

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

Achtergrondrapport



De droogte van 2022: een brede analyse van de ernst en maatschappelijke gevolgen
Achtergrondrapport

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

Achtergrondrapport

Opdrachtgever	Deltares, SITO-IS Moonshot 3 Resilient and Healthy Water and Subsurface Systems
Contactpersoon	Hilde Passier
Referenties	Zie hoofdstuk referenties
Trefwoorden	Droogte, 2022, 2018, Nederland, rivieren, grondwater, bodemvocht, verzilting, natuur, landbouw, bodemdaling, CO2 emissies, stedelijk gebied, dijkveiligheid, drinkwater, scheepvaart

Documentgegevens

Versie	1.0
Datum	28-03-2024
Projectnummer	11210273-001
Document ID	11210273-001-BGS-0001
Pagina's	173
Classificatie	
Status	definitief

Auteur(s)

	Zie colofon	

Colofon

Auteurs Deltares:

Dimmie Hendriks, Marjolein Mens, Ilya America, Jurrian Beunk, Nanco Dolman, Marc Fransen, Asako Fujisaki, Nienke Kramer, Perry de Louw, Rolien van der Mark, Margreet van Marle, Roel Melman, Esmee Mes, Ali Meshgi, Joachim Rozemeijer, Arno Rozing, Ana Nunez Sanchez, Femke Schasfoort, Charlotte van Strien, Meinard Tiessen, Patricia Trambauer, Marnix van der Vat, Albrecht Weerts, Remi van der Wijk, Mandy Korff

Met bijdragen van:

Gé van den Eertwegh (KnowH2O),
Ruud Bartholomeus en Marjolein van Huijgevoort (KWR)
Cathelijne Stoof (WUR)
Edwin Kok (NIPV)
Marcel van Asseldonk (Wageningen Economic Research)

Redactie: Dimmie Hendriks en Marjolein Mens

Referentie:

Hendriks en Mens (eds.) (2024) De droogte van 2022: een brede analyse van de ernst en maatschappelijke gevolgen, Achtergrondrapport. Deltares, KWR, WUR, WER, KnowH2O. September 2023.

Samenvatting

Zie document met beleidssamenvatting, verkrijgbaar via de online kennisbank van Deltares (<https://pub.kennisbank.deltares.nl/>).

Inhoudsopgave

	Samenvatting	5
	Inhoudsopgave	6
1	Inleiding	10
1.1	Aanleiding en doel	10
1.2	Scope en aanpak	11
1.2.1	Scope van de studie	11
1.2.2	Beschikbaarheid gegevens en aanpak analyses	11
1.2.3	Samenwerking en afstemming	11
2	Droogte en voortplanting in hydrologisch systeem	12
2.1	Europese context	12
2.2	Neerslag en verdamping	13
2.3	Afvoer grote rivieren	15
2.3.1	Rijn	16
2.3.2	Effect van klimaatverandering op de Rijn	17
2.3.3	Maas	19
2.3.4	Samenvallen van droogte in NL en lage afvoeren	20
2.3.5	IJsselmeerpeil	21
2.4	Grondwater en bodemvocht	21
2.4.1	Relevantie	21
2.4.2	Aanpak	22
2.4.3	Bodemvocht	23
2.4.4	Grondwaterstanden	24
2.4.5	Grondwaterafvoer	27
2.4.6	Berekening	28
3	Waterkwaliteit: verzilting en verontreiniging	30
3.1	Interne verzilting	30
3.1.1	Aanpak	30
3.1.2	Oorzaak interne verzilting	30
3.1.3	Risicogebieden en grenswaarden interne verzilting	31
3.1.4	Ernst van interne verzilting	32
3.1.5	Minder problemen in 2022 door impuls na droogte 2018	33
3.1.6	Ontwikkelingen en onzekerheden	33
3.2	Externe verzilting	34
3.2.1	Inleiding	34
3.2.2	Beschrijving locaties	34
3.2.3	Amsterdam-Rijnkanaal	35
3.2.4	Monding van de Lek – Kinderdijk	38
3.2.5	Monding van de Hollandsche IJssel (Krimpen a/d IJssel)	39
3.3	Uitspoeling verontreiniging	40
3.3.1	Beschrijving van de impact	40
3.3.2	Duiding	41

3.3.3	Toekomstige ontwikkeling	42
3.3.4	Handelingsperspectief / maatregelen	42
3.3.5	Aanbevelingen	43
4	Crisisbeheersing, noodmaatregelen en droogtebeleid	44
4.1	Crisisbeheersing	44
4.2	Aanbevelingen vanuit internationaal perspectief	47
5	Impact van droogte	50
5.1	Vegetatie, ecologie en biodiversiteit	50
5.1.1	Droogtestress - actuele verdamping	50
5.1.2	Vegetation Health Index	51
5.1.3	Natuur en biodiversiteit	55
5.1.4	Referenties	56
5.2	Natuurbranden	56
5.2.1	Beschrijving van de impact in 2022	56
5.2.1.1	Aantal, locatie en timing van branden	57
5.2.1.2	Droogtekenmerken tijdens de natuurbranden	60
5.2.1.3	Gevolgen door natuurbranden - Uitval van vitale en kwetsbare functies	60
5.2.2	Duiding	62
5.2.2.1	Toekomstige ontwikkeling	62
5.2.3	Handelingsperspectief / maatregelen en aanbevelingen	63
5.3	Landbouw	64
5.3.1	Beschrijving van de impact	64
5.3.2	Duiding	68
5.3.3	Handelingsperspectief / maatregelen	69
5.3.4	Aanbevelingen	69
5.4	Dijkveiligheid	69
5.4.1	Samenvatting	69
5.4.2	Aanpak	70
5.4.3	Ervaringen met droogte-inspectie en data-verzameling	71
5.4.4	Correlatie dijkveiligheid en droogte	72
5.4.5	Conclusie	75
5.5	Bodemdaling en CO ₂ -uitstoot in (landelijk) veenweidegebied	75
5.5.1	Inleiding	75
5.5.2	Freatische grondwaterstand	76
5.5.3	Bodemdaling	77
5.5.4	CO ₂ -uitstoot	77
5.5.5	Synthese en toekomstige ontwikkelingen	78
5.6	Stedelijk gebied	79
5.6.1	Impact categorieën	79
5.6.2	Funderingsschade	79
5.6.3	Voorbeeld Zwolle	82
5.6.4	Voorbeeld Leiden	82
5.6.5	Toekomstige ontwikkeling	83
5.6.6	Handelingsperspectief / maatregelen	85
5.6.7	Aanbevelingen	86
5.7	Drinkwater en industrie	87
5.7.1	Drinkwater uit oppervlaktewater	87

5.7.2	Industrie	88
5.8	Binnenvaart	89
5.8.1	Samenvatting	89
5.8.2	Beschrijving van de impact	89
5.8.2.1	Hoofdtransportas Rotterdam - Duitsland	89
5.8.2.2	Regio Twentekanaal	90
5.8.2.3	Sluizen Weurt en Grave	91
5.8.3	Duiding: 2022 versus 2018	92
5.8.4	Toekomstige ontwikkeling	93
5.8.5	Handelingsperspectief / maatregelen	93
5.8.6	Aanbevelingen	94
Referenties		95
BIJLAGEN		101
A	Spreiding van neerslagtekort in ruimte en tijd	102
B	Berekeningen Landelijk Hydrologisch Model	103
B.1	Kwelflux	103
B.2	Grondwaterafvoer	104
B.3	Berekening uit oppervlaktewater en grondwater	111
C	Standardized Groundwater Index	119
C.1	Aanpak	119
C.2	Resultaten meetpunten	119
C.3	Resultaten voor LHM-resultaten en de meetpunten	122
D	Effecten waterkwaliteit (uitspoeling)	128
D.1	LMM	128
D.2	MNLSO	129
D.3	Blauwalg	131
D.4	Voorbeelden individuele meetlocaties	132
E	Overzicht van noodmaatregelen tijdens de 2022 droogte	133
E.1	Introductie	133
E.2	Bovenregionale maatregelen	137
E.3	Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden	139
E.4	Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier	140
E.5	Hoogheemraadschap van Delfland	141
E.6	Hoogheemraadschap van Rijnland	143
E.7	Hoogheemraadschap van Schieland en de Krimpenerwaard	145
E.8	Waterschap Aa en Maas	147
E.9	Waterschap Amstel, Gooi en Vecht	150

E.10	Waterschap Brabantse Delta	152
E.11	Waterschap De Dommel	154
E.12	Waterschap Drents Overijsselse Delta	156
E.13	Waterschap Hollandse Delta	157
E.14	Waterschap Hunze en Aa's	158
E.15	Waterschap Limburg	159
E.16	Waterschap Noorderzijlvest	160
E.17	Waterschap Rijn en IJssel	161
E.18	Waterschap Rivierenland	162
E.19	Waterschap Scheldestromen	164
E.20	Waterschap Vallei en Veluwe	165
E.21	Waterschap Vechtstromen	166
E.22	Waterschap Zuiderzeeland	167
E.23	Wetterskip Fryslân	168
E.24	Regionale maatregelen drinkwaterbedrijven	169
E.25	Brabant Water	170
E.26	Dunea	170
E.27	Evides	170
E.28	Oasen	171
E.29	PWN	171
E.30	Vitens	172
E.31	Waterbedrijf Groningen	172
E.32	Waternet	172
E.33	WMD Water	173
E.34	WML	173

1 Inleiding

1.1 Aanleiding en doel

Het jaar 2022 was - net als 2018 - een extreem warm, zonnig en droog jaar. In vergelijking met 2018 was het neerslagtekort even groot en de lage afvoersituatie in Rijn en Maas vergelijkbaar. De nieuwe KNMI'23-klimaatsscenario's¹ wijzen erop dat Nederland naar alle waarschijnlijkheid in de toekomst steeds vaker te maken krijgt met warme en droge zomers zoals die van 2018 en 2022 (of erger). Het is dus van cruciaal belang dat Nederland weerbaar(der) wordt tegen droogte. In aanvulling op crisismanagement zijn daar ook structurele maatregelen op nationale schaal voor nodig. Het verkrijgen van een goed overzicht van effecten van droogte op de maatschappij draagt daaraan bij.

Na de droogte van 2018 werd de Beleidstafel Droogte² ingesteld met als doel om op bestuurlijk niveau – mede op basis van de kennis van experts – de verschillende vraagstukken die zijn gerelateerd aan droogte te evalueren, conclusies te trekken en aanbevelingen te doen. De meeste acties en adviezen van deze beleidstafel zijn inmiddels uitgevoerd of belegd bij het Deltaprogramma Zoetwater. Net als de droogte van 2018 biedt de droogte van 2022 ons de mogelijkheid om het inzicht te vergroten. Wat kunnen we leren van de droogte van 2022? Waren de acties naar aanleiding van de beleidstafel droogte (al) effectief? Zijn we nu voldoende voorbereid op een droogte zoals die van 2018 of erger?

Tijdens de droogte van 2022 zijn verschillende maatregelen genomen op nationale en regionale schaal om de hydrologische effecten en impacts van de droogte te beperken. Na de droogte van 2022 is een evaluatie uitgevoerd door de crisisorganisaties (Landelijke Coördinatiecommissie Waterverdeling en de Regionale Droogte-overleggen)³. Deze evaluatie is vooral gericht op het crisismanagement tijdens de droogte en gaf geen integraal nationaal beeld van de hydrologische effecten en impacts op sectoren en functies van de droogte.

De analyse in dit rapport brengt de omvang van de gevolgen van de droogte van 2022 voor de maatschappij in beeld. We leveren hiermee een bijdrage aan de gezamenlijke opbouw van kennis en beleidservaring waarmee de Nederlandse samenleving zich nog beter kan voorbereiden op droogte.

Zowel de hydrologische effecten als de impacts van de droogte op de belangrijkste economische sectoren en functies zijn in kaart gebracht en geduid met systeemkennis. Waar mogelijk is een vergelijking gemaakt met de droogte van 2018 en is bekeken of de maatregelen naar aanleiding van de beleidstafel droogte effect hebben gehad. Naast een inhoudelijk overzicht van de ernst en maatschappelijke gevolgen van de droogte van 2022 biedt het rapport een raamwerk voor het uitvoeren van een integrale droogteanalyse op nationale schaal. Ook geeft dit rapport inzicht in de beschikbaarheid van metingen en informatie over droogte-effecten.

1

https://cdn.knmi.nl/system/data_center_publications/files/000/071/901/original/KNMI23_klimaatsscenarios_gebruikersrapport_23-03.pdf

² <https://open.overheid.nl/documenten/ronl-749b44a3-8e4b-427b-ad23-9be64203a619/pdf>

³ <https://www.dcc-ienw.nl/documenten/rapporten/2023/juni/21/aanpak-droogtecrisis-2022-een-geoliede-machine>

1.2 Scope en aanpak

1.2.1 Scope van de studie

In deze studie is een brede analyse uitgevoerd van de maatschappelijke gevolgen van de droogte van 2022. Op hoofdlijnen bestaat de analyse uit vier onderdelen:

- Meteorologische droogte in 2022 en voortplanting in het hydrologische systeem (Hoofdstuk 2)
- Waterkwaliteit: verzilting en verontreiniging (Hoofdstuk 3)
- Overzicht van de crisismaatregelen op nationale en regionale schaal (Hoofdstuk 4)
- Impact van de droogte van 2022 op de economische sectoren en functies (Hoofdstuk 5)

Voor de in totaal 20 onderwerpen is een beknopte analyse uitgevoerd door één of enkele experts. Op basis van deze analyses konden een aantal conclusies en aanbevelingen voor onderzoek en beleid worden geformuleerd.

Op een aantal punten was het op basis van de uitgevoerde analyses mogelijk om de effectiviteit van de maatregelen genomen naar aanleiding van de Beleidstafel Droogte te evalueren.

1.2.2 Beschikbaarheid gegevens en aanpak analyses

De beschikbaarheid van meetgegevens en informatie over de droogte en impacts blijkt zeer wisselend. Afhankelijk van beschikbaarheid hebben we metingen, modelresultaten en/of expert-reviews gebruikt. Per onderwerp geven we aan wat er is gebruikt. In het achtergrondrapport wordt dit in meer detail beschreven.

Tijdens deze studie is in beperkte tijd een brede scan uitgevoerd van de beschikbare en toegankelijke informatie. De analyses die zijn uitgevoerd in het kader van dit onderzoek zijn dan ook niet uitputtend. Een volgende stap kan zijn om meer gegevens te verzamelen en beschikbaar te maken, zodat een dergelijke brede droogte analyse een volgende keer in meer detail kan worden uitgevoerd.

Per hoofdstuk en onderwerp is aangegeven welke informatie, gegevens en/of modellen zijn gebruikt voor de desbetreffende analyse.

1.2.3 Samenwerking en afstemming

Voor een deel van de analyses van dit onderzoek naar de droogte van 2022 heeft samenwerking plaatsgevonden met experts van andere kennisinstituten. Aan de analyse op het onderwerp grondwater hebben KWR (Watercycle Research Institute) en KnowH₂O meegewerkt, aan de analyse over natuurbranden WUR (Wageningen University & Research) en NIPV (Nationaal Instituut voor Publieke Veiligheid) en de analyse op gebied van landbouw is uitgevoerd in samenwerking met WER (Wageningen Economic Research).

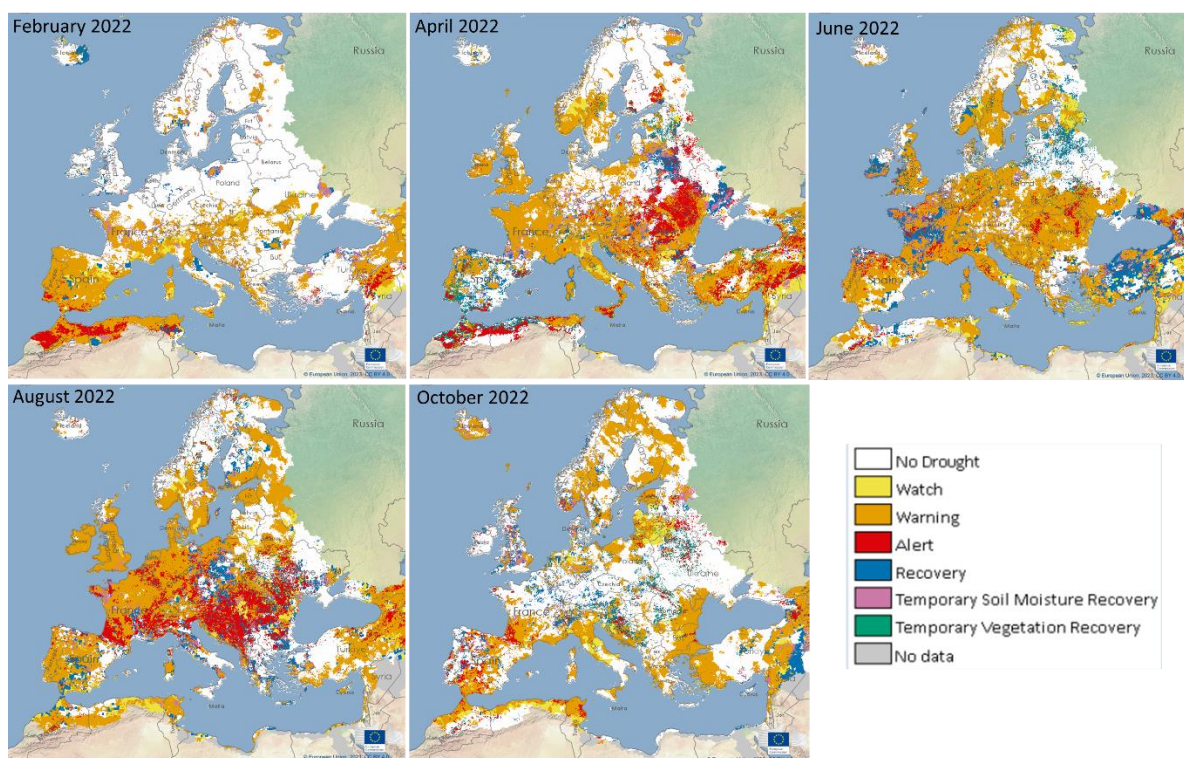
Deltares heeft aan de hand van de resultaten van deze analyse gesprekken gevoerd met een aantal waterbeheerders, beleidsmakers en experts van universiteiten (o.a. STOWA, DPZW, ENDZ (Expertise Netwerk Droogte en Zoetwater)). Deze gesprekken hebben bijgedragen aan het aanscherpen van de conclusies en aanbevelingen van het onderzoek. Ook zijn via deze gesprekken inzichten en vervolgvragen gedeeld en besproken.

2 Droogte en voortplanting in hydrologisch systeem

2.1 Europese context

Deltares auteurs	Marjolein Mens, Albrecht Weerts, Dimmie Hendriks
Met medewerking van	--
Databronnen	European Drought Observatory, Wflow_SBM
Gesproken met	--

De droogte van 2022 trof grote delen van Europa. Het was extreem omdat het op zoveel plekken tegelijk plaatsvond. Bijna 50% van Europa was in de zomer in de waarschuwingsfase van droogte crisismangement en 17% was de situatie alarmerend (alert fase) (Toreti et al., 2022; Figuur 1). Het begon al met weinig sneeuw in de winter in de Alpen – dus minder berging dan normaal. Vroeg in het jaar was er al sprake van dalende rivierstanden en minder berging in reservoirs. Daar komt bij dat het daarna veel minder regende en relatief warm was, dus meer verdamping.

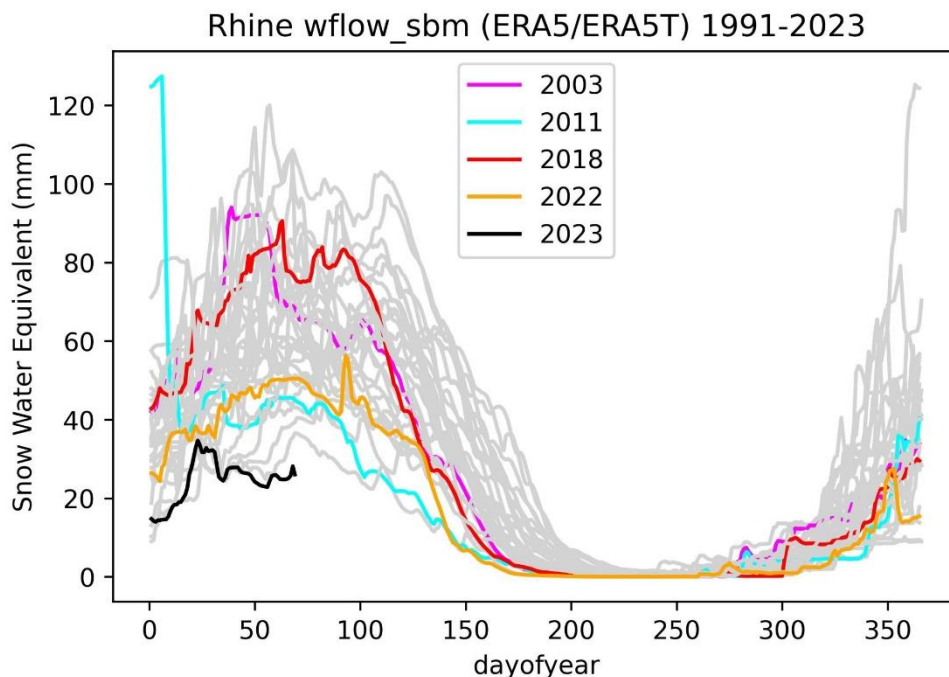


Figuur 1 Gecombineerde droogte indicator over de 3de tiendaagse periode van de maanden februari, april, juni, Augustus en oktober van 2022. Bron: European Drought Observatory⁴).

Ook de Rijnafvoer daalde in het voorjaar snel door gebrek aan sneeuw en regen. In 2018 was de sneeuwbedekking veel hoger. In Figuur 2 staat de berekende sneeuwbedekking (SWE - snow water equivalent) over het Rijnstroomgebied (tot ~Lobith) voor de periode 1991-2023 met daarin 2022 geel gemarkeerd en 2018 rood (1990 is gebruikt als spinup). Hoewel de afvoer van de Rijn bij Lobith voor een groot deel afhangt van wat er nog gaat vallen aan

⁴ <https://edo.jrc.ec.europa.eu/edov2/php/index.php?id=1111>

neerslag is een relatief lage afvoer waarschijnlijk voor mei/juni. Dit was bijvoorbeeld ook het geval in 2011 en 2017 toen er niet veel sneeuw lag in de Zwitserse Alpen. In 2018 was de sneeuwbedekking juist relatief hoog in het voorjaar en daalden de afvoeren mede daardoor pas later in het seizoen.



Figuur 2 Met Wflow_SBM berekende verloop van de sneeuwbedekking in het Rijnstroomgebied. Grijs lijnen zijn elk een ander gesimuleerd jaar uit de periode 1991-2023; interessante jaren zijn met een kleur weergegeven.

2.2 Neerslag en verdamping

Deltares auteurs	Dimmie Hendriks, Nienke Kramer, Marjolein Mens
Met medewerking van	--
Databronnen	KNMI
Gesproken met	--

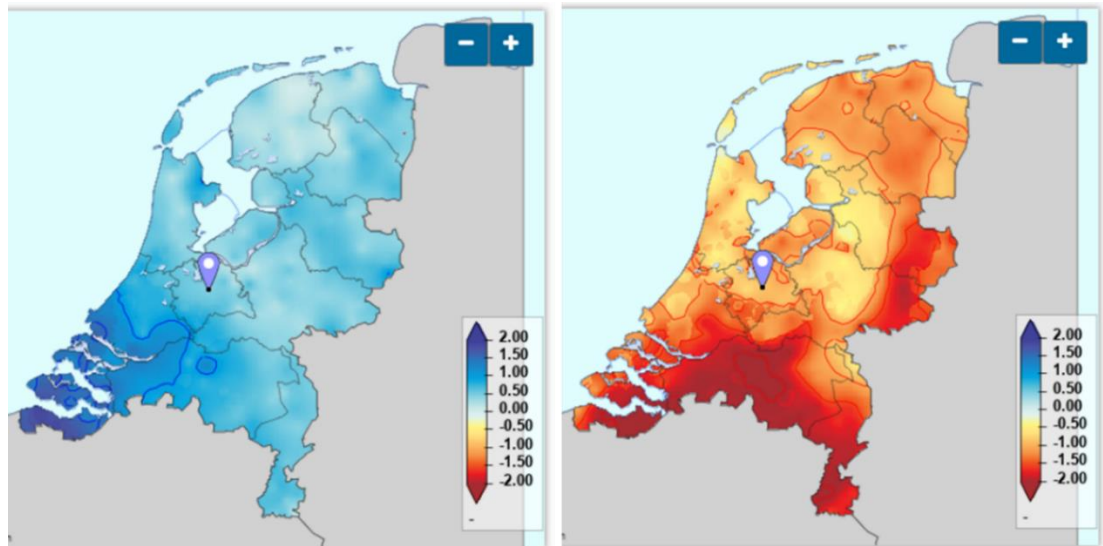
Het jaar 2022 was een extreem warm, zonnig en droog jaar. Het was met een gemiddelde temperatuur van 11,6 °C het op twee na warmste jaar sinds het begin van de metingen in 1901. Normaal is de gemiddelde temperatuur 10,5 °C. De laagste temperatuur, -10,6 °C, werd op 13 december in Eelde gemeten en de hoogste temperatuur, 39,5 °C, werd op 19 juli in Beek gemeten. Alleen in april, september en december lag de gemiddelde temperatuur iets onder normaal (bron: KNMI).

De lente was aan de zachte kant, zeer zonnig en extreem droog. Maart was ruim een halve graad zachter dan normaal en met landelijk gemiddeld 250 uur zonneschijn was het de zonnigste maart sinds het begin van de metingen. Ook was de maand maart in 2022 erg droog, in tegenstelling tot maart 2018 (zie Figuur 3). Ook mei was met 14,0 °C warmer en droger dan normaal dan normaal (bron: KNMI).

De zomer was warm, recordzonnig en net als de lente erg droog. Landelijk gemiddeld viel 135 mm tegen normaal 224 mm. Juni was met 17,1 °C tegen normaal 16,2 °C warm. Op 19 juli werd het extreem warm. Vrijwel overal werd het warmer dan 35 °C en in Beek werd met

39,5 °C de hoogste temperatuur sinds 25 juli 2019 gemeten (bron: KNMI). Het neerslagtekort liep aan het einde van de zomer op naar ruim 300 mm (zie Figuur 4). Figuur 5 laat zien dat het neerslag tekort aan het einde van de zomer van 2022 vooral in het oosten en zuiden van het land en in de kop van Noord-Holland zeer hoog was, terwijl in 2018 in grotere delen van Nederland het neerslagtekort opliep tot 300 mm of meer.

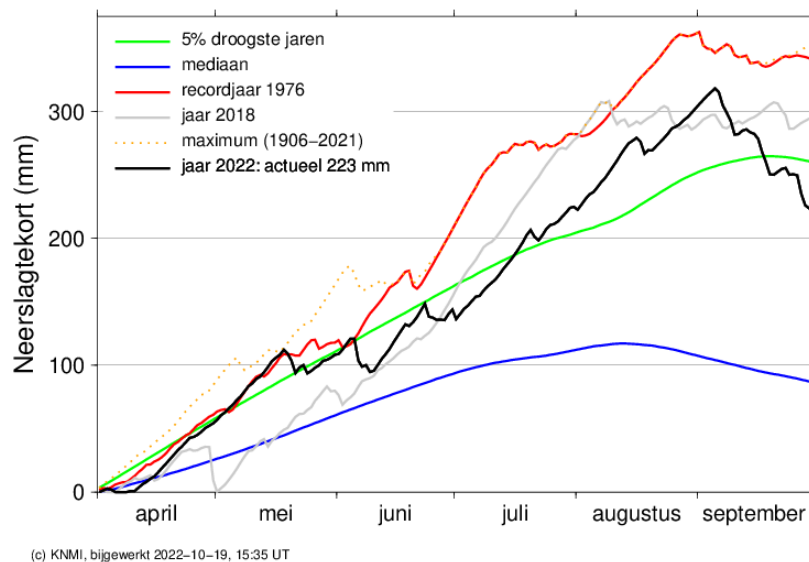
In tegenstelling tot de droge herfst van 2018, was de herfst van 2022 zacht en vrij nat (zie Figuur 6), met landelijk gemiddeld 254 mm neerslag (normaal 222 mm). Het was ook zeer zonnig, met gemiddeld over het land 436 uur zon tegen normaal 349 uur (bron: KNMI).



Figuur 3 Standardized Precipitation Index (SPI-1) over de maand maart in 2018 (links) en 2022 (rechts). Bron: KNMI SPI Monitor⁵

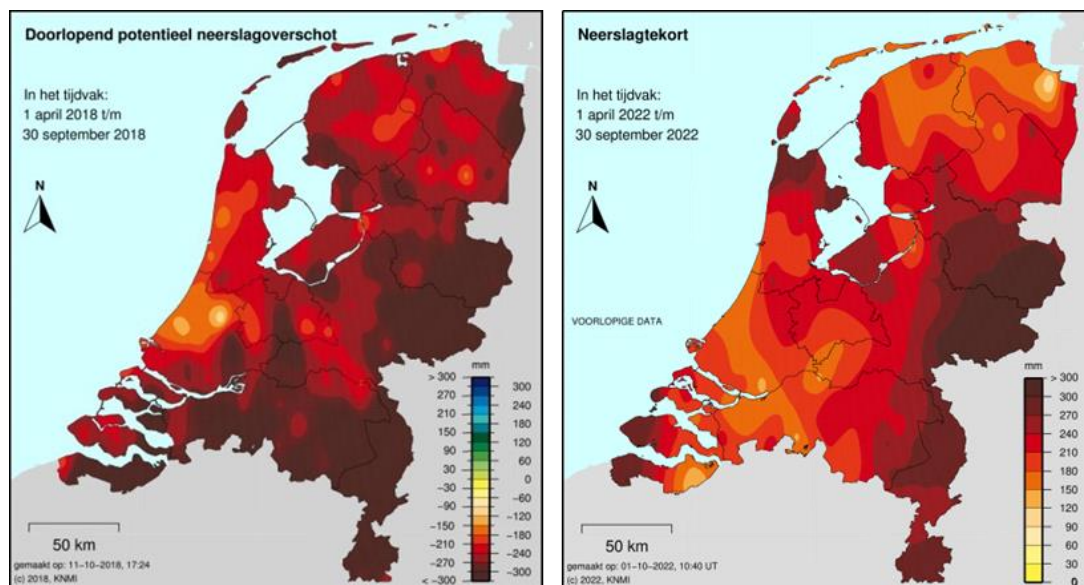
Neerslagtekort in Nederland in 2022

Landelijk gemiddelde over 13 stations

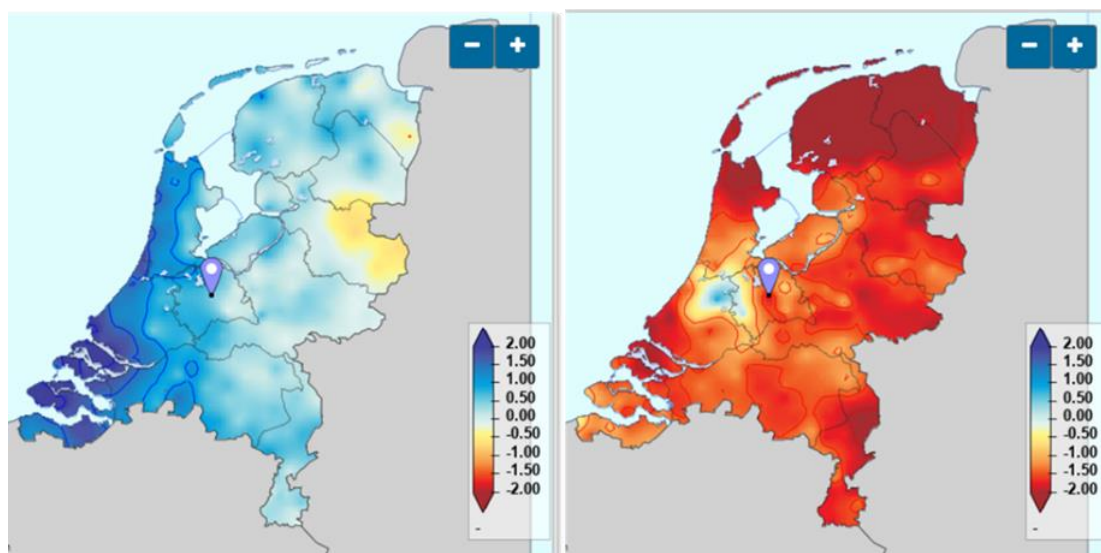


Figuur 4 Verloop neerslagtekort (het cumulatieve verschil tussen neerslag en verdamping van april t/m september) in 2022, 2018 en recordjaar 1976. (bron: KNMI)

⁵ <http://knmi-spi-monitor-frontend-prd.s3-website-eu-west-1.amazonaws.com/>



Figuur 5 Ruimtelijke verdeling van het neerslagtekort in 2018 (links) en 2022 (rechts) over het tijdvak 1 april t/m 30 september. Bron: KNMI. A Figuren van de spreiding van neerslagtekort in ruimte en tijd zijn te vinden in Bijlage A.



Figuur 6 Standardized Precipitation Index (SPI-3) over de periode september t/m november in 2018 (links) en 2022 (rechts). Bron: KNMI SPI Monitor⁶

2.3 Afvoer grote rivieren

Deltares auteurs	Nienke Kramer, Marjolein Mens
Met medewerking van	--
Databronnen	rws.waterinfo.nl
Gesproken met	--

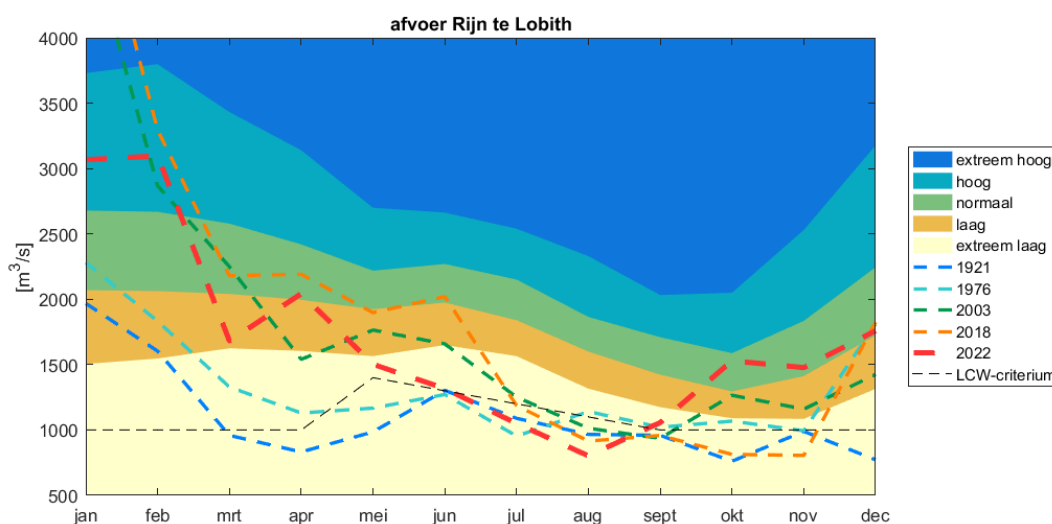
⁶ <http://knmi-spi-monitor-frontend-prd.s3-website-eu-west-1.amazonaws.com/>

Voor Nederland zijn de rivieren een belangrijke bron van zoetwater. Rijnwater wordt in heel laag Nederland gebruikt voor landbouw, natuur en het op peil houden van het water in de sloten en boezemkanalen (o.a. tegen bodemdaling en voor de infrastructuur zoals bruggen en huizen). Naast bovengenoemde effecten wordt het steeds moeilijker om zout buiten de deur te houden. Te hoge zoutgehaltes zijn onwenselijk voor het regionale waterbeheer, maar ook voor drinkwaterinname langs onder meer de Lek, Amsterdam-Rijnkanaal en het Brielse Meer. Noodmaatregelen moeten bij dan worden ingezet. Een voorbeeld van zo'n noodmaatregel is de klimaatbestendige wateraanvoer voor West-Nederland. Een ander voorbeeld is het beperkt schutten bij sluizen (bv. zeesluis IJmuiden) met hinder voor de scheepvaart. Tijdens periodes van laagwater neemt bovendien de waterkwaliteit af, door gebrek aan verdunning van nutriënten, medicijnresten en chemische stoffen, en door oplopende temperaturen. Dat zorgt voor een toename van de zuiveringsinspanning van drinkwaterbedrijven en grotere kans op inname- en lozingsbeperkingen voor de industrie. Ook wordt de kans groter dat de inname tijdelijk moet worden gestopt als er ergens bovenstrooms een incidentele lozing is van chemische stoffen.

2.3.1 Rijn

De Rijn is een gemengde rivier, die wordt gevoed door zowel smeltwater van gletsjers en sneeuw, als neerslag. In 2022 is de Rijnafvoer bij Lobith ongeveer 60 dagen lager geweest dan 1020 m³/s en ongeveer 6 dagen hiervan zelfs lager dan 700 m³/s (Figuur 7). De laagst gemeten afvoer bedroeg 679 m³/s. Dat is extreem laag: gemiddeld komt de afvoer 1 dag per jaar onder de 700 m³/s. In de afgelopen 120 jaar is het 3 keer eerder voorgekomen dat de afvoer langer dan een week lager was dan 700 m³/s: 1921, 1947 en 1949 (Figuur 8). De langdurige lage afvoer heeft consequenties gehad voor de binnenvaart (zie Paragraaf 5.8) en de waterkwaliteit als gevolg van verzilting en verontreinigingen (zie Hoofdstuk 3). De afvoer daalde opvallend vroeg in het seizoen (begin mei) als gevolg van weinig sneeuwvoorraad in de winter in de Alpen, en een relatief droog en warm voorjaar in het stroomgebied van de Rijn.

In 2018 was de afvoer in het voorjaar nog normaal en daalde pas begin juli onder het LCW criterium. Deze situatie hield wel langer aan, tot november, maar de afvoer werd niet lager dan 730 m³/s. Totaal duurde de laagwatersituatie (<1020 m³/s) 125 dagen, dus twee keer zo lang als in 2022.



Figuur 7 Afvoerloop van de Rijn bij Lobith (maandgemiddelde). Bron data: rws.waterinfo.nl

2.3.2 Effect van klimaatverandering op de Rijn

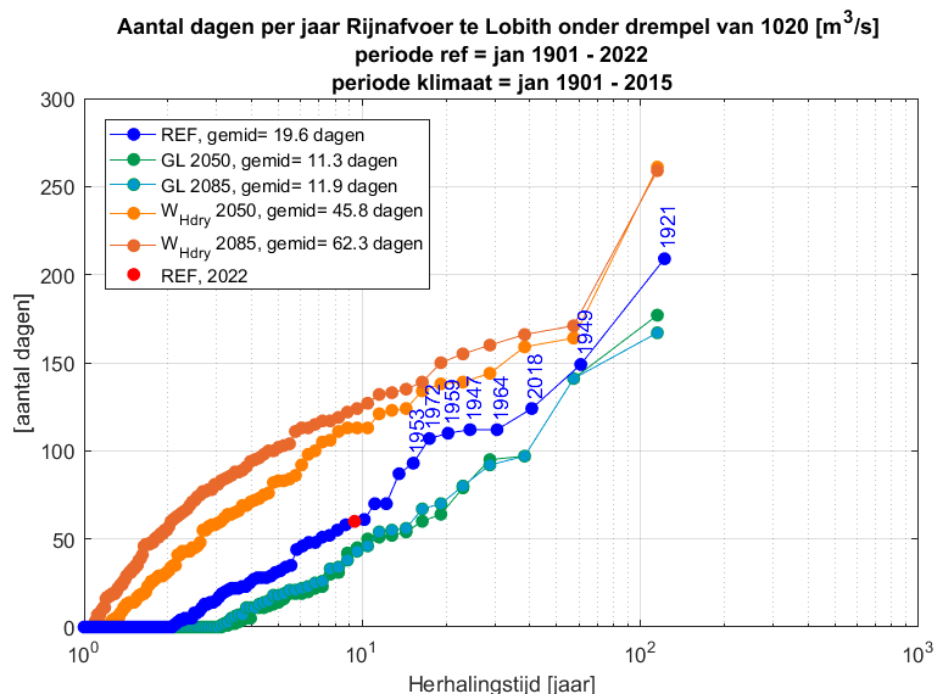
Klimaatverandering grijpt op vier manieren in op het afvoerregime, het gemiddelde verloop van de afvoer door het jaar heen:

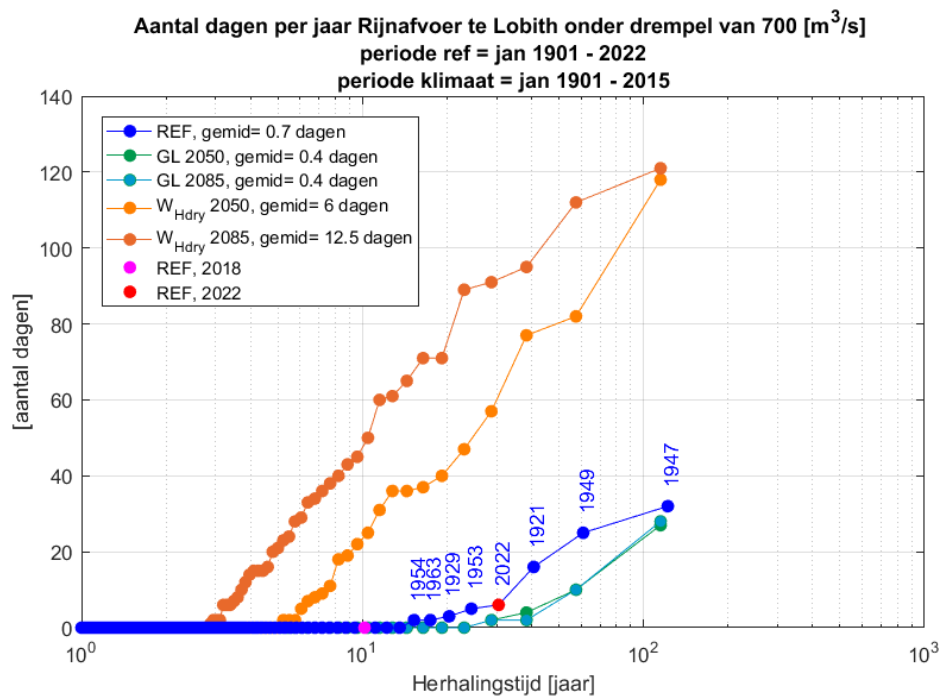
- 1) neerslag valt vaker in de vorm van regen in plaats van sneeuw,
- 2) gletsjers trekken zich terug, waardoor de hoeveelheid smeltwater afneemt,
- 3) de verdeling van neerslag over het jaar verandert, met gemiddeld meer neerslag in de winter en minder neerslag in de zomer, en
- 4) een toename van de verdamping, gekoppeld aan de regionale opwarming.

