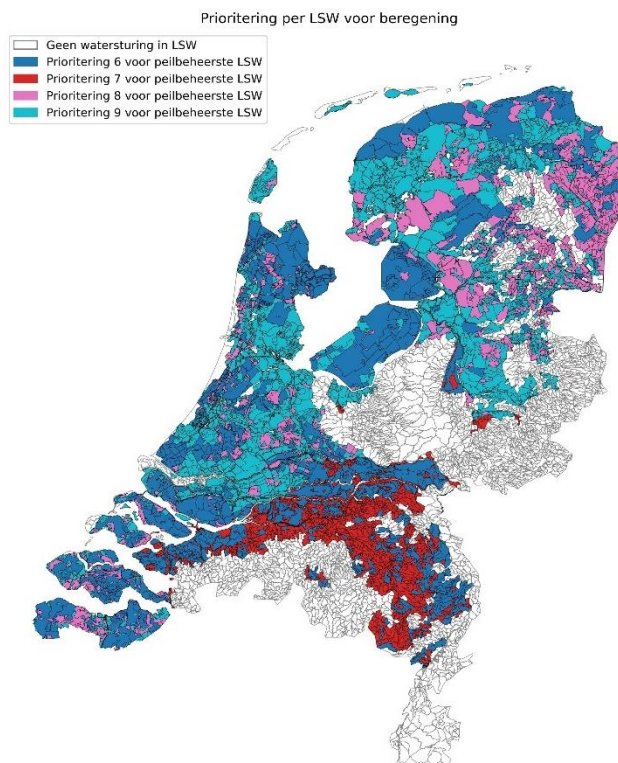
= Berekening

Legenda

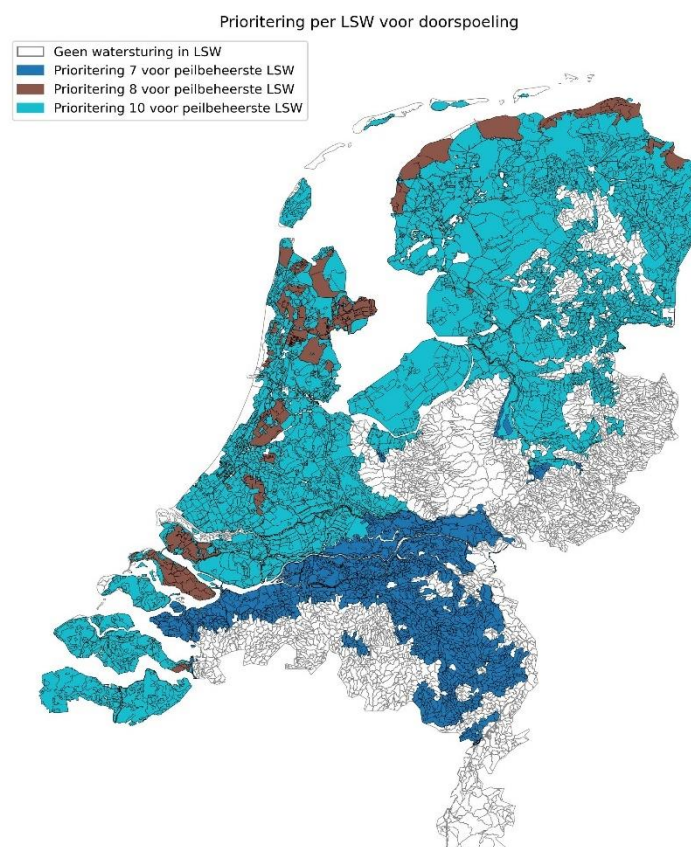
= Peilhandhaving

= Doorspoeling

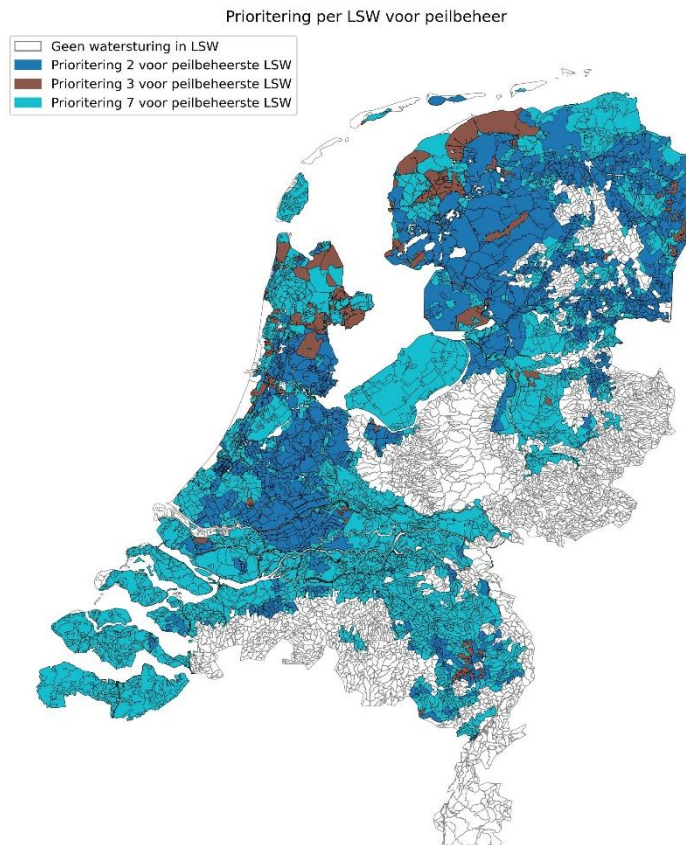
Figuur 12.5 Informatieoverzicht hantering regionale verdringingsreeks voor RDO-Zuid-West (Deelgebieden 1 en 2); en RDO-Gelderland.



Figuur 12.6 Prioriteringen per LSW voor beregening. De kleuren geven de prioritering aan.



Figuur 12.7 Prioriteringen per LSW voor doorspoeling. De kleuren geven de prioritering aan.



Figuur 12.8 Prioriteringen per LSW voor peilbeheer. De kleuren geven de prioritering aan

Hantering regionale verdringingsreeks DM		
Prioritering	Verdringingsreeks categorie	Gebruikersfuncties
1	1.1. De stabiliteit van waterkeringen	Alleen voor veiligheid
3	2.1. Leveringszekerheid drinkwatervoorziening + doorspoeling Afsluitdijk	Veiligheid en drinkwater
4	2.2. Leveringszekerheid energievoorziening	Veiligheid, drinkwater en energie
5	3.X. Kritiek peil 1 - Meren	Veiligheid, industrie, drinkwater en energie
	3.1. Gebruik industrieel proceswater	
7	4.X. Kritiek peil 2 - Meren	Berekening glastuinbouw en kapitaalintensieve gewassen, algehele peilhandhaving, veiligheid, industrie, drinkwater en energie
8	4.X. Doorspoeling akkerbouw, kapitaalintensieve gewassen en glastuinbouw	Doorspoeling en berekening glastuinbouw en kapitaalintensieve gewassen, doorspoeling akkerbouw, algehele peilhandhaving, veiligheid, industrie, drinkwater en energie
10	Doorspoeling stadswateren en overig	Alle gebruikers
11	4.X. Streefpeil meren	Alle gebruikers

Figuur 12.9 Informatieoverzicht hantering regionale verdringingsreeks Distributiemodel overeenkomend met de prioritering in MOZART. In de derde kolom zijn gebruikersfuncties toegevoegd, die aangeven welke functie nog bij die prioritering mag worden uitgevoerd

E.3 Verschil met de oude prioritering

De hierboven beschreven nieuwe aanpak waarin regionaal geprioriteerd wordt, verschilt van de oude aanpak voor zowel MOZART als het Distributie Model.