Het verdwijnen van sneeuw en ijs in combinatie met minder neerslag in de zomer heeft een groot effect op laagwatergebeurtenissen in het hele Rijnstroomgebied. De variatie in afvoerregime tussen de KNMI klimaatscenario's reflecteert de onzekerheid in de neerslagpatronen die beïnvloed worden door meteorologische fluctuaties. G staat voor gematigde opwarming, en W voor hoge opwarming van respectievelijk 1,5 °C en 3,5 °C tot het einde van deze eeuw. De toevoegingen (L,H, dry) staan voor variaties in hoge en lage drukgebieden, waarbij *Wh,dry* het droogste scenario is voor het Rijnstroomgebied.

Gemiddelde zomerafvoeren van de Rijn bij Lobith kunnen bij sterke klimaatverandering afnemen naar 1000 m³/s. Bij een dergelijke afvoer komt de landelijke Commissie Waterverdeling in actie. Dit wordt nu nog gezien als calamiteit, maar onder een scenario met verdere opwarming (*Wh-dry*) wordt dit in 2050 de gemiddelde situatie. Als ook de gletsjers in de toekomst verdwijnen, dan nemen de gemiddelde zomerafvoeren nog verder af.

Lage afvoer-gebeurtenissen duren steeds langer bij een warmer klimaat. De duur van lage afvoeren nemen ook toe. De duur van lage Rijnafvoeren (drempelwaarde van 1020 m³/s) verdubbelt in het *Wh-dry* scenario, en neemt iets af in het gematigde scenario (Tabel 1). De duur van extreem lage afvoeren (700 m³/s) kan zelfs verdrievoudigen. In de afgelopen 120 jaar is het 3 keer eerder voorgekomen dat de afvoer langer dan een week lager was dan 700 m³/s: 1921, 1947 en 1949 (Figuur 8). Waar de Rijn bij Lobith nu gemiddeld 1 dag per jaar extreem laag is, zal dit onder het *Wh-dry* scenario 13 dagen worden.





Figuur 8 Frequentieverdeling van het aantal dagen dat de Rijnafvoer (Lobith) lager is dan de gegeven drempelwaarde, in het huidige klimaat (blauw) en KNMI'14 klimaatscenario's. Boven: drempelwaarde van 1020 m³/s. Onder: drempelwaarde van 700 m³/s.

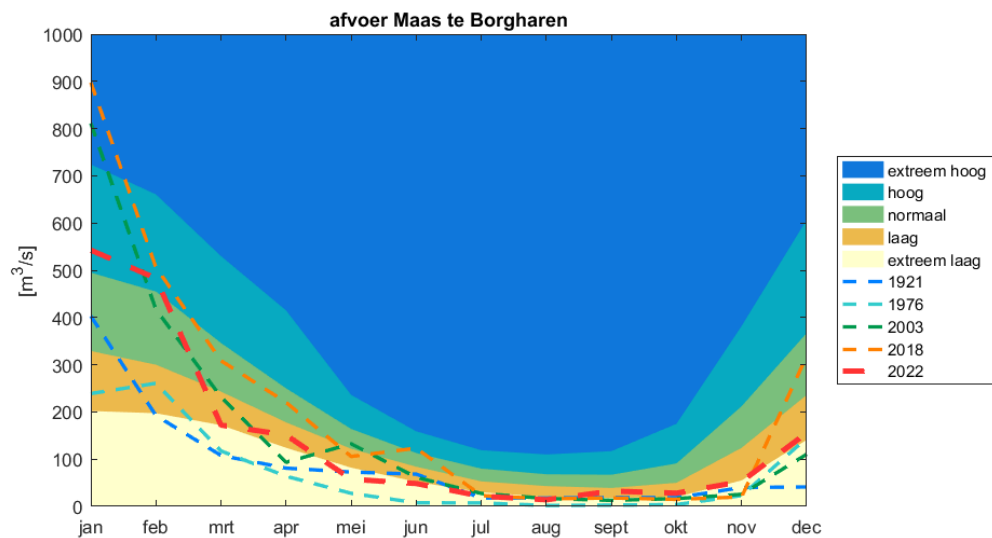
Tabel 1 Duur (aantal dagen) van een Rijnafvoer bij Lobith lager dan 700 m³/s of 1020 m³/s in twee voorbeeldjaren en bij verschillende klimaatscenario's in het zichtjaar 2085, bij verschillende herhalingstijden. Waar de Rijn bij Lobith nu gemiddeld 1 dag per jaar extreem laag is (<700 m³/s) zal dit onder het WH,dry scenario 13 dagen worden in het zichtjaar 2085. NB. 1020 m³/s is de zogenaamde Overeengekomen Lage Afvoer, die in het huidige klimaat circa 5% van de tijd wordt onderschreden en waaraan de gegarandeerde vaardiepte gekoppeld is.

		drempelwaarde	
		700 m ³ /s	1020 m ³ /s
Voorbeeldjaren	2018	0	125
	2022	6	60
Referentie klimaat (periode 1901-aug2022)	gemiddeld	1	20
	1:10 jaar	0	60
	1:30 jaar	6	110
Matige klimaatverandering (KNMI'14 scenario GL 2085)	Gemiddeld	0	12
	1:10 jaar	0	50
	1:30 jaar	2	100
Sterke klimaatverandering (KNMI'14 scenario WH,dry 2085)	Gemiddeld	13	62
	1:10 jaar	60	125
	1:30 jaar	95	160

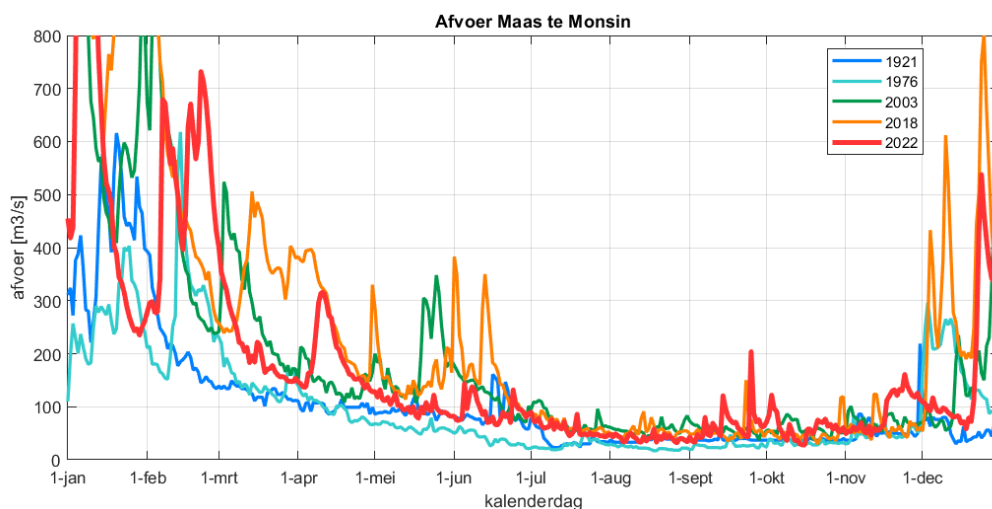
2.3.3 Maas

De afvoer van de Maas bij Monsin/Borgharen daalde in 2022 al in het voorjaar en bleef lang laag; gedurende 87 dagen was de afvoer lager dan 60 m³/s bij Monsin. In 2018 was dit 102 dagen. Zie Figuur 9 en Figuur 10.

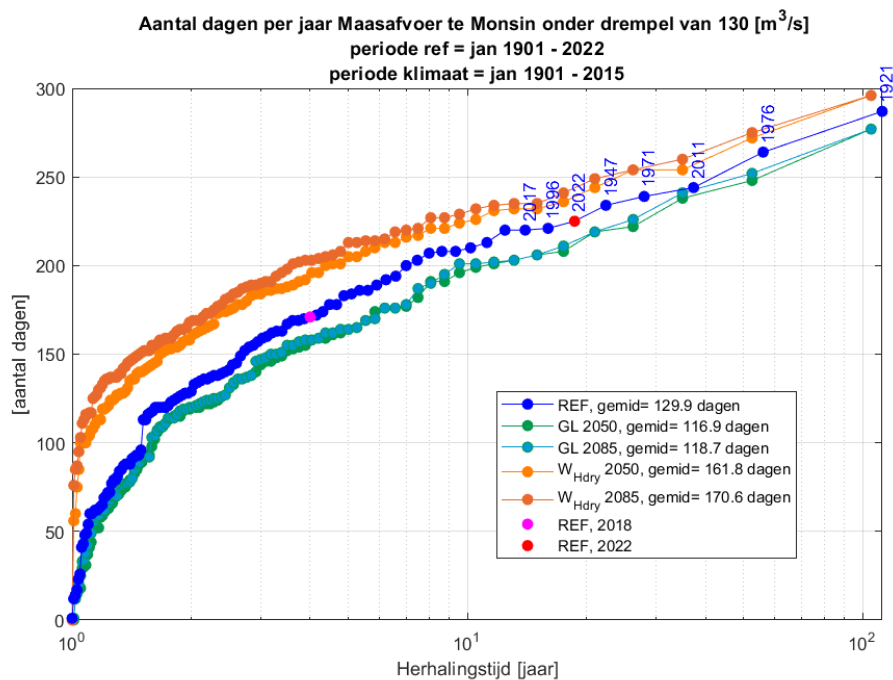
De Maas is een typische regenrivier. De rivier heeft bovendien een kleiner stroomgebied dan de Rijn. In de zomer stroomt er gemiddeld veel minder water door de Maas in vergelijking met de Rijn. Mede daarom is een deel van de Maas gestuwd om vaardiepte te garanderen. Klimaatverandering grijpt in op het afvoerregime door meer verdamping en mogelijk een afname van de hoeveelheid neerslag in met name de zomermaanden. De Maas kan tegen het eind van de eeuw met een tot 40 – 60% lagere afvoer worden geconfronteerd. De afvoer van de Maas is nu gemiddeld eens in de 7 jaar lager dan 30 m³/s. In de toekomst (volgens het extreme KNMI'14 klimaatscenario 'WH,dry') kan dit eens in de 2 jaar worden. De gemiddelde duur van extreem lage afvoeren (<30 m³/s) neemt in WH,dry toe van 13 naar 32 dagen per jaar.



Figuur 9 Afvoerverloop van de Maas bij Monsin (maandgemiddelde). Bron data: rws.waterinfo.nl



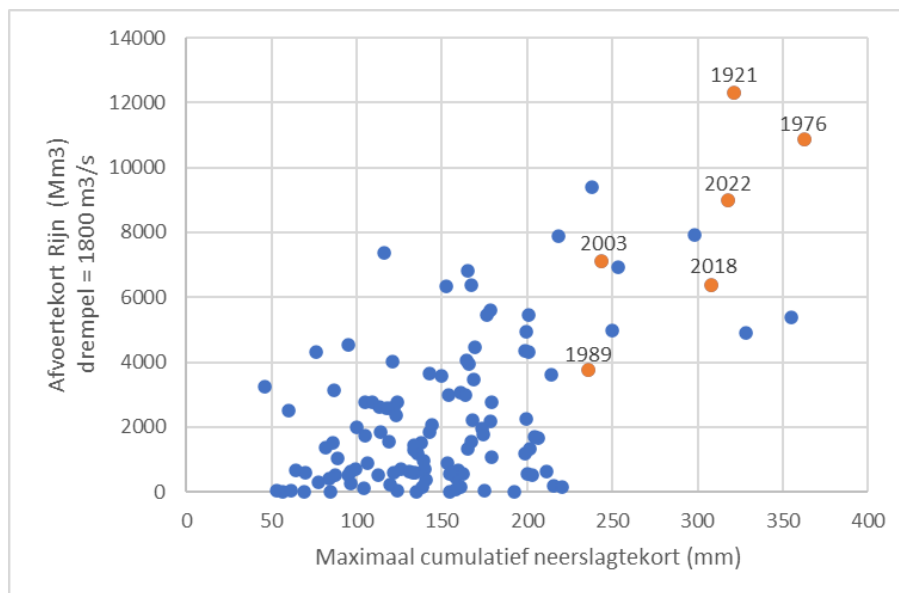
Figuur 10 Afvoerverloop van de Maas bij Monsin (dagwaarden) voor een aantal droge jaren (bron data: rws.waterinfo.nl)



Figuur 11 Herhalingstijd van de duur van lage Maasafvoer bij Monsin (drempelwaarde $130 \text{ m}^3/\text{s}$) in het huidige klimaat en volgens de KNMI'14 scenario's. De jaren 2018 en 2022 zijn aangeduid met roze en oranje stip.

2.3.4 Samenvallen van droogte in NL en lage afvoeren

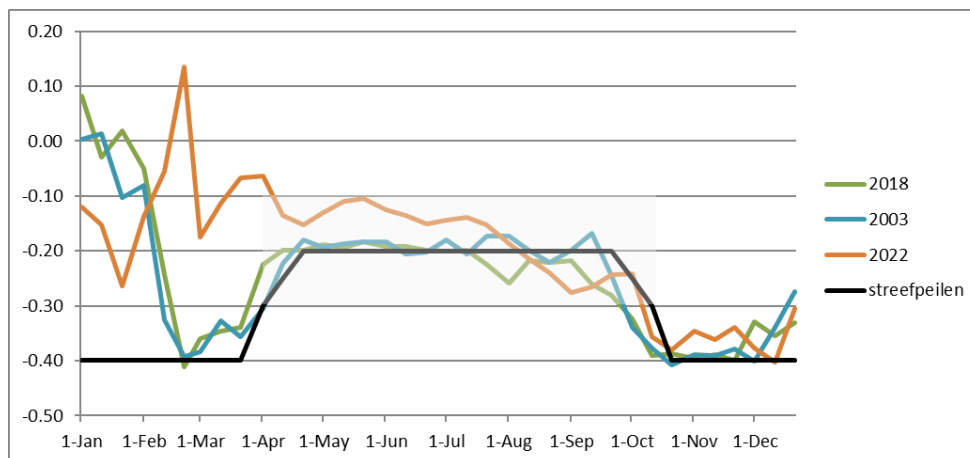
Juist de combinatie van lage rivierafvoeren en groot neerslagtekort zorgt in laag-Nederland voor potentiële problemen, omdat de vraag dan groot is (beregening, peilbeheer, doorspoeling) en het aanbod klein. Deze 'coïncidentie' is in Figuur 12 weergegeven als correlatieplot tussen maximaal neerslagtekort en afvoertekort (op basis van de Rijnafvoer bij Lobith; drempelwaarde $1800 \text{ m}^3/\text{s}$). Zowel 2018 als 2022 waren extreem, waarbij 2022 dichterbij de jaren 1921 en 1976 zat.



Figuur 12 Correlatie tussen afvoertekort Rijn en neerslagtekort (De Bilt). Typische droge jaren in de afgelopen 30 jaar zijn oranje gekleurd.

2.3.5 IJsselmeerpeil

Het peilverloop van de grote meren zijn ook een goede indicatie van de balans tussen watervraag en -aanbod. Sinds 2018 is er meer ruimte gekomen om de peilen van het Markermeer en het IJsselmeer verder op te zetten boven het streefpeil van -0,20 m NAP. In Figuur 13 is het peilverloop van het IJsselmeer weergegeven. In 2018 lukte het niet goed om het peil in het voorjaar verder op te zetten, terwijl er toen wel voldoende rivierwater beschikbaar was. Vermoedelijk komt dit doordat er operationeel nog geen ervaring was met de flexibele opzet. In 2022 is de extra opzet wel gelukt, maar later in het seizoen was het, ondanks de groeiende behoefte, niet meer mogelijk vanwege de dalende afvoeren. In beide jaren is het peil niet lager gekomen dan het minimum peil van -0,40 m NAP, waarbij het in 2018 meer kritisch was dan in 2022.



Figuur 13 Peilverloop IJsselmeer in verschillende droge jaren (bron: metingen RWS)

2.4 Grondwater en bodemvocht

Deltares auteurs	Perry de Louw, Ali Meshgi, Dimmie Hendriks
Met medewerking van	Gé van den Eertwegh (KnowH2O), Ruud Bartholomeus en Marjolein van Huijgevoort (beiden KWR)
Databronnen	Droogteportaal.nl en LHM-berekeningen. Alle resultaten (figuren en grafieken) van deze analyse zijn te vinden in Bijlagen B en C.
Gesproken met	--

2.4.1 Relevantie

Een meteorologische droogte door het uitblijven van neerslag en een hoge verdamping heeft een groot effect op het bodemvocht en grondwatersysteem. Het vochtgehalte in de onverzadigde zone neemt sterk af, er vindt nauwelijks tot geen grondwateraanvulling plaats en juist meer capillaire opstijging vanuit het grondwater richting de wortelzone. Hierdoor dalen de grondwaterstanden sterker dan in een normaal jaar. Dit heeft vervolgens ook weer een effect op de grondwaterafvoer die door de daling van de grondwaterstanden afneemt waardoor uiteindelijk de beken minder water afvoeren of zelfs droogvallen. De propagatie van meteorologische droogte, via bodemvochtdroogte naar grondwaterdroogte en uiteindelijk naar afvoerdroogte vindt plaats met vertraging (Van den Eertwegh et al., 2021).

Bodemvocht -en grondwaterdroogte leidt tot schade aan natuur (soms onherstelbaar), lagere gewasopbrengsten in de landbouw en schade aan infrastructuur en huizen (door verzakkingen als gevolg van het uitdrogen van klei en veen). Omdat de waterbehoefte voor

drinkwater en landbouw stijgt, neemt tegelijkertijd de onttrekking van grondwater toe, waardoor de hydrologische droogte wordt versterkt. In 2018 en 2019 werd er ongeveer 2,5 keer zoveel grondwater onttrokken voor beregening dan gemiddeld over de jaren 2003-2017 (Stokkers et al., 2022). In een enquête gaven natuurbeheerders aan dat de droogte in 2018 en 2019 matig tot grote schade had aangericht aan de natuur (Witte et al., 2020). Vooral beken, vennen en bronnetjes leden schade, evenals natuurtypen die kenmerkend zijn voor natte en vochtige, voedselarme standplaatsen.

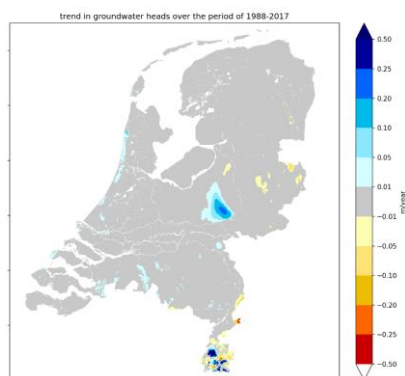
2.4.2 Aanpak

Voor de analyse van grondwater en bodemvocht is gebruik gemaakt van modelberekeningen met het Landelijk Hydrologisch Model (LHM4.2.1) door Deltares en tijdreeksmodellen op basis van grondwaterstandsmetingen beschikbaar uit het droogteportaal ([Droogteportaal](#)) door KWR en KnowH2O.

Modelanalyse

LHM is een gekoppeld modelinstrument waarbij de grondwaterstroming wordt gesimuleerd door MODFLOW en de onverzadigde zone processen en interactie met het grondwater door METASWAP. De oppervlaktewatermodule MOZART houdt een waterbalans bij van het oppervlaktewater op LSW-niveau (local surface water = substroomgebied) en het Distributiemodel (DM) berekent de waterverdeling en waterbeschikbaarheid in het hoofdwatersysteem (zie voor meer info www.nhi.nu/nl/). Het LHM is doorgerekend voor de periode 1988-2022 en de extreem droge jaren 2018 en 2022 worden vergeleken met de 30-jarige periode 1988-2017. Bij de berekening zijn geen veranderingen van het watersysteem en onttrekkingen in de tijd doorgevoerd, met uitzondering van onttrekkingen t.b.v. beregening die het model zelf uitrekent op basis van het berekende vochttekort in de wortelzone. De berekende effecten van de meteorologische droogte op het bodemvocht, grondwater en grondwaterafvoeren met LHM zijn op een zelfde wijze in beeld gebracht als voor de droogtestudie (Van der Eertwegh et al., 2021; De Louw et al., 2022). Daarnaast is voor de berekende grondwaterstanden de SGI berekend om de droogte te duiden. Hoe de SGI wordt berekend staat hieronder uitgelegd in paragraaf 2.2 'Analyse metingen'.

NB. Bekend is dat het grondwater van Zuid-Limburg (nog) niet goed kan worden gesimuleerd met het LHM. Dit gebied is daarom in alle hier gepresenteerde kaartjes gemaskeerd. Daarnaast is bij het uitvoeren van de analyses gebleken dat, ondanks de lange rekentijd van ruim 30 jaar, het grondwatermodel van het LHM in enkele gebieden nog niet in evenwicht was. Het gevolg is dat de waarden voor bodemvocht, verdamping en grondwaterstanden in deze gebieden onrealistisch zijn. Het gaat om gebieden met een zeer dikke onverzadigde zone, zoals de duingebieden en Veluwe. Figuur 14 geeft een overzicht van de gebieden waarvoor de LHM modelresultaten niet realistisch zijn. Om dit probleem in toekomstige studies te voorkomen zal een langere rekentijd worden toegepast.



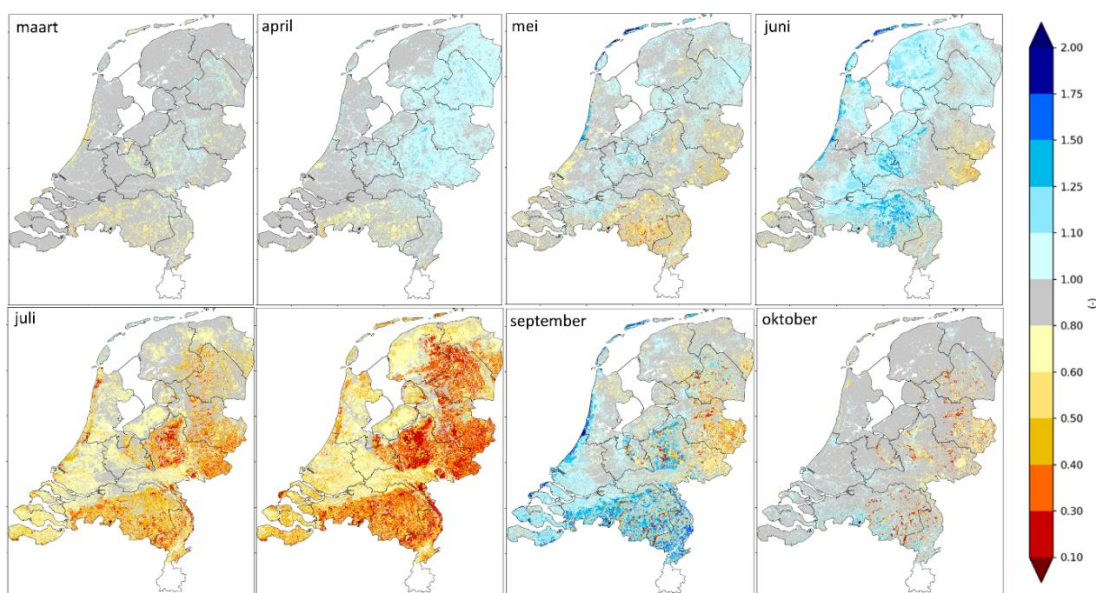
Figuur 14 Resultaten van een trendanalyse over de periode 1988-2018 geven een beeld van de gebieden met onrealistische resultaten van LHM modelberekeningen.

Analyse metingen

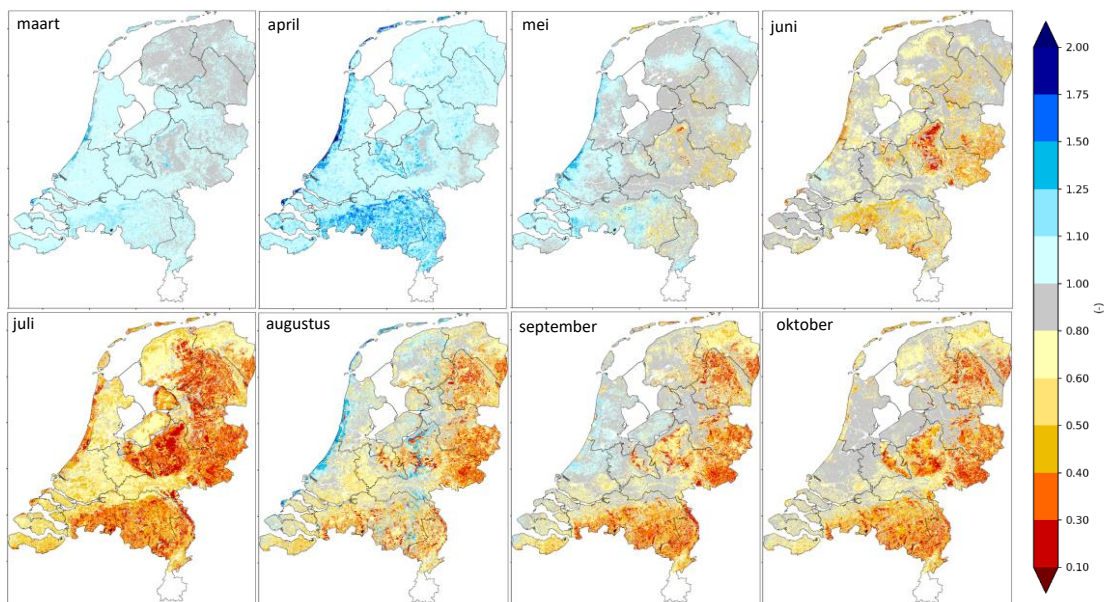
Naast modelberekeningen zijn grondwaterstandsmetingen geanalyseerd (bron: droogteportaal). Voor elke beschikbare meetreeks in het droogteportaal is een tijdreeksmodel opgezet met PASTAS (Collenteur et al., 2019) waar vervolgens een meetreeks van 27 jaar neerslag en verdamping (1995-2022) op is toegepast (zie ook van Huijgevoort et al. (2022)). Voor de resulterende tijdreeksen is op dagbasis de zogenaamde SGI (Standardized Groundwater Index) berekend die aangeeft hoe extreem laag de grondwaterstand is ten opzichte van de tijdreeks van 27 jaar. De resultaten zijn gepresenteerd voor elke 14^e en 28^e van de maand dat niet noodzakelijkerwijs de laagste waarde weergeeft. Een waarde kleiner of gelijk dan -1.5 wordt als zeer laag (zeer droog) geduid en komt in 6,7% van de jaren voor en SGI-waardes kleiner dan -2.0 slechts in 2.3% en worden geduid als een zeer extreme grondwaterdroogte.

2.4.3 Bodemvocht

De meteorologische droogte grijpt als eerste aan op het bodemvocht dat sterk afneemt. Wanneer het bodemvochtgehalte in de bovenste 10 cm van de bodem, uitgedrukt in θ (m^3 bodemvocht per m^3 bodem), lager is dan het langjarige gemiddelde is er sprake van een zekere mate van droogte. In gebieden met een dikke onverzadigde zone, zoals de Veluwe en duingebieden is de hoeveelheid vocht in het bovenste 10 cm van de bodem iedere zomer relatief laag. De modelberekeningen met het LHM laten zien dat in 2022 het bodemvochtgehalte in andere delen van Nederland (Noord-Brabant en Limburg) vanaf maart laag is, waarna vanaf mei ook in het oosten van Nederland relatief lage bodemvochtgehalten optreden en vanaf juli in nagenoeg heel Nederland (Figuur 15). In 2018 treden vanaf mei relatief lage bodemvocht-gehalten op in het zuiden en oosten van Nederland en vanaf juli was ook in dit jaar in nagenoeg heel Nederland sprake van een sterke afname van het bodemvocht (Figuur 16). Opvallend is dat in 2018 de lage bodemvochtgehalten aanhouden tot en met oktober door de aanhoudende droogte, terwijl in 2022 het bodemvocht vanaf september weer toeneemt door neerslag.



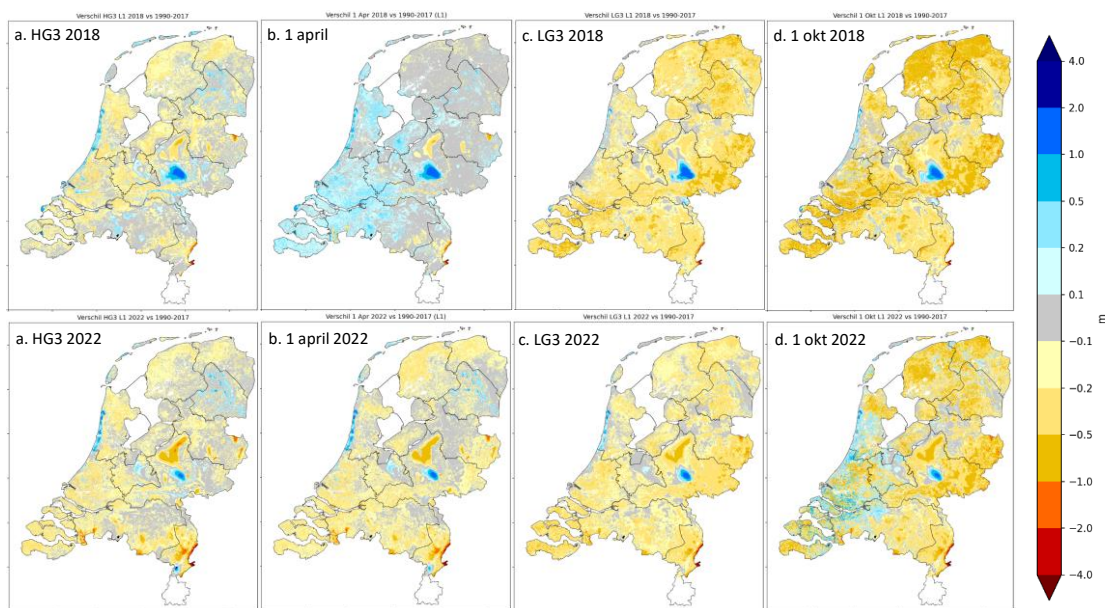
Figuur 15 De berekende relatieve bodemvochtgehalten in de bovenste 10 cm van de bodem voor de maanden maart t/m oktober van 2022. Hierbij is het bodemvochtgehalte van 2022 gedeeld door het langjarig gemiddelde bodemvochtgehalte over de periode 1990-2017.



Figuur 16 De berekende relatieve bodemvochtgehalten in de bovenste 10 cm van de bodem voor de maanden maart t/m oktober van 2018. Hierbij is het bodemvochtgehalte van 2018 gedeeld door het langjarig gemiddelde bodemvochtgehalte over de periode 1990-2017.

2.4.4 Grondwaterstanden

Grondwaterstanden lagen in de zomer van 2018 en 2022 enkele decimeters tot wel één meter lager dan gemiddeld (Figuur 17c). Ondanks dat in 2022 al in de winter en het voorjaar relatief lage grondwaterstanden optraden (Figuur 17a, b), zakten de grondwaterstanden in het jaar 2018 verder uit in de zomerperiode. Het voorjaar van 2018 begon relatief nat (Figuur 17a, b) en de grondwaterdroogte begon zich pas in juli af te tekenen. De grondwaterdroogte duurde voor zowel 2018 als 2022 voort tot ver in het najaar (Figuur 17d).

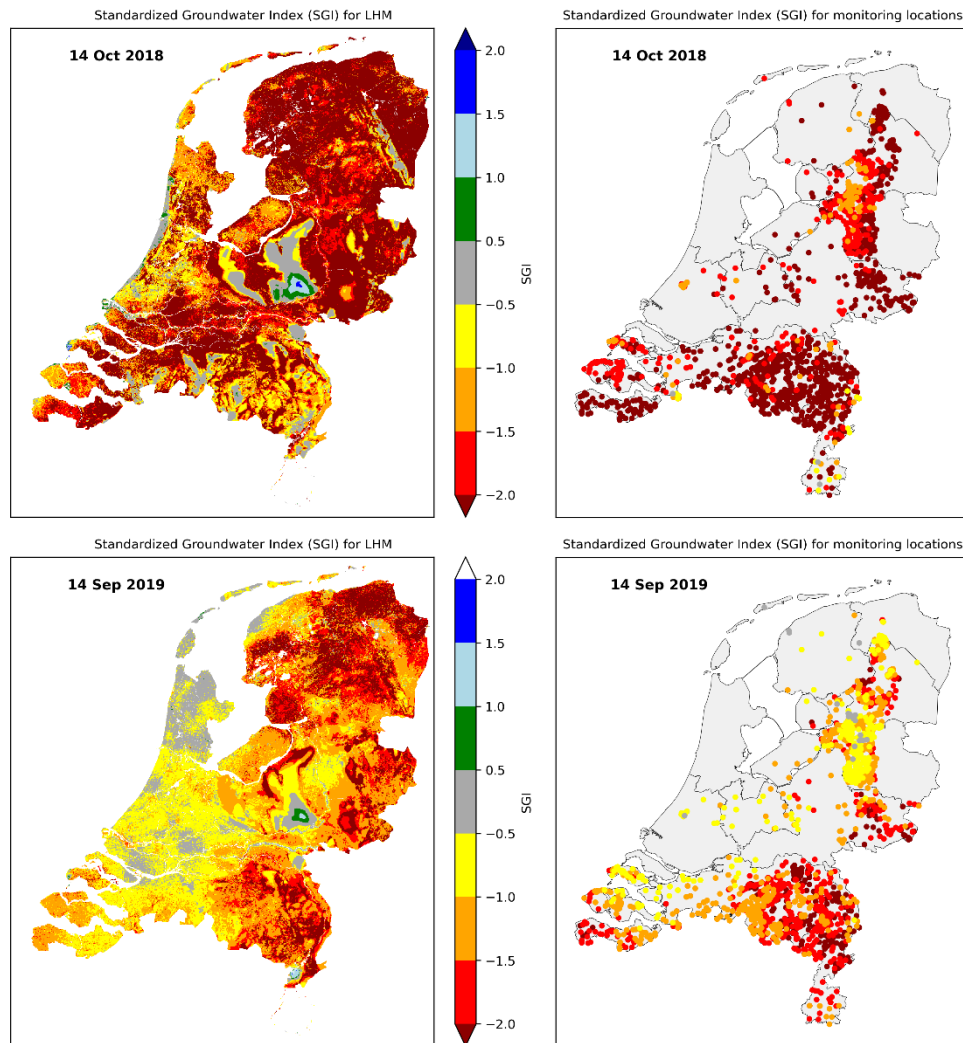


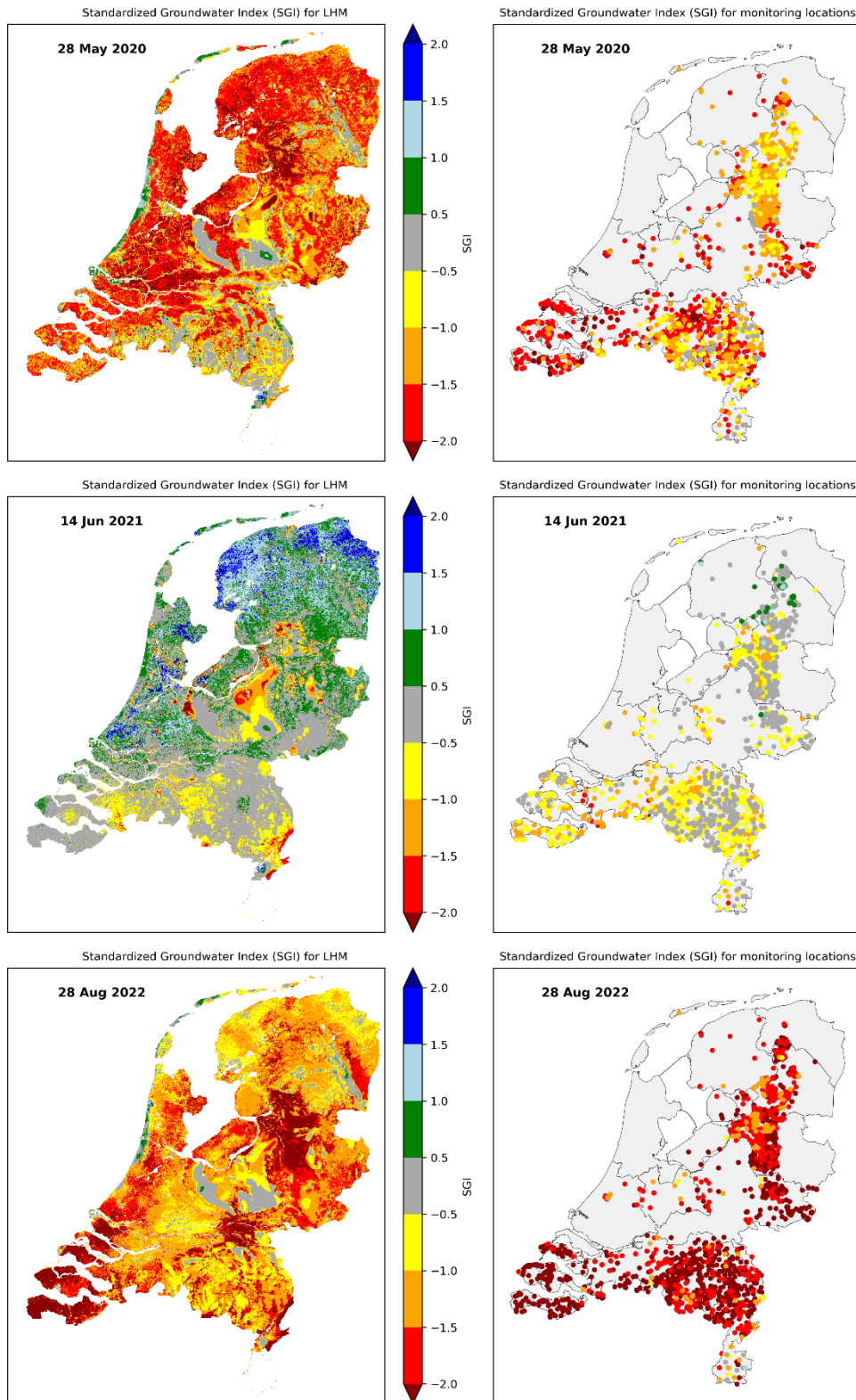
Figuur 17 Verschil tussen de berekende grondwaterstanden in de droge jaren 2018 (boven) en 2022 (onder) en het langjarige gemiddelde: a. wintergrondwaterstand (HG3); b. voorjaarsgrondwaterstand (1 april); c. zomergrondwaterstand (LG3); d. herfstgrondwaterstand (1 oktober). NB. In gebieden met een zeer dikke onverzadigde zone zoals delen van de Veluwe (zie Figuur 14) zijn de resultaten van de modelberekeningen minder betrouwbaar.

In Figuur 18 staan de berekende SGI-waarden weergegeven voor zowel de meetpunten als voor de LHM-berekeningen met de laagste SGI-waarde per jaar (op 14^e en 28^e van ieder maand) t.o.v. langjarig gemiddelde. De jaren 2018 en 2022 vallen op als extreem droog met extreem lage grondwaterstanden (SGI < -2), grondwaterstanden die maar in 2.3% van de gevallen voorkomen.

Verder is in de figuren te zien dat het ruimtelijk beeld van de SGI-waarden op basis van de LHM-berekeningen grofweg overeenkomt met die berekend op basis van de tijdreeksen van de meetpunten.

In Bijlage C staan SGI-waarden van zowel LHM als metingen voor nog meer momenten in de jaren 2018 en 2022 weergegeven waaruit dezelfde conclusie kan worden getrokken. Het combineren van ruimtelijke grondwatermodeluitkomsten en tijdreeksen van meetpunten geeft extra, waardevolle informatie over het optreden van grondwaterdroogte.