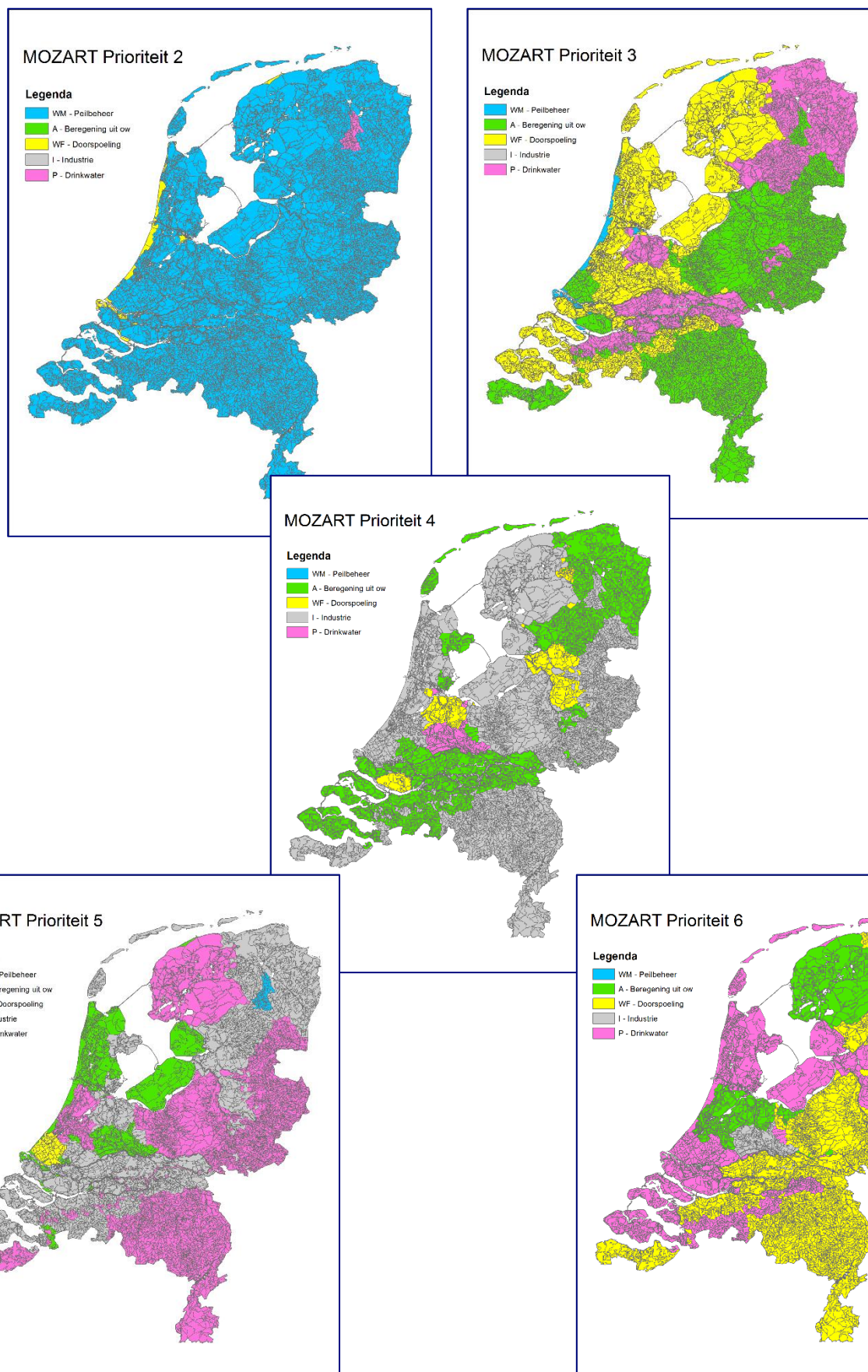
In de oude aanpak werden er binnen MOZART vijf prioriteiten toegekend in plaats van de zeven/tien prioriteiten in de nieuwe aanpak. Dit werd gedaan op basis van gebruiker (berekening, peilbeheer, doorspoeling, industrie en drinkwater) en op niveau van de oude waterschappen. Per waterschap zijn gesprekken gevoerd om te bepalen welke gebruikers er binnen dat waterschap aanwezig waren en welke gebruiker de hoogste prioritering toegewezen kreeg. In enkele gevallen is door de waterbeheerder verwezen naar de Landelijke Verdringingsreeks. Indien de Landelijke Verdringingsreeks prioriteit geeft aan een gebruiksfunctie welke niet aanwezig is binnen een gebied, levert dit geen problemen op. Het model gaat dan verder naar de volgende prioriteit (Van den Braak et al., 2006). Deze prioritering resulteert in het feit dat de LSW's die binnen een oud waterschap vielen min of meer dezelfde prioritering hadden. In Paragraaf E.4 staan Figuren waarin voor de LSW's is aangegeven welke prioriteit hier werd gehanteerd.

In de oude aanpak werden er binnen DM prioriteiten tot en met prioriteit 9 gegeven, terwijl dit in de nieuwe aanpak 11 prioriteiten zijn. Er zijn aanpassingen doorgevoerd in drie DM-files. Hieronder staat per file beschreven welke aanpassingen specifiek zijn doorgevoerd en hoe deze verschillen van de oude aanpak.

- DM invoerfile Fixed.txt:
 - Drink- en industriewateronttrekkingen waren in LHM 4.2 prioriteit 2 (drinkwater; sommige zelfs prioriteit 1) en 4 (industriewater)
De prioriteiten zijn nu consequent prioriteit 3 (voor drinkwater) en prioriteit 5 (voor industriewater)
 - Er waren schut- en lekverliezen via de fixed.txt geïmplementeerd voor o.a. Twentekanaal, Dorkwerd, diverse andere sluizen; in LHM 4.2 was dit met prioriteit 1, in LHM 4.3 prioriteit 2.
 - RWZI lozingen waren prioriteit 1, zijn nu gekoppeld aan de prioriteit van drinkwater (prioriteit 3)
- DM invoerfile Lnks.txt
 - Doorspoeling (gewenste debieten) prioriteiten zijn aangepast.
 - Randmeren Oost-Markmeer was in LHM 4.2 prioriteit 3 en 5, is in LHM 4.3 prioriteit 3 en 6.
 - Doorspoeling Hagestein Lek had in LHM 4.2. prioriteit 2 en 8, in LHM 4.3 prioriteit 3 en 10.
 - Doorspoeling Beatrixsluizen was in LHM 4.2 prioriteit 2, is in LHM 4.3 prioriteit 3.
 - Doorspoeldebieten ter voorkoming/bestrijding van zoutindringing of voor WQ hadden in LHM 4.2 typisch prioriteit 8, dat is in LHM 4.3 prioriteit 10 geworden.
(Markmeer-NZK, Eendracht/Zoommeer, Eemskanaal, Rozema, Westerwoldsche Aa, Zoutkamp, Harlingen, Den Helder, Spaarndam/Halfweg, Katwijk, Zuiderdiep etc)
 - Doorspoeldebieten gerelateerd aan bestrijding zoutindringing in verband met drinkwateronttrekkingen (Afsluitdijk, Weesp ARK) hebben echter prioriteit 3 (=de prioriteit van drinkwater)
Voor Afsluitdijk was het in LHM 4.2 nog een lage prioriteit (nog niet gekoppeld aan drinkwater), maar na de droge zomer van 2018 en de update van waterakkoord Noord NL is dat in LHM 4.3 wel gedaan.
 - Doorspoeldebieten Brabantse kanalen ter representatie van schut/lekverliezen die door zuinig schutten en/of terugpompen beperkt kunnen worden, zijn verlaagd (van prioriteit 2-6 in LHM 4.2 naar prioriteit 2-10 in LHM 4.3)
 - Schut/Lekverlies Maas-Waalkanaal van prioriteit 1 naar prioriteit 2 in LHM 4.3.