Figuur 18 De laagst berekende SGI-waarden (op 14^e en 28^e van de maand) per jaar voor de jaren 2018 t/m 2022 berekend op basis de LHM-resultaten (links) en de tijdreeksanalyses van de meetpunten (rechts).

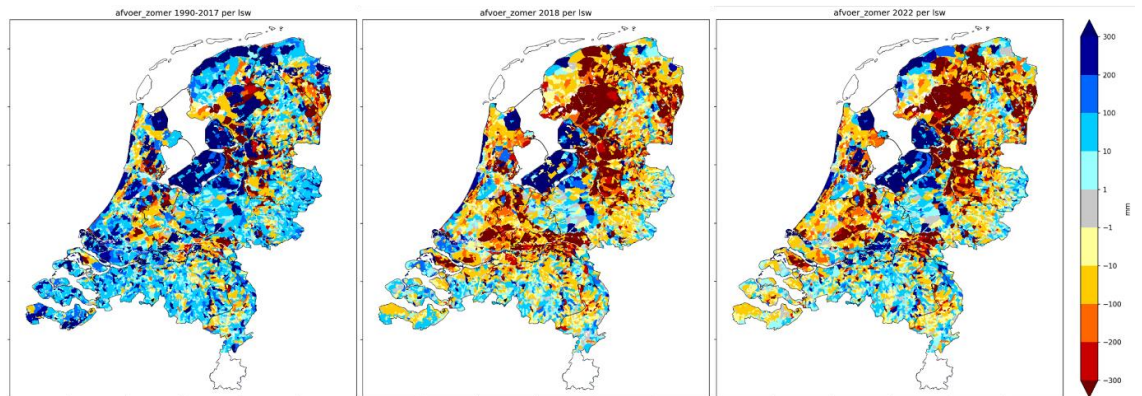
In Bijlage C laat ook zien wanneer de grondwaterdroogte zich begon te manifesteren. Zo is te zien dat de SGI in 2018 pas eind juni onder de -1.5 kwam en dat in dat jaar de meest extreme grondwaterdroogte pas in oktober optrad. 2019 begon al zeer droog mede door de

na-ijling van het extreem droge jaar 2018 en de relatief droge winter van 2018/2019. In 2019 zijn extreem lage grondwaterstanden gemeten maar duidelijk minder extreem dan in 2018. Februari 2020 was zeer nat, wat zich uitte in hogere grondwaterstanden dan gemiddeld. Zeer lage grondwaterstanden traden in 2020 op in mei en vervolgens weer in augustus en september. Het jaar 2021 kende vooral hogere grondwaterstanden dan gemiddeld. Zeer lage grondwaterstanden in 2022 vonden plaats in mei en vervolgens weer eind juli en augustus. Hoewel de grondwaterstanden door het nattere weer in september iets herstelde, was er nog steeds sprake van grondwaterdroogte in de maanden oktober en november van het jaar 2022.

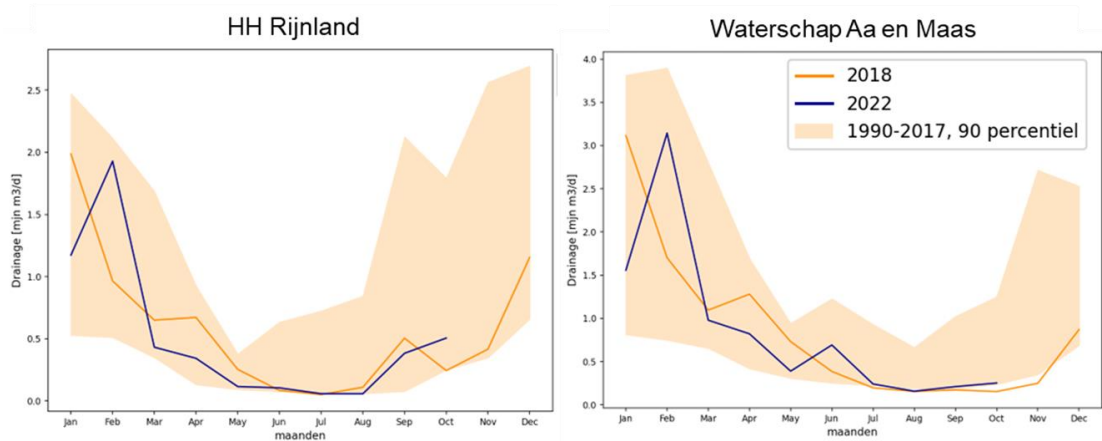
2.4.5 Grondwaterafvoer

De extreem lage grondwaterstanden vertalen zich door in lage tot extreem lage grondwaterafvoeren in grote delen van Nederland in 2018 en 2022 (Figuur 19). Vooral in de hoge zandgebieden in het zuiden, oosten en midden van het land leidt dit tot lage beekafvoeren en oppervlaktewaterstanden (Hendriks et al., 2014). In deze gebieden zijn beken en andere waterlopen voor hun watervoerendheid afhankelijk van neerslag en grondwaterafvoer, terwijl in lagere delen van Nederland (klei- en veengebieden in het westen en noorden) tijdens droge perioden water wordt aangevoerd vanuit de grote rivieren.

Door de lage grondwaterafvoeren vielen veel beken in de zandgebieden droog. Figuur 20 laat voor twee waterschappen zien dat voor zowel het jaar 2018 als 2022 de berekende grondwaterafvoer in juli onder de 90-percentiel van het langjarig gemiddeld duikt. Voor 2018 blijft de grondwaterafvoer in ieder geval tot en met het einde van het jaar laag en vindt de laagste afvoer zelfs pas in oktober plaats. Het grondwatersysteem is zo ver uitgezakt dat het afvoerproces in 2018 pas weer in december een beetje op gang komt. In 2022 valt in het westen van Nederland vanaf september weer neerslag, wat bijvoorbeeld in het beheergebied van Hoogheemraadschap Rijnland leidt tot een toename van de grondwaterafvoer in september en oktober (Figuur 20, links). In Bijlage C is het verloop van de berekende grondwaterafvoer voor alle waterschappen afgebeeld.



Figuur 19 Berekende grondwaterafvoer in de zomerperiode (juni, juli, augustus) per LHM afvoereenheid (local surface water unit) voor het langjarig gemiddelde (1990-2017; links) en voor de extreem droge jaren 2018 (midden) en 2022 (rechts). Positieve waarden betekenen dat er netto grondwater wordt afgevoerd via beken en waterlopen; bij negatieve waarden vindt er netto infiltratie vanuit het oppervlaktewater naar het grondwater plaats.

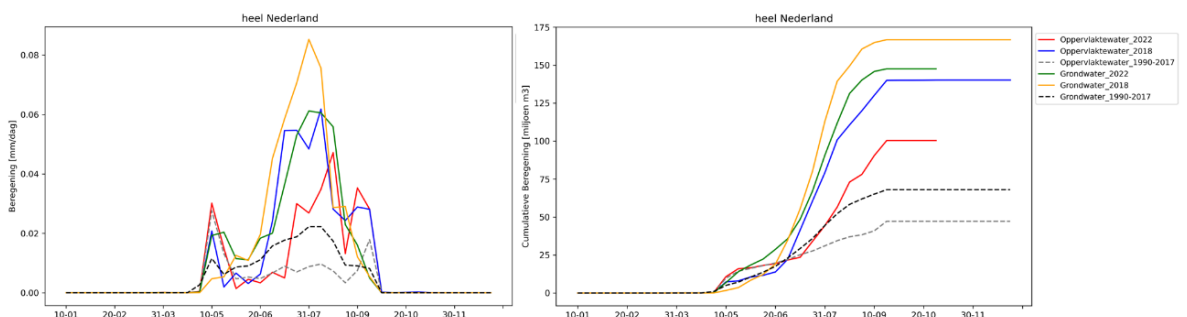


Figuur 20 Berekende grondwaterafvoer in Hoogheemraadschap Rijn en IJssel (in Laag Nederland) en waterschap Aa en Maas (in Hoog Nederland) per maand (in Mm³/dag) weergegeven voor de extreem droge jaren 2018 en 2022 en het 90-percentiel van het langjarig gemiddelde.

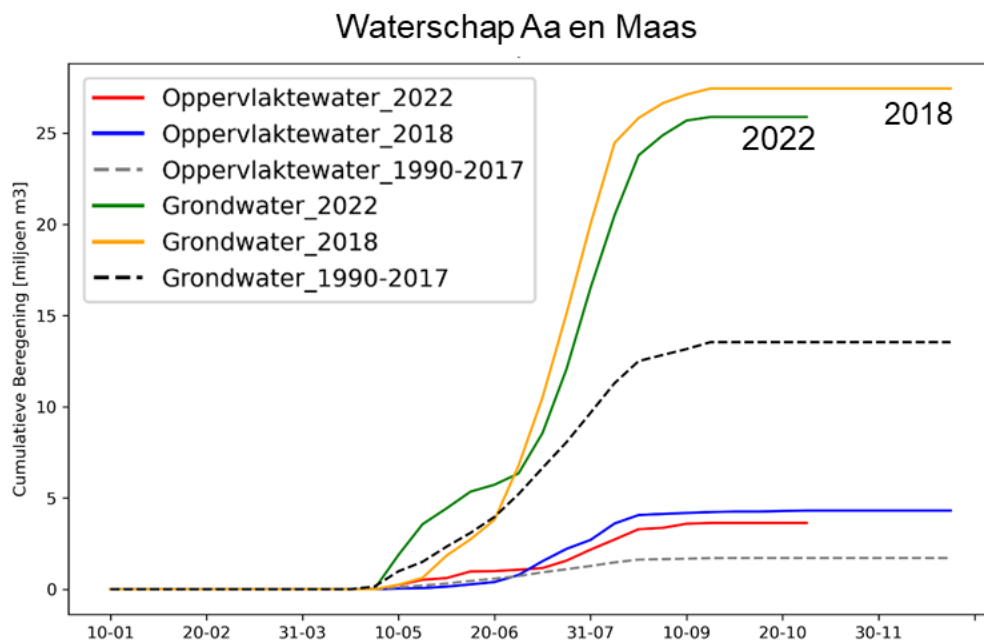
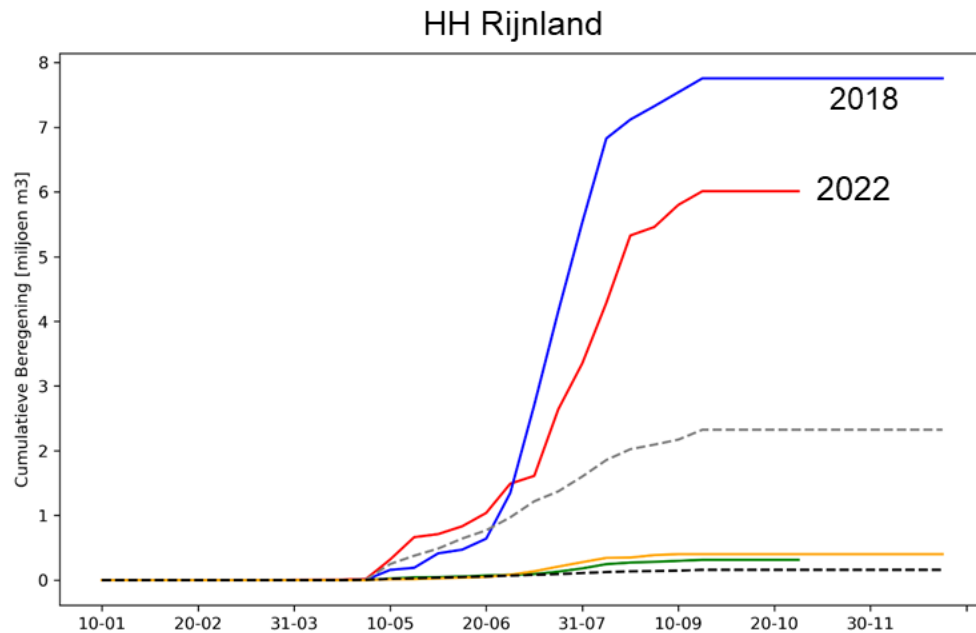
2.4.6 Berekening

Tijdens droge periode vindt er relatief veel berekening plaats om droogteschade aan landbouwgewassen tegen te gaan. Het water voor berekening komt deels uit het oppervlaktewater en deels uit grondwater. In Figuur 21 is zichtbaar dat volgens de LHM-berekeningen in 2018 ongeveer 2,5 maal zoveel grondwater en ongeveer 2,8 maal zoveel oppervlaktewater is onttrokken voor berekening als in een gemiddeld jaar. In 2022 was de hoeveelheid onttrokken grondwater en oppervlaktewater respectievelijk ongeveer 2 maal zo groot als in een gemiddeld jaar. De berekeningen tonen aan dat de toename van berekening uit grondwater in 2022 al in april startte terwijl in 2018 pas in juli werd begonnen met beregenen door het relatief natte voorjaar in 2018. Wat betreft berekening uit het oppervlaktewater is zowel in 2018 als 2022 een piek te zien in mei, waarna in 2018 vanaf half juni en in 2022 vanaf half juli veel berekening uit het oppervlaktewater plaatsvond. In het laaggelegen westen en noorden van Nederland, waar aanvoer van oppervlaktewater vanuit grote rivieren mogelijk is, wordt relatief veel uit het oppervlaktewater beregend. Ook in de droge zomers van 2018 en 2022 is in deze gebieden vooral veel extra oppervlaktewater onttrokken voor berekening, zoals bijvoorbeeld in het beheergebied van Hoogheemraadschap Rijnland (Figuur 22, boven). In de hoge zandgebieden is oppervlaktewater tijdens droogte schaars en wordt voor berekening voornamelijk grondwater onttrokken. In deze gebieden is relatief veel extra grondwater onttrokken in 2018 en 2022, zoals bijvoorbeeld in het beheergebied van Waterschap Aa en Maas (Figuur 22, onder).

Bijlage B.3 bevat figuren met de berekende (cumulatieve) hoeveelheid berekening voor alle waterschappen in Nederland.



Figuur 21 Berekende hoeveelheid berekening uit oppervlaktewater en grondwater (uitgedrukt in mm/dag) voor heel Nederland en voor de extreem droge jaren 2018 en 2022 en het langjarig gemiddelde (1990-2017).



Figuur 22 Berekende cumulatieve beregening uit oppervlaktewater en grondwater in de beheergebieden van Hoogheemraadschap Rijn en IJssel (in Laag Nederland) en Waterschap Aa en Maas (in Hoog Nederland) per maand weergegeven voor de extreem droge jaren 2018 en 2022 en het langjarig gemiddelde (1990-2017).

3 Waterkwaliteit: verzilting en verontreiniging

3.1 Interne verzilting

Deltares auteurs	Ilja America, Charlotte van Strien, Joost Delsman, Dimmie Hendriks
Met medewerking van	--
Databronnen	Hoogheemraadschap Rijnland, PWN
Gesproken met	Provincie Zeeland, Waterschap Scheldestromen, Hoogheemraadschap Rijnland, Hoogheemraadschap Schieland en Krimpenerwaard, Hoogheemraadschap Delfland, Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier, Provincie Fryslân, WS Noorderzijlvest, Waterschap Zuiderzeeland, LTO-Noord, Drinkwaterbedrijf PWN

3.1.1 Aanpak

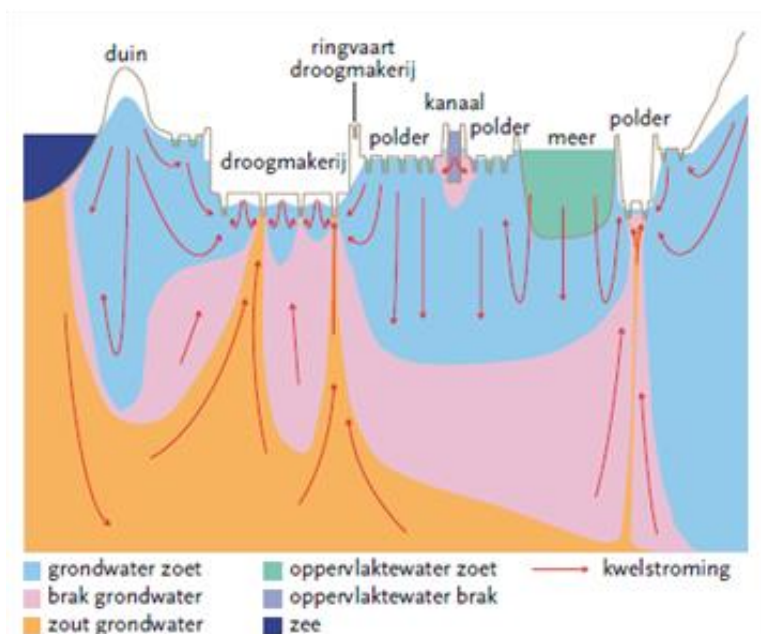
Om inzicht te verkrijgen in de interne verzilting gedurende 2022, is contact opgenomen met de waterschappen en provincies langs de kust. Ook is er contact geweest met drinkwaterbedrijf PWN en agrarische organisatie LLTO-Noord. Aan deze organisaties zijn de volgende vragen gesteld:

- Hoe ervaren jullie verzilting / zoutstress / schade door zout? Hoe hoog waren de zoutconcentraties in het oppervlaktewater? Kon waterinname doorgaan?
- Hebben gebruikers meldingen gedaan t.a.v. verzilting / zoutstress / schade door zout? Hoe wordt er omgegaan met dit soort meldingen?
- Was dit in 2022 anders dan normaal? En dan 2018?
- Kunnen jullie gebieden / regio's identificeren waar het risico op verzilting groot is?
- Hoe wordt verziltingsdata bijgehouden?

Daarnaast zijn van Hoogheemraadschap Rijnland en van PWN enkele meetreeksen ontvangen van chlorideconcentraties in het oppervlaktewater gedurende 2018 en 2022. Deze reeksen zijn geanalyseerd.

3.1.2 Oorzaak interne verzilting

Interne verzilting treedt op in laaggelegen gebieden waar brak grondwater aan de oppervlakte komt. Dit brakke grondwater stroomt omhoog door de bodem en vermengt zich met het grond- en oppervlaktewater, waardoor verzilting optreedt. Dit fenomeen wordt interne verzilting genoemd (Figuur 23). In tijden van droogte kan het brakke grondwater verder omhoog verplaatsen door het verdwijnen van regenwaterlenzen (i.e., er is meer verdamping dan neerslag). Klimaatveranderingen kunnen de interne verzilting versnellen doordat de zeespiegel stijgt en de bodem verder inklinkt.



Figuur 23 Schematische west-oost doorsnede door west Nederland met daarin grondwatertypen (zoet, brak, zout) en grondwaterstroming (bron: Helpdesk Water Rijksoverheid⁷).

3.1.3 Risicogebieden en grenswaarden interne verzilting

Iedere provincie/regio heeft zijn of haar gebiedseigen problemen met droogte en verzilting. Dit is afhankelijk van de watergebruikers, de reguliere zoutnormen en de mogelijkheden voor aanvoer van zoetwater. Tabel 2 laat zien wat de kenmerken van de verziltingsproblematiek in de verschillende provincies en waterschappen is en welke gebieden daarbij belangrijk zijn.

Tabel 2 Overzicht met risicogebieden interne verzilting per provincie in Laag Nederland

Provincie	Waterschap	Kenmerkende (verzilting)problemen	Risicogebieden
Zeeland	Scheldestromen	Zoute kwel, zoetwaterbeschikbaarheid (alleen via Volkerak-Zoommeer)	Zuidrand Schouwen-Duiveland, Tholen, rond Middelburg en kanaal door Zuid-Beveland
Zuid-Holland	Delfland	Waterbehoefte voor doorspoeling	Parksluizen (Schie) en andere sluizen in verbinding met Nieuwe Waterweg, Westland indien verzilting Brielsemeer, schutsluizen
	HHSK	Zoetwaterbeschikbaarheid Hollandsche IJssel en Nieuwe Maas. Interne verzilting Zuidplaspolder.	Zuidplaspolder en Ringvaart, Rotte systeem
	Rijnland	Verzilting Hollandsche IJssel en waterbehoefte voor doorspoeling (KWA), zoute kwel in polders, schuttingen voor recreatie	Haarlemmermeer, Hollandsche IJssel, Noordzeekanaal
Noord-Holland	HHNK		Zuidelijk gedeelte (kweldruk & externe verzilting) en boezem Koopvaardersschutsluis

⁷ <https://www.helpdeskwater.nl/onderwerpen/water-ruimte/waterkwantiteit/verzilting/>

Flevoland	Flevoland	Waterbeschikbaarheid voor doorspoeling (mede vanuit IJsselmeer)	Noordoosten van Lelystad, Noordoostpolder (oost en west), Middengebied Flevopolder
Friesland	Friesland	Wateraanvoer IJsselmeer??	Kustzone waddegebied
Groningen	Groningen	Wateraanvoer IJsselmeer, indringing via Lauwersmeer	Kustzone, Lauwersmeer

Per (deel-)gebied of polder gelden bepaalde grenswaarden als het gaat om de mate van verzilting die toelaatbaar is. Deze waarden kunnen sterk van elkaar verschillen. In een gebied met teelten die gevoelig zijn voor zout, zoals Boskoop (boomteelt), liggen de grenswaarden van verzilting laag (rond 150 mg chloride per liter). Ook in gebieden waar drinkwater wordt gewonnen (uit grondwater), zoals het intrekgebied van PWN, liggen de grenswaarden voor chloride concentraties rond de 150 mg/l. In andere gebieden met minder gevoelige teelten liggen grenswaarden hoger, rond de 400 of 450 mg chloride per liter. Een compleet overzicht van grenswaarden per deelgebied of polder is momenteel niet beschikbaar.

3.1.4 Ernst van interne verzilting

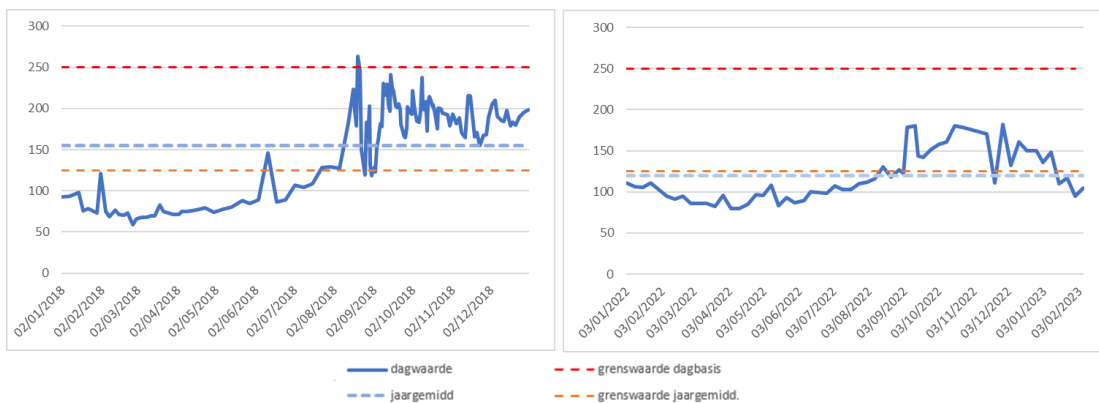
De waterschappen monitoren op verschillende plekken chlorideconcentraties of EC-waarden (EC = Elektrische Conductiviteit) in het oppervlaktewater van de polders als maat voor de interne verzilting van dat gebied. In onderstaande figuren worden metingen van chlorideconcentraties in de Haarlemmermeerpolder (Figuur 24) en in Andijk nabij een drinkwateronttrekking (Figuur 25) getoond, waarbij ook de grenswaarden zijn aangegeven. Zichtbaar is dat op de meetlocatie in de Haarlemmermeerpolder in zowel 2018 als 2022 de grenswaarde van 450 mg/l werd overschreden en dat dit in 2022 eerder en in grotere mate gebeurde. Het water op de meetlocatie bij Andijk vertoonde in 2018 veel hogere waarden dan in 2022, waarbij in 2018 de grenswaarde op dagbasis kort werd overschreden en het gemiddelde van de metingen boven de grenswaarde voor chloride op jaarbasis (125 mg/l) lag. In 2022 stegen de chloride concentraties minder snel en minder hoog en werd ook de grenswaarde op jaarbasis niet overschreden.

Uit de gesprekken met de waterbeheerders kwamen de volgende bevindingen ten aanzien van de mate van verzilting op de meetpunten naar voren:

- De pieken in 2018 waren vaak hoger, maar dit geldt niet voor alle gebieden
- De verhoogde waarden hielden in 2018 gemiddeld tot later in het jaar aan
- De verhoging treedt in 2022 vaak eerder en sneller op



Figuur 24 Chlorideconcentraties (mg/l) in oppervlaktewater in de Haarlemmermeerpolder gedurende 2018 (links) en 2022 (rechts). De grenswaarde voor verzilting van het oppervlaktewater in dit gebied is 450 mg/l. Data verkregen via Hoogheemraadschap Rijnland.



Figuur 25 Chlorideconcentraties (mg/l) in oppervlaktewater op dagbasis en jaargemiddeld in Andijk nabij een drinkwater onttrekken gedurende 2018 (links) en gedurende 2022 (rechts). Grenswaarden op dagbasis (250 mg/l) en op jaarbasis (125 mg/l) zijn ook weergegeven in de grafieken. Data verkregen via PWN (2022).

3.1.5 Minder problemen in 2022 door impuls na droogte 2018

Uit de gesprekken met provincies, waterschappen PWN en LTO-Noord, blijkt dat droogte en verzilting sinds 2018 een meer prominente plek op de interne agenda heeft gekregen. De droogte en toename aan interne verzilting kwam in 2018 als een verrassing. Sindsdien wordt er in de gebieden meer gedaan aan het analyseren van de impact van droogte. Dit gebeurt onder andere door (extra) metingen van chloride en EC-waarden (Electric Conductivity; maat voor verzilting van water), analyse van de effectiviteit en timing van maatregelen, en voorbereidingen op toekomstige periode droogte.

Op basis van de gesprekken die gevoerd zijn, kunnen verschillende overeenkomsten worden benoemd voor de situatie van 2022 in Laag Nederland:

- Over het algemeen werd 2022 ervaren als een minder problematisch en hectisch jaar wat betreft droogte en verzilting, in vergelijking met 2018. Ook zoute kwel werd in 2022 niet expliciet als meer problematisch ervaren dan in andere jaren. De mensen die wij gesproken hebben schrijven dit vooral toe aan impuls die gegeven is aan het thema droogte en verzilting sinds 2018. Hierdoor was men beter voorbereid in 2022 dan in 2018.
- In 2022 was in alle regio's in Laag Nederland voldoende zoet water beschikbaar om door te spoelen. De waterschappen maken gebruik van doorspoeltechnieken om de boezemsystemen zoet te houden en de zoutdruk te verminderen. In 2022 hebben ze allemaal met minder zoet water doorgespoeld dan in 2018, terwijl dit voldoende was om de interne verzilting tegen te gaan.
- In 2022 zijn er geen nieuwe risicogebieden voor verzilting bijgekomen.
- Waterschappen krijgen bijna geen meldingen over verzilting van watergebruikers. Meldingen tijdens droogte gaan vooral over lage waterstanden, slechte waterkwaliteit (o.a. algen) en de mogelijkheid om te beregenen.

3.1.6 Ontwikkelingen en onzekerheden

De oppervlaktewaterkwaliteit is, behalve op een aantal locaties zoals in Zuid HHNK, Zeeland, en Noord Groningen, voldoende geweest om te blijven beregenen. In de kritieke gebieden bepalen agrariërs zelf of het water van geschikte kwaliteit is. Soms verplaatsen agrariërs de beregeningslangen naar een andere locatie met water met lagere chlorideconcentraties. In 2022 hebben de waterbeheerders geen meldingen gehad over te hoge zoutconcentraties in sloten waardoor beregening niet mogelijk is.

In gesprekken met waterschap Zuiderzeeland kwam naar voren dat het aantal aanvragen voor beregeningsputten om met grondwater te kunnen beregenen is toegenomen de afgelopen jaren. Agrariërs melden in gesprekken met het waterschap dat sommige putten aan het eind

van de zomer soms te zout zijn om te gebruiken. Vanuit de gesprekken met waterbeheerders kwam naar voren dat er meer kennis gewenst is op dit onderwerp.

De waterbeschikbaarheid voor het **doorspoelen** is voor allemaal een belangrijke factor van onzekerheid die bij toekomstige droogte voor grotere verziltingsproblemen kan zorgen. Dit wordt als belangrijker ervaren dan een mogelijke toename van de interne verzilting. Wanneer in de toekomst beperkingen worden opgelegd voor de inname van IJsselmeerwater, kan dit een grote impact hebben op de waterkwaliteit in onder andere Flevoland, Friesland en Groningen en daarmee op de landbouw, natuur en drinkwaterbedrijven in deze gebieden (zoals PWN).

3.2 Externe verzilting

Deltares auteurs	Remi van der Wijk, Asako Fujisaki, Meinard Tiessen
Met medewerking van	--
Databronnen	rws.waterinfo.nl, website HDSR (voor inzet KWA)

3.2.1 Inleiding

Tijdens de zomer van 2022 was de afvoer op de Rijn extreem laag. Als gevolg hiervan kon zout zeewater verder binnen dringen via de Nieuwe Waterweg in de Rijn-Maasmonding en via schutsluizen op het IJsselmeer en Noordzeekanaal/Amsterdam-Rijnkanaal, en moesten verscheidene maatregelen worden genomen om de zoetwaterbeschikbaarheid op belangrijke innamepunten te kunnen garanderen.

Met de droogte van 2018 vers in het geheugen komt de vraag op hoe de zomer van 2022 zich verhoudt tot 2018 op het vlak van externe verzilting en de genomen maatregelen⁸. In dit project is er gekeken naar de zoutindringing in 2018 en 2022 op enkele belangrijke plekken voor de zoetwatervoorziening. Er wordt hierbij extra aandacht geschonken aan de maatregelen die zijn genomen in 2018 en 2022 om te zien of de beheersbaarheid van zoutindringing na 2018 is vergroot.

3.2.2 Beschrijving locaties

Als het gaat om verzilting in het oppervlaktewater zijn er enkele monitoringslocaties die samenhangen met innamepunten voor waterschappen en drinkwaterbedrijven (Figuur 26) in Nederland die worden bekeken.

1. Als eerste is er het IJsselmeer waar zout via de schut- en spuisluizen kan binnendringen. Gedurende en na 2018 is er veel aandacht voor verzilting in het IJsselmeer. Helaas zijn er pas na 2018 permanente meetlocaties beschikbaar gekomen waardoor er geen eenvoudige vergelijking is te trekken tussen verzilting in 2018 en 2022.
2. Daarnaast kan er via sluis IJmuiden zout binnendringen op het Noordzee- en Amsterdam-Rijnkanaal. Het waterbeheer is er op gericht om het Amsterdam-Rijnkanaal zoet te houden en hiervoor wordt er gebruik gemaakt van de meting bij Diemen. Als maatregel wordt er zoet rivierwater vanuit de Nederrijn/Lek aangevoerd via de Irenesluizen (Wijk bij Duurstede) of wordt de zoutlast vanuit IJmuiden beperkt door schutbeperkingen in te stellen.
3. De monding van de Lek (Kinderdijk) is de derde locatie waar naar wordt gekeken voor externe verzilting. Het waterbeheer is er op gericht om de Krimpenerwaard inname zoet te houden door water aan te voeren via Hagestein. Er zijn zowel 2018 en 2022 metingen uitgevoerd op de Lek zelf, maar deze zijn / worden in andere projecten bekeken.

⁸ Externe verzilting is hier gedefinieerd als zoutindringing in het oppervlaktewater via een open of gesloten verbinding met zee

4. De monding van de Hollandsche IJssel (Krimpen aan de IJssel) is een indicatie voor verzilting op de benedenloop van de Hollandsche IJssel. Het waterbeheer is er op gericht om de bovenloop zoet te houden door water aan te voeren via de KWA+ en Krimpenerwaardroute en de lozingen en onttrekkingen te balanceren op basis van de zoutconcentratie in de benedenloop van de Hollandsche IJssel. Net als voor de Lek zijn er metingen op de Hollandsche IJssel zelf in 2018 en 2022. De metingen van 2022 in de bovenloop van de Hollandsche IJssel waren niet beschikbaar voor dit onderzoek.
5. Als laatste is het innamepunt bij Bernisse (in combinatie met Spijkenisse) cruciaal voor de zoetwaterbeschikbaarheid. Zowel in 2018 als 2022 was er geen of in zeer beperkte mate sprake van verzilting. Er wordt daarom in dit project niet nader gekeken naar dit innamepunt.



Figuur 26 Overzicht hoofdwatersysteem Nederland (uitsnede uit kaart van Rijkswaterstaat van Helpdesk Water) met de belangrijkste locaties voor externe verzilting: 1. schut- en spuilsuizen IJsselmeer; 2. sluis IJmuiden; 3. monding Lek bij Kinderdijk; 4. monding Hollandse IJssel (Krimpen aan de IJssel); 5. innamepunt bij Bernisse (in combinatie met Spijkenisse). Getallen corresponderen met beschrijving.

3.2.3 Amsterdam-Rijnkanaal

In Figuur 27 zijn de metingen voor 2018 en 2022 te zien. Er is een aantal verschillen in verzilting zichtbaar:

- In 2018 was er al eerder (vanaf mei al zoutpieken) sprake van verzilting ten opzichte van 2022.
- In 2022 is er vanaf mei gemiddeld 30 m³/s water aangevoerd over het Amsterdam-Rijnkanaal gedurende de zomer en begin van de herfst. In 2018 is eerder 10 – 20 m³/s aangevoerd via het Amsterdam-Rijnkanaal voor het grootste deel van de zomer. Alleen eind juli en augustus is de afvoer in 2018 verhoogd naar 30 m³/s.
- Vanaf juni waren er schutbeperkingen voor de scheepvaart bij IJmuiden (Figuur 28) en in augustus is het bellenscherm in de monding van het Amsterdam-Rijnkanaal, wat na 2018 permanent is geïnstalleerd, in werking gesteld;
- Met het in gebruik nemen van de nieuwe zeesluis is (in theorie) de zoutlast op het Noordzeekanaal hoger in 2022 dan in 2018. Gedurende 2022 is de nieuwe zeesluis slechts zeer beperkt in gebruik geweest, hierdoor is de zoutlast nagenoeg gelijk ten

opzichte van 2018. Met de selectieve onttrekking (gereed 2025) is de verwachting dat de zoutlast gelijk zal zijn aan de situatie voor de bouw van de nieuwe zeesluis.

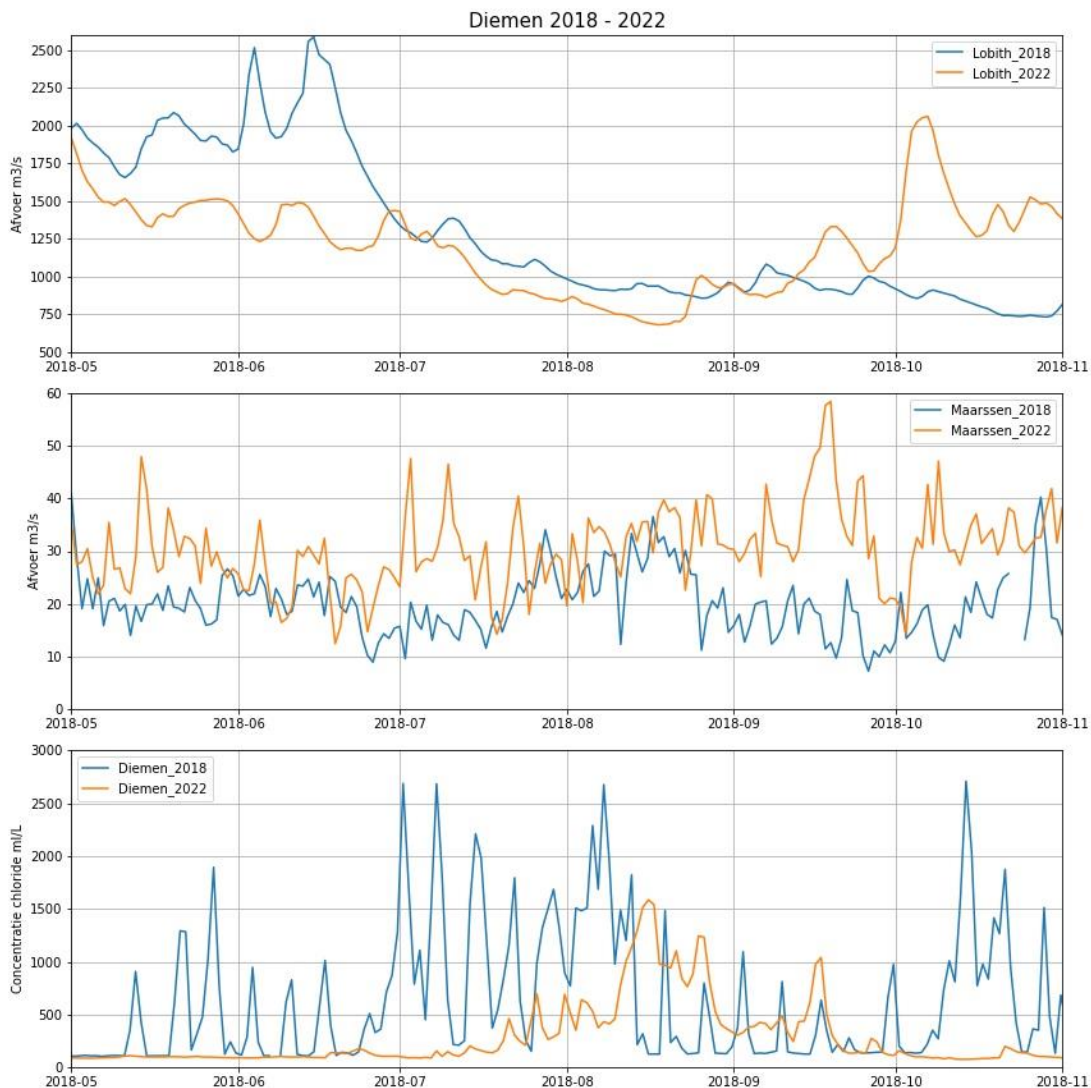
Al met al is de combinatie van maatregelen die zijn ingevoerd na 2018 op het oog effectief gebleken om de zoutconcentratie bij Diemen in 2022 over het algemeen lager te houden dan in 2018.

In 2022 is extra water is aangevoerd naar het Amsterdam-Rijnkanaal om te voorkomen dat de zoutconcentratie bij Diemen te hoog wordt, ook al was er minder water beschikbaar vanuit de Rijn. Er zijn daarnaast andere maatregelen (schutbeperkingen en bellenscherm) genomen om de zoutlast te beperken, ondanks het in gebruik nemen van de nieuwe zeesluis⁹.

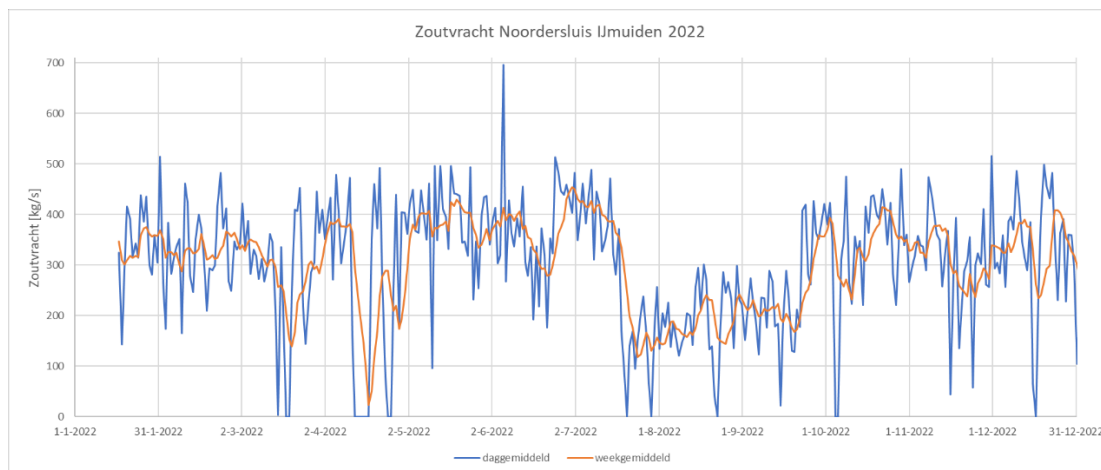
Om de zoutindringing in het Noordzeekanaal en Amsterdam-Rijnkanaal te reduceren, was van half juli tot half september 2022 de maatregel van kracht dat de Noordersluis alleen gesloten werd tussen 06:00 en 18:00 uur. De berekende zoutvracht laat een duidelijke dip zien in die periode (Figuur 28). Deze zoutvracht is berekend op basis van de geregistreerde deur-bewegingen van de Noordersluis en met aangenomen 'gemiddelde' zoutgehalten aan weerszijden van de sluis. Er werden flink minder schuttingen gedaan, en met vollere kolk. Hoewel dit figuur niet de totale zoutvracht weergeeft (invloed van oplopend zoutgehalte verwaarloosd, en ook de Middensluis en Zeesluis waren in bedrijf), illustreert dit wel dat de maatregel erg effectief was, want de zoutindringing werd dus flink gereduceerd, en de zoutgehalten bij Diemen waren een stuk lager dan in 2018.