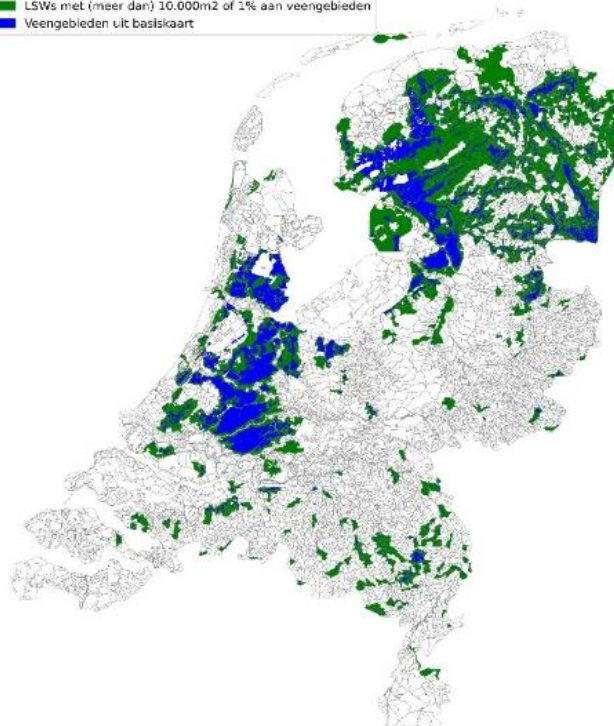
- Lateraalkanaal doorspoeling voor WQ: deels met hoge prioriteit 3 en met lage prioriteit 8 in LHM 4.2, naar prioriteit 3 en 10 in LHM 4.3
- Doorspoeling Weerdsluis voor WQ: van prioriteit 4 en 6 naar prioriteit 5 en 10
- Doorspoeling Utrechtse Vecht van prioriteit 1 en 8 naar prioriteit 3 en 10.
- Doorspoeling Brabantse Delta (Dintel, Roosendaalse/Steenbergse Vliet) van prioriteit 6 naar prioriteit 7
- Noordervaart doorspoeling Katsberg van prioriteit 2 en 8 naar prioriteit 2 (kwetsbare natte natuur – veengebied Peel)
- DM invoerfile NDS.txt:
 - Peilbeheer streefpeil prioriteit was 9 in LHM 4.2, nu prioriteit 11 in LHM 4.3
 - Kritische peilen prioriteit ongewijzigd voor IJsselmeergebied (prioriteit 5 en 7) kritische peilen overige knopen met peilbeheer ook op prioriteit 5 en 7 gezet in LHM 4.3 (stond bij diverse stuwpanden op de Maas en bij sommige regionale boezemsystemen – Friesland, Groningen, Zuiderdiep nog op prioriteit 1-2)
 - Minimum peil prioriteit 1 (ongewijzigd)

E.4 Additionele figuren prioritering

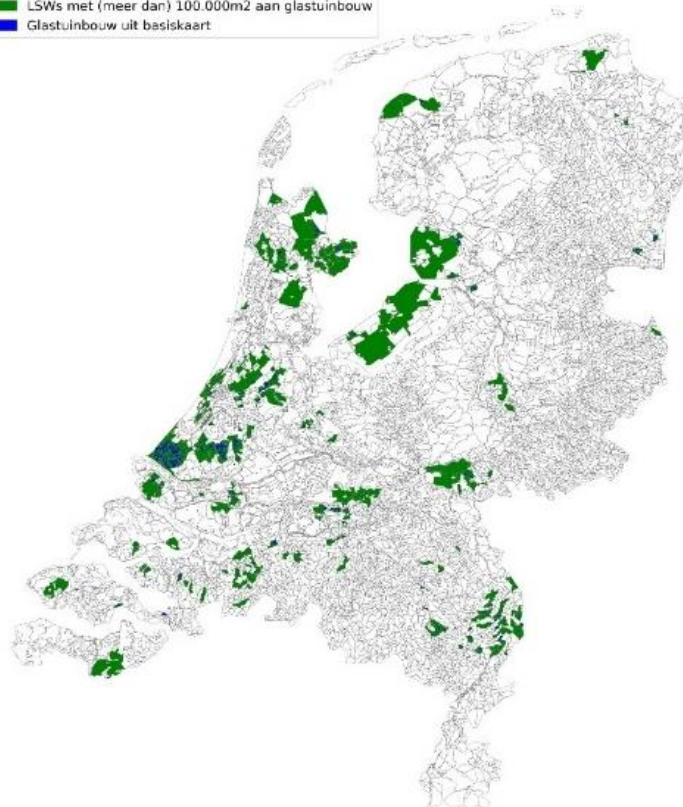


E.5 Additionele figuren grenswaarden

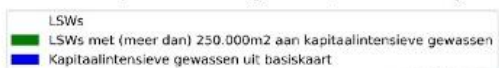
LSWs met veengebieden, waarvan area groter of gelijk aan 10.000 m2 & percentage groter of gelijk aan 1% is



LSWs met glastuinbouw, waarvan area groter of gelijk aan 100.000 m2 is



LSWs met kapitaalintensieve gewassen, waarvan area groter of gelijk aan 250.000 m² is

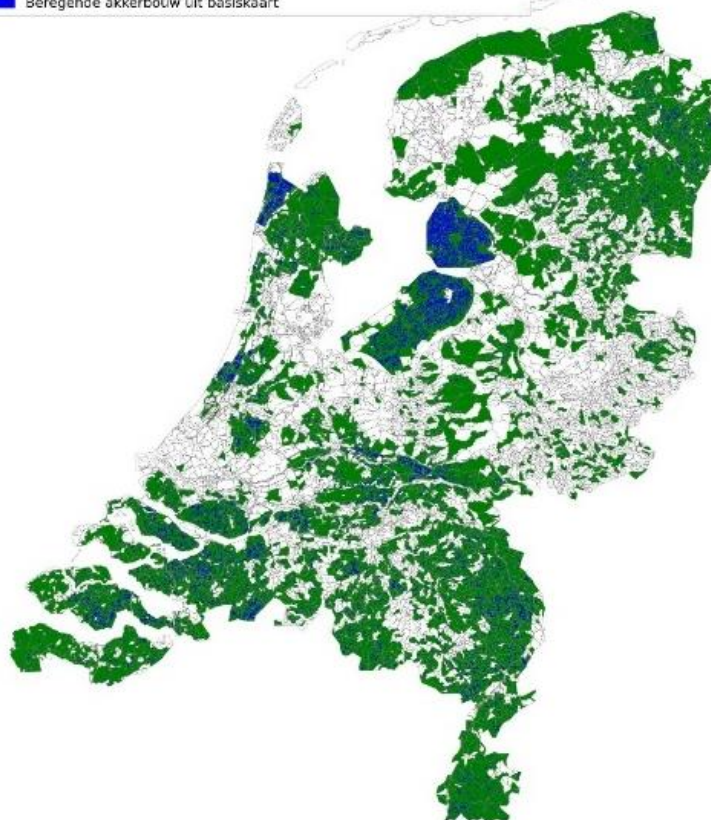


LSWs die peilbeheerst zijn



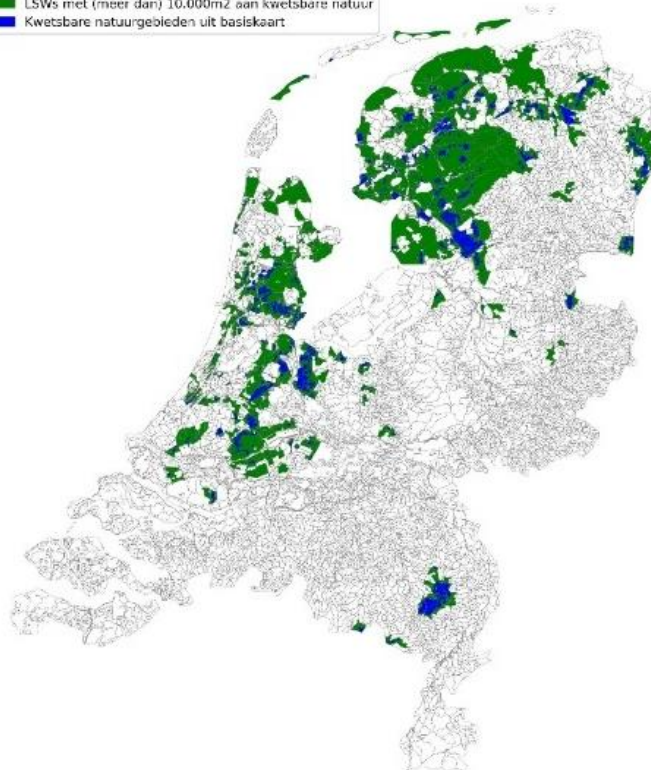
Beregend oppervlak binnen LSW met akkerbouw, waarvan area groter of gelijk aan 10% is

- LSWs
- Beregende oppervlak binnen LSWs met (meer dan) 10% aan akkerbouw
- Beregende akkerbouw uit basiskaart



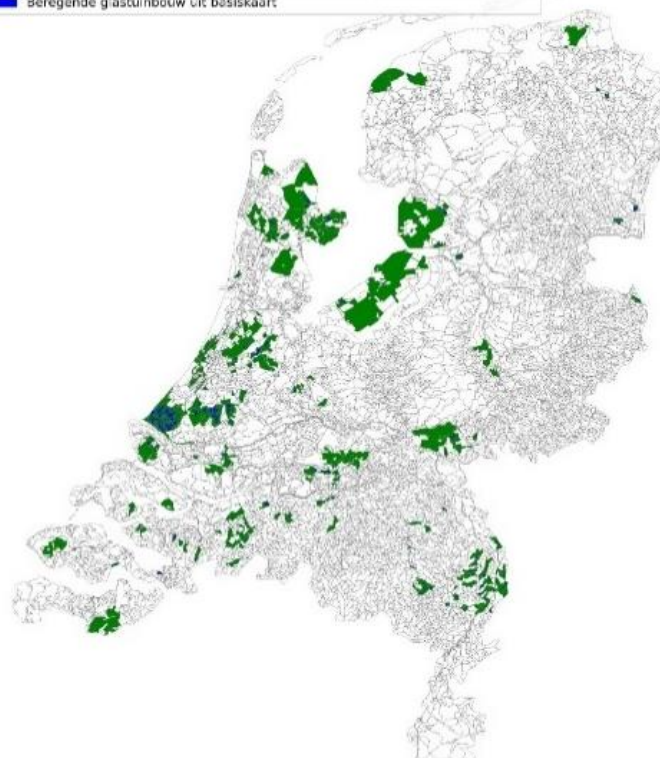
LSWs met kwetsbare natuur, waarvan area groter of gelijk aan 10.000 m2 is

- LSWs
- LSWs met (meer dan) 10.000m2 aan kwetsbare natuur
- Kwetsbare natuurgebieden uit basiskaart



Beregend oppervlak binnen LSW met glastuinbouw, waarvan area groter of gelijk aan 100.000 m² is

- LSWs
- Beregend oppervlak binnen LSW met (meer dan) 100.000m² aan glastuinbouw
- Beregende glastuinbouw uit basiskaart



Beregend oppervlak binnen LSW met kapitaalintensieve gewassen, waarvan area groter of gelijk aan 250.000 m² is

- LSWs
- Beregende oppervlak binnen LSWs met (meer dan) 250.000m² aan kapitaalintensieve gewassen
- Beregende kapitaalintensieve gewassen uit basiskaart

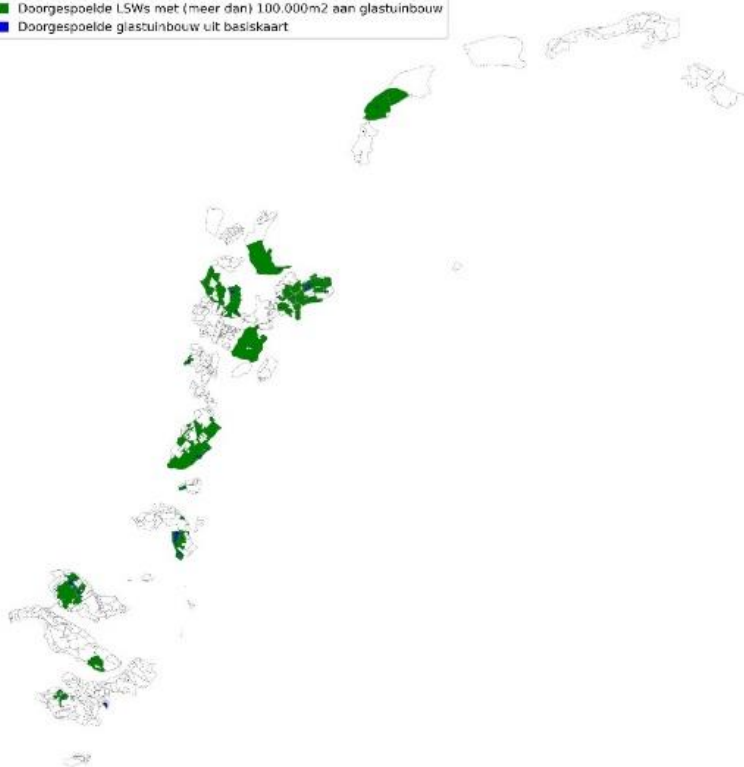


LSWs die berekend zijn en overige categorie hebben



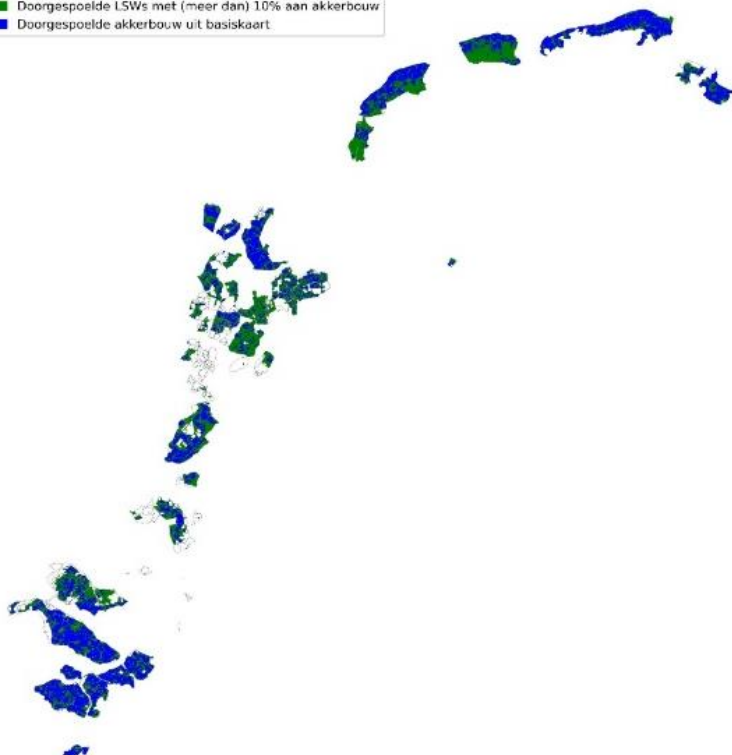
Doorgespoelde LSWs met glastuinbouw, waarvan area groter of gelijk aan 100.000 m2 is

- Doorgespoelde LSWs
- Doorgespoelde LSWs met (meer dan) 100.000m2 aan glastuinbouw
- Doorgespoelde glastuinbouw uit besiskaart