Tegelijkertijd levert een dergelijke maatregel (een moeilijk te kwantificeren) hinder op voor de scheepvaart (zie Hoofdstuk 5.8).

⁹ *In de praktijk is de nieuwe zeesluis gedurende de droogte van 2022 beperkt in gebruik geweest.*



Figuur 27 Van onder naar boven: getigemiddelde zoutconcentraties (Diemen, -6.50 m NAP), daggemiddelde afvoeren op het Amsterdam-Rijnkanaal thv Maarssen, en Rijnafvoer bij Lobith, in 2018 (blauw) en 2022 (oranje)



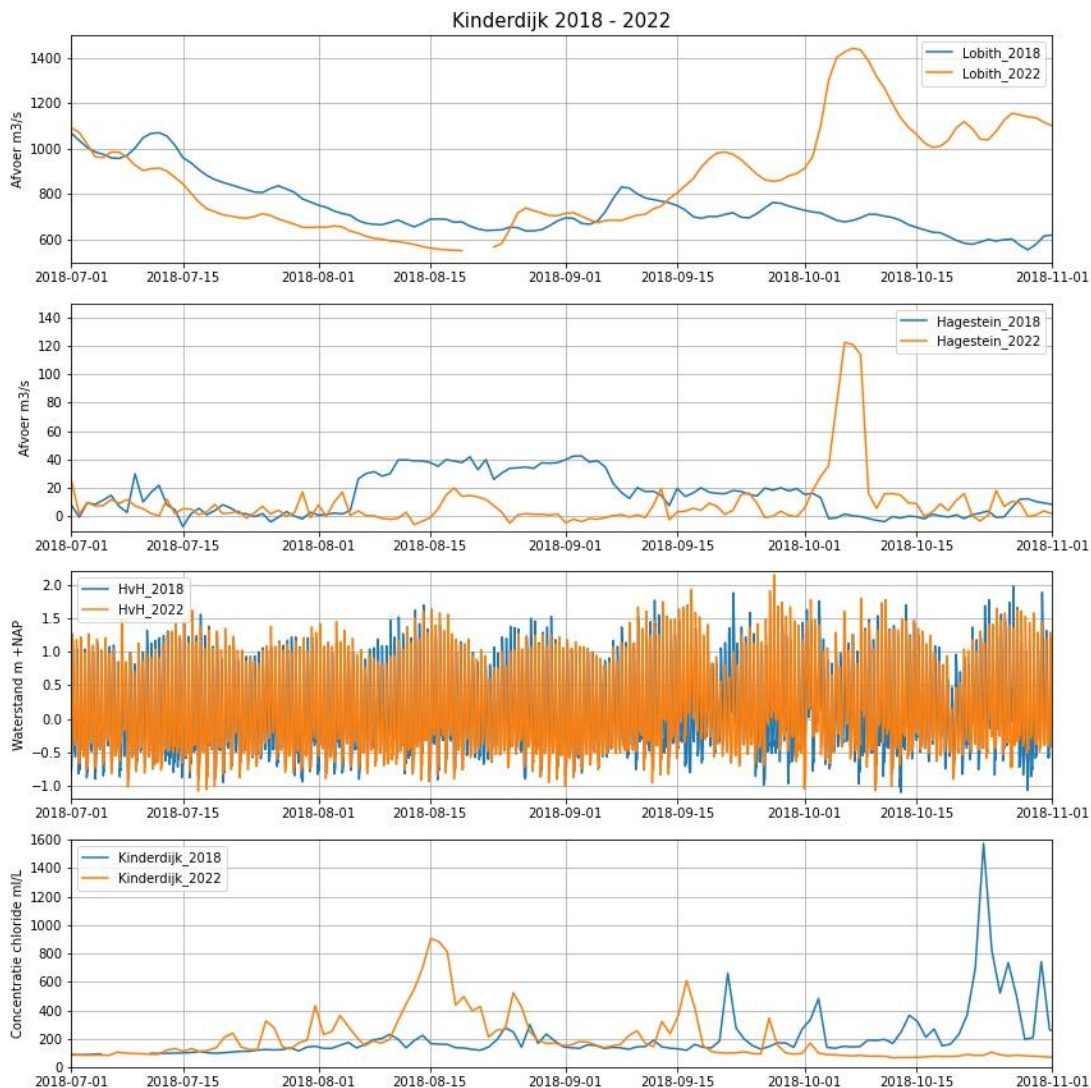
Figuur 28 Zoutvracht dat via de Noordersluis bij IJmuiden binnenkwam in 2022

3.2.4 Monding van de Lek – Kinderdijk

Verzilting bij de monding van de Lek is het gevolg van een combinatie van rivierafvoer en waterstand op zee. De afvoer over Hagestein heeft beperkte invloed op de zoutconcentratie in de monding, maar heeft veel invloed op hoe ver het zout kan oprukken op de Lek zelf (richting de innamepunten). In hoeverre veranderingen in het systeem invloed hebben op de zoutindringing is moeilijk te zeggen, tijdens 2018 is er begonnen met de verdieping van de Nieuwe Waterweg wat invloed kan hebben op de zoutlast. In Figuur 29 zijn de metingen voor 2018 en 2022 te zien. Er zijn een aantal verschillen in verzilting zichtbaar:

- De afvoer op de Rijn (Lobith) is eerder al lager in 2022 waardoor er eerder sprake is van verzilting. Daarentegen stijgt de afvoer in 2022 in de herfst ook eerder waardoor in die periode de verzilting lager is ten opzichte van 2018.
- In zowel 2018 als 2022 zijn er momenten van hogere waterstanden bij Hoek van Holland. Uit beide jaren is te concluderen dat bij een (hele) lage afvoer springtij al kan resulteren in zoutpieken bij Kinderdijk (midden augustus 2022, midden oktober 2018).
- Zodra er hoge waterstanden op zee samenvallen met lage afvoer zijn de zoutconcentraties zeer (eind oktober 2018) hoog bij Kinderdijk. Uit een eerdere analyse van de metingen is te concluderen dat het zout dan ook snel oprukt op de Lek zelf.
- In 2018 wordt de afvoer over Hagestein al eerder verhoogd in relatie tot de chlorideconcentratie bij Kinderdijk. Na 2018 heeft Deltares gekeken naar de metingen en is de effectiviteit van de maatregel getoetst (voor zover mogelijk). Als gevolg van de lessen van 2018 is er een verbeterd meetnetwerk opgezet om de maatregel gericht in te kunnen zetten. Dit is in 2022 toegepast door in reactie op de chlorideconcentratie de afvoer over Hagestein te verhogen in plaats van proactief. De verwachting was dat er genoeg tijd beschikbaar was om de afvoer op basis van actuele data te verhogen. Gedurende de zomer van 2022 heeft Deltares ad-hoc advies gegeven op basis van metingen en modelberekeningen om het beheeradvies verder aan te scherpen. Dit zal in 2023 een verder vervolg krijgen.

Samenvattend is te zien dat er in 2022 eerder sprake was van verzilting als gevolg van de lage afvoeren. Door de aanpassingen aan het beheer van Hagestein is de afvoer pas later verhoogd in relatie tot de chlorideconcentraties bij Kinderdijk. Zowel in 2018 als in 2022 was er sprake van langdurigere verzilting (hierdoor kan het zout optrekken op de Lek). Het verschil is wel dat in de 2022 dit gebeurde tijdens de zomer en in 2018 tijdens de herfst. Omdat de watervraag groter is in de zomer is de potentiële impact groter van zoutindringing.



Figuur 29 Getijgemiddelde zoutconcentraties monding Lek (Kinderdijk), afvoer Lobith, afvoer Lek en waterstanden Hoek van Holland voor 2018 (blauw) en 2022 (oranje)

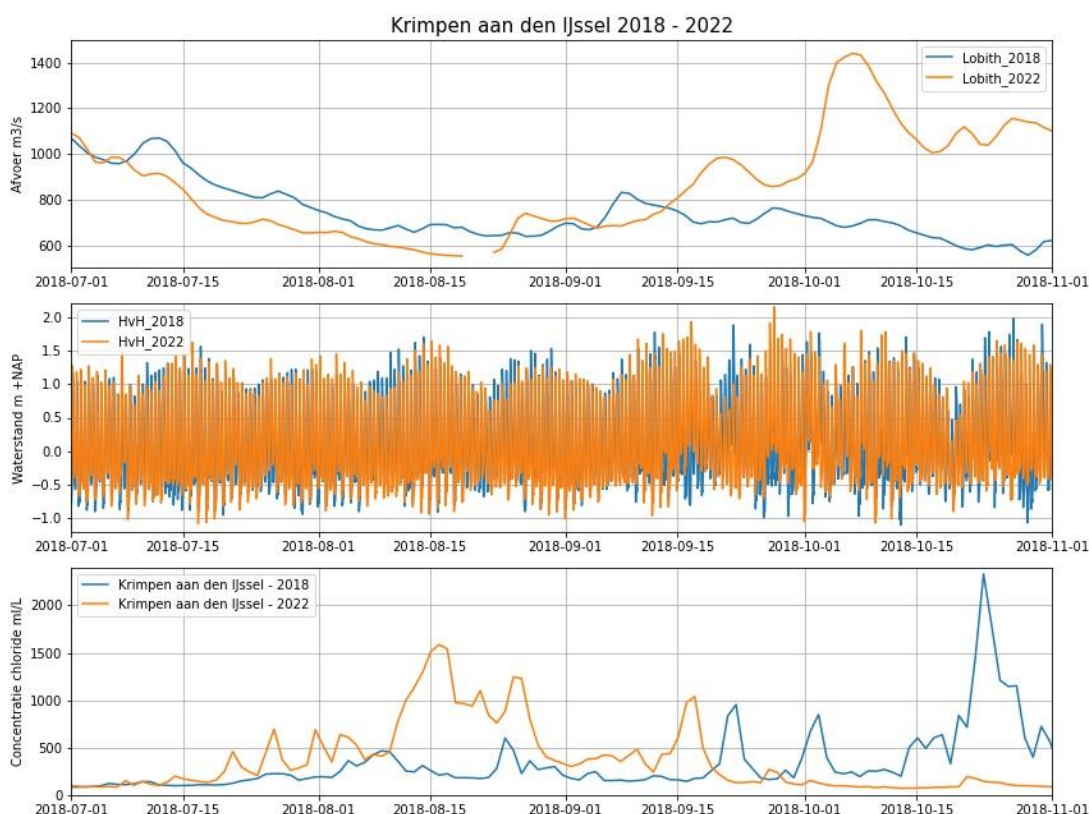
3.2.5 Monding van de Hollandsche IJssel (Krimpen a/d IJssel)

Verzilting bij de monding van de Hollandsche IJssel is het gevolg van een combinatie van rivierafvoer en waterstand op zee. De timing van in- en uitstroom rondom de monding van Hollandsche IJssel kan er voor zorgen dat het precieze optreden van verzilting bij schier gelijke condities verschillend is bij Krimpen a/d IJssel. In hoeverre veranderingen in het systeem invloed hebben op de zoutindringing is moeilijk te zeggen, tijdens 2018 is er begonnen met de verdieping van de Nieuwe Waterweg wat invloed kan hebben op de zoutlast. In Figuur 30 zijn de metingen voor 2018 en 2022 te zien. Er zijn een aantal verschillen in verzilting zichtbaar:

- Net als voor de Lek is zichtbaar dat de afvoer op de Rijn al eerder lager is waardoor er in de zomer van 2022 al sprake is van verzilting. Met name in augustus bleef de afvoer in 2018 redelijk stabiel en daalde deze in 2022 nog verder. Daarentegen stijgt de afvoer in 2022 in de herfst weer waardoor de verzilting afneemt;
- Omdat de afvoer in juli nog redelijk vergelijkbaar is scheelt het slechts 6 dagen tussen 2018 en 2022 voor de KWA is ingezet. In 2018 is de KWA 24 juli ingezet en dit was 24 juli in 2022. In 2018 is de KWA op 28 september stopgezet. In 2022 gebeurde dit, mede door de stijgende afvoeren, al op 16 september;

- Gedurende 2022 steeg de zoutconcentratie redelijk constant gedurende de zomer en zijn er kleinere pieken zichtbaar die samenhangen met springtij. In 2018 zijn er pieken in zoutconcentratie zichtbaar tijdens de zomer, maar is dit beperkt ten opzichte van 2022. De hogere piekconcentraties hangen samen met een grotere opzet op zee gedurende de lagere afvoeren in oktober;

Samenvattend is te zien dat er in 2022 al veel eerder sprake is van permanente verzilting van de monding van de Hollandsche IJssel door de lagere rivierafvoeren. Met name gedurende augustus zijn de chlorideconcentraties in 2022 hoger. Of en hoe het zout is opgetrokken op de Hollandsche IJssel is werk voor een vervolproject waarbij de gegevens van de waterschappen moeten worden verzameld.



Figuur 30 Getijgemiddelde chlorideconcentraties (mg/L) ter hoogte van Krimpen a/d IJssel), Rijnafvoer bij Lobith (m³/s) en waterstanden Hoek van Holland (m NAP) voor de periode juli t/m okt. in 2018 (blauw) en in 2022 (oranje)

3.3 Uitspoeling verontreiniging

Deltares auteurs	Joachim Rozemeijer
Met medewerking van	--
Databronnen	LMM (Bijlage D.1), MSNLO (Bijlage D.2), berichtgeving media (Bijlage D.3), interviews waterbeheerders

3.3.1 Beschrijving van de impact

De impact van droogte in 2022 op de waterkwaliteit is divers. Bovendien zijn de gevolgen nog onvolledig in beeld door na-ijl effecten en de vertraagde beschikbaarheid van gegevens uit waterkwaliteitsmeetnetten (zie Bijlage D). Op landelijk niveau beginnen de gevolgen van de

droogte van 2018-2020 op de waterkwaliteit meer compleet in beeld te komen. Voor de droogte van 2022 is nog geen volledig beeld, maar is wel op basis van voorbeelden in te schatten of de reactie vergelijkbaar is met de eerdere droogte.

De volgende effecten van droogte op de waterkwaliteit zijn gesignaleerd:

- In landbouwspecifiek slootwater en oppervlaktewater (meetnetten LMM¹⁰ en MNLSO¹¹) zijn de gemiddelde **nitraatconcentraties** tijdens de droge zomer zelf lager dan in een natte zomer. In de eerstvolgende natte periode in de winter zijn de concentraties juist hoger.
- De concentraties **gewasbeschermingsmiddelen** in landbouwwater zijn in droge zomers juist hoger (meetnet LMGMB¹²) dan in natte jaren.
- In diepe polders verslechtert de waterkwaliteit vaak in droge perioden: hogere **stikstof- en of fosforconcentraties, zouter water, zuurstofloosheid**.
- In droge perioden neemt de relatieve invloed van puntbronnen (RWZI-effluent, industriële lozingen) toe ten opzichte van diffuse bronnen (uitspoeling). De concentraties **chemische stoffen** en **pathogenen** kunnen hoog oplopen door minder verdunning.
- Tijdens droge zomers zijn er meer problemen met (giftige) **algenbloei** in rivieren, meren, kanalen, zwemwater en stedelijk water.

De waterkwaliteitsveranderingen tijdens de droogte hebben op verschillende manieren invloed gehad op het beleid en op het gebruik van water. Zo hebben de opgelopen concentraties na de droogte van 2018 (en het uit beeld raken van doelbereik voor de KaderRichtlijn Water en de Nitraatrichtlijn) een rol gespeeld bij het EU besluit om de Derogatie (uitzonderingspositie meer gebruik dierlijke mest) voor Nederland af te bouwen en te beëindigen vanaf 2026. Dit heeft veel invloed op de werkwijze en de inkomsten van melkveehouders.

De verslechtering van de waterkwaliteit heeft ook invloed op de gebruiksfuncties van het water. In polders belemmert de oplopende zoutconcentratie de bruikbaarheid voor beregening. De slechtere kwaliteit van het uitgeslagen polderwater heeft ook veel invloed op het ontvangende watersysteem (boezems, randmeren). In rivieren zorgen waterkwaliteitsproblemen voor innamestops voor drinkwater, die bij droogte langer kunnen duren. In 2022 was er van 12 juli tot 6 oktober een innamestop voor Maaswater bij Heel, veroorzaakt door de door algen geproduceerde stof neophytadiene. De bloei van (giftige) algen veroorzaakt in droge zomers op meer plaatsen en voor langere perioden overlast, zoals op zwemwaterlocaties en in stedelijk water. Ook vissterfte komt vaker voor door een groter risico op toxische concentratieniveaus en zuurstofloosheid. Algenbloei bij inlaatlocaties voor wateraanvoer vanuit rivieren en kanalen kan zorgen dat de inlaat gestopt moet worden met watertekorten en beregeningsverboden als gevolg.

3.3.2 Duiding

Droogte kan op verschillende manieren leiden tot verhoogde nitraatconcentraties in het uitspoelende landbouwwater (Fraters et al., 2020¹³):

- De gewasgroei en de stikstofopname vermindert
- Er wordt minder nitraat afgebroken
- Minder verdunning en meer indamping in de bodem

¹⁰ Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid, <https://www.rivm.nl/landelijk-meetnet-effecten-mestbeleid>

¹¹ Meetnet Nutrienten LandbouwSpecifiek Oppervlaktewater, <https://www.deltares.nl/nl/projecten/meetnet-nutrienten-landbouw-specifiek-oppervlaktewater-mnls/>

¹² Landelijk Meetnet Gewasbeschermingsmiddelen, <https://unievannwaterschappen.nl/wp-content/uploads/2022/02/Factsheet-LM-GBM-februari-2022.pdf>

¹³ <https://www.rivm.nl/nitraatrapportage2020>

Overigens was de landbouwsector in 2022 beter voorbereid op de mogelijkheid van droogte (beregening) waardoor de opbrengstderiving en de waterkwaliteitseffecten minder groot lijken te zijn.

Aangezien de uitspoeling uit landbouwpercelen pas tijdens de eerstvolgende natte periode op gang komt, heeft de toename van de nitraatconcentraties pas in het winterhalfjaar gevolgen voor de oppervlaktewaterkwaliteit. In de droge zomer zelf zijn de concentraties in landbouw specifiek oppervlaktewater juist lager dan normaal, want:

- Door minder uitspoeling is de invloed van diep, veelal schoner, grondwater belangrijker.
- Door lagere stroomsnelheden en langere verblijftijden is er meer vegetatieopname, vastlegging en omzetting.
- Door hogere temperaturen en meer straling is er meer vegetatieopname, vastlegging en omzetting.

In regionaal oppervlaktewater is de het effect van de droogte erg afhankelijk van de herkomst van het water. In West-Nederland hebben waterschappen via de KWA (Klimaatbestendige WaterAanvoer) voor extra wateraanvoer gezorgd en zijn de zoutconcentraties niet te hoog opgelopen. In Noordoost Nederland viel de droogte in 2022 mee en was er voldoende schoon IJsselmeerwater beschikbaar wat positief uitpakt voor de waterkwaliteit. Inlaatwater uit de Rijn (Midden en West Nederland) en vooral vanuit de Maas (Zuid Nederland) is minder schoon, maar wel met lagere nutriëntenconcentraties dan in uitspoelingswater vanuit landbouw. In kwelpolders met brak- en nutriëntenrijk grondwater en zonder adequate doorspoelmogelijkheden (delen Flevopolder, Zeeland, Noord-Holland) waren de droogte-gerelateerde waterkwaliteitsproblemen het grootst. Algenbloei kwam verspreid over heel Nederland in de zomer van 2022 op meer plaatsen en gedurende langere perioden voor.

3.3.3 Toekomstige ontwikkeling

Voor de toekomst heeft zowel klimaatverandering en de toename in de wereldbevolking gevolgen voor de waterkwaliteit. De populatie-toename zorgt voor een grotere vraag naar voedsel en grondstoffen en voor meer afvalwater. Klimaatverandering werkt op veel verschillende manieren door in de waterkwaliteit (Rozemeijer et al., 2021¹⁴). Meer extremen (zowel te droog als te nat) zorgen voor meer uitspoeling vanuit de landbouw. Hogere temperaturen maken vooral watersystemen met langere verblijftijden kwetsbaarder voor (giftige) algengroei en zuurstofloosheid.

3.3.4 Handelingsperspectief / maatregelen

Veel maatregelen die helpen op watersystemen klimaatrobuust te maken zijn ook positief voor de waterkwaliteit. Enkele voorbeelden:

- Met waterconservering blijft niet alleen water, maar ook de daarin aanwezig nutriënten en andere verontreinigingen langer in de percelen. Daarmee neemt de opname en afbraak toe. Te natte omstandigheden (grondwaterstanden tot in de bouwvoor) kunnen juist wel weer voor extra uitspoeling zorgen.
- Een goede bodemstructuur zorgt voor meer grondwateraanvulling en tegelijk voor een betere waterkwaliteit door meer gewasopname en afbraak van nutriënten.
- Doorspoelwater en inlaatwater pakt voor veel watersystemen goed uit voor de waterkwaliteit in droge perioden. Een grotere voorraad schoon, zoet water (zoals in het IJsselmeer) is ook positief voor de waterkwaliteit in een groot deel van Nederland.

¹⁴ Rozemeijer J. et al., 2021. Climate variability effects on eutrophication of groundwater, lakes, rivers, and coastal waters in the Netherlands. *Sci Total Environ.* 771, 145366.

- Bij de bemesting in landbouwgebieden moet de gewasbehoefte meer leidend zijn. Dat betekent minder bemesting als de gewasopname minder is in droge of natte perioden. Door de negatieve prijs van mest wordt vaak teveel of zelfs nog na het oogsten bemest.

3.3.5 Aanbevelingen

- Voor een zo volledig mogelijk beeld van de gevolgen van de droogte voor de waterkwaliteit is het nodig de meetinformatie uit verschillende waterkwaliteitsmeetnetten in samenhang te interpreteren.
- De gevolgen van de droogte van 2022 werken nog door tot en met het eerstvolgende natte jaar. Op de korte termijn zijn de volledige gevolgen van de droogte van 2018 t/m 2020 te analyseren inclusief de meetgegevens van het eerstvolgende nattere jaar 2021. Een volledig beeld van de waterkwaliteitseffecten van 2022 is nu nog niet mogelijk.
- Gegevens over maatschappelijke impact van aan droogte gerelateerde waterkwaliteitsproblemen worden niet stelselmatig bijgehouden. Dit maakt het lastig om te kwantificeren of bijvoorbeeld zwemverboden, vissterfte en het stoppen van de drinkwaterinname vaker voorkomen.
- De waterkwaliteitsmeetnetten geven weinig informatie over de effecten van droogte op de waterkwaliteit in kleinere sloten en plassen. Deze kleine wateren kunnen juist relatief gevoelig zijn voor de waterkwaliteitseffecten van droogte.

4 Crisisbeheersing, noodmaatregelen en droogtebeleid

Deltares auteurs	Ana Nunez Sanchez, Esmée Mes, Marjolein Mens
Met medewerking van	nvt
Databronnen	Nieuwsberichten van waterschappen en RWS, droogtemonitor, online nieuwsbronnen
Gesproken met	nvt

4.1 Crisisbeheersing

Bijna elk jaar treedt in Nederland in de zomer een periode van meteorologische droogte op. Meestal leidt dit niet tot watertekorten (groene fase). De situatie wordt gemonitord door de Landelijke Coördinatiecommissie Waterverdeling (LCW). Zij brengt met een bepaalde frequentie de droogtemonitor uit, waarschuwt indien nodig, coördineert informatie-uitwisseling, adviseert over maatregelen en stemt af over communicatie naar pers en publiek.

In het landelijk draaiboek waterverdeling en droogte (LDWD) zijn de taken van de crisispartners in de droogtekolom vastgelegd: de waterschappen, provincies, Rijkswaterstaat, Regionale Droogte-Overleggen (RDO-en), Landelijke Coördinatiecommissie Waterverdeling, Managementteam Watertekorten en de gremia op interdepartementaal niveau (Interdepartementaal Afstemmingsoverleg (IAO), Interdepartementale Commissie Crisisbeheersing (ICCb) en Ministeriële Commissie Crisisbeheersing (MCCb)). Er wordt gewerkt met vier opschalingsniveaus:

Groen	normaal beheer	Geen watertekorten
Geel	opschalingsniveau 1	Dreigend watertekort
Oranje	opschalingsniveau 2	Feitelijke watertekorten
Rood	opschalingsniveau 3	(Dreigende) nationale crisis

Bij ernstige watertekorten hanteren waterbeheerders de verdringingsreeks voor de verdeling van het beschikbare zoetwater¹⁵. Van watertekort is sprake als de vraag naar water vanuit de verschillende maatschappelijke en ecologische behoeften groter is dan het aanbod van water met een voor de diverse behoeften geschikte kwaliteit. De verdringingsreeks geeft de rangorde van maatschappelijke behoeften aan, die bij de verdeling van het beschikbare water in acht wordt genomen. De huidige verdringingsreeks (zie Figuur 31) is tot stand gekomen na de watertekorten in 2003 en de daarop volgende [Evaluatienota Waterbeheer - Aanhoudende droogte 2003](#). De verdringingsreeks kan worden toegepast in gebieden waar wateraanvoer mogelijk is. In de hoger gelegen zandgebieden in het midden, oosten en zuiden van Nederland (Hoog Nederland) is dit niet het geval.

¹⁵ <https://www.infomil.nl/onderwerpen/lucht-water/handboek-water/thema-s/watertekort/verdringingsreeks/>



Figuur 31 De vier categorieën van de verdringingsreeks

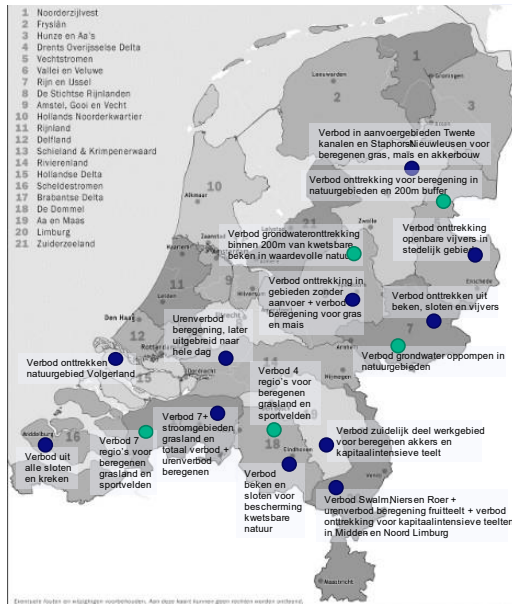
Zowel tijdens de 2018 als 2022 droogte was gedurende 7-8 weken in augustus en september sprake van feitelijke watertekorten, opschalingsniveau 2 (Figuur 32). Bovenregionale maatregelen betroffen onder andere:

- Mei en juli: opzet peilen IJsselmeer en Markermeer
- 18 juli – 16 september: in werking stellen van de Klimaatbestendige Wateraanvoervoorziening (KWA) voor West-Nederland.
- 28 juli: extra pompen gemaal Eefde

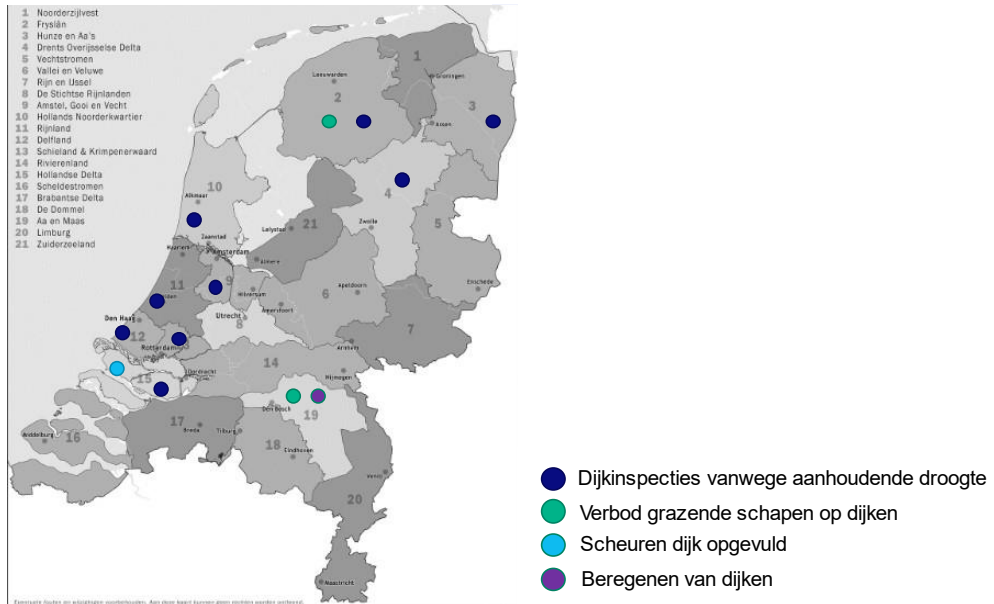
Regionale noodmaatregelen, zoals onttrekkingsverboden, waren met name in de hogere zandgronden nodig om zoveel mogelijk water vast te houden en de natuur te beschermen (Figuur 33). In Laag Nederland was er veel aandacht voor de bescherming van dijken (Figuur 34) en waren er vaarverboden of andere vaarbeperkingen (Figuur 35). Bijlage E is een overzicht opgenomen van alle maatregelen die zijn genoemd in de droogtemonitor, nieuwsberichten en berichtgeving van waterschappen.



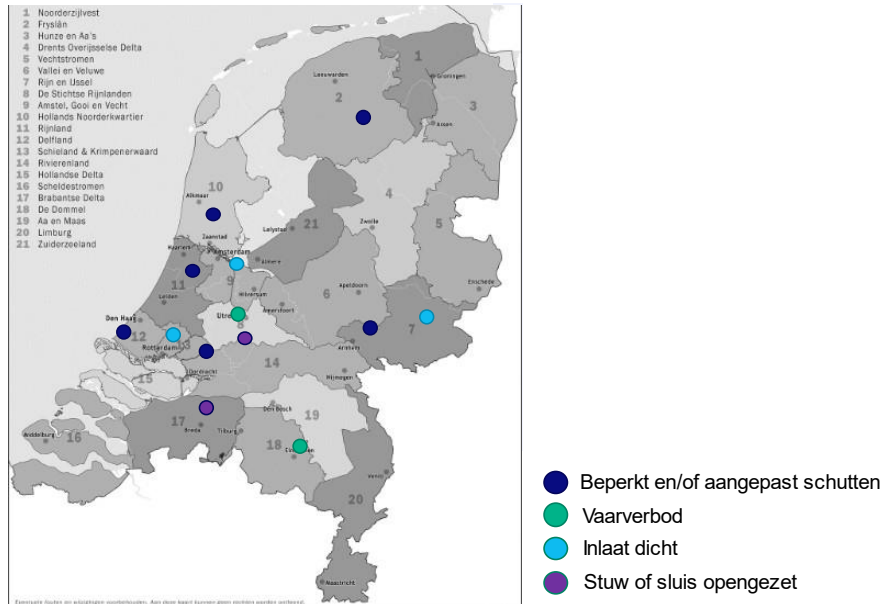
Figuur 32 Duur van de opschalingsniveau 's in 2018 en 2022



Figuur 33 ruimtelijke spreiding van onttrekkingsverboden per waterschap, uit grondwater (groen) en oppervlaktewater (blauw)



Figuur 34 Droogtemaatregelen met betrekking tot de bescherming van dijken, per waterschap



Figuur 35 Maatregelen watersysteem en kunstwerken door waterschappen

4.2 Aanbevelingen vanuit internationaal perspectief

De aanpak van de 2018 droogte is nadien uitgebreid geëvalueerd in de Beleidstafel Droogte. Daar kwamen in totaal 46 aanbevelingen uit, waarvan een deel in 2019 is geïmplementeerd. Dit betrof bijvoorbeeld een betere handleiding bij en uitwerking van de verdringingsreeks. Ook zijn sommige (fysieke) maatregelen die al waren gepland versneld uitgevoerd door de ervaring van 2018, bijvoorbeeld het vergroten van de capaciteit van inlaatgemalen. En is er meer aandacht gekomen voor zoutbeperkende maatregelen bij sluzen (o.a. sluzen bij IJmuiden en sluzen in de Afsluitdijk).

Tegelijk kwam na 2018 het besef dat structurele maatregelen, zoals water vasthouden in de gebieden zonder wateraanvoer, nodig zijn om weerbaarder te zijn tegen droogte. Door de ervaring van 2018 waren we beter voorbereid op de 2022 en werd er, volgens de LCW, beter gecommuniceerd en gereageerd. Ook watergebruikers waren alerter. Toch is er voor structurele maatregelen gericht op water vasthouden en verminderen van onttrekkingen meer tijd nodig, omdat dit grote transitie in het landgebruik vraagt.

In de internationale literatuur wordt aanbevolen om van 'reactive drought management' (crisis management) te bewegen naar 'proactive drought management'. Bij voorkeur moet het systeem zo worden ingericht dat een crisissituatie zoveel mogelijk wordt voorkomen. Uit onderzoek blijkt dat deze reactieve aanpak op de lange termijn veel duurder is dan het nemen van structurele maatregelen als onderdeel van proactief droogtmanagement, waarmee de kans op een crisissituatie wordt verkleind.

De vraag is of proactief droogtmanagement voldoende is ingebed in het institutioneel systeem in Nederland. Dit is recent onderzocht voor de Wereldbank (Nunez Sanchez, 2022). Aan de hand van een speciaal ontwikkeld raamwerk (EPIC Response Framework; Figuur 36) is de organisatie rondom zowel overstromingsrisico's als droogterisico's in Nederland geëvalueerd op basis van expertinschatting. Hieruit blijkt dat droogtmanagement nog proactiever kan worden door de coördinatie van droogteplannen op nationaal niveau te verbeteren, zie tekstbox.

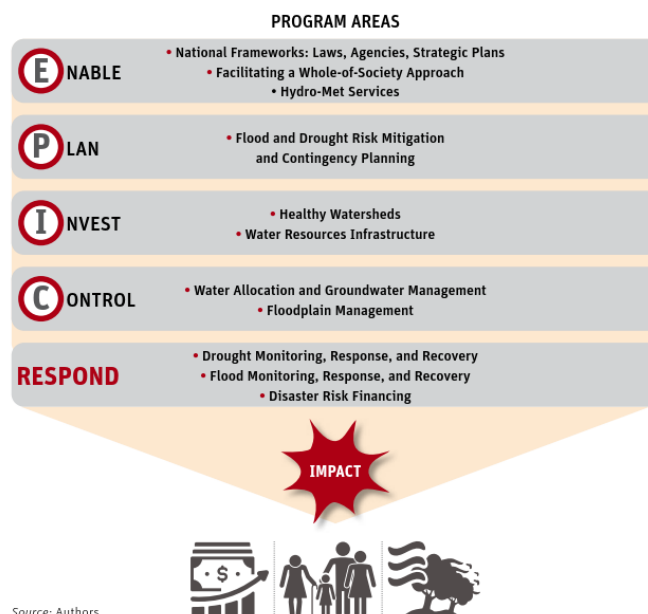
Het Delta Programma Zoetwater heeft weliswaar als doel om Nederland weerbaar te houden tegen droogte, en heeft het mandaat en de financiële middelen om kennis te ontwikkelen en maatregelen uit te voeren. Maar de focus ligt hierbij op maatregelen die de effecten van klimaatverandering kunnen verminderen, en niet op het verbeteren van de huidige situatie. Denk aan de verdrogingsproblematiek op de hoge zandgronden.

Tekstbox: Nationale droogtecommissie voor Nederland?

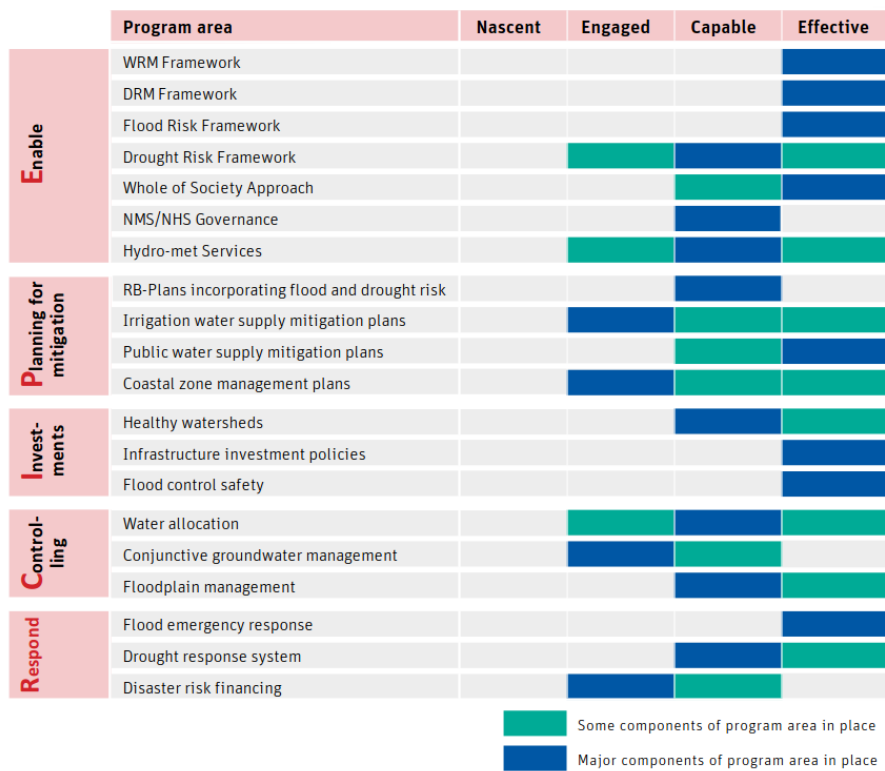
Bron: Nunez-Sanchez (2022)

The Drought Committee is generally mandated by a Law with the overall aim to move drought risk management from crisis management to proactive drought risk management. The Drought Committee is normally tasked with creating a National Drought Strategic Plan that specifies roles and responsibilities of different agencies in drought risk mitigation as well as in the onset and outset of drought. Importantly, the Drought Committee normally establishes a Drought Observation sub-committee tasked with the observation and management of key drought indicators – those indicators might in turn be used as thresholds that trigger specific actions established in the National Drought Strategic Plan and specific sector mitigation and contingency plans.

The new 2022 Environmental Planning Act represents an opportunity to manage land in an integrated manner to operationalize green water management and the combined management of surface and groundwater management. The Netherlands is making a concerted effort to move from crisis management to drought risk management and can leverage the Delta Program on Freshwater Supply to strengthen drought observation and management programs. The role of a National Drought Committee is not fully realized yet with the National Coordination Commission for Water Distribution performing some of the tasks typically those focused on drought response. The mandate of the National Coordination Commission for Water Distribution could be elevated to generate of a National Drought Strategic Plan and to generate a collaborative environment between all government and non-government actors with a role in drought management.



Figuur 36 EPIC Response raamwerk voor overheden met de verschillende elementen (programma's) die samen nodig zijn om overstromingsrisico en droogterisico beheersbaar te maken (Browder et al., 2021)



Figuur 37 Expertinschatting van de ontwikkelstadia van verschillende benodigde programma's rondom beheersing van overstromingsrisico en droogterisico in Nederland. Rechterkolom betekent dat het programma het verst ontwikkeld is ('volwassen'), linkerkolom staat voor ad hoc aanpak. (Nunez-Sanchez et al., 2022)

5 Impact van droogte

5.1 Vegetatie, ecologie en biodiversiteit

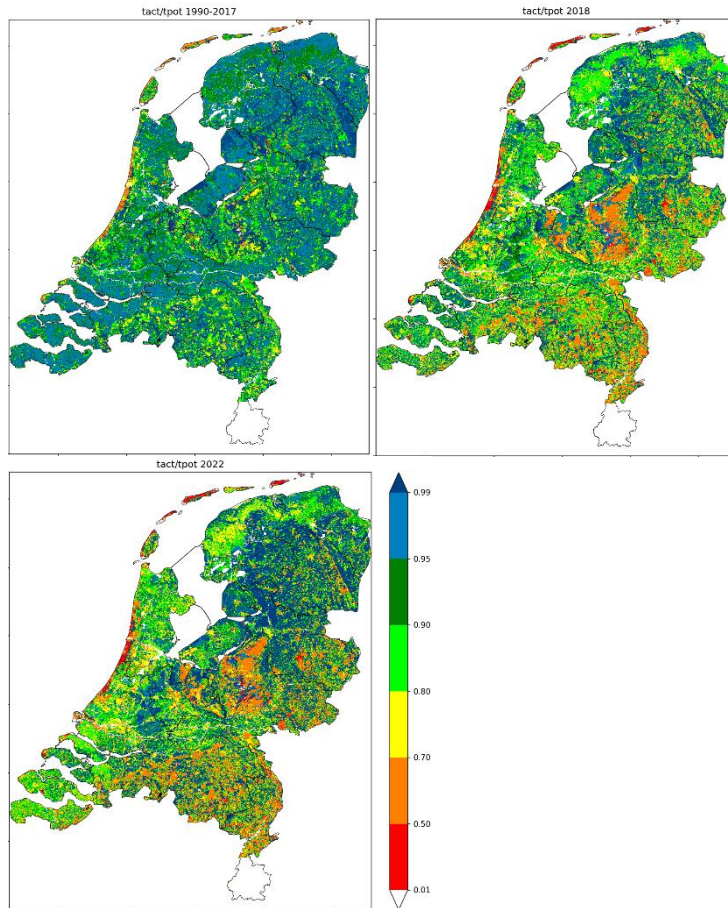
Deltares auteurs	Patricia Trambauer, Jurian Beunk, Dimmie Hendriks, Marjolein Mens
Met medewerking van	--
Databronnen	Landelijk Hydrologisch Model (LHM) en Deltares' Next Generation Drought Index (NGDI ¹⁶)
Gesproken met	Staatsbosbeheer, Natuurmonumenten

Door de afname van bodemvocht is er minder vocht voor vegetatie beschikbaar om te verdampen (transpiratie). Ook hoge temperaturen die optreden tijdens droogte hebben een negatief effect op planten, zowel in natuurgebieden als landbouwgewassen. Op basis van berekeningen met het Landelijk Hydrologisch model en informatie uit satellietgegevens is de toestand van de vegetatie in 2018 en 2022 ruimtelijk en door de tijd in beeld gebracht.