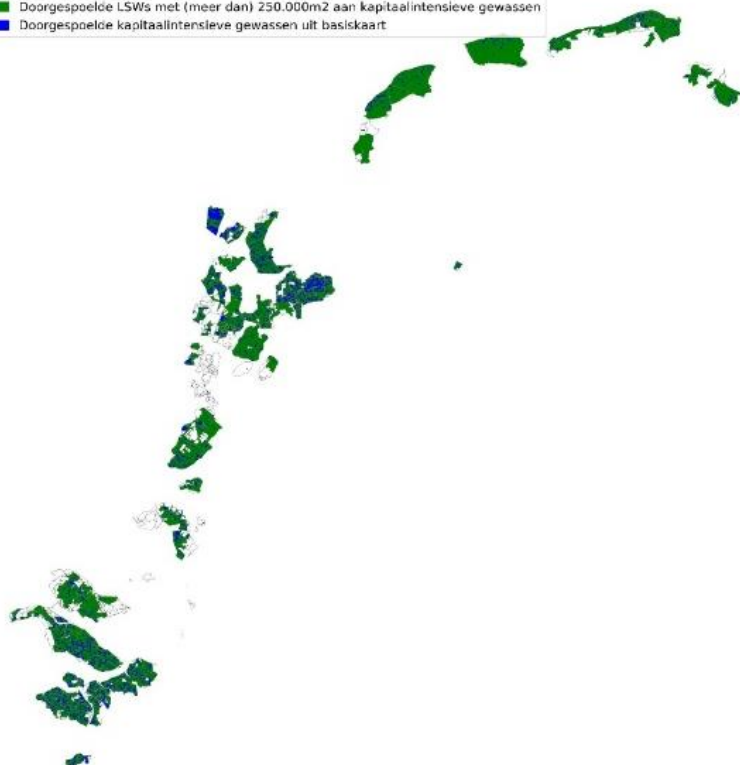
Doorgespoelde LSWs met akkerbouw, waarvan percentage van LSW groter of gelijk aan 10% is

- Doorgespoelde LSWs
- Doorgespoelde LSWs met (meer dan) 10% aan akkerbouw
- Doorgespoelde akkerbouw uit basiskaart



Doorgespoelde LSWs met kapitaalintensieve gewassen, waarvan area groter of gelijk aan 250.000 m2 is

- Doorgespoelde LSWs
- Doorgespoelde LSWs met (meer dan) 250.000m2 aan kapitaalintensieve gewassen
- Doorgespoelde kapitaalintensieve gewassen uit basiskaart



Test report

Identifier : MetaSWAP_073
Getest door : Van Walsum
Datum : 22-09-2022
Aanpassing in MetaSWAP versie: V8_1_1_4/svn2148

Korte beschrijving

Druppelirrigatie via toediening aan het maaiveld heeft als nadeel dat de bodemverdamping toeneemt. Toediening via een 'deep drip' systeem heeft dat minder. Bovendien wordt de wortelgroei gestimuleerd waardoor het gewas beter bestand is tegen droogte vanaf het moment dat er eventueel geen water meer beschikbaar is. Dit testrapport is een update nummer 68.

Testbank

De tests zijn uitgevoerd voor een profiel met de volgende kenmerken:

- bodemtype Hn21, eenheid 77 van SCR654, svat 77
- ontwatering op 1.50 m diepte
- drainageweerstand van 100 d
- gewas aardappelen
- onttrekking vanuit eenheid 76
- periode 1971-76

De volgende drie tests zijn vergeleken:

- referentie
- beregening uit grondwater
- druppelirrigatie uit grondwater met standaardgift 25 mm en cyclus 7d
- diepe druppelirrigatie uit grondwater met standaard gift 25 mm en cyclus 7d
- diepe druppelirrigatie met een dagelijkse gift van 3.57 mm

De waterbalansen zijn vergeleken in Tabel 7. Daaruit blijkt dat bij druppelirrigatie in dit geval de toename van de verdamping meer is dan bij beregening, terwijl de totale gift lager is. Dat eerste had andersom kunnen zijn (dat kan net wat anders uitpakken), maar dat tweede niet. De interceptieverliezen zijn bij druppelirrigatie lager dan bij beregening. Dat ze bij druppelirrigatie een fractie groter zijn dan in de referentie komt doordat de gewasontwikkeling beter is (Figuur 12.10). De toename van de bodemverdamping is bij druppelirrigatie minder dan bij beregening vanwege de lagere totale gift. Maar dat had ook andersom kunnen zijn, het is maar net hoe het uitpakt. Beide runs met irrigatie hebben een hogere bodemverdamping dan de referentierun.

In vergelijking met druppelirrigatie blijkt in dit voorbeeld de overgang naar "diepe" druppelirrigatie niet veel te veranderen.

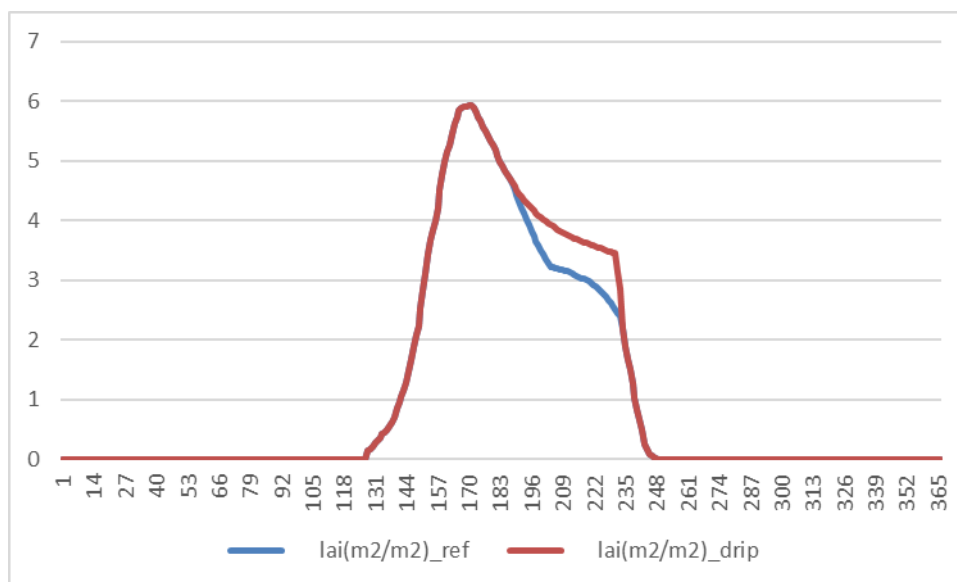
Als de methode van Boesten-Stroosnijder geheel bepalend zou zijn voor de bodemverdamping dan had de bodemverdamping lager kunnen zijn. Maar het blijkt bij nadere analyse van deze extreem droge situatie dat het bodemvocht bepalend is voor de reductie van potentieel naar actueel. MetaSWAP heeft (sinds 2018) net als SWAP een extra stap in de simulatie van de actuele bodemverdamping.

Dat de bodemverdamping niet zo gevoelig is komt ook doordat de irrigatie gebeurt als het gewas vrijwel volledig bedekkend is.

Een van de voordelen van druppelirrigatie is dat de arbeidskosten voor de toediening veel lager zijn dan bij beregening. Dat maakt het haalbaar om de cyclus op dagbasis te regelen. Dat heeft als voordeel dat wanneer de toediening wordt gevolgd door een regenbui er minder gauw water wordt verspild, doordat het bodemvocht niet maximaal wordt opgevuld door de irrigatie. In het laatste voorbeeld van de tabel wordt een cyclus van 1 d toegepast. Dat blijkt 25 mm water te besparen, maar de actuele transpiratie en dus ook de gewasgroei loopt wel terug. Dat is het gevolg van het 0.85 criterium voor de droogtestress bij het triggeren van de toedieningsbeurt.

Tabel 5 Waterbalans van rekenruns. Waarden in mm voor rekenjaar 1976. Verklaring van symbolen: P = neerslag; Ps = beregening; Id = druppelirrigatie; Idd = diepe druppelirrigatie Esp = verwaaiingsverliezen; Eic = interceptieverdamping; Tact = actuele transpiratie; Ebs = bodemverdamping; qdr = drainage; Dstot = bergingsverandering van profiel beneden maaiveld; W = waterbalansfout.

Run	P	Ps	Id	Idd	Esp	Eic	Tact	Ebs	qdr	dStot	W
Referentie	536.3	0.0	0.0	0.0	0.0	-23.8	-235.8	-134.2	-138.5	-4.1	-0.1
Beregening	536.3	150.0	0.0	0.0	-15.0	-33.2	-312.0	-152.9	-160.4	-12.8	0.0
Druppelirrigatie	536.3	0.0	125.0	0.0	0.0	-25.3	-319.6	-149.9	-156.1	-10.3	0.1
Diepe Druppel irr.	536.3	0.0	0.0	125.0	0.0	-25.3	-319.7	-148.6	-157.0	-10.6	0.1
Diepe Druppel irr. 1 d	536.3	0.0	0.0	100.0	0.0	-25.3	-305.9	-143.2	-152.1	-9.6	0.1



Figuur 12.10 LAI van de referentie vergeleken met die van druppelirrigatie

Locatie testbestanden

Tests te vinden op

- E:\E\PreMetaSWAP\IP_SCR654_SR2018_cd_ssq\tests\test13_potato_J0p7x2_fmax0p55_77_ref_!SVN2148
- E:\E\PreMetaSWAP\IP_SCR654_SR2018_cd_ssq\tests\test13_potato_J0p7x2_fmax0p55_77_sprinklingGW_!SVN2148
- E:\E\PreMetaSWAP\IP_SCR654_SR2018_cd_ssq\tests\test13_potato_J0p7x2_fmax0p55_77_sprinklingGW_drip_!SVN2148
- E:\E\PreMetaSWAP\IP_SCR654_SR2018_cd_ssq\tests\test13_potato_J0p7x2_fmax0p55_77_sprinklingGW_drip_deep_!SVN2148
- E:\E\PreMetaSWAP\IP_SCR654_SR2018_cd_ssq\tests\test13_potato_J0p7x2_fmax0p55_77_sprinklingGW_drip_deep_1d_!SVN2148

G MetaSWAP testrapport 080: RDI-module

Identificer : MetaSWAP_080
Getest door : Van Walsum
Datum : 30-03-2023
Aanpassing in MetaSWAP versie: V8_1_2_0

Korte beschrijving

De RDI-module voor regelbare drainage en infiltratie is geschikt gemaakt voor het vraag/realisatie schema van LHM. Dat is gedaan zonder verandering van de communicatie met de NHI-regisseur, door de extra water vraag toe te voegen aan de beregeningsvraag. Bij de realisatie worden de verschillende deeltermen in een prioriteitsvolgorde toegekend

Test

De werking van de module wordt toegelicht aan der hand van csv uitvoer en aan de hand van kaarten.

Als voorbeeld wordt genomen SVAT 466409 in het Waterschap Aa en Maas. Het landgebruik is zomergerst met een maximale wortelzonedikte van 0.90 m. Het gewas kan zelf een wortelzone aanmaken tot 1.25 m. In de RDI-variant is slechts een enkel drainage systeem actief, namelijk dat van de RDI, met een weerstand van 100 d, en een drainageniveau *lvdrbot* van 15.89, op 0.80 m-mv. Dit zijn de parameters in *modsub_svat.inp*:

466409	530	1.00	-9999	-9999	15.890	16.390	15.890	100.000	1.000
--------	-----	------	-------	-------	--------	--------	--------	---------	-------

Dit zijn de parameters in *flexdsub_svat.inp* voor het rekenvoorbeeld, met het (nieuwe) grondwatercriterium voor buiten het groeiseizoen op 30 cm-mv ingesteld:

5	40.00	120.00	237.00	290.00	120.00	237.00	0.90	0	50.	30.
---	-------	--------	--------	--------	--------	--------	------	---	-----	-----

Het rekenvoorbeeld is alleen gedacht als technische test, want het is veel te nat gemaakt om relevant te zijn voor de praktijk.

In Tabel 7 zijn voor de decade met dag 223 t.e.m. 232 de relevante balanstermen uitgelicht, voor zowel de vraag als de realisatie fase. Te zien is (groene vakjes) dat de vanuit de regisseur doorgegeven Modflow drainage *qdr* gelijk is aan de *qdrmod*-termen van de volgende tijdstap. Dat komt doordat Modflow de drainage impliciet berekent en de RDI module expliciet (op dat moment is de informatie over de nieuwe *Hgwmodf* er nog niet). In de vraagfase wordt de blokkade volledig gerealiseerd, per definitie.

In dit overdreven nat voorbeeld treedt er blokkade van drainage op tegelijk met aanvoer voor subirrigatie. De watervraag voor de drainageblokkade wordt geheel toegekend, echter die van subirrigatie maar voor de helft. Door de gedeeltelijke toekenning van aanvoer (vraag van 0.00203 m³/s, toekenning van 0.00128 m³/s) komt de grondwaterstand veel minder ver omhoog in de realisatiefase dan in de vraagfase. Daardoor is de daadwerkelijke behoefte voor water ten behoeve van de drainageblokkade veel lager.

Met de variabele *qdrmodsurp* wordt bijgehouden hoeveel van het geleverde water voor drainage-blokkade nog over is. In het voorbeeld is er nog 3.87 mm over van de vorige cyclus. Tijdens de vraagfase wordt dat water nog niet gebruikt. Dat water wordt toegevoegd aan de realisatiehoeveelheid in de nieuwe cyclus.

Aan het begin van de realisatiefase wordt dan de *qdrmodsurp* gereset op de totale beschikbaarheid van water voor de drainageblokkade en wordt vervolgens bijgehouden hoeveel van het water daadwerkelijk wordt gebruikt. In dit voorbeeld is de totale watervraag voor drainageblokkade 20.49 mm. In de eerste tijdstap van de realisatie wordt daarvan 1.53 mm gebruikt, zodat aan het einde van de eerste tijdstap nog 18.96 mm van over is. De 6.28 mm die uiteindelijk weer over blijft kan weer voor een volgende cyclus worden gebruikt.