5.1.1 Droogtestress - actuele verdamping

Door de afname van bodemvocht is er minder vocht voor vegetatie beschikbaar om te verdampen (transpiratie). De modelberekeningen laten zien dat gewassen tijdens de extreem droge jaren 2018 en 2022 in vergelijking met het langjarig gemiddelde veel minder verdampen dan ze potentieel zouden kunnen (zie Figuur 38). Dit is het gevolg van droogtestress en leidt tot gewasschade. De droogtestress is duidelijk het grootst voor de hoger gelegen gebieden met grondwaterstanden dieper dan 2 meter. De grondwaterstand staat hier te diep om het bodemvocht in de wortelzone aan te vullen via capillaire opstijging. Dit is ook terug te zien in de berekende beregeningsbehoefte, die was in 2018 en 2022 respectievelijk ongeveer 2.5 en 2 keer zo groot dan gemiddeld.

¹⁶ [Next Generation Drought Index - Deltares](#)



Figuur 38 De berekende actuele gewasverdamping (transpiratie) t.o.v. de potentiële gewasverdamping (T_{act}/T_{pot}) voor het langjarig gemiddelde (1990-2017) en de extreem droge jaren 2018 en 2022.

5.1.2 Vegetation Health Index

De Vegetation Health Index (VHI) is een droogte-indicator die wordt gebruikt om de gezondheid of toestand van vegetatie te beoordelen, meestal voor agrarische omgeving en natuurgebieden. De VHI wordt berekend met behulp van satellietgegevens: landoppervlaktetemperatuur en de Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) (Didan, 2015; Wan, Hook and Hulley, 2021; Didan et al., en 2021). VHI is een van de vegetatie-indicatoren die NOAA en FAO (Van Hoolst, Roel, et al. 2016) gebruiken in hun Global Information and Early Warning System on Food and Agriculture (<https://www.fao.org/giews/en/>).

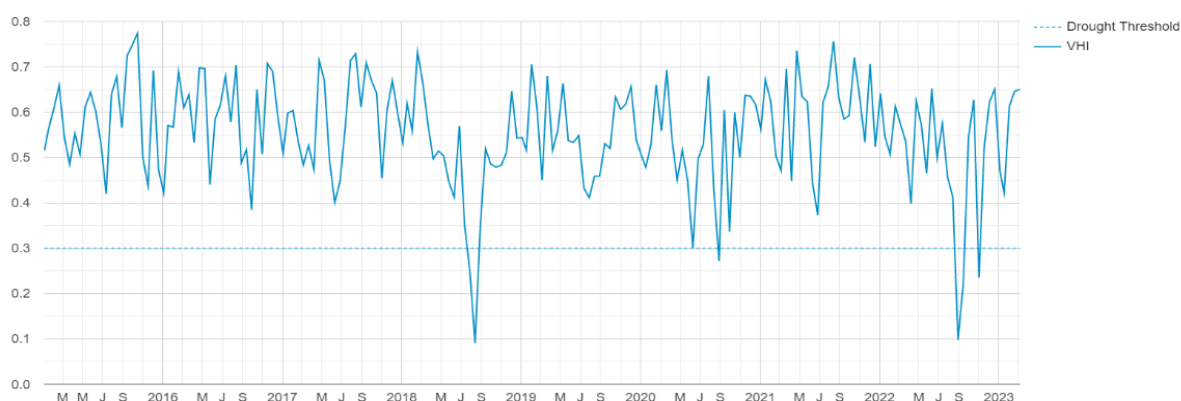
De VHI is ontwikkeld om een indicatie te geven van de relatieve gezondheid of groei­kracht van vegetatie, waarbij hogere waarden duiden op een gezondere vegetatie en lagere waarden op minder gezonde of gestreste vegetatie. De VHI is een ‘dimensieloze’ variabele en is een combinatie van de afwijkingen van zowel de landoppervlaktetemperatuur als de NDVI van het langjarige gemiddelde. Waarden van VHI onder 0,3 zijn indicatief voor een matige droogte en lagere waarden duiden op een ernstigere droogte situatie (Tabel 3).

Tabel 3 VHI droogte classificatie

VHI waarde	Ernst van droogte
0.3 - 0.4	Milde droogte
0.2 - 0.3	Matige droogte
0.1 - 0.2	Ernstige droogte
<0.1	Extreme droogte

Landelijk beeld

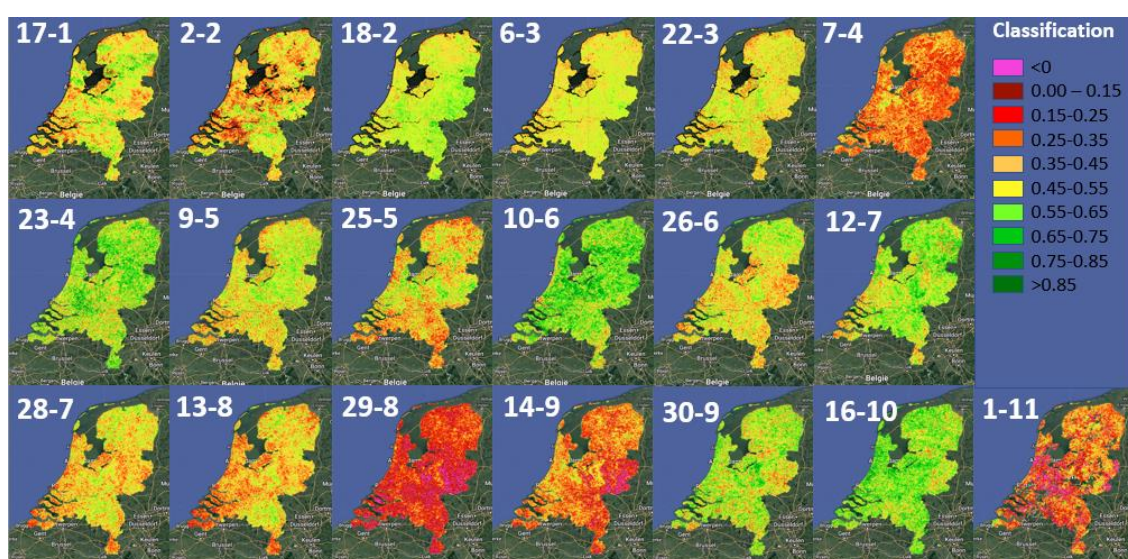
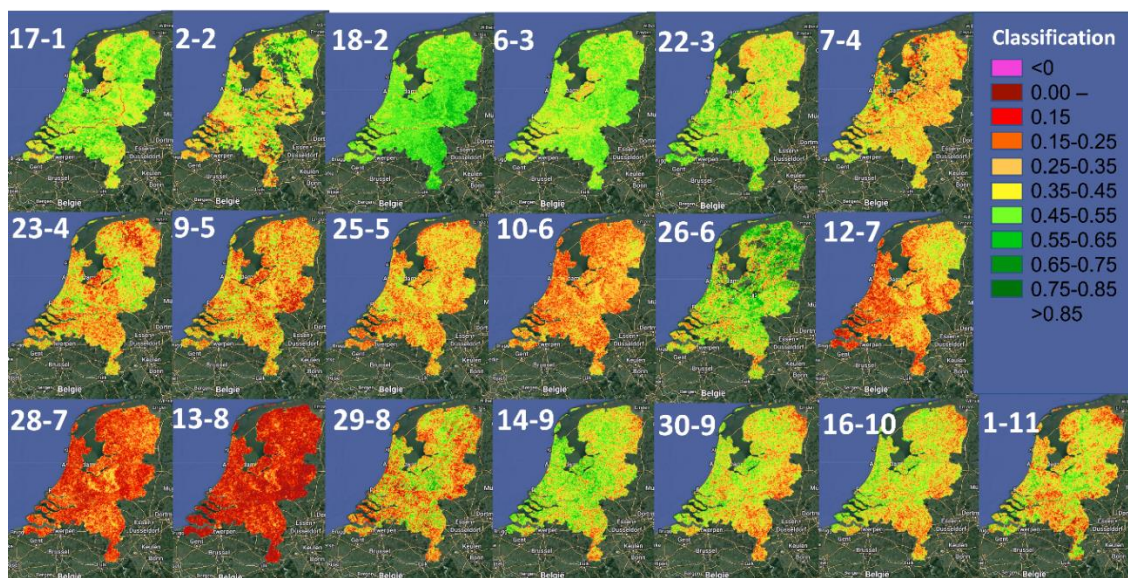
Figuur 39 geeft een overzicht van de gemiddelde VHI over Nederland tussen 2015 en 2022. Zowel eind augustus 2022 als begin augustus 2018 vertoonden zeer ongunstige - vergelijkbare - vegetatieomstandigheden. De VHI was in die perioden lager dan 0.2, wat wijst op ernstige droogte.



Figuur 39 Gemiddelde VHI over Nederland tussen 2015 en 2022. Waarden onder de grens van 0,3 wijzen op steeds ongunstige vegetatietoestand als gevolg van droogte.

Om een beter inzicht te krijgen in de spatio-temporele dynamiek van de vegetatiecondities gedurende 2018 en 2022, is in Figuur 40 de ontwikkeling van de VHI door de tijd voor heel Nederland weergegeven. Begin 2022, op 18 februari, lijken de vegetatieomstandigheden gunstig, maar verslechteren in de loop van maart en begin april. Deze ongunstige vegetatie omstandigheden zijn waarschijnlijk het gevolg van de droge maand maart van dit jaar. In de periode april/m juli vindt er afwisseling verbetering en verslechtering van de vegetatiecondities op. In augustus verslechteren de vegetatieomstandigheden sterk als gevolg van droogte, wat leidt tot een extreme situatie eind augustus: in nagenoeg het hele land is de VHI lager dan 0.3. Vooral in de oostelijke delen van Overijssel en Gelderland zijn de omstandigheden slechter dan eerder waargenomen in de referentieperiode (tussen 2001-2021). Ruimtelijk lijken de vegetatiecondities op de Veluwe en de Utrechtse Heuvelrug het hele jaar door gunstiger te zijn. Dit heeft mogelijk als oorzaak dat de vegetatie in deze gebieden gewend is aan lage bodemvocht-gehalten en toegang heeft tot dieper grondwater en/of dat er in deze gebieden relatief veel werd beregend.

Het verloop van de VHI in 2018 geeft een vergelijkbaar beeld als in 2022. De slechtste vegetatie condities deden zich met name voor in de eerste helft van augustus, terwijl dit in 2022 eind augustus het geval was. Verder lijkt de droogte van 2018 meer impact te hebben gehad op de vegetatie in de maanden eind april, mei en begin juni. Hier zijn meer wijdverbreide en lagere waarden van VHI zichtbaar in de kaartbeelden, vergeleken met 2022.

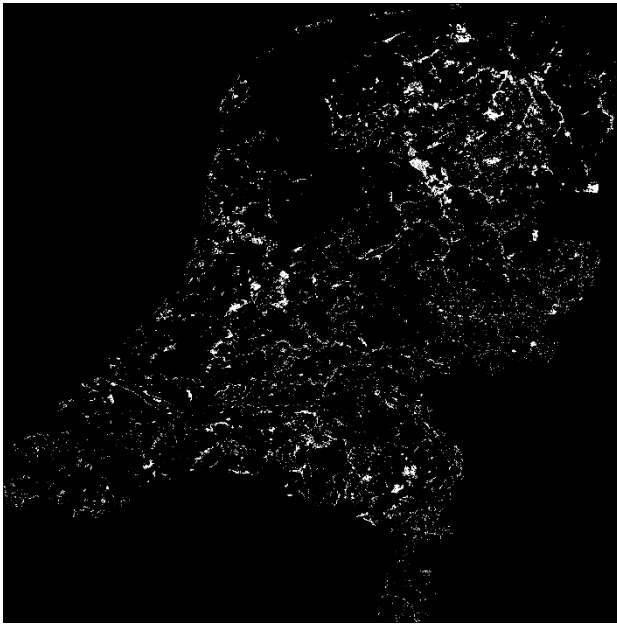


Figuur 40 Landelijke beelden van de Vegetation Health Index (VHI) gedurende 2018 (boven) en 2022 (1 beeld per 16 dagen). Datums geven de einddatum van de 16-daagse periode aan. Kleurclassificaties variëren van extreem ongunstige vegetatiecondities (rood) tot extreem gunstige vegetatiecondities (donkergroen). De meest extreme klasse (roze/paars) geeft condities aan die slechter zijn dan waargenomen in de referentieperiode (2001-2021) met $VHI < 0$.

Vegetatieconditie in natuurgebieden

Naast de landelijke evaluatie van de vegetatieconditie in 2022, is ook specifiek voor droogtegevoelige natuurgebieden (Figuur 41, links) onderzocht hoe de vegetatie zich gedurende 2022 ontwikkelde. Er daarbij ruimtelijk onderscheid gemaakt tussen de hoge zandgronden (midden, oosten en zuiden van het land) en het de laag gelegen gebieden (westen en noorden) (Figuur 41, rechts).

Figuur 42 toont de ontwikkeling van de gemiddelde VHI voor respectievelijk de natuurgebieden in de hoge zandgebieden (roze lijn) en de natuurgebieden in de laaggelegen veen/kleigebieden gedurende 2022. In zowel het oosten als het westen kan in augustus, begin september en eind oktober droogte worden waargenomen. In alle perioden van droogte is de vegetatiegezondheid het slechtst in de natuurgebieden gelegen op de hoge zandgronden.



Figuur 41 Droogtegevoelige natuurgebieden in Nederland (links; witte gebieden) en de omtrek van de hoge zandgebieden in het midden, oosten en zuiden van Nederland (rechts).

Daarentegen doen sommige (kortlevende) kruidensoorten het goed, ten opzichte van (zeldzame) grassen.”

Allerlei dieren ondervonden last van de droogte doordat er minder water en voedsel beschikbaar was. Dieren maakten dankbaar gebruik van de laatste ‘toevluchtsoorden’ waar wel water beschikbaar was, met alle risico’s van dien. Er zijn minder zeldzame vlinders waargenomen, waarschijnlijk doordat planten minder nectar/bloemen geven als gevolg van bodemdroogte. Ook watergebonden insecten zoals libellen komen door droogte onder druk, omdat ze te weinig tijd krijgen voor voortplanting. Er zijn aanzienlijk minder libellen waargenomen: de venwitsnuitlibel (Twente), gevlekte witsnuitlibel (Brabant), noordse glazenmaker (Friesland), maar ook de Hoogveenglanslibel (Twente).

In laag-Nederland waren de effecten minder groot, doordat er nog voldoende wateraanvoer uit het hoofdwatersysteem mogelijk was. Wel waren er problemen met de waterkwaliteit (algenbloei) en zijn veenscheuren geobserveerd, wat duidt op onherstelbare veenoxidatie.

Of de pieken in nitraatuitspoeling na afloop van een droog jaar schade aan natuur en biodiversiteit in oppervlaktewater opleveren kwam tijdens de gesprekken niet naar voren (zie ook paragraaf 3.3).

5.1.4 Referenties

Natuurmonumenten (2022) Terugblik op de droogte van 2022. Natuurmonumenten, LandschappenNL en het Wereld Natuur Fonds. September 2022.

5.2 Natuurbranden

Deltares auteur	Margreet van Marle
Met medewerking van	Cathelijne Stoof (WUR) Edwin Kok (NIPV)
Databronnen	natuurbrandstatistieken, verzameld door Brandweer Nederland (NIPV) en Wageningen University & Research (WUR), Gegevens over uitval van rijkswegen door klimaatdreigingen, verzameld door Rijkswaterstaat (RWS).
Gesproken met	Stefan Jak (ProRail), Anne Rhebergen/Kees van Muiswinkel (RWS),

5.2.1 Beschrijving van de impact in 2022

Aanhoudende droogte, zoals in 2022 als 2018, kan ervoor zorgen dat natuurbranden een probleem worden. Dit uit zich onder andere in evacuaties, bijvoorbeeld tijdens de natuurbranden in 2020, waarbij het dorp Herkenbosch geëvacueerd moest worden, maar ook bij een kleinere brand in 2022 in Ouddorp, waarbij ongeveer 4 hectare natuurgebied is verbrand en uit voorzorg een vakantiepark werd gesloten.

Andere gevolgen die in 2022 speelden waren schades en verliezen door uitval van infrastructuur. Zowel hoofdwegen als spoorwegen hebben hiermee te maken gehad. Ook heeft Brandweer Nederland een brief gestuurd aan Rijkswaterstaat om bermten te maaien, omdat bermbranden over kunnen slaan op de omgeving¹⁷. Bermbranden hebben wel plaatsgevonden, bijvoorbeeld op de A28 bij Harderwijk en Nunspeet, wat resulteerde in urenlange vertraging¹⁸.

¹⁷ Persoonlijke communicatie Klaas Noorland, Veiligheidsregio Noord Oost Gelderland

¹⁸ <https://nos.nl/artikel/2437589-bermbrand-a28-bijna-onder-controle-rijstroken-richting-zwolle-weer-open>

Niet alleen in Nederland zorgde de droogte voor gevolgen, maar ook in naburige landen. Zo waren de weersomstandigheden en droogte in het VK dusdanig extreem dat de brandweer overbelast raakte. Zij hadden niet voldoende middelen meer om te reageren op alle incidenten. De natuur- en buitenbranden breidden zich uit naar woonwijken, waardoor 60 woningen zijn verbrand¹⁹.

5.2.1.1 Aantal, locatie en timing van branden

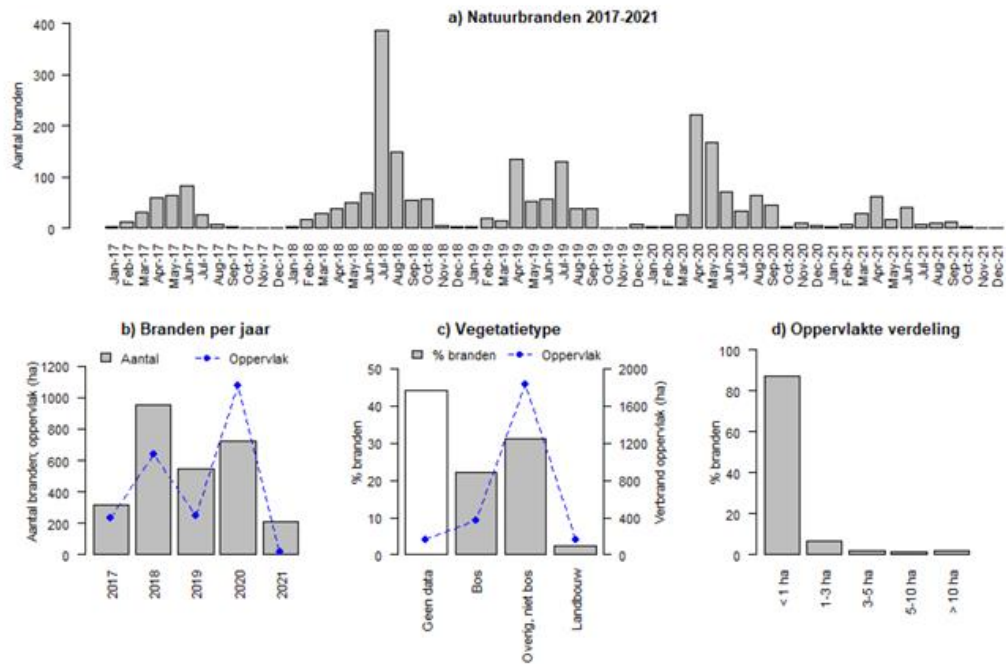
In 2022 zijn in Nederland, op basis van natuurbrandstatistieken, verzameld door Brandweer Nederland (NIPV) en Wageningen University & Research (WUR), tot 4 september 650 branden gemeld (Tabel 4).

Tabel 4 Overzicht van de gemelde natuurbranden tot 4 september 2022 op basis van registraties (NIPV/WUR) en hoeveel snelwegen zijn afgesloten.

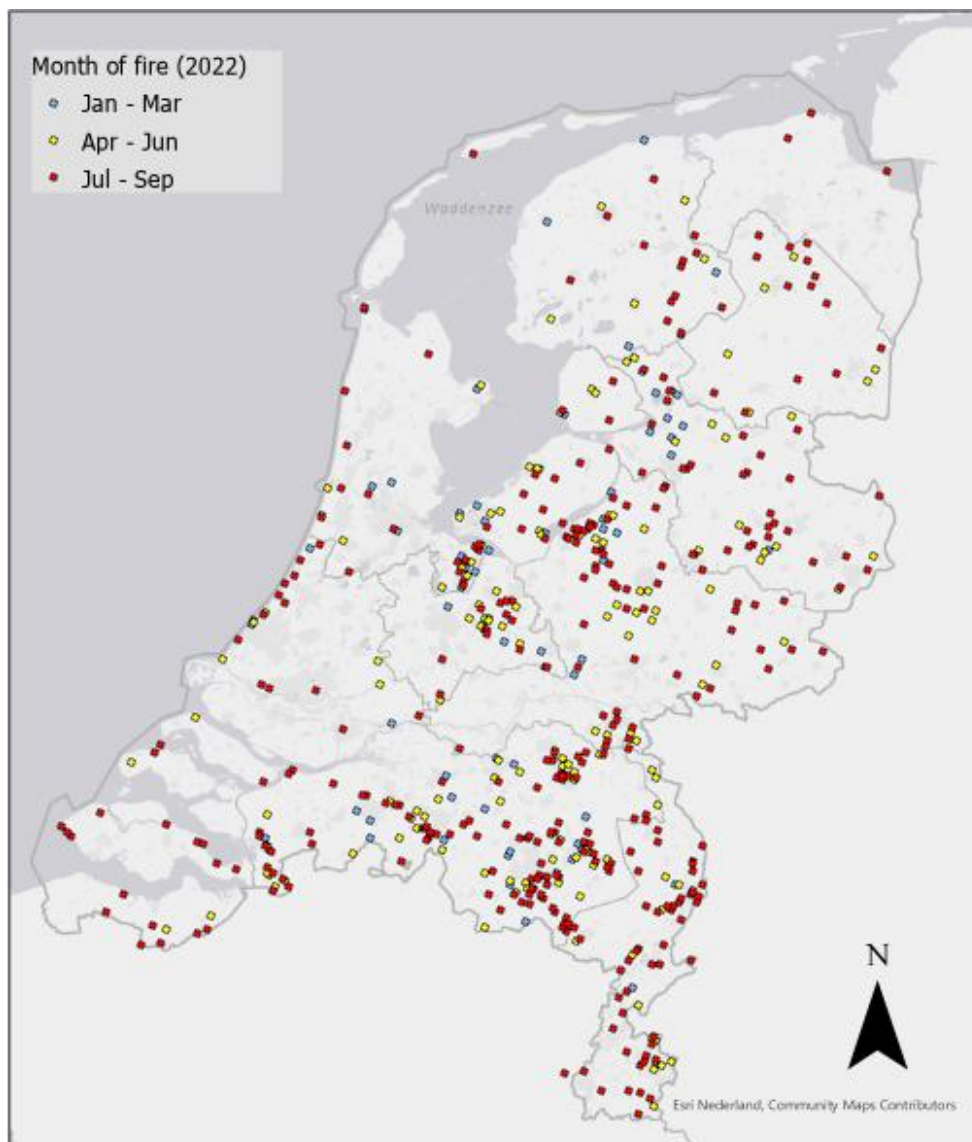
Jaar	Aantal gemelde branden (NIPV/WUR)	Waarvan inzet brandweer bij afsluiting van snelwegen
2017	319	6
2018	825	22
2019	400	4
2020	603	8
2021	213	2
2022 (t/m 4 september)	650	27

Hiermee is het aantal branden in 2022 (t/m 4 september) lager dan 2018 in het hele jaar. Zodra de database voor 2022 is aangevuld, komt het aantal branden in 2022 naar schatting uit tussen 700 en 800. Deze zijn ruimtelijk verspreid zoals te zien in Figuur 44. Hierbij heeft de overgrote meerderheid van de branden plaats gevonden in de zomermaanden juli en augustus (met 355 incidenten tussen juli en 4 september). In het droge jaar van 2018 waren juli en augustus ook de maanden met de meeste natuurbranden, maar dat is niet het typische beeld van voorkomen van natuurbranden in andere (minder droge) jaren. Hierbij is het kenmerkender dat een voorjaarspiek in maart en april plaatsvindt (Figuur 43., Stoof et al., 2024 in press.)

¹⁹ Presentatie op de NIPV-conferentie 'Samen leren van Natuurbranden'. 1 november 2022 Nijkerk.



Figuur 43 Natuurbranden in Nederland op basis van de database van de WUR en het NIPV (Stoof et al., 204 in press.). De figuur toont het aantal natuurbranden per maand (a) en per jaar (b), het procentuele aandeel per vegetatietype (c) en de verdeling van het uiteindelijke oppervlak van de natuurbranden (d) – overgenomen van het Natuurbrandsignaal '23.



Figuur 44 Overzicht van locaties van de natuurbranden gerapporteerd door NIPV/WUR van januari tot begin september 2022 (Stoof et al., 2024). De kleuren indiceren de maand waarin de brand plaats heeft gevonden.

5.2.1.2 Droogtekenmerken tijdens de natuurbranden

Voor elke locatie van de natuurbranden van 2022 hebben we een analyse uitgevoerd op droogte statistieken zoals deze uit het Landelijk Hydrologisch Model komen (zie Paragraaf 2.4). De volgende parameters zijn per natuurbrand bepaald:

- De absolute grondwaterstand (m onder maaiveld) in de maand van de natuurbrand
- Het verschil in grondwaterstand (m onder maaiveld) in de maand van de brand in vergelijking met referentie periode 1990-2017
- De bodemvocht waarde (Θ in m^3/m^3) tijdens de maand van de brand
- De relatieve bodemvocht waarde (Θ) als percentage van de gemiddelde maandelijkse Θ over de referentieperiode 1990-2017

	All locations	Zand	Klei	Veen	Löss	Urban or water areas
Aantal branden	603	406	61	26	10	100
Absolute grondwater stand (m onder maaiveld)	3.90 ($\sigma = 6.98$)	4.33 ($\sigma = 7.63$)	1.74 ($\sigma = 0.78$)	0.96 ($\sigma = 0.57$)	Onvoldoende data	3.56 ($\sigma = 3.86$)
Vershil in grondwaterstand ivm referentie 1990 – 2017 (m below surface)	0.20 ($\sigma = 0.47$)	0.22 ($\sigma = 0.52$)	0.22 ($\sigma = 0.31$)	0.12 ($\sigma = 0.18$)	Onvoldoende data	0.12 ($\sigma = 0.28$)
Percentage van locaties grondwaterstand lager	76%	81 %	75%	81%	Onvoldoende data	62 %
bodemvocht (m^3/m^3)	0.20 ($\sigma = 0.15$)	0.16 ($\sigma = 0.12$)	0.28 ($\sigma = 0.11$)	0.50 ($\sigma = 0.22$)	Onvoldoende data	0.24 ($\sigma = 0.16$)
Relative bodemvocht (%) ivm referentie 1990-2017 (onder 1 is droger)	0.72 ($\sigma = 0.31$)	0.68 ($\sigma = 0.32$)	0.78 ($\sigma = 0.22$)	0.87 ($\sigma = 0.20$)	Onvoldoende data	0.83 ($\sigma = 0.31$)
Percentage van locaties drogere bodem	83%	83.5%	89%	73%	Onvoldoende data	81%
Percentage van locaties lagere grondwaterstand én drogere bodem	65%	70%	67%	69%	Onvoldoende data	48%

5.2.1.3 Gevolgen door natuurbranden - Uitval van vitale en kwetsbare functies

De gevolgen van natuurbranden kunnen worden geduid door directe als indirecte schades die tastbaar of niet tastbaar kunnen zijn (Tabel 5). Bij directe schades gaat het bijvoorbeeld over schade aan gebouwen en objecten, (onherstelbare) schade aan de natuur of schade aan infrastructuur en brandweermaterieel. Indirecte schade kan bestaan uit socio-economische verliezen, bijvoorbeeld als gevolg van beschadigde infrastructuur of van uitval van andere vitale en kwetsbare functies zoals telecom en elektriciteit. Ook niet-tastbare schade zoals evacuaties, en het veroorzaken van mentale problemen bij bewoners of brandweerpersoneel kunnen horen bij de gevolgen van natuurbranden (Natuurbrandsignaal '23). Veel van deze gevolgen zijn weinig tot matig geduid of gekwantificeerd. Reden hiervoor

is bijvoorbeeld dat er weinig bekend is over de exacte gevolgen van deze branden, maar ook dat deze branden niet consequent worden gemonitord door de verschillende sectoren die potentieel hinder en gevolgen ondervinden.

Tabel 5 Een overzicht van mogelijke gevolgen van een natuurbrand, onderverdeeld in directe en indirecte schades (gebaseerd op Scussolini et al., 2016 en overgenomen uit Natuurbrandsignaal '23)

Directe Schades	Indirecte Verliezen
Tastbaar <ul style="list-style-type: none"> - Schade aan gebouwen of objecten. Vaak liggen deze in- of nabij de natuur (ook bekend als de Wildland-Urban Interface) - (Onherstelbare) schade aan natuur - Schade aan infrastructuur - Schade aan brandweermaterieel 	Tastbaar <ul style="list-style-type: none"> - Socio-economische verliezen door uitval van infrastructuur. - Verliezen door uitval van andere vitale functies (zoals elektriciteit, water, telecom) - Verliezen door uitval van bedrijven in geval van evacuaties - Inzet brandweer
Ontastbaar <ul style="list-style-type: none"> - Gewonden of dodelijke slachtoffers - Schade aan cultureel erfgoed - Schade aan ecosystemen 	Ontastbaar <ul style="list-style-type: none"> - Evacuaties door de naderende dreiging van vuur of rookontwikkeling en de daarbij behorende blootstelling aan schadelijke gassen - Schade aan het mentale welzijn van inwoners en hulpverleners door traumatische ervaringen - Verlies in vertrouwen van de hulpdiensten - Verlies in recreatieve activiteiten in- en rondom het aangetaste natuurgebied.

De Rijksbrede Risicoanalyse Nationale Veiligheid heeft in 2022 aangegeven dat natuurbranden voor bedreiging van vitale infrastructuur tot de hoogste risico categorie behoren met een zeer waarschijnlijke kans die leidt tot ernstige gevolgen (ANV, 2022a). Wanneer we kijken naar de uitval van vitale functies in 2022 is geobserveerd dat voor ons hoofdwegennet (HWN) in 27 gevallen de brandweer is ingezet in verband met uitval van ons hoofdwegennet. De economische gevolgen hiervan zijn niet specifiek bepaald, maar op basis van jaarlijks te verwachten herstel- en stremmingkosten als gevolg van natuurbranden kan dit oplopen tot in de tonnen (Bles et al., 2019). Rijkswaterstaat heeft naar aanleiding van deze schattingen een overzicht van maatregelen opgesteld om de impact van natuurbranden te kunnen beperken. Niet alleen het hoofdwegennet is gevoelig voor natuurbranden. In 2022 heeft ook het spoornetwerk hinder ondervonden van natuurbranden (persoonlijke communicatie ProRail). De economische gevolgen die hierbij zijn ontstaan zijn niet geduid.

Natuurbranden beïnvloeden ook andere vitale functies. Uitval van vitale processen zorgt ervoor dat het dagelijks leven verstoord raakt en er gebrek aan primaire levensbehoeften kan ontstaan. Tijdens een onbeheersbare brand kunnen deze functies ook buiten het direct getroffen gebied geraakt worden en zorgen voor cascade-uitval. Door bijvoorbeeld een natuurbrand nabij een locatie met gevaarlijke stoffen kan grootschalige evacuatie een consequentie zijn. Indien een kritieke transformator uitvalt, kan een lokale natuurbrand zorgen voor regionale uitval van elektriciteit waarbij inwoners en werkenden langere tijd zonder stroom zitten, inclusief cascade-effecten zoals uitval van internettoegang en dataverkeer of uitval van het C2000-netwerk (ANV, 2022b).

Andere gevolgen die potentieel nog wel gekwantificeerd kunnen worden omvatten de kosten en schade aan flora en fauna en de brandweerinzet voor de verschillende typen natuurbranden (Kok et al., 2022), maar hier is geen analyse op uitgevoerd.

5.2.2 Duiding

De locaties van de natuurbranden in 2022 zijn ook vergeleken met de natuurbrandgevoeligheidskaart zoals beschreven in de klimaateffectatlas (Van Marle & Agricola, 2021). De gevoeligheid is bepaald door gebruik te maken van kenmerken over de brandgevoeligheid van vegetatie, droogte en potentiële ontstekingsfactoren (Figuur 45). Hieruit blijkt dat 480 natuurbranden plaats hebben gevonden op locaties die matig tot hoog gevoelig zijn geduid en 116 natuurbranden op locaties die weinig gevoelig zouden zijn. Reden hiervoor omvatten dat onder invloed van droogte locaties die in normale situaties niet gevoelig zijn toch gevoelig worden.

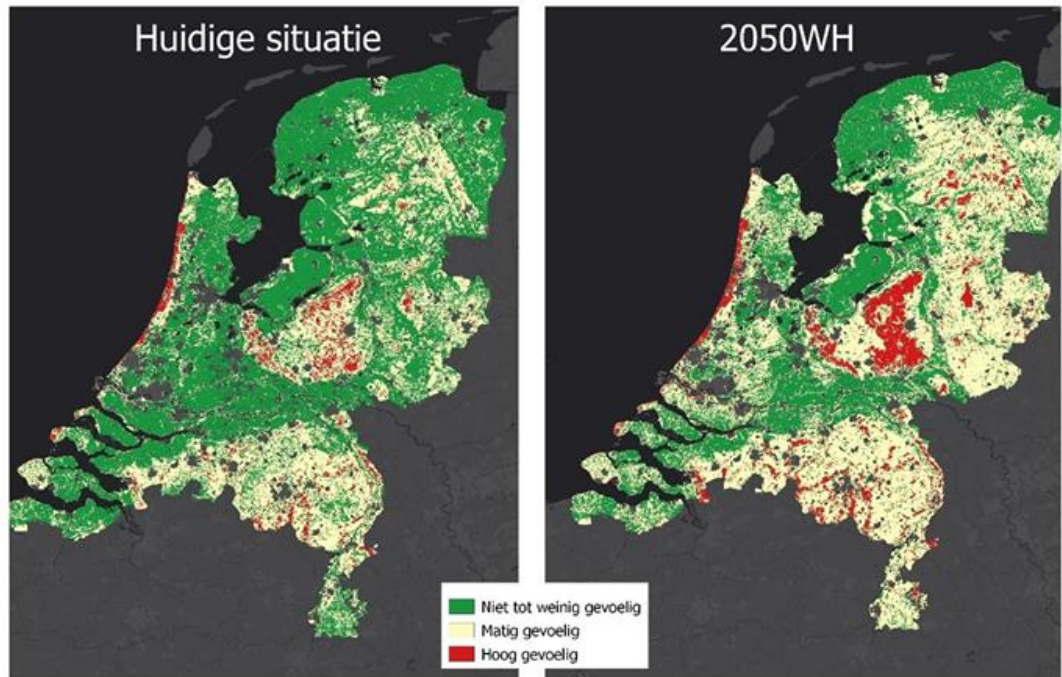
5.2.2.1 Toekomstige ontwikkeling

Een warmer en droger klimaat leidt tot meer brandgevoelige dagen. Aangenomen dat het aantal potentiële ontstekingsbronnen niet substantieel terug wordt gebracht, zorgen meer brandgevoelige dagen ervoor dat meer natuurbranden kunnen ontstaan. Uit een eerdere analyse van Deltares (Van Marle & Agricola, 2021) is gekeken naar de gevoeligheid van de Nederlandse natuur voor natuurbranden in de huidige situatie en in het WH-scenario voor 2050. Om de klimaatgevoeligheid voor de toekomst te bepalen is enkel rekening gehouden met veranderingen in klimaatkenmerken. Daaruit blijkt dat er een sterke toename is in de natuurbrandgevoeligheid onder dit scenario. Het percentage van Nederland dat onder 'matig gevoelig' of 'hoog gevoelig' valt, neemt van 39 % toe naar 63 %. Daarbij zal het aandeel 'hoog gevoelig' bijna verdubbelen: van 5 % naar 9 %. Vrijwel elke locatie in Nederland blijft gelijk in gevoeligheid of komt in een hogere gevoeligheidsklasse.

Figuur 45 laat zien dat een groter deel van Nederland gevoeliger wordt voor natuurbranden. Om die reden kunnen ontstekingsbronnen in gebieden die eerder minder gevoelig waren in de toekomst wél tot een daadwerkelijke ontsteking leiden. Aangezien natuurbranden vaak op dezelfde dagen en onder eenzelfde combinatie van meteorologische condities plaatsvinden, bestaat dus de kans dat het aantal natuurbranden op één dag gaat toenemen en er meer branden tegelijkertijd plaats kunnen vinden (Natuurbrandsignaal '23, 2023).

Door een toenemend aantal natuurbranden met grotere intensiteit in een sterk verdicht Nederlands landschap is het onvermijdelijk dat ook de maatschappelijke impact en schade groter zullen worden: mensen zullen vaker moeten vluchten, er zullen vaker campings moeten worden geëvacueerd, er zal vaker overlast zijn door afgesloten wegen en ook zullen zich vaker cascade-effecten voordoen in bijvoorbeeld nutsvoorzieningen.

Natuurbrandgevoeligheidskaart



Figuur 45 De natuurbrandgevoeligheidskaart uit de nationale klimaateffectatlas (van Marle & Agricola, 2021). Vanwege databeschikbaarheid zijn de Waddeneilanden niet meegenomen in deze analyse en kleuren ze daardoor, net als de stedelijke gebieden, grijs op de kaart.

5.2.3 Handlingsperspectief / maatregelen en aanbevelingen

Op dit moment is er geen lange-termijn handlingsperspectief is voor natuurbranden, zoals dat er voor andere bedreigingen (Bijv. overstromingen) wel is. Dit komt deels door een gebrek in inzicht in de gevolgen inclusief de potentiële cascade-effecten, maar ook door beperkt zicht op de modellering en voorspelling van natuurbranden.

Een advies dat ook volgt uit het natuurbrandsignaal '23 (2023) is om hiervoor het principe van meerlaagsveiligheid te volgen, waarbij een handlingsperspectief kan worden opgesteld op basis van maatregelen die een kans van een natuurbrand proberen te verkleinen, gevolgbeperkende maatregelen (bijvoorbeeld landschapsinrichting, compartimentering, maaibeheer en droogtemaatregelen) en maatregelen die in de reponsfase gebruikt kunnen worden (bijvoorbeeld trainingen en adaptieve strategieën).

Hier horen ook kennisvragen en aanbevelingen bij:

- Ten eerste kunnen over het bijhouden van de locaties en een goede database over de events (locatie, timing, inzet brandweer, grootte en duur).
- Betere voorspellingen van de toekomst (met ook het onderzoek naar meteorologie en klimaat)
- Betere en meer duiding van schades en gevolgen.
- Inzicht in de cascade effecten. Potentieel is de maatschappelijke impact veel groter door schade aan elektriciteit (Rijksbrede Risicoanalyse Nationale Veiligheid, 2022)
- Dijkbranden: voorkomen en impact op dijkstabiliteit (nu en in de toekomst)
- Inzicht in de herhalingstijden van deze branden en de duur van deze branden
- Het ontwikkelen van een maatregelen overzicht zoals hierboven beschreven:
 - In dat maatregelenoverzicht duidelijkheid hoe het risico wordt beperkt.