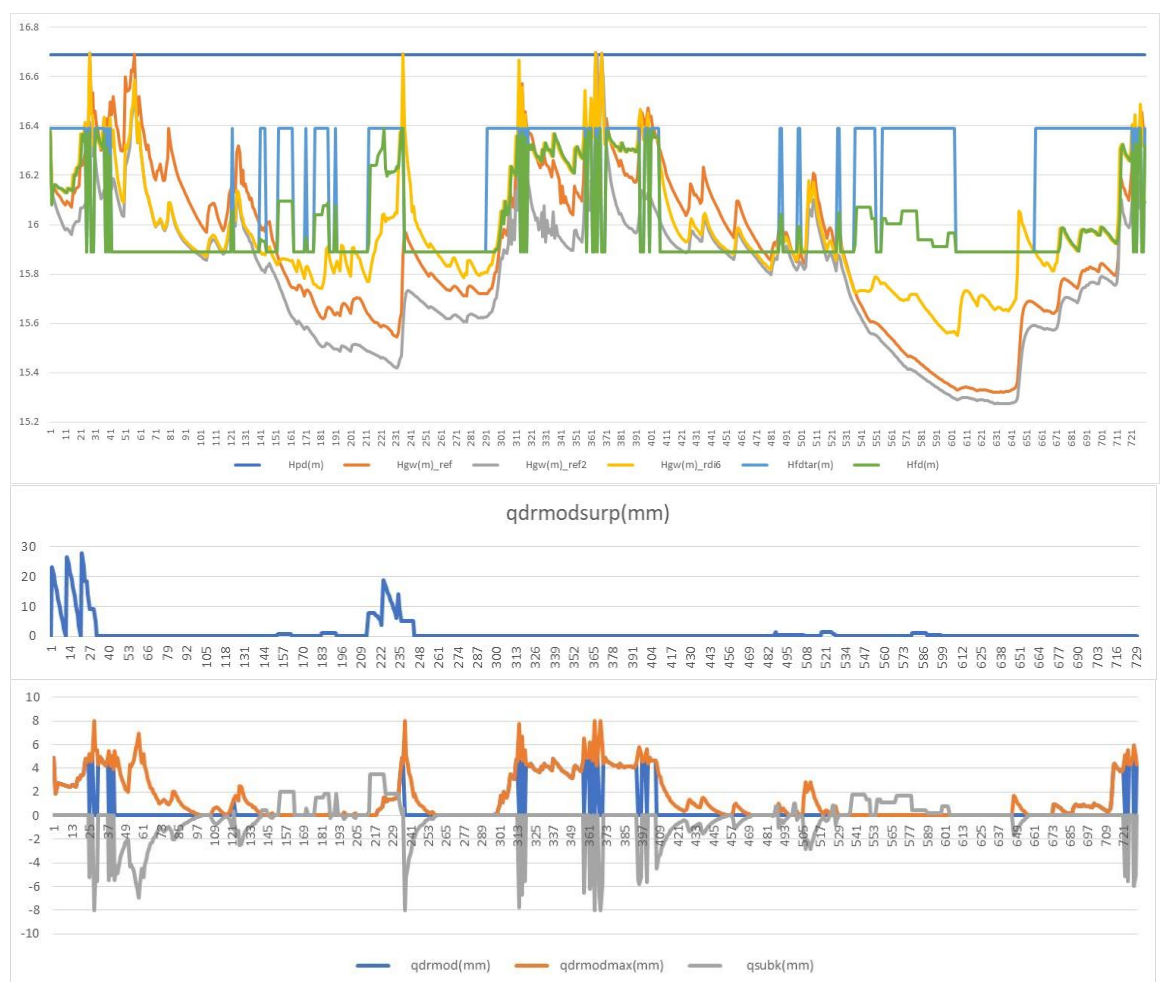
Tabel 6 Voorbeeld van een decade, respectievelijk de demand en realisation phase. Verklaring van variabelen:
lvdrbot:= drainageniveau; *Hpd*:= maaiveld; *Hgwmodf*:= Modflow head; *Hfdtar*:= target level; *Hfd*:= gerealiseerd peil;
qdrdi:=extra recharge naar Modflow voor blokkade plus subirrigatie; *qdr*:= doorgegeven Modflow drainage;
qdrmod:= geblokkeerde Modflow drainage; *qdrmodmax*:= MetaSWAP berekening van Modflow drainage (expliciet);
qdrmoddem:=demand van *qdrmod*; *qdrmodsurp*:= lopende balans van Mozart water beschikbaar voor *qdrmod*;
qsubk:=subirrigatie; *qsubikc*:=wateraanvoer; *qsubikcdem*:= demand voor wateraanvoer

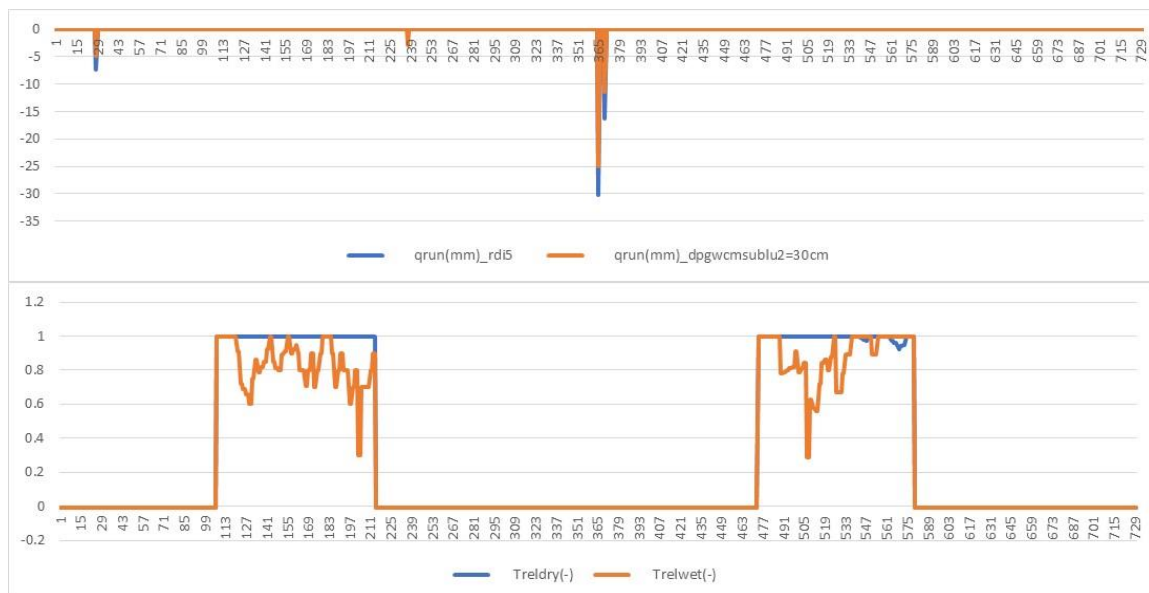
k	td(a)	yr	lvdrbot	Hpd(m)	Hgwmodf(m)	Hfdar(m)	Hfd(m)	qdrd(mm)	qdr(mm)	qdrmod(mm)	qdrmoddem(mm)	qdrmodmax(mm)	qdrmodsurp(mm)	qsubk(mm)	qsubikc(m3/s)	qsubikcdem/
466409	223	2002	15.89	16.69	16.05	16.39	16.39	5.00	-1.58	1.53	1.53	1.53	3.87	3.47	0.00239	0.00239
466409	224	2002	15.89	16.69	16.06	16.39	16.39	5.00	-1.75	1.58	1.58	1.58	3.87	3.42	0.00236	0.00236
466409	225	2002	15.89	16.69	16.08	16.39	16.39	5.00	-1.92	1.74	1.74	1.74	3.87	3.26	0.00225	0.00225
466409	226	2002	15.89	16.69	16.09	16.39	16.39	5.00	-2.05	1.91	1.91	1.91	3.87	3.09	0.00213	0.00213
466409	227	2002	15.89	16.69	16.10	16.39	16.39	5.00	-2.13	2.04	2.04	2.04	3.87	2.96	0.00204	0.00204
466409	228	2002	15.89	16.69	16.11	16.39	16.39	5.00	-2.23	2.12	2.12	2.12	3.87	2.88	0.00198	0.00198
466409	229	2002	15.89	16.69	16.12	16.39	16.39	5.00	-2.32	2.22	2.22	2.22	3.87	2.78	0.00191	0.00191
466409	230	2002	15.89	16.69	16.14	16.39	16.39	5.00	-2.51	2.32	2.32	2.32	3.87	2.68	0.00185	0.00185
466409	231	2002	15.89	16.69	16.14	16.39	16.39	5.00	-2.53	2.50	2.50	2.50	3.87	2.50	0.00172	0.00172
466409	232	2002	15.89	16.69	16.34	16.39	16.39	5.00	-4.53	2.53	2.53	2.53	3.87	2.47	0.00170	0.00170
										20.49	20.49				0.00203	0.00203
466409	223	2002	15.89	16.69	16.01	16.39	16.23	3.39	-1.23	1.53	0.00	1.53	18.96	1.86	0.00128	0.00000
466409	224	2002	15.89	16.69	16.03	16.39	16.20	3.08	-1.39	1.22	0.00	1.22	17.74	1.86	0.00128	0.00000
466409	225	2002	15.89	16.69	16.02	16.39	16.21	3.24	-1.33	1.38	0.00	1.38	16.36	1.86	0.00128	0.00000
466409	226	2002	15.89	16.69	16.03	16.39	16.21	3.18	-1.39	1.33	0.00	1.33	15.03	1.86	0.00128	0.00000
466409	227	2002	15.89	16.69	16.03	16.39	16.21	3.24	-1.38	1.38	0.00	1.38	13.65	1.86	0.00128	0.00000
466409	228	2002	15.89	16.69	16.03	16.39	16.21	3.24	-1.41	1.38	0.00	1.38	12.27	1.86	0.00128	0.00000
466409	229	2002	15.89	16.69	16.03	16.39	16.22	3.27	-1.43	1.41	0.00	1.41	10.87	1.86	0.00128	0.00000
466409	230	2002	15.89	16.69	16.05	16.39	16.22	3.28	-1.61	1.43	0.00	1.43	9.44	1.86	0.00128	0.00000
466409	231	2002	15.89	16.69	16.05	16.39	16.24	3.46	-1.56	1.61	0.00	1.61	7.83	1.86	0.00128	0.00000
466409	232	2002	15.89	16.69	16.23	16.39	16.23	3.41	-3.38	1.55	0.00	1.55	6.28	1.86	0.00128	0.00000
										14.22	0.00				0.00128	0.00000