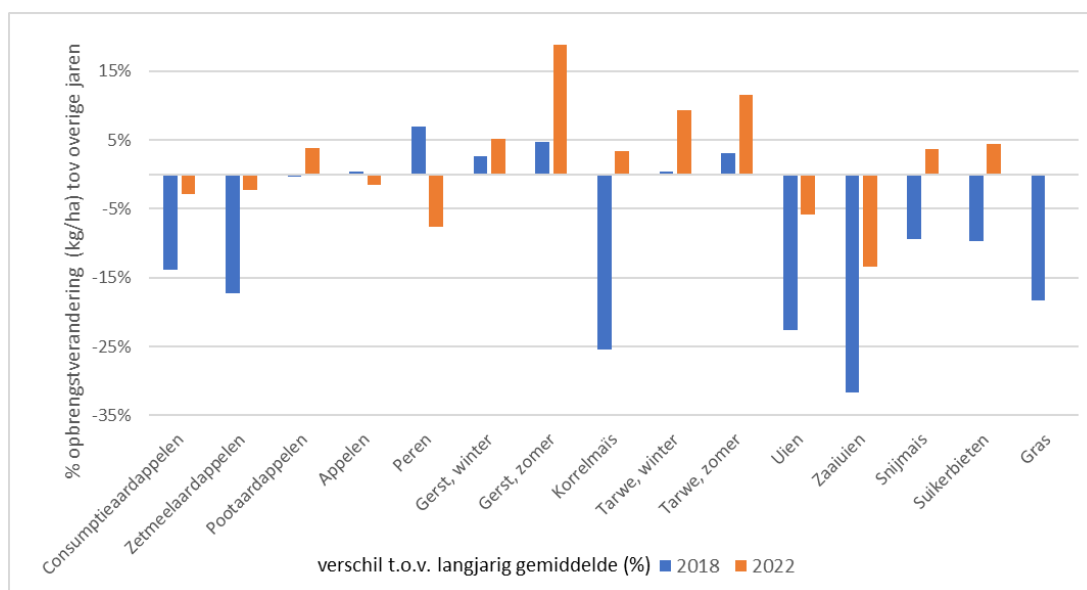
5.3 Landbouw

Deltares auteurs	Esmée Mes en Marnix van der Vat
Met medewerking van	Marcel van Asseldonk (Wageningen Economic Research)
Databronnen	Agrarische feiten en cijfers (agrimatie.nl)
Gesproken met	-

5.3.1 Beschrijving van de impact

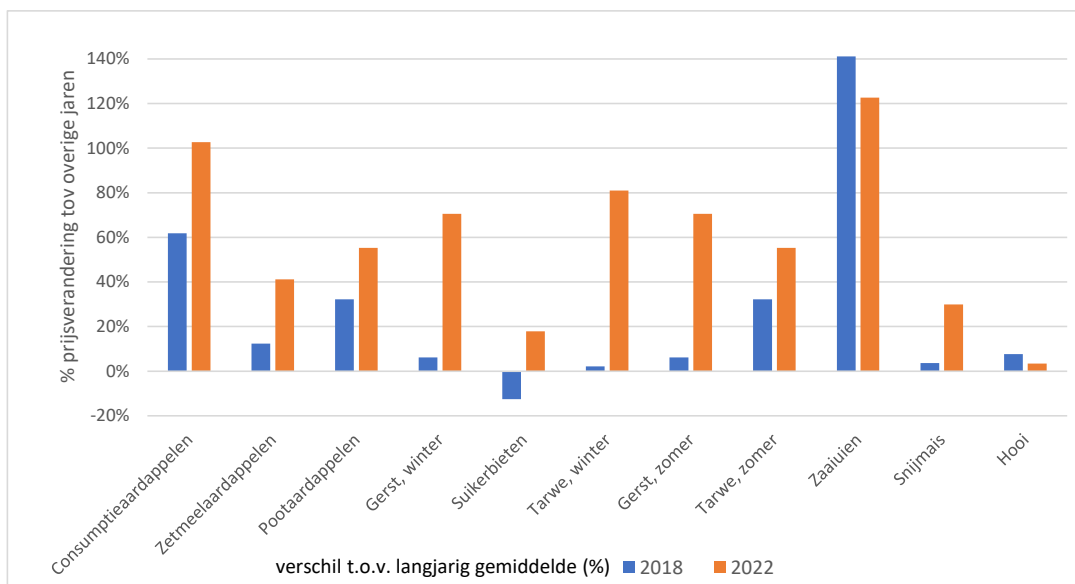
Het effect van de droogte van 2018 op de landbouwsector is onder andere beschreven in Asseldonk *et al* (2021) en Schasfoort(2021). Droogte in 2018 heeft voor een aantal gewassen geleid tot minder fysieke opbrengst, uitgedrukt in kg/ha, en onder andere als gevolg daarvan tot hogere prijzen voor sommige landbouwproducten dan in de voorgaande jaren. Schasfoort (2021) laat zien dat dit leidt tot een beperkt welvaartsverlies voor Nederland en een aanzienlijke verschuiving in welvaart van consumenten naar producenten.

Figuur 46 toont per gewas de afwijking van de fysieke opbrengst per hectare in de droogte jaren 2018 en 2022 ten opzichte van de gemiddelde opbrengst in de overige jaren sinds 2014. De afwijking in beide jaren verschilt per gewas met voor sommige gewassen een toename en voor andere een afname van de opbrengst. In 2022 lijkt er netto geen sprake van een substantiële afname van de fysieke opbrengst, en deze is daarnaast minder dan in 2018. Alle data van fysieke opbrengst, areaal en prijs zijn 20 april 2023 is verkregen van de websites www.agrimatie.nl en opendata.cbs.nl/statline.



Figuur 46 Procentuele afwijking van de fysieke opbrengst in kg/ha voor de droogtejaren 2018 en 2022 ten opzichte van het gemiddelde over de periode 2014-2017 en 2018-2021 (voor 2022 zijn er geen gegevens voor hooi)

Figuur 47 toont per gewas de afwijking van de prijs per kilogram in de droogte jaren ten opzichte van de gemiddelde prijs in de overige jaren sinds 2014. Voor alle gewassen is er sprake van een stijging van de prijs; voor sommige gewassen gaat het om meer dan een verdubbeling van de prijs, voor andere is dit beperkt. Deze prijsveranderingen kunnen allerlei oorzaken hebben, en zijn niet op voorhand te koppelen aan droogte. Zo kan een van de oorzaken voor de andere gewasprijzen in 2022, zoals voor tarwe, samenhangen met de oorlog in Oekraïne.



Figuur 47 Procentuele afwijking van de prijs per kilogram voor de droogtejaren 2018 en 2022 ten opzichte van het gemiddelde over de periode 2014-2017 en 2018-2021 (data zijn 20 april 2022 verkregen van de websites www.agrimatie.nl en opendata.cbs.nl/statline; er is geen prijsinformatie beschikbaar voor uien, anders dan voor zaauien)

Tabel 6 toont het welvaartseffect van de verandering in opbrengst en prijzen in de droogte jaren ten opzichte van het gemiddelde in de omliggende jaren. Het welvaartseffect is uitgesplitst naar het effecten op het producenten- en consumentensurplus. Bij de berekening van het producentensurplus is geen rekening gehouden met de extra kosten voor beregning, omdat hier voor 2022 geen gegevens voor zijn. Bij de berekening van het consumentensurplus is alleen het aandeel van de Nederlandse markt beschouwt. Verder is er bij de berekening vanuit gegaan dat 75% van de van de prijsvorming in contracten plaatsvindt waarvan in 25% de prijs vastgelegd is op het gemiddelde van de overige jaren. Voor 2022 ontbreken verder de opbrengstgegevens voor uien en hooi.

De resultaten voor 2022 laten voor alle gewassen een toename van het producentensurplus en een afname van het consumentensurplus zien als gevolg van de prijsstijging en verandering in opbrengst. Het producentensurplus neemt totaal met ongeveer €1,222 miljard toe en het consumentensurplus daalt met ongeveer €1,005 miljard, wat neerkomt op een stijging van de algehele welvaart met ongeveer €0,217 miljard.

Tabel 6 Welvaartseffect in 2022 (in € miljoen) van droogte op de landbouw per gewas en uitgesplitst naar producenten en consumentensurplus op basis van gegevens over productie, prijs, contractteelt en aandeel NL markt (welvaart elders van consumenten is niet meegenomen en ook extra beregeningskosten zijn hierbij niet meegenomen; de prijs voor uien is berekend als 90% van de prijs voor zaaiuien en voor 2022 zijn er geen gegevens voor hooi). Door afronding van de producten- en consumentensurplus kan de Verandering NL welvaart iets afwijken dan wanneer het verschil tussen deze twee surplus wordt genomen.

Gewassen	Effect op de landbouw - Productensurplus	Effect op consumenten - Consumentensurplus	Verandering NL welvaart
Consumptieaardappelen	371	-314	57
Zetmeelaardappelen	40	-41	0
Pootaardappelen	208	-89	119
Gerst, winter	13	-10	4
Gerst, zomer	29	-20	9
Tarwe, winter	141	-142	-1
Tarwe, zomer	23	-13	9
Uien	125	-128	-3
Zaaiuien	109	-37	72
Snijmais	84	-158	-74
Hooi			
Suikerbieten	79	-54	25
Totaal	1222	-1005	217

Tabel 7 toont het welvaartseffect voor 2018. Er is een daling van de welvaart met €0,185 miljard als gevolg van een daling van het consumentensurplus met €0,402 miljard en een stijging van het producentensurplus met €0,217 miljard. Dit wijkt af van de resultaten van dezelfde analyse voor 2018 gepresenteerd door Schasfoort (2021). Dit wordt veroorzaakt door een update van de informatie met betrekking tot de opbrengst en prijzen in de periode 2014 – 2018.

Tabel 7 Welvaartseffect in 2018 (in € miljoen) van droogte op de landbouw per gewas en uitgesplitst naar producenten en consumentensurplus op basis van gegevens over productie, prijs, contractteelt en aandeel NL markt (welvaart elders van consumenten is niet meegenomen en ook extra beregeningskosten zijn hierbij niet meegenomen; de prijs voor uien is berekend als 90% van de prijs voor zaaiuien). Door afronding van de producten- en consumentensurplus kan de Verandering NL welvaart iets afwijken dan wanneer het verschil tussen deze twee surplus wordt genomen.

Gewassen	Effect op de landbouw - Productensurplus	Effect op consumenten - Consumentensurplus	Verandering NL welvaart
Consumptieaardappelen	121	-168	-46
Zetmeelaardappelen	-12	-10	-22
Pootaardappelen	37	-45	-7
Gerst, winter	-1	-1	-2
Gerst, zomer	8	-1	7
Tarwe, winter	-25	-3	-28
Tarwe, zomer	13	-7	6
Uien	93	-139	-46
Zaaiuien	43	-38	5
Snijmais	-35	-17	-52
Hooi	-7	-2	-9
Suikerbieten	-21	29	8
Totaal	217	-402	-185

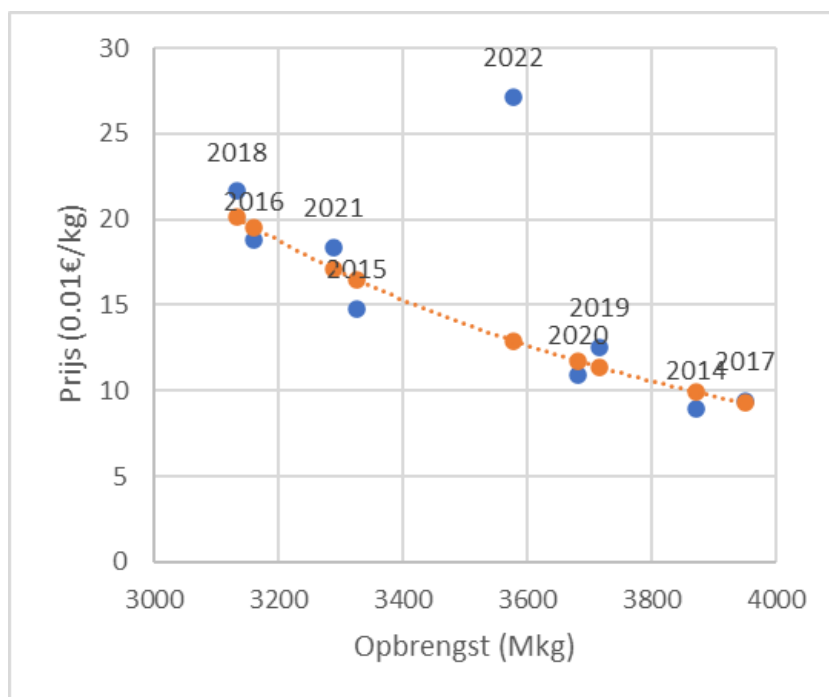
5.3.2 Duiding

Een opvallend verschil tussen de twee droge jaren is dat er in 2018 substantieel minder opbrengst was in kg/ha. In 2022 is er amper een verandering te zien of was de opbrengst per ha zelfs groter dan gemiddeld (Figuur 46). De prijzen lagen in 2022 over het algemeen daarbij een stuk hoger dan in 2018 (Figuur 47). Alleen voor hooi en zaaiuien was de prijs in 2022 lager dan in 2018, maar nog steeds hoger dan de overige voorgaande jaren.

Uit bovenstaande kan worden afgeleid dat 2018 en 2022 voor de landbouwproducenten (totaal over alle bedrijven in NL) bedrijfseconomisch betere jaren geweest zijn dan gemiddeld. En dat 2022 weer veel beter was dan 2018. Voor het consumentensurplus geldt het tegenovergestelde, namelijk dat de consument hogere prijzen heeft moeten betalen voor de landbouwgewassen en financieel negatiever uitkomt in de droge jaren. Het netto welvaartseffect van 2022 is positief; dat van 2018 negatief. In beide jaren vindt een forse verschuiving van welvaart plaats van de consument naar de producent ten opzichte van een gemiddeld jaar doordat de prijzen hoger zijn.

De prijsstijging in 2022 lijkt los te staan van de opbrengst in Nederland en omliggende landen die ook droogte ervaren. De prijsstijging hangt vooral samen met de stijging van de prijzen op de wereldmarkt als gevolg van onder andere de oorlog in de Oekraïne, het eind van de Corona pandemie en de hoge brandstof- en energieprijzen. De hogere brandstof- en energieprijzen hebben wel invloed gehad op de beregeningskosten, maar deze zijn niet meegenomen in de analyse.

Figuur 48 laat de relatie zien voor consumptieaardappelen tussen de prijs en de opbrengst vanaf 2014. Voor alle jaren behalve voor 2022 kan de prijs bijna volledig verklaard worden door de opbrengst op basis van een constante elasticiteit. De verwachting van de prijs in 2022 op basis van de opbrengst is €0,13/kg, terwijl de prijs volgens WEcR's Agrimatie €0,27/kg was. Dit laat zien dat de hierboven benoemde andere factoren van doorslaggevend belang geweest zijn voor de prijs.



Figuur 48 De relatie tussen opbrengst en prijs voor consumptieaardappelen in de periode 2014-2022 (de gekalibreerde constante elasticiteit van de prijs voor de opbrengst is -3.34)

In bovenstaande berekeningen zijn de extra beregeningskosten in 2018 en 2022 buiten beschouwing gelaten. Voor 2018 becijfert Schasfoort (2021) deze op €20 miljoen. Voor 2022 zijn er geen data beschikbaar, maar het is bekend dat de beregeningsbehoefte in 2022 ongeveer 2,5 tot 4 keer groter was dan gemiddeld (Van den Eertwegh et al., 2021). Het kan daarnaast verwacht worden dat de beregeningskosten in 2022 hoger zijn dan in 2018, omdat er nieuwe beregeningsinstallaties aangelegd zijn na de droogte van 2018. De ordegrrootte zal echter hetzelfde zijn, waarmee de invloed op producentensurplus en welvaartseffect gering is.

Het voorgaande laat zien dat opbrengstderving als gevolg van droogte in 2022 nauwelijks invloed heeft gehad op de prijs en het welvaartseffect. Wereldmarktprijzen bepalen het welvaartseffect in 2022 bijna volledig. En daarin spelen heel veel andere factoren een rol die niks met droogte te maken hebben.

5.3.3 Handelingsperspectief / maatregelen

Het effect van de aanzienlijke droogte in 2022 op de fysieke opbrengst is beperkt en kleiner dan dat in 2018, ondanks dat de droogte indicatoren een vergelijkbaar beeld laten zien (o.a. neerslagtekort, bodemvocht en grondwaterstanden). Dit kan mogelijk verklaard worden door de volgende factoren:

- De droogte was anders en vooral in de kritieke periode in het voorjaar minder intens dan in 2018; en
- Boeren hebben adaptatiemaatregelen genomen, zoals aanleggen van beregeningsinstallaties, waardoor het effect van meteorologische en hydrologische droogte op de opbrengst kleiner is.

5.3.4 Aanbevelingen

Het verdient allereerst aanbeveling om de gegevens te completeren door het toevoegen aan de analyse van de prijs van uien in de periode 2014-2022 en de opbrengst van hooi en kuilgras in 2022. Daarnaast zouden de extra beregeningskosten in 2022 bepaald kunnen worden, zoals gedaan is voor 2018. Ook zouden alle prijzen gecorrigeerd kunnen worden naar prijspeil 2022 voor een zuiverder vergelijking tussen 2018 en 2022. Deze aanvullingen zullen de uitkomsten van bovenstaande analyse verbeteren, maar de conclusie niet veranderen.

Het zou interessant zijn om te bepalen in hoeverre de adaptatiemaatregel extra berekening heeft bijgedragen aan het beperken van het effect van de droogte op het welvaartseffect. Dit zou kunnen gebeuren op basis van aardobservatie gegevens en berekeningen met het Landelijk Hydrologisch Model (LHM). In aanvulling daarop zou het voor de maatregelen ook van belang kunnen zijn om het effect van beregeningsverboden met het LHM te bepalen.

5.4 Dijkveiligheid

Deltares auteurs Marc Fransen en Arno Rozing

Met medewerking van

Databronnen

Gesproken met

5.4.1 Samenvatting

In de afgelopen jaren komen droge periodes vaker voor. Dit heeft mogelijk invloed op de vele primaire en regionale keringen in Nederland door een toename van scheurvorming, grassterfte en graverij. Een groot aantal waterschappen is de laatste jaren bezig met het bekijken welke maatregelen zij kunnen treffen in droge periodes. STOWA heeft hier een

overzicht van gemaakt en een aantal tips en geruststellende observaties gegeven. Zo komt naar voren dat een aantal waterschappen positieve effecten van het maaibeleid zien. Een toename van de graverijen lijkt een negatief effect van droogteperioden te zijn.

Naar de relatie tussen droogte en de dijkveiligheid is nog weinig onderzoek gedaan, omdat pas sinds enkele jaren gegevens worden verzameld tijdens inspecties. Vanuit de dijkveiligheid is onderzocht of de data die waterschappen verzamelen kwantificeerbaar is en gebruikt kan worden om correlaties tussen de droogte en schades door graverijen, grassterfte en scheurvorming te bepalen. Vanuit de waterschappen kwam de vraag of met dit soort modellen de effectiviteit van maatregelen kan worden aangetoond. Op dit moment is dat nog niet mogelijk, maar in de toekomst mogelijk wel wanneer schadebeelden in meer detail worden bewaard.

5.4.2 Aanpak

De relatie tussen droogte en dijkveiligheid is vanuit twee invalshoeken bekeken. De eerste invalshoek is de omgang met, en dataverzameling met betrekking tot droogte en dijken door de waterschappen. De tweede invalshoek kijkt vanuit de beschikbare data met betrekking tot droogte en dijken naar de mogelijkheden om voorspellende modellen te ontwikkelen.

De eerste invalshoek is inzicht krijgen in de huidige aanpak van waterschappen met betrekking tot droogte en hoe dit zich ontwikkeld. Hierin is door Hanneke Kloosterboer van waterschap Aa en Maas (WSAM) en Robin Biemans van STOWA al een verkennend onderzoek gedaan (Kloosterboer & Biemans, 2023). Met een aantal van de waterschappen die een bijdrage aan dit onderzoek hebben geleverd zijn aanvullende gesprekken gevoerd om nog wat specifiekere inzicht te krijgen. Hierbij is gevraagd wat de schade informatie bij dijken is die zij opslaan in hun systemen en hoe zij dit gebruiken. Aan het einde van ieder gesprek werd gevraagd wat zij van onderzoek naar de relatie tot droogte verwachten en waar zij behoefte aan hebben.

Er is gesproken met medewerkers van:

- Waterschap Brabantse Delta (WSBD)
- Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier (HHNK)
- Wetterskip Fryslân (WF)
- Waterschap Drentse Overijsselse Delta (WDOD)
- Aa en Maas (WSAM)

Tijdens deze gesprekken hebben wij de volgende aspecten naar voren laten komen:

1. Scheurvorming
 - a. Locatie scheur (Kruin, talud (binnen/buiten),
 - b. Repareerbaarheid scheur, hoe worden ze gerepareerd (Asfalt, nieuwe klei, ...) en blijven de scheuren dicht of komen ze in opeenvolgende jaren terug?
 - c. Gaat het om een primaire of regionale kering?
2. Grassterfte
 - a. Wat zijn de omgevingsfactoren van de dijk (staan er wel of geen bomen, asfalt of niet, sloot aan achterzijde?)
 - b. Maaibeleid ten tijde van droogte?
 - c. Wat doet grassterfte met de erosiebestendigheid?
3. Graverijen
 - a. Welke dieren zorgen voor de graverijen (otters, bevers, muskusratten)
 - b. Wordt er iets aan bestrijding gedaan?
 - c. Hoe wordt het gerepareerd?
4. Branden (ook voorbij gekomen)

Algemene vragen:

1. Wordt er gekozen voor definitieve maatregelen (reparatie) of worden er noodmaatregelen getroffen?
2. Hoe wordt er omgegaan met terugkerende schade, reparatie of noodmaatregel?
3. Indicatie van droogte: Droogte wordt op verschillende manieren gemeten en er zijn verschillende indices, hoe worden deze door de waterschappen toegepast?

De tweede invalshoek gaat over een model aanpak om de impact op en correlatie met waterveiligheid te kwantificeren als gevolg van scheuren, grassterfte, graverijen en droogte.

Samenvattend leidt dit tot de volgende vier vragen

1. *Invalshoek 1*
 - a. *Hoe gaan de waterschappen om met droogte en wat voor invloed heeft dit op hun inspecties?*
 - b. *Welke informatie over scheuren, grassterfte en graverijen slaan waterschappen op in hun systemen en hoe wordt deze data nu gebruikt?*
 - c. *Wat zijn de wensen van waterschappen vanuit onderzoek dat bij Deltares zou kunnen worden gedaan?*
2. *Invalshoek 2*
 - a. *Hoe zouden wij de impact op de waterveiligheid kwantificeren op basis van een correlatie tussen scheuren, grassterfte, graverijen en droogte en wat voor modellen zouden wij hiervoor kunnen gebruiken?*

5.4.3 Ervaringen met droogte-inspectie en data-verzameling

In het gesprekken met waterbeheerders kwam naar voren dat zij al verschillende dingen proberen zoals ander maaibeeld en verschillende methoden om scheuren te repareren. Ze zijn van plan de scheurobservaties beter op te slaan in het inspectiesysteem en denken ook na over plaatsing van sensoren in dijken.

Bij het gesprek met Brabantse Delta kwam naar voren dat zij graag willen weten wat het effect van droogte is op de stabiliteit van een dijk en welke maatregelen daadwerkelijk effectief zijn.

Waterschap HHNK gaf aan dat op basis van hun ervaringen een ander maaibeeld ten aanzien van droge periodes leidt tot meer graverijen. Dit geeft voor hen aanleiding om geen ander maaibeeld toe te passen. Wat hun ook opvalt is dat de aanwezigheid van scheuren tijdens droge periodes mogelijk een relatie heeft met hoe de dijkversterking is uitgevoerd.

Uit het gesprek met Wetterskyp Fryslan kwam naar voren dat zij vooral last hebben van graverijen door muizen wat mogelijk verergerd wordt door droogtescheuren. Zij denken wel dat de kwaliteit van de grasbekleding hier nadelige effecten van ondervindt.

Met WDOD hebben we een kort gesprek gehad waarin wij de achtergrond van het onderzoek hebben uitgelegd en naar wat voor data wij op zoek zijn. Deze is door hen aangeleverd.

Uit het onderzoek van STOWA en de aanvullende gesprekken blijkt dat een aantal waterschappen wel positieve effecten van het maaibeeld zien. Een toename van de graverijen zou een negatief effect zijn wat in een correlatiemodel naar voren zou moeten komen.

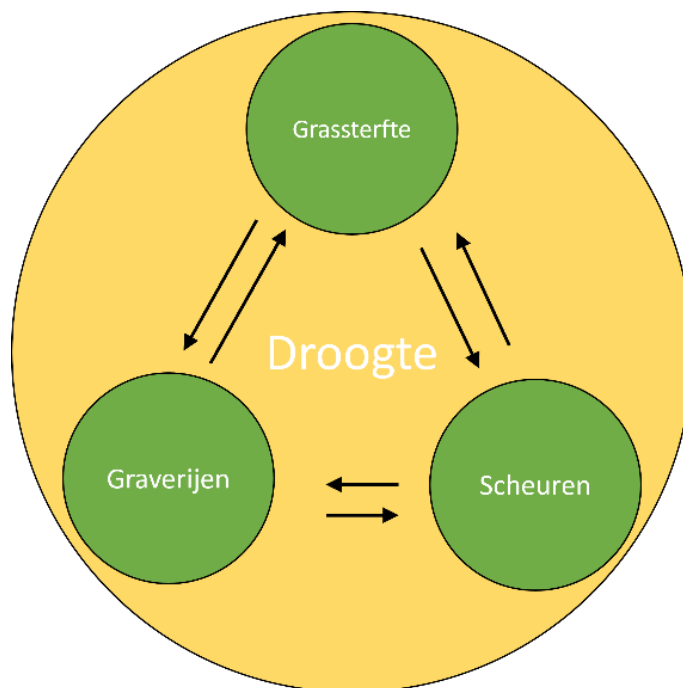
Voor de meeste waterschappen is het opslaan van de informatie bij inspectie iets van de laatste jaren en zijn ze nog aan het uitzoeken wat ze wel en niet en hoe willen opslaan. De

meesten gaven aan dat zij vooral het verloop in de jaren willen zien. Bijvoorbeeld of een scheur terugkomt in het volgende jaar en of een bepaalde reparatiemethode goed heeft gewerkt. Het voornemen is om dit beter op te slaan.

De waterschappen gaven ten slotte aan dat ze graag advies krijgen over te nemen maatregelen. Zij geven aan dat op dit moment maatregelen vooral uitgetoet worden maar dat een stevige onderbouwing van de effectiviteit ontbreekt.

5.4.4 Correlatie dijkveiligheid en droogte

Naar de relatie tussen droogte en de dijkveiligheid is nog weinig onderzoek gedaan. Onder de effecten op de dijkveiligheid verstaan wij de vorming van scheuren in de dijk, grassterfte op de dijk en graverijen door dieren zoals weergegeven in Figuur 49 met voorbeelden van een droogtescheur in Figuur 50 en een uitgegraven beverhol in Figuur 51. Om een model te ontwikkelen waarmee het effect van droogte op scheuren, grassterfte en graverijen kan worden onderzocht is data nodig. Vanuit twee waterschappen hebben wij de data van inspecties gekregen. Op basis van dat type data schetsen wij in dit hoofdstuk de mogelijkheden voor een correlatiemodel.



Figuur 49 Correlatie tussen grassterfte, graverijen, scheuren en droogte



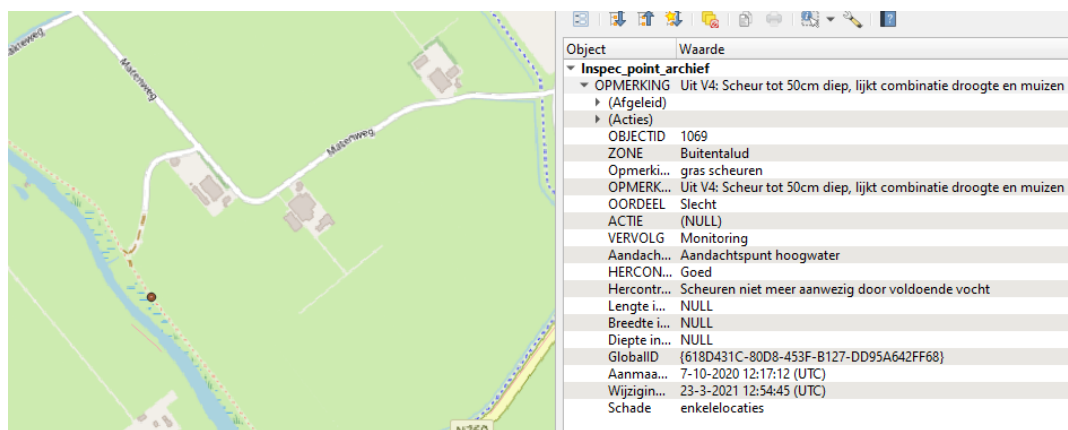
Figuur 50 Droogte scheur WDOD



Figuur 51 Bevergang, Jaap Bronsveld WSRL

Bij Waterschap Aa en Maas (WSAM) worden de observaties tijdens de inspecties in ArcGIS bestanden opgeslagen. Bij Waterschap Drents Overijsselse Delta (WSDOD) wordt de informatie opgeslagen in geodatabases.

De data van WDOD heeft betrekking op scheuren die mogelijk door droogte veroorzaakt kunnen zijn. Zoals te zien in Figuur 52, wordt er een aantal kenmerken opgeslagen van de schade. De voorbeeldlocatie beschrijft een scheur met diepte en mogelijke oorzaak. Informatie van deze soort zou gebruikt kunnen worden als input van een model wat correlaties bepaald tussen de schades en andere omstandigheden zoals een droogte-indicator.



Figuur 52 Voorbeeld database

De databestanden die aangeleverd zijn door de waterschappen geven de specifieke locatie van een defect of schade, de tijd en praktische informatie zoals hersteld of niet en opnieuw geïnspecteerd. Op basis van deze data kan er gekeken worden of de droogte in een dijkgebied gecorreleerd is aan een toename van scheurvorming en graverijen.

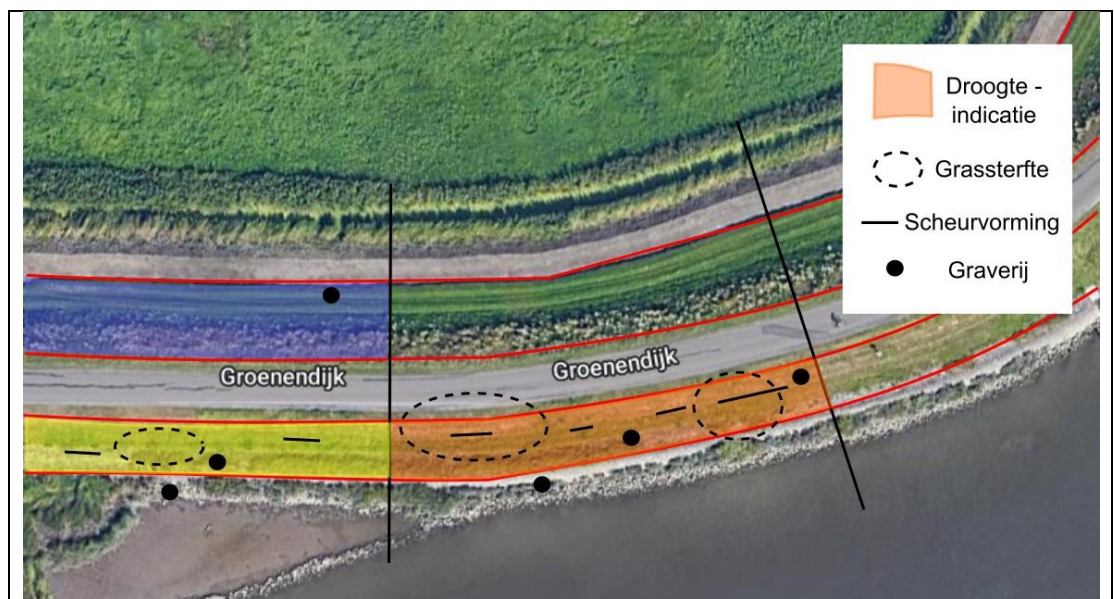
Een goed voorbeeld is de correlatie tussen droogte (lagere rivierafvoer) en een toename van beverholen omdat bevers een nieuw hol onder de waterlijn gaan graven. In Tabel 8 hebben

wij de kenmerken van de defecten en schades weergegeven aangevuld met de informatie die wij graag zouden zien.

Tabel 8 Opgeslagen kenmerken en mogelijke kenmerken

Droogte-indicator	Grassterfte	Scheurvorming	Graverij
Diepte tot vochtige laag	Omvang Nieuw/terugkerend Kleur Scheurbestendigheid Exacte locatie	Lengte scheur Breedte scheur Diepte scheur Nieuw/terugkerend Langs- of dwarsscheur Hoogteverschil Water aanwezig in scheur Exacte locatie	Exacte locatie Pad van graverij Tijdsafhankelijkheid

Om te illustreren wat het idee is laat Figuur 53 een bovenaanzicht zien van een primaire dijk die opgedeeld is in verscheidene vakken. Tussen de zwarte lijnen liggen dijkvakken die weer onderverdeeld zijn in buitentalud, kruin en binnentalud. In deze vakken wordt met kleur een bepaalde droogte-indicatie aangegeven, hoe dit in numerieke waardes is uit te drukken en wat ermee gedaan kan worden is nog niet bepaald. Naast de kleur wordt de grassterfte met een oppervlak met onderbroken rand aangegeven. De scheurvorming met een streep en de graverijen met een punt.



Figuur 53 Bovenaanzicht dijk met indicatie voor defecten als grassterfte, scheurvorming, graverij en een droogte-indicatie

Op basis van de correlatie die gevonden wordt tussen de defecten en droogte of onderling tussen de defecten kan een correlatiematrix worden opgesteld zoals voorgesteld in Tabel 9. In deze matrix is de correlatie tussen Droogte en Droogte gelijk aan 1 omdat de waarde met zichzelf wordt gecorreleerd. Bij de correlaties tussen de defecten en droogte wordt dan een percentage weergegeven. In het voorbeeld staat een correlatie van 75% tussen droogte en grassterfte wat aangeeft dat er een sterk verband is en dat een maatregel die beide defecten aanpakt effectief kan zijn. De relatie tussen scheurvorming en grassterfte is maar 40% en is dus minder effectief om aan te pakken.

Tabel 9 Voorbeeld van een correlatiematrix

	DROOGTE	SCHEURVORMING	GRASSTERFTE	GRAVERIJ
DROOGTE	100%			
SCHEURVORMING	60%	100%		
GRASSTERFTE	75%	40%	100%	
GRAVERIJ	30%	20%	70%	100%

5.4.5 Conclusie

Het STOWA onderzoek (Kloosterboer & Biemans, 2023) geeft een goed overzicht van hoe er met droogte wordt omgegaan bij de dijkinspecties door verschillende waterschappen. In het rapport wordt een overzicht gegeven van schadebeelden, maatregelen en tips en geruststellingen voor de toekomst. Schadebeelden die genoemd worden zijn bijvoorbeeld scheurvorming, verdroogde grasbekleding en 'achterloopsheid' bij kunstwerken. Voorbeelden van de maatregelen die genomen zijn het stoppen van de schapenbeweiding en het opnieuw opbouwen van de toplaag bij scheuren. Tips voor de komende jaren zijn bijvoorbeeld het beregenen bij kleine scheuren en jonge grasbekleding en geen gebruik maken van zwelklei bij scheuren. Voor een volledig overzicht wordt verwezen naar het rapport van STOWA (Kloosterboer & Biemans, 2023). De geruststelling vanuit STOWA is dat de dijkbekleding veerkrachtig is en dat bij neerslag de dijk zich snel herstelt en dat er niet gestuurd moet worden op extremen.

Uit een aantal van de gesprekken tussen Deltares en waterschappen blijkt dat er nog steeds veel vragen zijn over het effect van droogte op de waterveiligheid en dan met name permanente scheurvorming op het talud. Op basis van hun observaties geven de waterschappen aan dat er zeker correlaties zijn tussen droogte, scheurvorming, grassterfte en graverijen. Vanuit de waterschappen komt duidelijk naar voren dat er behoefte is aan eenduidige adviezen en aanpakken voor het beheer van dijken tijdens droogte: wat zijn maatregelen die ze wel en absoluut niet moeten uitvoeren. Voor meer inzicht in de effectiviteit van beheersmaatregelen is meer onderzoek nodig naar correlaties tussen droogte en schadebeelden op basis van monitoringsdata van waterschappen. Die informatie zal wel in meer detail en volgens een standaard protocol moeten worden opgeslagen. De aanbeveling is om meer te gaan monitoren over de komende jaren zodat er trendanalyses gedaan kunnen worden en geschiktere data voor dit type modellen komt.

5.5 Bodemdaling en CO₂-uitstoot in (landelijk) veenweidegebied

Deltares auteur	Roel Melman
Met medewerking van	Siem Jansen
Databronnen	
Gesproken met	nvt

5.5.1 Inleiding

Het Nederlandse veenweidegebied heeft te maken met bodemdaling (gemiddeld ca. 5-6 mm/jaar (Erkens et al., 2021)) en CO₂-uitstoot (ca. 3% van de totale uitstoot in Nederland (Aerts et al., 2020)). Drainage van het veenweidegebied zorgt ervoor dat veen in de ondergrond aan zuurstof wordt blootgesteld, wat leidt tot afbraak van het veen (veenoxidatie) door microben en daarmee tot o.a. CO₂-uitstoot en (chemische) bodemdaling. Daarnaast vindt (fysische) bodemdaling plaats door o.a. belastingen en peilverlagingen. Dit leidt niet tot

CO₂-uitstoot. Al deze processen zijn sterk gerelateerd aan de ontwikkeling van de grondwaterstand. Een droge zomer – zoals die van 2022 – kan daarom mogelijk leiden tot (veel) meer bodemdaling en CO₂-uitstoot (Schrier-Uijl et al., 2014)).

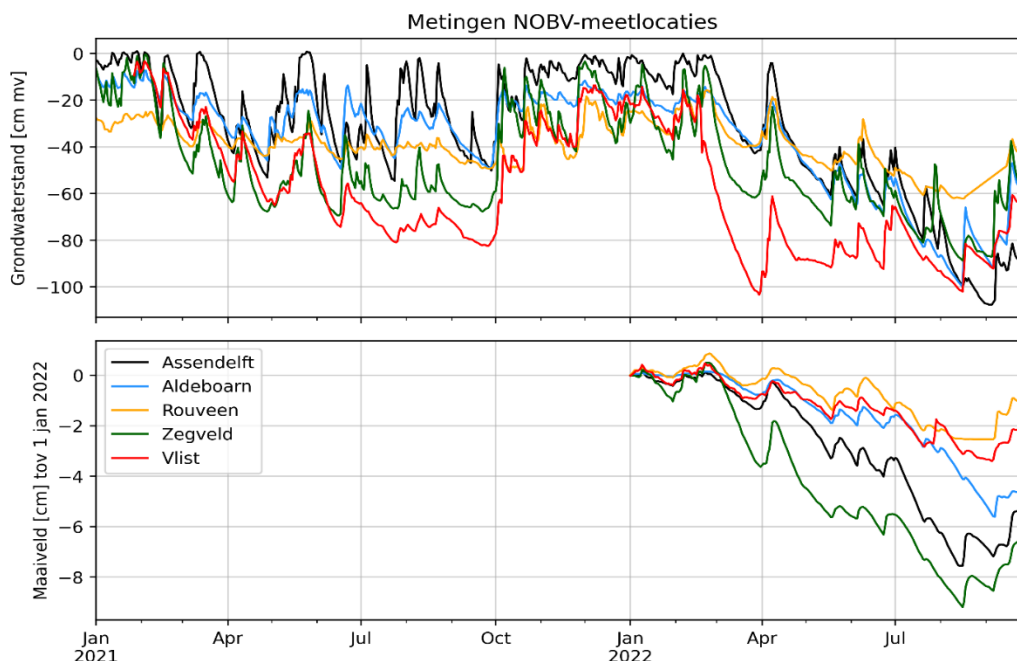
De precieze invloed van droogte op bodemdaling en CO₂-uitstoot in het veenweidegebied is moeilijk vast te stellen, omdat metingen hieraan een grote onzekerheid hebben en vaak (nog) niet lang lopen. In dit hoofdstuk gebruiken we meet- en modelresultaten van het Nationaal Onderzoeksprogramma Broeikasgassen Veenweide (NOBV) in een poging om de impact van de zomer van 2022 te kwantificeren.

5.5.2 Freatische grondwaterstand

De freatische grondwaterstand beschrijft het grensvlak tussen de verzadigde en onverzadigde zone en kan worden gemeten met een peilbuis. Voor vijf NOBV-maatlocaties verspreid over het Nederlandse veenweidegebied zijn deze metingen voor 2021 en een groot deel van 2022 beschikbaar (Figuur 54). Op alle locaties zijn de grondwaterstanden in de zomer van 2022 substantieel lager dan in de zomer van 2021. De lage grondwaterstanden in Aldeboarn en Assendelft vallen op (Tabel 10). Aangezien deze maatlocaties relatief brede percelen hebben, kon het neerslagtekort hier waarschijnlijk minder goed worden gecompenseerd met water uit de sloten. De gemodelleerde grondwaterstanden (Landelijk Hydrologisch Model, zie hoofdstuk 2) laten een kleiner verschil zien tussen de regio's dan de verschillen tussen afzonderlijke locaties. Het verschil ten opzichte van 2021 is het grootst in Noord-Nederland, waar de drooglegging groter is en de percelen breder zijn dan in West-Nederland en Overijssel.

Tabel 10: Verschil tussen de laagste grondwaterstand en de gemiddelde grondwaterstand in het zomerhalfjaar van 2021 en 2022, in (1) meetresultaten van het NOBV en (2) modelresultaten van het LHM.