In onderstaande Tabel 8 zijn de uitkomsten van een eerdere modelversie opgenomen (*_rdi5*), zonder het hergebruik van 3.87 mm water met *qdrmodsurp*. Dan is de subirrigatie tijdens de realisatie cyclus 1.49 mm/d tegenover de 1.86 mm/d in Tabel 1. Voor de decade scheelt dat 3.7 mm, wat goed overeenkomt met de doorgeschoven 3.87 mm. Dat het niet exact overeenkomt is het gevolg van een iets ander voorbeeld (extra grondwatercriterium buiten groeiseizoen) en het doorschuiven in eerdere decades.

Tabel 7 Resultaten eerdere versie _rdi5, zonder qdrmodsurp.

k	td(j)	yr	kdr = bw target	Hpd(m)	Hgwmod(m)	Hfdar(m)	Hfd(m)	qdrd(m)	qdr(m)	qdrmod(m)	qdrmodden(m)	qdrmodmax(m)	qsubk(m)	qsubkden(m)	qsubkden(m)
466409	223	2002	15.89	16.69	16.05	16.39	16.39	5.00	-1.56	1.52	1.52	1.52	3.47	0.00240	0.00240
466409	224	2002	15.89	16.69	16.06	16.39	16.39	5.00	-1.71	1.56	1.56	1.56	3.44	0.00237	0.00237
466409	225	2002	15.89	16.69	16.08	16.39	16.39	5.00	-1.89	1.70	1.70	1.70	3.30	0.00227	0.00227
466409	226	2002	15.89	16.69	16.09	16.39	16.39	5.00	-2.03	1.89	1.89	1.89	3.11	0.00215	0.00215
466409	227	2002	15.89	16.69	16.10	16.39	16.39	5.00	-2.10	2.02	2.02	2.02	2.98	0.00205	0.00205
466409	228	2002	15.89	16.69	16.11	16.39	16.39	5.00	-2.21	2.10	2.10	2.10	2.90	0.00200	0.00200
466409	229	2002	15.89	16.69	16.12	16.39	16.39	5.00	-2.31	2.20	2.20	2.20	2.80	0.00193	0.00193
466409	230	2002	15.89	16.69	16.14	16.39	16.39	5.00	-2.49	2.30	2.30	2.30	2.70	0.00186	0.00186
466409	231	2002	15.89	16.69	16.14	16.39	16.39	5.00	-2.52	2.49	2.49	2.49	2.51	0.00173	0.00173
466409	232	2002	15.89	16.69	16.34	16.39	16.39	5.00	-4.52	2.51	2.51	2.51	2.48	0.00171	0.00171
Gem.			15.89	16.69	16.12	16.39	16.39	5.00	-2.33	2.03	2.03	2.03	2.97	0.002047	0.002047
466409	223	2002	15.89	16.69	16.00	16.39	16.19	3.01	-1.13	1.52	0.00	1.52	1.49	0.00103	0.00000
466409	224	2002	15.89	16.69	16.02	16.39	16.15	2.61	-1.29	1.13	0.00	1.13	1.49	0.00103	0.00000
466409	225	2002	15.89	16.69	16.01	16.39	16.17	2.77	-1.21	1.28	0.00	1.28	1.49	0.00103	0.00000
466409	226	2002	15.89	16.69	16.01	16.39	16.16	2.69	-1.24	1.21	0.00	1.21	1.49	0.00103	0.00000
466409	227	2002	15.89	16.69	16.01	16.39	16.16	2.72	-1.22	1.24	0.00	1.24	1.49	0.00103	0.00000
466409	228	2002	15.89	16.69	16.01	16.39	16.16	2.70	-1.23	1.21	0.00	1.21	1.49	0.00103	0.00000
466409	229	2002	15.89	16.69	16.01	16.39	16.16	2.71	-1.22	1.22	0.00	1.22	1.49	0.00102	0.00000
466409	230	2002	15.89	16.69	16.02	16.39	16.16	2.71	-1.33	1.22	0.00	1.22	1.49	0.00102	0.00000
466409	231	2002	15.89	16.69	16.01	16.39	16.17	2.81	-1.25	1.33	0.00	1.33	1.49	0.00102	0.00000
466409	232	2002	15.89	16.69	16.19	16.39	16.16	2.73	-3.04	1.25	0.00	1.25	1.49	0.00103	0.00000
Gem.			15.89	16.69	16.03	16.39	16.16	2.75	-1.42	1.26	0.00	1.26	1.49	0.001027	0





Figuur 12.11 SVAT 466409. Run “ref” is uitgangssituatie, “_ref2” na vervangen van de drainage, “_rdi6” met RDI

De grondwaterlopen van Figuur 41 laten zien dat de aangepaste referentiesituatie (_ref2) met vervangen drainagesysteem lagere grondwaterstanden heeft dan de huidige inrichting (_ref). De variant met RDI-regeling heeft buiten het groeiseizoen een lager peil in de perioden dat er een laag streefpeil is. Bij een hoog streefpeil buiten het groeiseizoen blijkt dat de RDI-lijn het hoogst is, ondanks het extra grontabelatercriterium van 30 cm-mv voor het verlagen van het streefpeil in die periode. Dat hoge peil geeft runoff, wat niet wenselijk is. Het is duidelijk dat dit (technisch) voorbeeld wat betreft de gebruikte parameters (nog) niet geschikt is voor toepassing in de praktijk.

In het groeiseizoen is zichtbaar dat het streefpeil lang niet altijd wordt bereikt als gevolg van beperkte beschikbaarheid van water vanuit Mozart. Het mechanisme van vraag/realisatie lijkt dus goed te werken. In het groeiseizoen wordt overigens wel een effect in de gewenste richting bereikt, met minder ver uitzakkende grondwaterstanden in de RDI-variant.

Het verloop van de *qdrmodsurp* laat onder andere zien dat op dag 248 aan het einde van het seizoen water overblijft dat wel gevraagd is aan Mozart, maar wat niet gebruikt is. Het is onvermijdelijk dat een dergelijke situatie zich af en toe voordoet. Om dat te vermijden zou een tweede realisatiefase vereisen, wat niet loont, want het gaat om een vrij triviaal probleem.

Conclusie

De RDI-module lijkt goed te functioneren in het LHM, rekening houdend met de beschikbaarheid van water vanuit Mozart.

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

Deltares

www.deltares.nl