Meetlocatie	Verschil laagste grondwaterstand tussen 2021 en 2022 (cm)	Verschil gemiddelde grondwaterstand zomerhalfjaar tussen 2021 en 2022 (cm)
<i>1. NOBV maatlocaties</i>		
Assendelft (NH)	-51	-28
Aldeboarn (Fr)	-53	-31
Rouveen (Ov)	-13	-6
Zegveld (Ut)	-20	-17
Vlist (ZH)	-19	-4
<i>2. Veenweidegebied LHM</i>		
West-NL (NH, ZH, Ut)	-23	-20
Noord-NL (Fr, Gr)	-35	-27
Overijssel	-22	-14



Figuur 54: Gemeten freatische grondwaterstanden (boven) en maaivelddaling (onder) op NOBV-meetlocaties in Assendelft (Noord-Holland); Aldeboarn (Friesland); Rouveen (Overijssel); Zegveld (Utrecht) en Vlist (Zuid-Holland).

5.5.3 Bodemdaling

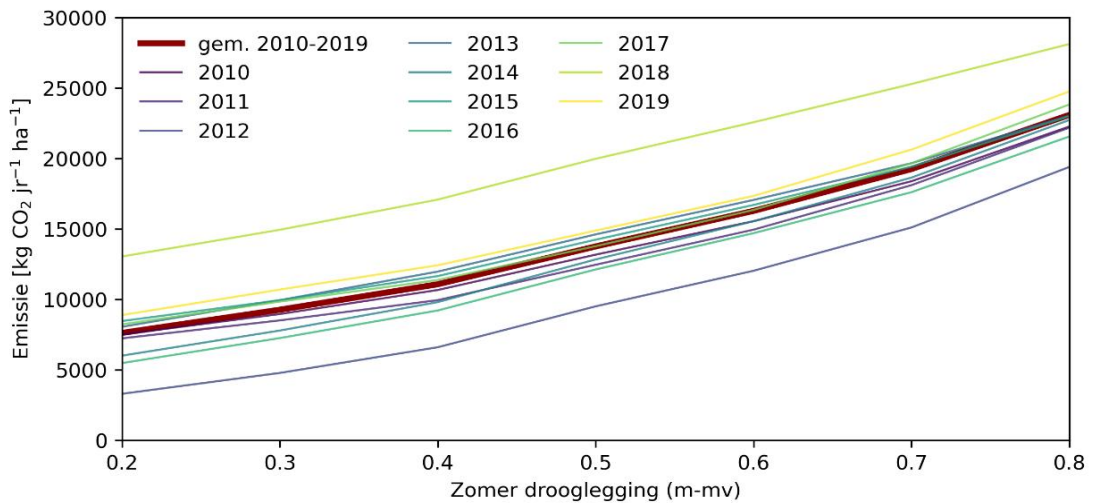
Bodemdaling vindt plaats op mm-schaal en kan daarom alleen met nauwkeurige meetapparatuur worden gemeten. Goede bodemdalingsmetingen zijn daarom schaars. Op de hierboven beschreven meetlocaties van het NOBV wordt bodembeweging met extensometers gemeten (NOBV-meetprotocol, 2021). Deze metingen voor de droge zomer van 2022 (Figuur 2) tonen dat op alle locaties de bodem 2 tot 4 cm is gedaald. Door relatief hoge grondwaterstanden tot begin juli valt de daling in eerste instantie mee. Vanaf juli gaat de daling snel, soms met meer dan een cm per week. De neerslag die valt, zoals rond 17 augustus, zorgt direct voor een bodemstijging, waarna de daling weer inzet. Afhankelijk van de exacte ontwikkeling van de grondwaterstand is een deel van bodemdaling reversibel. Dit is ook terug te zien in de NOBV-maaiveldmetingen die in september lichte bodemstijging tonen (Figuur 54). Veenoxidatie leidt altijd tot permanente bodemdaling. Welk deel permanent is kan alleen over meerdere jaren worden bepaald door maaiveldniveau onder gelijke omstandigheden met elkaar te vergelijken.

5.5.4 CO₂-uitstoot

De bijdrage van veenoxidatie aan CO₂-uitstoot kan alleen op jaarbasis worden gemeten en is op het moment van schrijven nog niet beschikbaar voor 2022. Met het modelinstrumentarium SOMERS (Erkens et al., 2022) is eerder wel onderzocht wat de jaar-tot-jaar variatie is in de CO₂-uitstoot uit het veenweidegebied door verschillen in het weer. Figuur 55 laat zien dat de uitstoot in het relatief droge jaar 2018 veel hoger (ca. 50%) was dan de uitstoot in de jaren met meer gemiddeld weer. Hoogstwaarschijnlijk is de uitstoot in 2022 ook aanzienlijk hoger dan die van bijvoorbeeld 2021. Naast lage grondwaterstanden is veenoxidatie ook sterker bij hoge (bodem)temperaturen (Mäkiranta et al., 2009). Hiermee is geen rekening gehouden in Figuur 55, waardoor het effect van een droog (en warm) jaar mogelijk wordt onderschat.

De figuur laat bovendien zien dat oppervlakte peilbeheer maar beperkt invloed heeft op CO₂-uitstoot. Ook bij een kleine drooglegging is er nog steeds sprake van aanzienlijke CO₂-

uitstoot, zeker in een droge zomer, omdat de grondwaterstand in het perceel zelf behoorlijk kan uitzakken. Op dit moment wordt vanuit het NOBV onderzocht hoe extra maatregelen de uitzakking van de grondwaterstand in de zomer kunnen beperken, zodat de CO₂-uitstoot verder afneemt. Dit soort maatregelen zijn niet meegenomen in de resultaten van Figuur 5.16.



Figuur 55 Met SOMERS 1.0 gemodelleerde jaar-tot-jaar variatie in jaarlijkse CO₂-uitstoot tussen 2010 en 2019 (Erkens, et al., 2022). De berekeningen zijn gemaakt voor een perceel met een slootafstand van 60 m en een koopveengrond. De bodemtemperatuur varieert in deze berekeningen niet van jaar tot jaar, omdat in deze versie is gewerkt met een standaard winter en zomertemperatuurprofiel. Dit betekent dat in de praktijk de jaar-tot-jaar variatie mogelijk nog groter zal zijn indien de bodemtemperatuur op dagbasis wordt meegenomen.

5.5.5 Synthese en toekomstige ontwikkelingen

De hierboven besproken meet- en modelresultaten laten zien dat de droge zomer van 2022 heeft geleid tot lagere zomergrondwaterstanden in het veenweidegebied in vergelijking tot minder droge jaren. In gebieden met brede percelen en diepe droogleggingen zijn de grondwaterstanden waarschijnlijk het diepst uitgezakt. Hoogstwaarschijnlijk hebben de lage grondwaterstanden tot meer bodemdaling en CO₂-uitstoot geleid in de zomer van 2022 dan gemiddeld. Hoewel directe meet- en modelresultaten aan bodemdaling en CO₂-uitstoot indicaties geven dat dit inderdaad het geval was in 2022, kan dit tot op heden nog niet worden gekwantificeerd.

In het Klimaatakkoord (2019) is overeengekomen dat in 2030 de broeikasgasuitstoot uit het veenweidegebied met 1 megaton CO₂-equivalenten per jaar moet zijn gereduceerd. In de regionale veenweidestrategieën worden plannen per provincie uiteengezet voor de aanpak van de broeikasgasuitstoot (en bodemdaling). Het verhogen van grondwaterstanden staat vaak centraal in deze strategieën. Bij het uitvoeren van deze strategieën, is het belangrijk dat ook in perioden van droogte wordt gestuurd op grondwaterstanden. Het waterbeheer wordt voornamelijk afgestemd op oppervlaktewaterpeilen, terwijl door verdamping grondwaterstanden onder percelen aanzienlijk kunnen uitzakken en tot meer bodemdaling en CO₂-uitstoot leiden. Bovenstaande analyse laat ook zien dat ondanks het peilbeheer (met voldoende aanvoermogelijkheden) de grondwaterstanden wel flink uitzakken. Zonder aanvullende infiltratiemiddelen is dit dus niet te voorkomen.

5.6 Stedelijk gebied

Deltares auteurs	Nanco Dolman en Mandy Korff
Met medewerking van	nvt
Databronnen	Klimaat-effectatlas.nl, Rli (2024)
Gesproken met	betrokken deskundigen in Leiden en Zwolle waar eerder droogtestresstesten zijn uitgevoerd.

5.6.1 Impact categorieën

De urgentie om wateroverlast en overstromingen in de stad aan te pakken is tastbaar. En dit geldt ook voor extreme hitte, die zich in steden sneller doet voelen dan daarbuiten. Dit valt vaak samen met uitzonderlijk droge zomers, zoals in recente jaren 2018, 2019, 2020 en 2022.

Kennis over de impact van droogte in stedelijk gebied is geïnventariseerd voor het onderzoeksprogramma Kennis voor Klimaat studie (Deltares, 2012), waarbij onderscheid is gemaakt in vier soorten effecten (Tabel 11): (i) watertekort in de ondergrond, (ii) watertekort oppervlaktewater, (iii) waterbehoefte en waterverbruik, (iv) wateraanvoer. Vooral de impact op bodemdaling, funderingsschade en schade aan infrastructuur door ongelijkmatige zakking krijgt veel aandacht. Maar ook schade aan vegetatie (m.n. monumentale bomen), woonboten en drijvende woningen behoren tot de zichtbare impact van droogte.

Tabel 11 Categorisering van de effecten van droogte in stedelijk gebied (Deltares, 2012)

Watertekort in de ondergrond	Vegetatie – actuele verdamping stedelijk gebied
	Vegetatie – effect van droogte
	Grondwaterdaling
	Funderingsschade
	Bodemdaling
	Schade aan infrastructuur door ongelijkmatige zakking
	Verstopping van drainagebuizen door grotere grondwaterfluctuaties
	Hittestress
Watertekort oppervlaktewater	Peilbeheer oppervlaktewater
	Schade aan (woon)schepen en drijvende woningen door droogvallen van waterlopen
	Oppervlaktewaterkwaliteit
	Recreatie
Waterbehoefte en waterverbruik	
Wateraanvoer	Wateraanvoer naar de stad
	Waterverdeling binnen de stad

5.6.2 Funderingsschade

In het rapport van de Raad voor de Leefomgeving (Rli, 2024) is aangegeven wat voor funderingen de oorzaken en impact kunnen zijn van droogte. Rli (2024) beschrijft dat nu al bij circa 425000 gebouwen sprake is van schade als gevolg van een fundering die in slechte staat verkeert of zal die schade binnen afzienbare tijd gaan ontstaan. Deze schade is niet alleen door droogte veroorzaakt, maar hier wel door versterkt. Funderingsschade is niet verzekeraar en de juridisch complexe situatie is vaak beperkend voor een doelmatig aanpak. De mogelijkheden voor woningeigenaren om woningschade zelf te voorkomen zijn beperkt.

Schade kan ontstaan zowel bij ondiepe funderingen ('op staal' genoemd) en bij houten palen. Houten paalfunderingen kunnen beschadigen door zakkende grond (negatieve kleef genoemd) en door bacteriële aantasting en schimmelaantasting (paalrot) in geval van lage

grondwaterstanden door droogte. Schade aan panden met een ondiepe fundering kan ontstaan als het pand bij bodemdaling niet gelijkmatig maar scheef zakt, door ongelijkmatigheden in de bodem en/of de fundering.

Deze problemen zijn niet nieuw. Omdat het veelal om trage processen gaat, kan het zijn dat pas na decennia (significante) schade ontstaat. Door toenemende kans op droogte nemen de risico's van funderingsschade nu ook toe bij funderingen op staal in gebieden die voorheen hiermee niet bekend waren en treedt de schade sneller op dan voorheen. De afgelopen jaren, met name sinds droogtejaar 2018 is duidelijk merkbare schade opgetreden bij panden en in gebieden waar dat in het verleden niet eerder in deze mate voorkwam, zoals uit het rivierengebied, Noord Limburg, Oost Nederland en Drenthe komen. Het risicogebied van funderingsschade is daarmee groter geworden en uitgebreid met gebieden waar krimp en zwel van klei voorkomen en met gebieden waar de grondwaterstanden meer dan voorheen zijn gedaald. De problematiek wordt dus meer omvattend en urgenter.

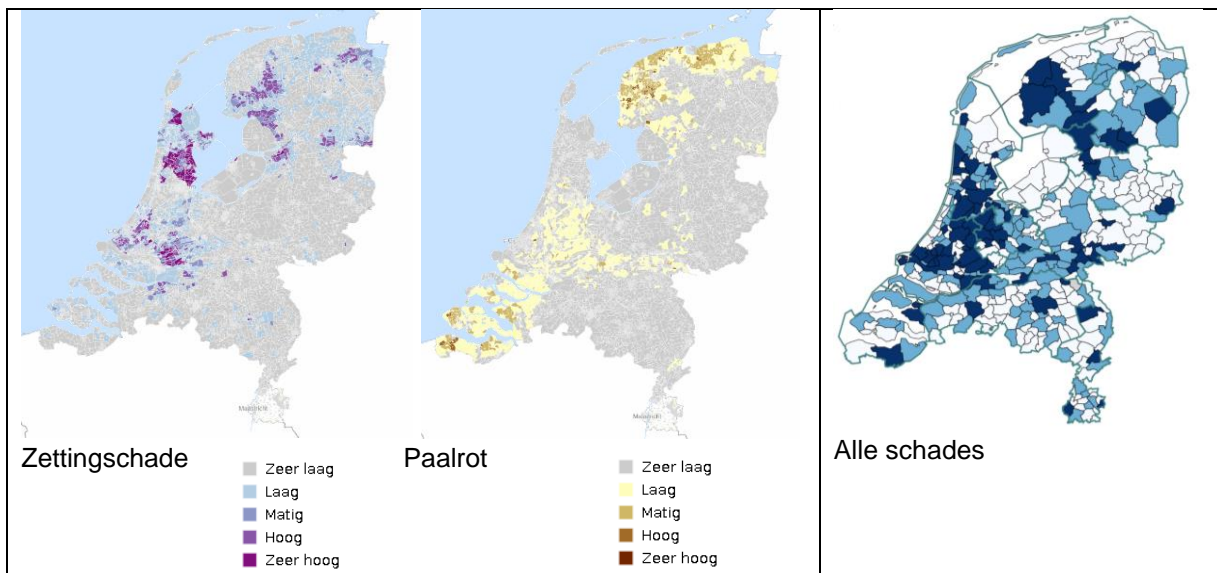
De impact van de droogte op funderingen hangt af van lokale factoren:

- Op welk type fundering staat een huis, hoe oud is de fundering en op welke diepte / bodemopbouw is deze aangelegd? Het betreft vaak panden voor 1970 gebouwd in metselwerk.
- Hoeveel zakt de grondwaterstand zowel over kortere als langere perioden?
- Hoe gevoelig is het pand (inclusief fundering) voor bodemdaling en verschilzetting, hoe oud is het pand, gebouwd in metselwerk of beton, is er een kelder aanwezig?

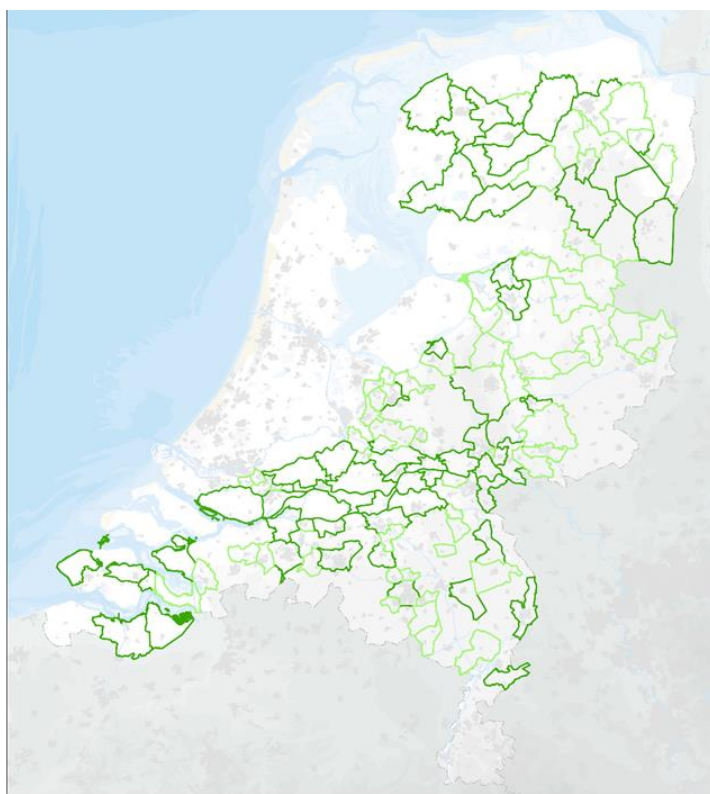
Deltares heeft sinds 2019 een systematische methode ontwikkeld om inzicht te bieden in de spreiding van de funderingsproblematiek door droogte over Nederland (zie www.klimaatschadeschatter.nl en www.klimaateffectatlas.nl). Deze methode combineert kennis van bodemdaling en grondwaterstanden met relaties voor de schade die kan ontstaan bij ondiep gefundeerde panden en panden met een houten paalfundering (zie Costa et al., 2020 en Korff et al., 2023). Een van de meest onzekere factoren in de methode is het type fundering. In Nederland worden kenmerken van panden opgeslagen in de Basisregistratie (BAG). De BAG bevat echter geen eigenschappen van de fundering. Op basis van ouderdom van het pand en type ondergrond kan wel een eerste inschatting gemaakt worden van de type fundering: staal of op houten palen.

Op basis van de analyse (Figuur 56) blijkt dat een groot deel van de gemeenten in Nederland een bepaalde mate van risico lopen en blijkt de spreiding hiervan aardig overeen te komen met meldingen bij KCAF. Landelijk gezien nam het aantal meldingen over funderingsschade van huiseigenaren bij KCAF toe na de zomers van 2018 en 2022 (KCAF, 2022), ook in gebieden waar tot dan toe geen of weinig last van funderingsschade ondervonden werd (Figuur 57).

Resultaat risicoanalyse: indicatie verwachte schade in 2050 (klimaateffectatlas, 2021)	Meldingen funderingsschade bij KCAF (2016-2023)
--	---



Figuur 56 Ruimtelijke spreiding funderingsproblematiek over het land. De linker figuur toont het resultaat van de risicoanalyse in 2021 voor paalrot en vershilzetting van panden op staal. De rechterfiguur toont de meldingenkaart van het KCAF (uit maart 2023).



Gemeentes met funderingsschade door droogte

Melding na zomer 2018 en 2020

- Enkele schademeldingen
- Meerdere schademeldingen

Figuur 57 Overzicht van gemeentes waar voor het eerst funderingsschade is gemeld in 2018 en/of 2020 (bron: Kenniscentrum Funderingsschade via www.fundarmaps.com).

5.6.3 Voorbeeld Zwolle

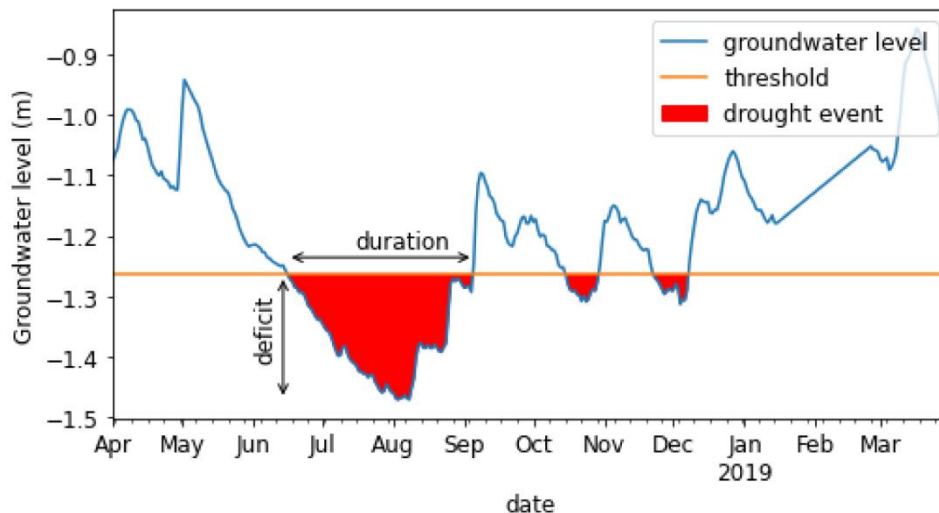
Lage grondwaterstanden als gevolg van lage rivierafvoeren kunnen gevolgen hebben op steden in het rivierengebied, zoals Zwolle. Tijdens de zomer van 2022 was de afvoer zo laag dat het mogelijk was om door de IJssel een wandeling te maken. Zoals in de uiterwaarden in de Vreugderijkerwaard nabij de wijk Stadshagen. De tuinen, bermen en parken in Stadshagen waren gortdroog. Ondanks de lage grondwaterstanden en de landelijke crisisopshaling naar niveau 2 (feitelijk watertekort), bleef het waterschap Drents Overijsselse Delta voldoende water aanvoeren vanuit de IJssel, de Vecht en het IJsselmeer, om het peil in de sloten in Stadshagen en de polder Mastenbroek kunstmatig hoog te houden.

Ook de impact op monumentaal groen, vooral bomen, was merkbaar. Al in 2018 zag de gemeente Zwolle zich genoodzaakt verschillende doorgaande wegen (o.a. Schellerenkweg) tijdelijk af te sluiten, met oude populieren die vanwege de droogte hun takken lieten vallen. In januari 2022 zijn 300 exemplaren met een verhoogd risico op takbreuk uit voorzorg gekapt. De tot 70 jaar oude bomen zijn tijdens eerdere droge zomers doorgestaan met verdampen, maar hebben geen water meer opgenomen en zijn daardoor (deels) afgestorven. Ook andere boomsoorten, zoals eiken en beuken, lijden onder deze effecten.

5.6.4 Voorbeeld Leiden

In de gemeente Leiden is een analyse op droogte uitgevoerd op basis van de metingen van ondiepe grondwaterstanden in de periode 2018 – 2019 (Machairas en Van de Ven, 2022). Grondwaterstand-waarnemingen waren beschikbaar voor het hydrologische jaar april 2018 - maart 2019. De zomer van 2018 was extreem droog in het hele land. Drie peilbuizen werden geselecteerd in Binnenstad-Zuid, vijf in Binnenstad-Noord, zeven in Bos- en Gasthuis en vijf in Boerhaave. Ruwe grondwaterstandgegevens werden op uurbasis verzameld en omgezet naar daggemiddelden omdat kleine grondwaterfluctuaties binnen 24 uur niet relevant zijn voor de analyse. Met betrekking tot ontbrekende waarden werd lineaire interpolatie toegepast.

Figuur 58 laat het verloop van het ondiepe grondwaterpeil zien in 2018-2019 ter plaatse van peilbuis L-PB56 in Leiden. Hierin zijn verschillende droogtegebeurtenissen te zien, waarbij het grootste watertekort in de ondergrond optrad in de zomer van 2018. Bodemvochtdroogte bleek minder relevant omdat de grondwaterstanden normaal rond of zelfs boven 1 m onder het maaiveld liggen en tijdens extreme droogte bijna nooit meer dan 1,5 m onder het maaiveld. De onverzadigde zone in de kleibodem blijft daardoor relatief nat en blijft ook bij droogte het stedelijk groen van water voorzien. Het beperken van uitzakkende grondwaterstanden is belangrijk om bodemdaling te minimaliseren, gebouwen(funderingen) stabiel te houden en houten paalfunderingen te behouden. De specifieke gevolgen van uitzakkende grondwaterstanden in 2018 op funderingen zijn echter niet onderzocht.



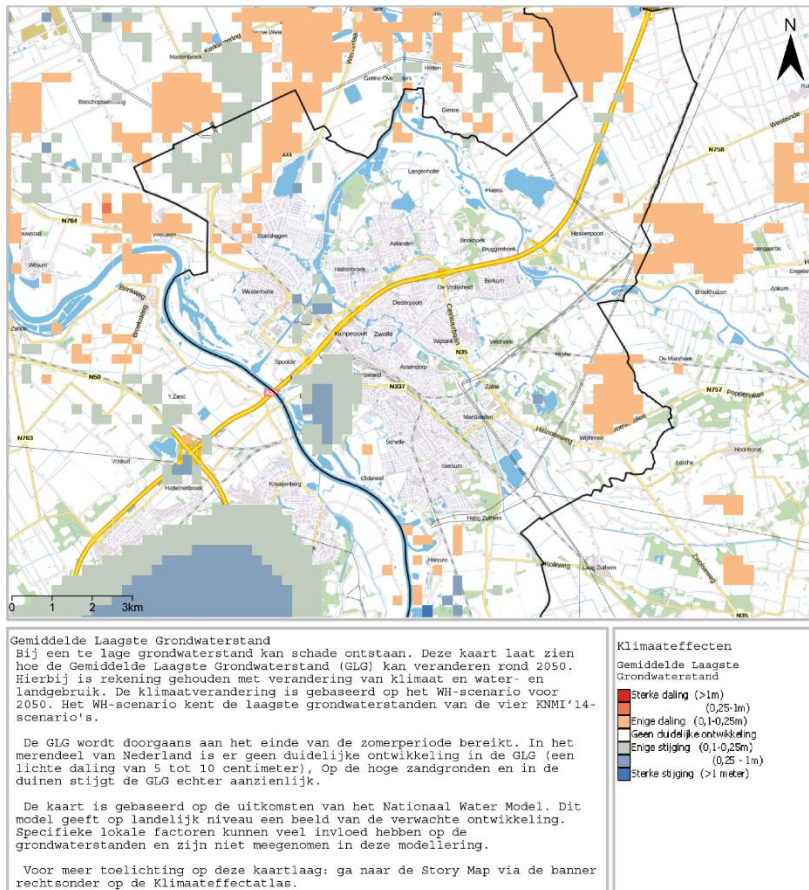
Figuur 58 Verloop ondiep grondwaterpeil (t.o.v. NAP) in 2018-2019 op de locatie van peilbuis L-PB56 in Leiden. Het maaiveld ter plaatse is NAP -0,415 m. De gekozen threshold is het 30-percentiel als eerste indicatie voor te verwachten droogte-effecten (Machairas & Van de Ven, 2022).

5.6.5 Toekomstige ontwikkeling

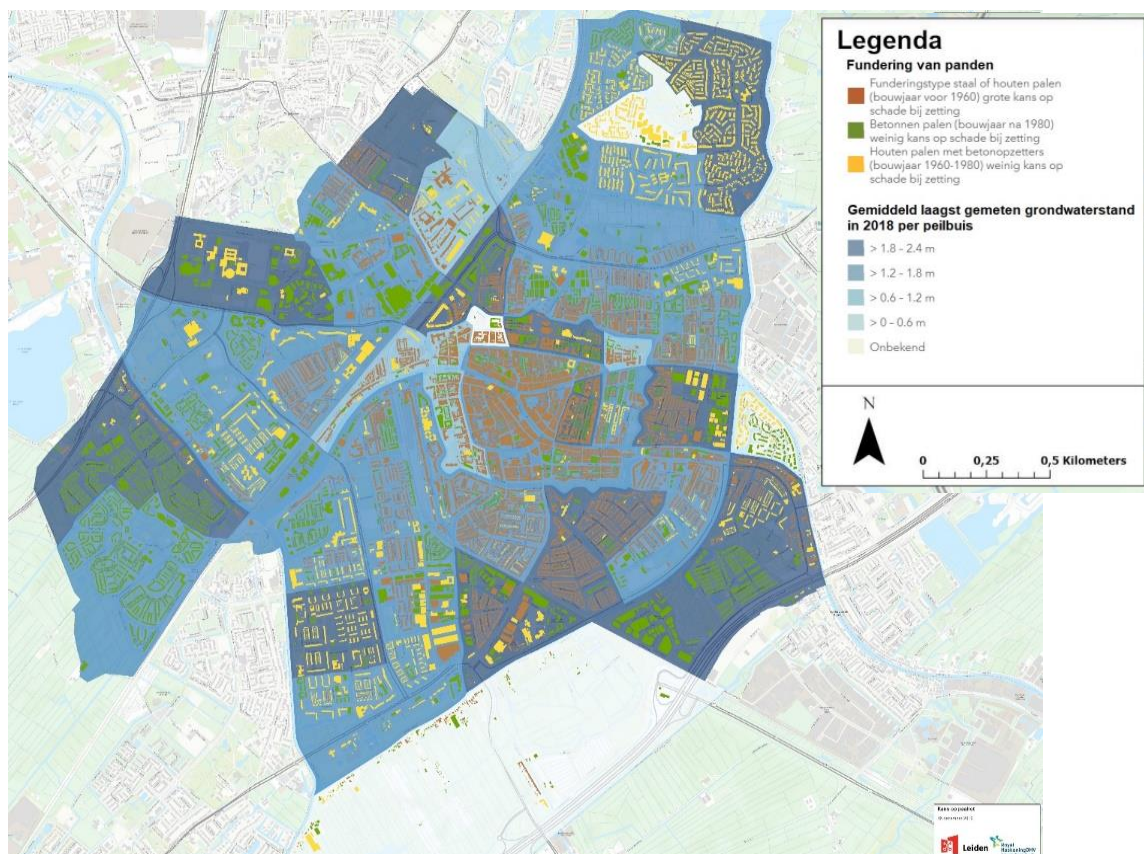
Het KNMI verwacht dat droge zomers vaker gaan voorkomen als gevolg van klimaatverandering. Dit leidt in veel gebieden tot een verlaging van de zomergrondwaterstand, uitgedrukt in Gemiddeld Laagste Grondwaterstand (GLG), zie Mens et al. (2020) en www.klimaat-effectatlas.nl. De GLG wordt bepaald over een aaneengesloten periode van tenminste acht jaar, door van elk jaar de drie laagste waarden van de freatische grondwaterstand te nemen en daar het gemiddeld van te berekenen. De resolutie is echter vrij grof en vaak niet geschikt voor detailanalyses van steden, zoals Figuur 59 voor Zwolle laat zien.

Ook in de gemeente Leiden is de GLG gebruikt om een inschatting te maken op de “kans op paalet” (Figuur 60). Omdat de impact van watertekort in de ondergrond vooral acute effecten heeft lijkt de GLG een minder geschikte indicator. Overwogen moet worden om over te stappen op de verandering in de zomergrondwaterstand (LG3), en deze in de klimaat-effectatlas beschikbaar te stellen. Hiervoor is een aangepaste stedelijke (i.c.m. regionale) monitoringsstrategie nodig.

De toename van droge perioden in deze scenario's leidt ook tot een versnelling van bodemdaling. Het is daarmee te verwachten dat klimaatverandering de funderingsproblematiek verder versterkt en vaker ook voor zal komen in gebieden waar dit voorheen nog niet het geval was, zoals bijvoorbeeld in Oost Nederland waar veel panden op staal zijn gefundeerd en klei in de ondergrond voorkomt.



Figuur 59 Verandering gemiddelde laagste grondwaterstand (GLG) in en rond Zwolle in 2050 (bron: Klimaat-effectatlas - Effect: Droogte - Scenario: 2050WH)



Figuur 60 Gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) en geschatte fundering in Leiden “kans op paalrot” (bron: gemeente Leiden, 2019)

5.6.6 Handelingsperspectief / maatregelen

Omdat in veel regio's nog weinig bewustwording is rondom de effecten van droogte op het stedelijk gebied en funderingen, niet iedereen kan of wil investeren in mitigerende maatregelen of (funderings) herstel, en maatregelen van de één een negatieve invloed kunnen hebben op het pand van de ander, kan de problematiek leiden tot verslechtering van het woonklimaat in een wijk of buurt, en op korte termijn al leiden tot waardevermindering van panden en onzekerheid bij eigenaren.

Er zijn ook gebieden waar de grondwaterstand niet daalt. Vooral lokaal zijn getroffen maatregelen effectief. Bijvoorbeeld in wijken waar het zogenaamde actief grondwaterpeilbeheer is toegepast. Dat zijn ondergrondse open leidingen waarmee oppervlaktewater actief naar het grondwater wordt gebracht. Bijvoorbeeld lokaal in Diemen, Rotterdam, Alkmaar, Dordrecht en Schiedam. Hier worden bodemdaling en gebouwschade beperkt.

De kosten om schade te herstellen aan huizen die verzakken als gevolg van droogte kan niet worden verzekerd. De overheid draagt hier ook niet of nauwelijks aan bij. Dit betekent dat een huiseigenaar zelf opdraait voor het herstel. Die moet hiervoor een professioneel bedrijf inschakelen, zelf herstellen is vrijwel nooit een optie. De huiseigenaar kan zelf ook niets doen om deze schade te voorkomen. Dit maakt de situatie extra schrijnend. De aanbevelingen in het Rli advies (Rli, 2024) zijn specifiek hierop gericht.

Een duurzame aanpak van funderingsproblematiek op gebiedsniveau vereist een goed beeld van de ruimtelijke spreiding, ordegrrootte en oorzaken van bodemdaling en veranderingen van de grondwaterstand. De grootste onzekerheid met betrekking tot het verkrijgen van inzicht in

de risico's is de onbekendheid van het type fundering dat per pand aanwezig is en de lokale grondwaterstanden en toekomstige effecten hierop. De BAG zou hierover data kunnen opslaan, die kan worden verkregen uit diverse bronnen. Tot op heden verzamelde data en ervaringen van gemeenten en KCAF kunnen hierbij behulpzaam zijn en zouden uitgebouwd moeten worden tot een landelijk register.

De ontwikkeling van handelingsperspectief voor eigenaren en gemeenten staat nog in de kinderschoenen. Technische maatregelen zoals funderingsherstel zijn voor paalrot algemeen bekend, maar vaak complex als sprake is van gedeelde funderingen en kostbaar voor individuele eigenaren. Maatregelen die de bodemdaling of lage grondwaterstanden tegengaan dienen op gebiedsniveau te worden genomen, waardoor noodzaak van interventie van gemeenten en waterschap nodig zijn. Maatregelen voor funderingen op staal zijn vaak totaal onvoorzien in gebieden waar voorheen geen funderingsschade werd verwacht. Lokaal wordt geëxperimenteerd met dit soort maatregelen, bijvoorbeeld het afdekken van kleilagen of aanbrengen van infiltratiesystemen, maar de algemene noodzaak en toepasbaarheid ervan zijn veelal onbekend. De effectiviteit van maatregelen is momenteel onderwerp van studie in het NWA-LOSS onderzoek (www.nwa-loss.nl). Meer onderzoek en experimenten zijn nodig om te komen tot een verbeterd handelingsperspectief.

Het programma 'Droogte in de Bebouwde Omgeving', kortweg: DROBE (NWA, 2022) is in voorbereiding en gaat kennis en handelingsperspectieven ontwikkelen voor decentrale overheden – en concrete maatregelen die in de praktijk implementeerbaar zijn – om tot een droogtebestendige (i.c.m. klimaatadaptieve) gebouwde omgeving te komen. De te ontwikkelen kennis moet meer inzicht opleveren in de risico's en de potentiële schade door droogte, alsook de mogelijke kosten van deze schades in de komende decennia. Het programma moet bijdragen aan het voorkomen of beperken van die (vermijdbare) schade doordat risico's op tijd kunnen worden onderkend en erop gehandeld kan worden. Daarbij gaat het om de klimaatbestendige ontwikkeling van zowel bestaand stedelijk gebied als nieuwbouwgebied, om maatregelen in de stad zelf maar ook in het landelijk gebied wanneer deze effect hebben op de stad, en om de samenhang tussen droogte en hitte en wateroverlast.

5.6.7 Aanbevelingen

Structureel onderzoek naar droogte in stedelijk gebied is nodig. Het NWO onderzoeksprogramma DROBE (*drought resilience in the built environment*) dat in 2023 van start gaat, kan hiervoor wel mogelijkheden bieden. Naast het vergroten van inzicht (kennis) gaat het ook om het ontwikkelen van handelingsperspectieven. Veel projecten bijvoorbeeld zijn gericht op het vernatten van gebieden en het beperken van de drainage. Peilgestuurde drainage staat nu nog in de kinderschoenen maar heeft wel de aandacht.

Vergroten inzicht door gerichte monitoring – Omdat de impact van watertekort in de ondergrond vooral acute effecten heeft lijkt de GLG een minder geschikte indicator. Overwogen moet worden om over te stappen op de verandering in de zomergrondwaterstand (LG3), en deze in de klimaateffectatlas beschikbaar te stellen. Hiervoor is een aangepaste stedelijke (i.c.m. regionale) monitoringsstrategie nodig die fijnmaziger is dan tot op heden gebruikelijk is. Monitoring met satellietmetingen beschikbaar stellen voor validatie kan de inzicht in de impact van schade vergroten.

Verbeteren van de basisinformatie – het is nu onbekend welke fundering onder welk pand aanwezig is, door deze informatie beschikbaar te maken in een landelijk funderingsregister kunnen betere maatregelen worden ontworpen. Rli (2024) doet hiervoor aanbevelingen.

Ontwikkeling van handelingsperspectieven – Water en bodem sturend (IenW, 2022) en de maatlat klimaatbestendig bouwen (BZK, 2022) zijn vooral gericht op circulair watergebruik o.a. door grijswaterhergebruik en collectieve opvang en gebruik van hemelwater en op het

aanvullen van de grondwaterstanden o.a. door collectieve infiltratie van hemelwater. Onze zuiderburen gaan ons voor. Het waterverbruik in Vlaanderen is 75 liter per capita, tegen 120 liter per capita in Nederland. Als onderdeel van de zogenaamde “gewestelijke stedenbouwkundige verordening hemelwater” krijgen (nieuwe) woningen in Vlaanderen geen regenwateraansluiting meer en moeten al het regenwater ter plekke infiltreren in de bodem of benutten. Handelingsperspectieven ontwikkelen voor funderingen, inclusief innovatie en subsidiemogelijkheden voor onderzoek heeft als nut dat maatregelen voor funderingsherstel voor individuele eigenaren die effectief zijn indien toegepast op grotere schaal betaalbaarder en toepasbaarder kunnen worden.

5.7 Drinkwater en industrie

Deltares auteurs	Femke Schasfoort en Esmée Mes
Met medewerking van	
Databronnen	
Gesproken met	vijftal interviews met kenniscentra en belangenbehartigers drinkwatervoorziening en industrie.

5.7.1 Drinkwater uit oppervlaktewater

De drinkwatervoorziening heeft geen grote gevolgen ondervonden van de droogte in 2022. Drinkwatercalamiteiten zijn uitgebleven en er waren slechts twee innamestops:

- Andijk – Korte innamestop door rondtrekkende zoutpluim op het IJsselmeer, waardoor korte tijd zout water is ingenomen. Tot December kwam hierdoor de chlorideconcentratie in het drinkwaterbekken boven de norm uit van 150 mg/l.
- Heel – Lange innamestop door onbekende stof wat later kon worden gerelateerd aan (ongevaarlijke) hoge algenconcentraties

Daarnaast heeft Waterbedrijf Groningen waterinname uit de Drentsche Aa verlaagd door de lage afvoeren en heeft Dunea te maken gekregen met verstoppingsproblemen door algen.

De geïnterviewden noemde een aantal bedreigingen voor de drinkwatervoorziening:

- Tijdens warme en droge perioden neemt het watergebruik toe. Op piekdagen (tijdens corona) was de drinkwater vraag 50 tot 60% hoger. Hierdoor lopen drinkwaterbedrijven tegen de grenzen van de productiecapaciteit aan.
- De afvoeren van de zijrivieren (voornamelijk de Roer) van de Maas waren lager dan gemiddeld, waardoor de waterbeschikbaarheid in de Maas afnam.
- Druk op het afvoercontract tussen Nederland en België
- Bloei van toxische algen
- Grotere kans op drinkwatercalamiteiten door toegenomen risico op scheepvaart aanvaringen (door toename scheepvaartverkeer door lage afvoeren)

De problemen zijn volgens de geïnterviewden beperkt gebleven door:

- Na de droogte van 2018 hebben drinkwaterbedrijven geïnvesteerd in het netwerk, waardoor de vergunde ruimte van alle (grondwater)winnings makkelijker kan worden benut.
- De drinkwaterbedrijven anticiperen beter op een aanstaande droogte. Hiervoor zijn protocollen opgesteld. Een maatregel die kan worden genomen is het verlagen van druk in de leidingen.
- In 2022 is een effectieve publiekscampagne gevoerd gefocust op waterbesparing.
- De hoge gasprijzen door de oorlog in Oekraïne zorgde voor minder lange douchebeurten, waardoor de watervraag minder is toegenomen.
- Tijdelijke maatregelen van Nederlandse waterbeheerders, zoals het zoethouden van de Lek, opzetten van het IJsselmeerpeil, en hoger peilen in stuwpannen Maas en

lokaal vasthouden van water. Al kon niet precies benoemd worden welke maatregelen het meest hebben bijgedragen.

- Tijdelijke maatregelen van Belgische waterbeheerders
- Verminderde lozing van brak water in het Ruhrgebied
- Snellere afbraak van afbraakgevoelige stoffen, deze stoffen breken sneller af vanwege hogere temperatuur en meer instraling van zon

Toekomstvisie en handelingsperspectief:

- De leveringszekerheid van drinkwater uit oppervlaktewater kan in de toekomst een probleem worden door lagere afvoeren (hogere watervraag stroomgebied, lager aanbod, lagere operatie stuwmuren), verhoogde concentraties conservatieve stoffen en toename van blauwalg.
- De leveringszekerheid van drinkwater uit grondwater staat onder druk doordat de huidige vergunningen tijdens warme en droge perioden (bijna) maximaal worden ingezet. Bij grote extra drinkwatervragen of verdere beperkingen van de oppervlaktewaterwinning kunnen hierdoor capaciteitsproblemen ontstaan.
- Om de leveringszekerheid te waarborgen pleit de drinkwatersector voor het mogelijk maken van drinkwaterrestricties, het uitbreiden van oppervlaktewaterinnamepunten en het uitbreiden van de vergunde ruimte voor onttrekking uit het grondwater. Ook zijn er een aantal kansen om knelpunten in de toekomst te verminderen, zoals afschakelen van bovenstroomse industrieën bij laag water, inzet van brakwater voor drinkwatervoorziening, vergroten van spaarbekkens, actief infiltreren van water en het verbinden van drinkwaternetten.

5.7.2 Industrie

De industrie heeft geen grote gevolgen ondervonden van de droogte in 2022. Er heeft zich één daadwerkelijk probleem voorgedaan:

- Het op tijd leveren en een gebrek aan grondstoffen, halffabricaten en producten door scheepvaartbeperkingen door de lage rivierafvoeren.

Verder waren er volgens de geïnterviewden een aantal bedreigingen:

- Verzilting in de Brielse Meer, tijdelijk werden er hoge chloride concentraties gemeten, maar deze zorgden niet voor problemen.
- Voorraad problemen in met name de bouw, door beperkingen in de binnenvaart. Noodmaatregelen hoefden uiteindelijk niet in te worden gezet.
- Innemen van warmer koelwater met hogere operationele kosten tot gevolg. Geen problemen met onttrekkingslimieten van vergunningen of lozingsbeperkingen door hoge watertemperaturen.

De problemen zijn volgens de geïnterviewden beperkt gebleven door:

- Tijdelijke maatregelen van Nederlandse waterbeheerders, zoals inzet van de KWA. Al kon niet precies benoemd worden hoe deze maatregelen bijdroegen
- Beperkte afhankelijkheid van grondwaterbronnen en relatief ongevoeligheid voor hogere concentraties verontreinigende stoffen als gevolg van lage afvoeren.
- Kortere duur van de droogte dan in 2018, waardoor grote problemen met voorraden en opslag uitbleven.

Toekomstvisie en handelingsperspectief

- Grondwatervraag van de industrie neemt naar verwachting verder af, waardoor de problemen daar mogelijk kleiner worden
- Energietransitie en het terugwinnen van warmte uit koelwater verkleint mogelijk problemen met watertemperatuur
- Droogte staat op de agenda van de keten van het goederenbeheer en er worden maatregelen voorbereid, maar overstap op andere modaliteiten is niet eenvoudig.

5.8 Binnenvaart

Deltares auteurs	Rolien van der Mark
Met medewerking van	
Databronnen	IVS-Next goederenvervoer weekmonitors, waarin herkomst en bestemmingen van alle reizen gepresenteerd worden (open data)
	Geregistreerde deur-bewegingen van de Noordersluis bij IJmuiden (uit het IWP-systeem)
	Online nieuwsberichten
Gesproken met	Thomas Reitsma, Evofenedex

5.8.1 Samenvatting

De scheepvaart is in 2022 flink getroffen, doordat de rivierafvoeren erg laag waren. De hardst getroffen ketens waren de chemische ketens en bulktransport (denk aan brandstoffen, kolen, bouwmaterialen, etc.). Bij lage rivierafvoeren kan de scheepvaart minder lading transporteren. Om ondanks de lage afvoeren toch zoveel mogelijk vracht te kunnen vervoeren, werden meer reizen (ongeveer een verdubbeling op de corridor Rotterdam-Duitsland) met minder lading gemaakt, waardoor alsnog slechts gedeeltelijk aan de transportvraag kon worden voldaan. Meer reizen betekent ook meer vaarkosten, meer uitstoot, meer wachttijden, verminderde nautische veiligheid.

Naast schade door dieptebeperkingen, ontstond voor de scheepvaart schade door andere maatregelen. Ten behoeve van peilbehoud voor de watervoorziening, werd beperkt geschut bij o.a. sluis Eefde en werd zelfs sluiting van het Twentekanaal overwogen (er waren noodpompen nodig om het schutverlies te compenseren). Om zoutindringing te beperken zijn op meerdere locaties (o.a. IJmuiden) schutbeperkingen geweest die voor hinder hebben gezorgd.

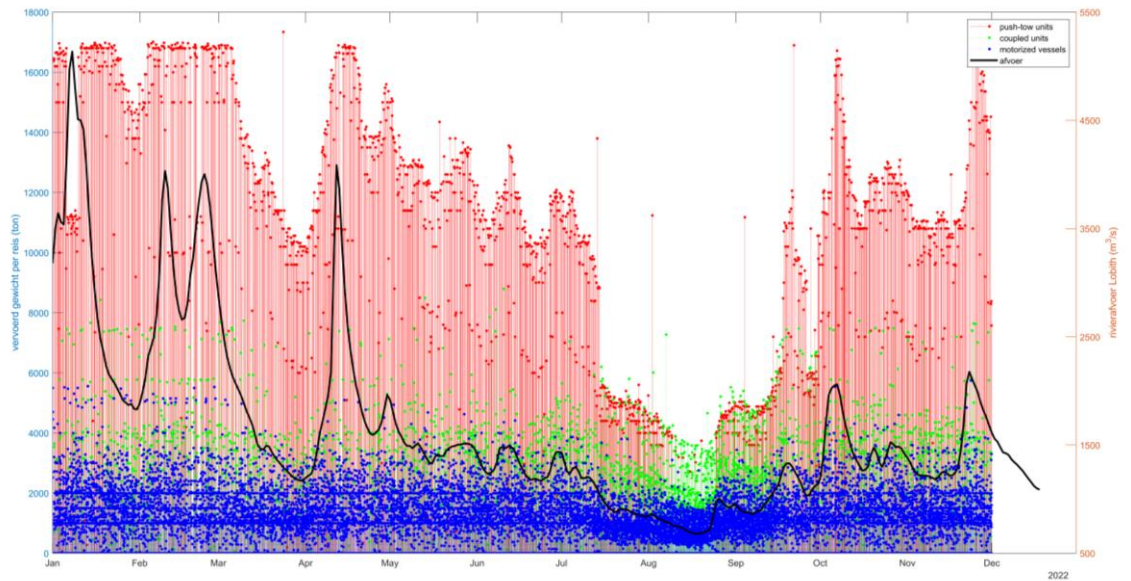
Als een periode van laagwater langer aanhoudt, kunnen voorraden uitgeput raken op de plaats van bestemming, waardoor bedrijven, fabrieken, tankstations of bouwplaatsen vertragingen oplopen of het productieproces moeten afschalen, resulterend in grote gevolgschade. De laagwaterperiode was in 2022 korter dan in 2018. Hierdoor raakten voorraden nauwelijks uitgeput en bleef deze gevolgschade beperkt. Noodmaatregelen, dat wil zeggen lading vervoeren over de weg of per spoor, zijn lastig te realiseren en werden niet of nauwelijks ingezet.

5.8.2 Beschrijving van de impact

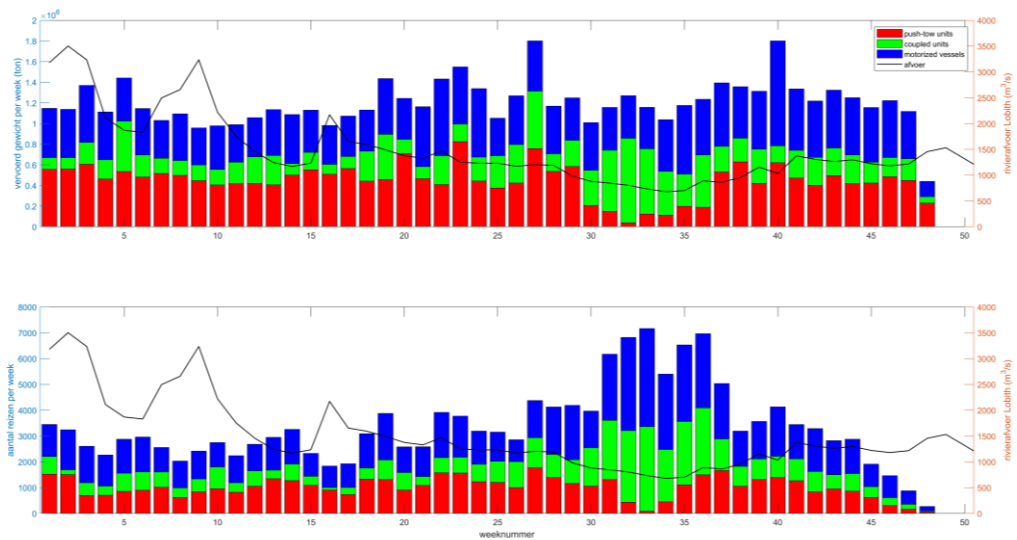
5.8.2.1 Hoofdtransportas Rotterdam - Duitsland

Tijdens de droogte van 2022 stonden de waterstanden in de rivieren extreem laag. Schepen die goederen transporteren konden aanzienlijk minder lading meenemen, doordat de waterdiepte beperkt was. Met name duwstellen (het samenstel van een duwboot met een aantal duwbakken) konden op de corridor Rotterdam-Duitsland aanzienlijk minder vracht vervoeren tijdens de lage afvoerperiode en waren deels zelfs helemaal uit de vaart (Figuur 61). Om toch zoveel mogelijk vracht te kunnen vervoeren, werden meer reizen (ongeveer een verdubbeling) met minder lading gemaakt (Figuur 62), waardoor grotendeels aan de transportvraag kon worden voldaan. Het betrof vooral een toename in reizen door koppelverbanden (een motorvrachtschip met ervoor of ernaast een ander schip of duwbak). Een toename in aantal reizen betekent meer transportkosten, meer uitstoot, meer drukte bij

sluizen en havens en op de rivier, met als gevolg meer wachttijden en afgenomen nautische veiligheid. AIS-data van 2022 laten zien (<https://drought-scrollly.netlify.app/>) dat schepen tijdens laagwater een kleiner deel van de rivier bevaren en ook langzamer varen om de inzinking te beperken. Er is een duidelijke correlatie zichtbaar tussen de hoeveelheid vervoerd gewicht en de rivierafvoer. Eind maart en tussen half juli en half september daalt de afvoer in de Rijn en neemt de hoeveelheid vervoerd gewicht af.



Figuur 61 Verloop van vervoerd gewicht (linker y-as) per reis voor alle reizen op de corridor Rotterdam-Duitsland over het jaar 2022 met onderscheid in type schip (bron: bewerking op IVS Next weekmonitors). De rivierafvoer bij Lobith is weergegeven met de zwarte lijn (rechter y-as).



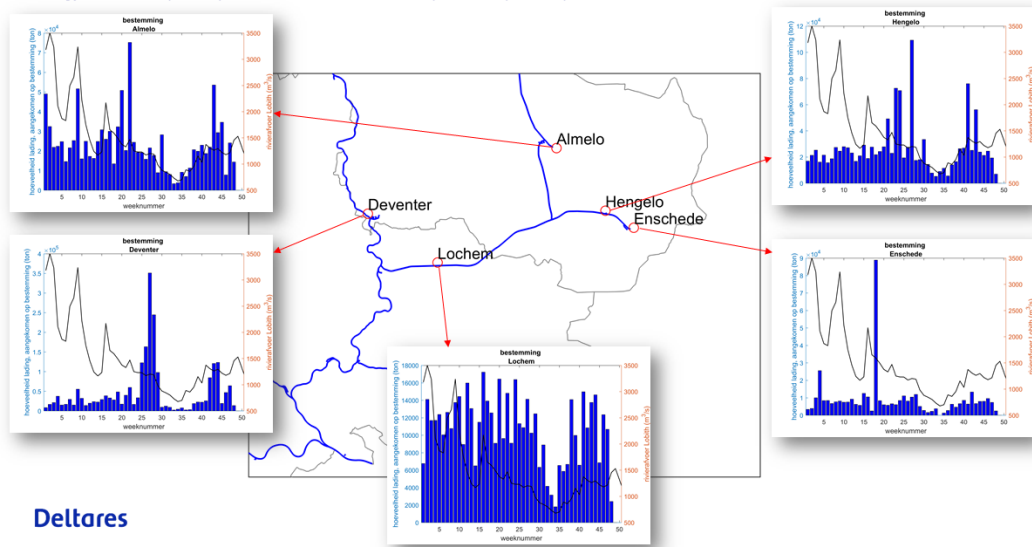
Figuur 62 Vervoerd gewicht per week (boven) en aantal reizen per week in 2022 (onder) op de corridor Rotterdam-Duitsland met onderscheid in type schip (bron: bewerking op openbare IVS Next weekmonitors). De rivierafvoer (het weekminimum) bij Lobith is weergegeven met de zwarte lijn (rechter y-as).

5.8.2.2 Regio Twentekanaal

In 2022 was de Geldersche IJssel zeer slecht bevaarbaar. Bij lage waterstand wordt de rivier erg smal. In combinatie met de vele bochten is het bij laagwater op de IJssel altijd moeilijk

manoeuvreren. Op delen van de IJssel werd in 2022 een passeerverbod ingesteld, en er is overwogen om eenrichtingsverkeer in te stellen. Ook voor sluiting van het Twentekanaal (stopzetting operatie schutsluis Eefde) werd gevreesd. Het water dat o.a. door het schutten van de scheepvaart bij Eefde het kanaal uit stroomt, moest met extra geplaatste pompen worden teruggepompt om het kanaal op peil te houden. Deze extra pompen waren nodig omdat het gemaal bij Eefde de lage waterstanden niet aankon. De (drink)watervoorziening komt in het geding als het peil in het Twentekanaal niet gehandhaafd kan worden (dwz, conflict tussen belangen watervoorziening en scheepvaart). In de data is een flinke afname te zien in de hoeveelheid lading die de binnenhavens in dit gebied nog bereikt (Figuur 63).

Flinke afname van hoeveelheid lading met bestemmingen nabij Twentekanaal tijdens laagwater 2022. Lading die hier aankomt is m.n. geassocieerd met NST-2007 goederengroepen 01 (landbouw, bosbouw, visserijproducten), 03 (steenkool en bruinkool) en 04 (cokes).



Figuur 63 Verloop in hoeveelheid lading over het jaar 2022 die aangevoerd wordt met als bestemming binnenhavens langs de IJssel en het Twentekanaal (bron: bewerking op openbare IVS Next weekmonitors). De rivierafvoer (het weekminimum) bij Lobith is weergegeven met de zwarte lijn (rechter y-as).

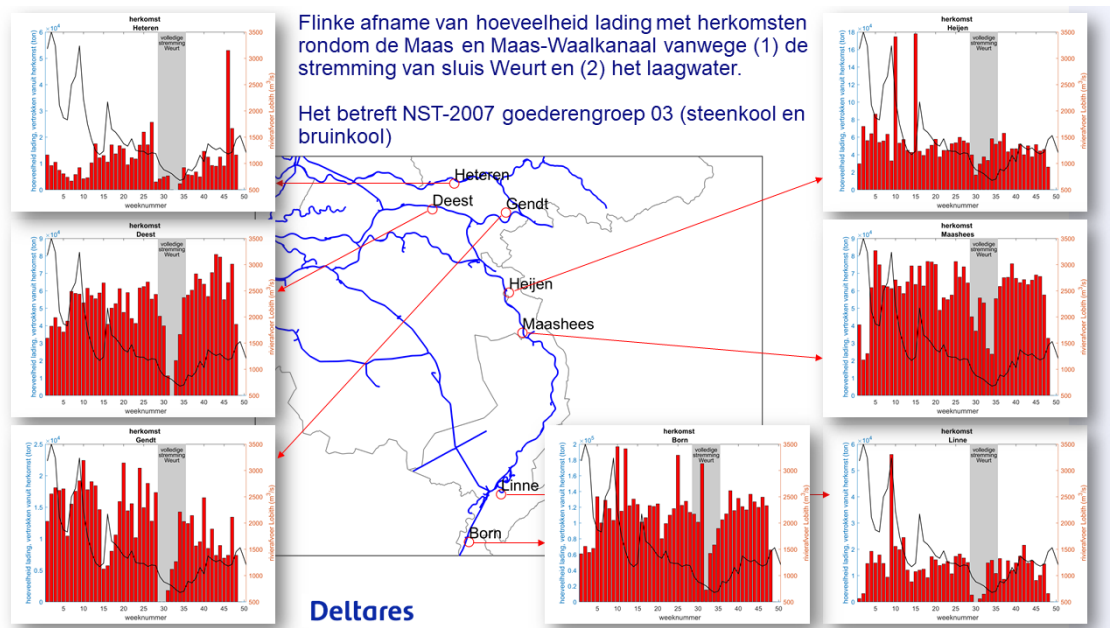
5.8.2.3 Sluizen Weurt en Grave

De laagwaterperiode in 2022 werd voor de binnenvaart extra gecompliceerd, omdat nagenoeg gelijktijdig ook sluis Weurt bij het Maas-Waalkanaal gedurende 6 weken volledig gestremd was. De oostkolk kan tijdens laagwater niet ingevaren worden door onvoldoende waterdiepte boven de drempel (stremming bij waterstand lager dan 5,85 m + NAP bij Nijmegen). Bij laagwater is dus enkel de westkolk in bedrijf. Bij de westkolk was echter schade ontstaan aan de installatie die de deuren doet bewegen. Schepen konden omvaren via de Maas, alleen moet dan de kleinere sluis Grave, met slechts één kolk worden gepasseerd. Ook bij sluis Grave ontstonden problemen met de deuren en met in de weg liggende stenen. Dit alles resulteerde bij Grave in lange wachtrijen en wachttijden van meerdere uren.

In de data zien we met name een enorme afname in hoeveelheid lading met een herkomst rondom het Maas-Waalkanaal (Figuur 65).



Figuur 64 Wachtende schepen bij sluis Grave. Bron: satellietdataportaal van het Netherlands Space Office (NSO).



Figuur 65 Verloop in hoeveelheid lading over het jaar 2022 die afgevoerd wordt met als herkomst binnenhavens rondom het Maas-Waalkanaal (bron: bewerking op openbare IVS Next weekmonitors). De rivierafvoer (het weekminimum) bij Lobith is weergegeven met de zwarte lijn (rechter y-as). Grijs zones geven de periode van de stremming bij Weurt aan.

5.8.3 Duiding: 2022 versus 2018

De reactie van de scheepvaart op het laagwater in 2022 was vergelijkbaar met die in 2018. Ook toen waren extra scheepsbewegingen nodig om zoveel mogelijk van de transportvraag te vervoeren, maar liep ondanks dat de hoeveelheid vervoerde lading terug. De economische schade in 2018 is eerst inzichtelijk gemaakt door Ecorys (2019)²⁰. Zij schatten de economische effecten door de droogte in op 65 tot 155 miljoen euro voor Nederland.

²⁰ Van Hussen, K., I. van de Velde, R. Läkamp, S. van der Kooij (109). Economische schade door droogte in 2018. Ecorys, Rotterdam. <https://www.ecorys.com/sites/default/files/2019-10/20190221%20Rapport%20Economische%20schade%20door%20droogte%20in%202018.pdf>

Erasmus UPT (2020)²¹ berekende dat de totale financiële impact (binnenvaartsector en verladings) van de laagwaterperiode in 2018 voor Nederland 295 miljoen euro bedroeg en voor Duitsland zelfs 2,4 miljard euro. Er is na de droogte van 2018 niet anders gehandeld dan in 2022. Wel is de bewustwording voor dit soort gebeurtenissen groter geworden, ook in algemene zin voor klimaatverandering.

Tijdens de droogte van 2022 waren de problemen minder groot dan in 2018. Dit kwam met name door de kortere duur van de laagwaterperiode in 2022. Indien lading de bestemming niet bereikt kunnen op den duur (als de voorraden uitgeput raken) productieprocessen of de bouw niet meer doorgaan, met grote gevolgschade en/of cascade-effecten als gevolg. In 2022 was de laagwaterperiode relatief kort, en bleef de gevolgschade beperkt doordat voorraden niet of nauwelijks uitgeput waren. Dit werd bevestigd door Evofenedex. Noodmaatregelen, dat wil zeggen lading vervoeren over de weg of per spoor, zijn lastig te realiseren en werden niet of nauwelijks ingezet. Overigens zijn deze maatregelen ook maar deels een oplossing, aangezien de grote hoeveelheden lading die per schip gaan niet eenvoudig via de weg of spoor vervoerd kunnen worden en er beperkingen zijn in chauffeurs. Dit neemt niet weg dat het jaar 2022 een moeilijk jaar was voor de direct betrokkenen en verschilde van 2018, onder andere om de volgende redenen:

1. Beperkt beschikbare vloot. In 2022 zijn schepen ingezet in de Oekraïne voor graantransporten, die vervolgens niet in West-Europa konden worden ingezet tijdens het laagwater.
2. Toegenomen transportvraag. In 2022 werden extra kolen getransporteerd richting Duitsland vanwege onzekerheden rondom de beschikbaarheid van gas door de oorlog in Oekraïne.
3. Stremmingen bij sluisen Weurt en Grave.

5.8.4 Toekomstige ontwikkeling

Aangezien de kans op lage afvoeren in de zomer in Rijn en Maas toeneemt (e.g. KNMI Klimaatsignaal '21, CHR, 2021), zal ook de impact voor de scheepvaart en het transport over water in de toekomst groter worden. In combinatie met veroudering en toekomstige vervanging/renovatie van kunstwerken (stuwen en sluisen), toenemende zoutindringing en de doorgaande bodemerrosie die de waterverdeling en waterdiepte boven harde lagen en in voorhavens beïnvloedt, komt het transport over water in de toekomst steeds meer onder druk te staan.

5.8.5 Handelingsperspectief / maatregelen

Er is geen eenvoudige oplossing.

Alternatieven voor de scheepvaart zijn er vaak niet ten tijde van laagwater. Het is niet mogelijk en niet gewenst om over te stappen op de weg, want de capaciteit is beperkt, de oplossing is niet duurzaam en er zijn chauffeurstekorten. Ook tijdelijk schakelen naar het spoor is niet eenvoudig.

Rivierkundige of infrastructurele maatregelen waarmee tijdens laagwater water wordt vastgehouden of opgezet, en die ook nog eens niet nadelig zijn voor andere rivierfuncties, zijn maar beperkt mogelijk en niet genoeg om de waterdiepte significant te laten toenemen in tijden van lage afvoeren. Daarom zullen ook maatregelen op het gebied van schip, vloot, voorraadmanagement, logistiek en betere informatievoorziening nodig zijn om met periodes

²¹ Streng, M., van Saase, N., & Kuipers, B. (2020). Economische impact laagwater. Erasmus Centre for Urban, Port and Transport Economics, Rotterdam. <https://www.eur.nl/upt/media/2020-04-erasmusupt-eindrapporeconomischeimpactlaagwater0>

van laagwater om te gaan (zie bijv. ook Van der Mark et al. 2022²²), zeker als we de ambitie van meer transport over water willen waarmaken. Een integrale, adaptieve aanpak in een brede samenwerking met alle betrokken partijen is benodigd.

Bedrijven zijn in toenemende mate met de keten (vervoerders en toeleveranciers) om de tafel gegaan om te kijken naar het goederenbeheer. Er zijn een paar dingen die bedrijven nu al direct kunnen doen: voorraad vergroten als de ruimte daarvoor beschikbaar is (voorraadbeheer); van tevoren afspraken maken over alternatieve vervoerswijzen ingeval van droogte (intermodale planning); investeren in ondiep stekende schepen; in het uiterste geval kan zelfs wijziging in vestigingslocatie overwogen worden.

Vanuit de brancheorganisaties wordt geprobeerd het droogteprobleem en de daarbij behorende gevolgen voor de scheepvaart meer en meer op het netvlies van beleidsmakers te krijgen. Droogte heeft ook een plek gekregen in de 'Toekomstvisie op de Binnenvaart' (Ministerie I&W, 2022²³). Hierin is onder andere aandacht voor het behoud van kleinere schepen en het klimaatbestendig maken van het hoofdvaarwegennetwerk.

5.8.6 Aanbevelingen

- In mei 2022 lag er tot 40 cm minder sneeuw dan gemiddeld in de voorgaande 30 jaar (<https://drought-scrolly.netlify.app/>). Aangezien de sneeuwsmelt-component een aanzienlijk aandeel heeft in de totale afvoer van de Rijn, hadden we de droogte waarschijnlijk al vroegtijdig kunnen zien aankomen. Door dergelijke bronnen van informatie te vertalen in seizoensverwachtingen van afvoer en die te delen, kan op voorhand geanticipeerd worden op een laagwaterperiode, bijvoorbeeld door preventief extra voorraden aan te leggen.
- Het verdient aanbeveling te onderzoeken wat de hinder is voor de scheepvaart van de maatregel 'beperkt schutten' om de zoutvracht te reduceren bij IJmuiden (maar ook elders) voor een goede balans tussen beide. Het is daarnaast goed om te bekijken wat nog meer geleerd kan worden van de data (in het IWP-systeem) die sinds kort verzameld worden bij IJmuiden.
- Continueer/verstevig (internationaal) onderzoek naar grensoverschrijdende klimaatstresstesten, te nemen maatregelen en pilotprojecten om transport over water klimaatbestendiger te maken.
- Verken klimaat-adaptieve oplossingen samen met de sector/binnenvaartondernemers. In het TKI-project TRANS2 ("TRANSitie naar een klimaatbestendig en duurzaam Rotterdams achterlandTRANSport") dat in 2023 is gestart, wordt hier een begin mee gemaakt.
- Om ook op de lange termijn goederen over water te kunnen blijven transporteren, is lange-termijn denken en visievorming en samenhang met externe (d.w.z. niet-scheepvaart) ontwikkelingen (zoals zeespiegelstijging, woningbouw, energietransitie) noodzakelijk. Dit vraagt samenwerking met andere sectoren.

²² Van der Mark, R., H. Dorst, W. de Boer & A. Slob (2022). Robust hinterland connections in times of drought and heat; Subproject 2 of NWO-project "Extreme droughts and the Dutch water sector: impacts and adaptation". Deltares, TNO, MARIN rapport met kenmerk 11207299-000-ZWS-0003.

²³ <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/kamerstukken/2022/11/30/toekomst-binnenvaart>

Referenties

Aerts, E.J.M.M., J.W.H van der Kolk, G.M. Hengeveld, J.P. Lesschen, H. Kramer, P.J. Kuikman & M.J. Schelhaas (2020). *Greenhouse gas reporting of the LULUCF sector in the Netherlands. Methodological background, update 2020*. Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, WOt-technical report 168. 127 p; 21 Figuren; 51 Tabellen; 69 Referenties; 6 Bijlagen.

ANV. (2022a). Rijksbrede Risicoanalyse Nationale Veiligheid. Analistennetwerk Nationale Veiligheid.

ANV. (2022b). Themarapportage bedreiging vitale infrastructuur. Analistennetwerk Nationale Veiligheid.

Asseldonk, M. van, Stokkers, R., Jager, J., van der Meer, R. (2021). *Economische effecten van droogte in 2018 en 2019: een regionale analyse akkerbouw en melkveehouderij*. WUR

Auman, J. (2022, 11 augustus). *Negen megapompen houden waterpeil Albertkanaal voorlopig stabiel: tienduizend liter water per seconde vanuit sluis naar hoger gelegen gedeelte*. Geraadpleegd van [Negen megapompen houden waterpeil Albertkanaal voorlopig stabiel: tienduizend liter water per seconde vanuit sluis naar hoger gelegen gedeelte \(Wijnegem\) | Het Nieuwsblad](#)

Aveco de Bondt (2022), 'Update droogtemonitor augustus 2022: grondwaterstand nadert recordlaagte 2018', <https://www.avecobondt.nl/nl/over-ons/nieuws-en-blogs/detail/update-droogtemonitor-augustus-2022-grondwaterstand-nadert-recordlaagte-2018> (geraadpleegd op 22 december 2022).

Bles, T., De Bel, M., Van Marle, M., & Aboufirass, A. (2019). Impact van klimaatverandering op wegherstel en verkeersstremming: Uitkomst landelijke klimaatstresstest HWN. Deltares, t.b.v. Rijkswaterstaat.

Browder, Greg, Ana Nunez Sanchez, Brenden Jongman, Nathan Engle, Eelco Van Beek, Melissa Castera Errea, and Stephen Hodgson. (2021). *An EPIC Response: Innovative Governance for Flood and Drought Risk Management—Executive Summary*. World Bank, Washington, DC.

CHR. (2022, 11 juli). *When the melt water is missing: More often low water expected in the Rhine in the future*. Geraadpleegd van [When the melt water is missing: More often low water expected in the Rhine in the future. | International Commission for the Hydrology of the Rhine basin \(CHR\) \(chr-khr.org\)](#)

Collenteur, R.A., Bakker, M., Caljé, R., Klop, S.A., Schaars, F. (2019) Pastas: open source software for the analysis of groundwater time series. Groundwater. doi: 10.1111/gwat.12925.

Deltanieuws. (2020, 18 juni). *'Nu beter op droogte voorbereid dan in 2018'*. Geraadpleegd van ['Nu beter op droogte voorbereid dan in 2018' | IJsselmeergebied | Deltanieuws \(deltaprogramma.nl\)](#)

De Jong, J. en P. van Zijl (2014), 'Klimaatverandering mee in Grondwaterbeheer', Land+Water nr. 1/2 - februari 2014.

De Louw, P.G.B., Witte, J. P., van den Eertwegh, G. A. P. H., Bartholomeus, R. P., Pouwels, J., & Hunink, J. (2022). Beter bestand tegen droogte: oplossingsrichtingen voor een hydrologisch goed functionerend grondwatersysteem in de zandgebieden van Nederland. *Stromingen: vakblad voor hydrologen*, 28(1), pp 3-21.

Deltares (2012), Effect van droogte op stedelijk gebied. Kennisinventarisatie voor Kennis voor Klimaat. Deltares rapport 1206224.

Deltares. (2021-a, oktober). *Factsheet Drinkwater*. Geraadpleegd van interne locatie Deltares

Deltares. (2021-b, oktober). *Factsheet Industrie*. Geraadpleegd van interne locatie Deltares

Didan, Kamel, et al. "MODIS vegetation index user's guide (MOD13 series)." University of Arizona: Vegetation Index and Phenology Lab (2015).

Didan, K. (2021). MODIS/Terra Vegetation Indices 16-Day L3 Global 250m SIN Grid V061 [Data set]. NASA EOSDIS Land Processes DAAC. Accessed 2022-11-02 from <https://doi.org/10.5067/MODIS/MOD13Q1.061>

Ecorys. (2019, augustus). *Economische schade door droogte in 2018*. Geraadpleegd van [Economische schade door droogte in 2018 \(officielebekendmakingen.nl\)](https://www.ecorys.nl/nl/onderzoek-en-advies/onderzoek/economische-schade-door-droogte-in-2018)

Erasmus UPT. (2020, april). *Economische impact laagwater: Een analyse van de effecten van laagwater op de binnenvaartsector en de Nederlandse en Duitse economie*. Geraadpleegd van [87563 \(eur.nl\)](https://www.erasmus-upt.nl/publicaties/economische-impact-laagwater)

Erkens, G., Melman, R., Jansen, S., Boonman, J., Hefting, M., Keuskamp, J., Bootsma, H., Nougues, L., van den Berg, M., van der Velde, Y. (2022). *SOMERS: Subsurface Organic Matter Emission Registration System*.

Geelen, J.P. (2022, 19 augustus). *Giftige micro-alg lijkt oorzaak van massale vissterfte in de Oder*. Geraadpleegd van [Giftige micro-alg lijkt oorzaak van massale vissterfte in de Oder \(volkskrant.nl\)](https://www.volkskrant.nl/nieuws-achtergrond/giftige-micro-alg-lijkt-oorzaak-van-massale-vissterfte-in-de-oder)

Gemeente Leiden (2019), 'Klimaatkaarten – het wordt droger', [Klimaatkaarten | GaGoed Leiden](https://www.leiden.nl/onderwerpen/klimaat/klimaatkaarten) (geraadpleegd op 22 december 2022).

Gemeente Zwolle (2018), 'Rol van grondwater in de klimaatbestendige stad - Praktijkcasus Zwolse Adaptatiestrategie', als onderdeel bijeenkomst 'Omgaan met grondwaterstress in de praktijk' landelijke werkgroep Stedelijk grondwater.

Genootschap Flevo (2015), Verslag van het symposium 'Bodemdaling - Een onderschat fenomeen'.

H2O. (2022-a, 6 september). *LCW: nog geen structurele verbetering van droogte*. Geraadpleegd van [LCW: nog geen structurele verbetering van droogte \(h2owaternetwerk.nl\)](https://www.h2owaternetwerk.nl/nieuws/2022/09/06/lcw-nog-geen-structurele-verbetering-van-droogte)

H2O. (2022-b, 10 mei). *Rijkswaterstaat verhoogt peil in IJsselmeer*. Geraadpleegd van [Rijkswaterstaat verhoogt peil in IJsselmeer \(h2owaternetwerk.nl\)](https://www.h2owaternetwerk.nl/nieuws/2022/05/10/rijkswaterstaat-verhoogt-peil-in-ijsselmeer)

Hendriks et al., 2021. Development of a Next Generation Drought Index: combining multiple global and local data sources to enable detection of sector-specific drought impacts <https://meetingorganizer.copernicus.org/EGU21/EGU21-10886.html>

Hendriks, Dimmie, Marjolein Mens, Ted Veldkamp en Micha Werner (2019) Droog, droger, droogst. September 2019, WaterMatters.

Hendriks, D., Jongman., B. Veldkamp, 4 July 2019. T. Dry, drier, drought – Assessing drought risks to support decision making, risk financing and disaster response. <https://www.deltares.nl/en/blog/dry-drier-drought-assessing-drought-risks-to-support-decision-making-risk-financing-and-disaster-response/>

Hendriks, D.M.D., Kuijper M.J.M., and van Ek, R (2014) Groundwater impact on environmental flow needs of streams in sandy catchments in The Netherlands, Hydrological Sciences Journal 59 (3-4) 1–16.

Huijgevoort, M., Brakkee, E., De Wit, Van Deijl, D., van den Eertwegh, G. A. P. H., Bartholomeus, R. P. (2022). Uniform inzicht in droogte met behulp van indices. Stromingen: vakblad voor hydrologen, 28(1), pp 44-51.

Huyghebaert, P. (2022, 13 augustus). *Waterstand van Rijn in Kaub te laag voor meeste schepen: "Risico om vast te lopen is te groot"*. Geraadpleegd van [Waterstand van Rijn in Kaub te laag voor meeste schepen: "Risico om vast te lopen is te groot" | VRT NWS: nieuws](#)

IWE. (z.d.). *Processen industriewater Eerbeek*. Geraadpleegd van [PROCESSEN INDUSTRIEWATER EERBEEK - IWE \(iweerbeek.nl\)](#)

KCAF (2022), 'Meer funderingsschade door droogte', in 'Eigen huis magazine', 10-2022.

Klimaatakkoord (2019). *Klimaatakkoord*, Den Haag, 28 juni 2019, 250 pp.

Kloosterboer, H., & Biemans, R. (2023). *STOWA droogterapport: Inventarisatie droge zomer 2022, waterkeringen*.

Koelwijn, A., & van den Berg, F. (2022). *Degradatie van dijken door dieren en droogte*. Deltares.

Kok, E, Schouten, S., Dam, J. & Fikke, R. (2022). Scenario's natuurbranden. Manuscript in voorbereiding.

KWR. (2005, december). *Waterkwaliteit van de Rijn en de Maas bij (extreem) lage afvoeren*. Geraadpleegd van https://www.google.nl/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwiGhZSX4vT7AhUT8rsIHZekA6QQFnoECAwQAQ&url=https%3A%2F%2Frepository.tudelft.nl%2Fislandora%2Fobject%2Fuuid%3A20a47ca6-5cf2-4442-bf4a-baa2b18db04c%2Fdatastream%2FOBJ%2Fdownload&usg=AOvVaw1LKrzp6zZn6_EngTDwDtYi

Machairas, I., van de Ven, F.H.M. (2022) 'An urban drought categorization framework and the vulnerability of a lowland city to groundwater urban droughts', Natural Hazards, <https://doi.org/10.1007/s11069-022-05767-0>;

Mäkiranta, P., Laiho, R., Fritze, H., Hytönen, J., Laine, J., and Minkkinen, K.: *Indirect regulation of heterotrophic peat soil respiration by water level via microbial community structure and temperature sensitivity*, Soil Biol. Biochem., 41, 695–703, <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2009.01.004>, 2009.

- Mens, M., Hunink, J., Delsman, J., Pouwels, J., & Schasfoort, F. (2020). *Geactualiseerde knelpuntenanalyse voor het Deltaprogramma Zoetwater fase II*. [Deltares rapport 11203734-003-ZWS-0002](#).
- Ministerie BZK (2022), 'Handreiking decentrale regelgeving klimaatadaptief en natuurinclusief bouwen, inrichten en beheren'. Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties.
- Ministerie I&M. (2022, 30 november). *Toekomst binnenvaart*. Geraadpleegd van [toekomst-binnenvaart.pdf \(overheid.nl\)](#)
- Ministerie IenW (2022), 'Kamerbrief Water en Bodem Sturend – over de rol Water en Bodem bij ruimtelijke ordening'. Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat.
- Nationaal Onderzoeksprogramma Broeikasgassen Veenweiden (NOBV) (2021). *NOBV Meetprotocol 2021*.
- Natuurbrandsignaal '23 (2023), Verhoeven, B., Van Marle, M., Hazebroek, H., Stoof, C., Siegmund, P., Brouwer, N., Veraverbeke, S., Egberts, L., Sluijter, R., gepubliceerd door Nederlands Instituut voor Publieke Veiligheid (NIPV)
- Nieuwsblad.be. (2018, 23 juli). *Droogte legt waterkrachtcentrales aan Albertkanaal in Wijnegem, Olen en Ham stil*. Geraadpleegd van [Droogte legt waterkrachtcentrales aan Albertkanaal in Wijnegem, Olen en Ham stil \(Binnenland\) | Het Nieuwsblad](#)
- NOS. (2022, 23 mei). *Vitens weigert aanvragen, 'zekerheid drinkwater onder druk'*. Geraadpleegd van [Vitens weigert aanvragen, 'zekerheid drinkwater onder druk' \(nos.nl\)](#)
- NWA (2022), 'Plan van aanpak - DROOGTE IN DE BEBOUWDE OMGEVING (DROBE)', goedgekeurd voorstel d.d. 9 september 2022.
- Nunez Sanchez, Ana and Eelco van Beek. (2022). *The Combined Management of Floods and Drought in the Netherlands: An EPIC Response Application*. Delft. The Netherlands. Deltares.
- Pennemans, R. (2018, 21 december). *Laatste Duitse steenkoolmijn sluit de deuren: een terugblik op een tijdperk van 200 jaar*. Geraadpleegd van [Laatste Duitse steenkoolmijn sluit de deuren: een terugblik op een tijdperk van 200 jaar | VRT NWS: nieuws](#)
- Pronk, T., Nijp, J., Blaas, M., & Burgers, R. (2022, 15 februari). *Een verbeterd model voor chlorideprognoses op basis van rivierafvoeren bij Lobith en Eijsden*. Geraadpleegd van [Pronk-Nijp-Blaas-Burgers-Een-verbeterd-model-voor-chlorideprognoses-op-basis-van-rivierafvoeren-bij-Lobith-en-Eijsden-H2O-Online-\(2022\)15-februari.pdf \(kwrwater.nl\)](#)
- PWN. (z.d.). *Klimaatbuffer IJsselmeer*. Geraadpleegd van [Klimaatbuffer IJsselmeer | PWN](#)
- Rijkswaterstaat. (2022, 24 augustus). *'Wij zorgen ervoor dat de impact op de scheepvaart ook wordt meegewogen*. Geraadpleegd van [Impact droogte op scheepvaart | Rijkswaterstaat](#)
- Rli (2024) Goed gefundeerd. *Advies om te komen tot een nationale aanpak van de funderingsproblematiek* (Februari 2024)
- Royal HaskoningDHV (2022), 'Klimaat en watervraag stedelijk gebied'; https://klimaatadaptatienederland.nl/publish/pages/188683/klimaat-en-watervraag-stedelijk-gebied-eindrapport_1.pdf (geraadpleegd op 22 december 2022).

Schasfoort, F. (2021). *Duiding landbouwschade 2018*. Deltares.

Scheepvaart Krant. (2022, 15 augustus). *Extra pompinstallaties voor waterwegen Antwerpen en Albertkanaal*. Geraadpleegd van [Extra pompinstallaties voor waterwegen Antwerpen en Albertkanaal | Scheepvaartkrant](#)

Schrier-Uijl, A. P. , P. S. Kroon, D. M. D. Hendriks, A. Hensen, J. Van Huissteden, F. Berendse, and E. M. Veenendaal (2014) Agricultural peatlands: towards a greenhouse gas sink – a synthesis of a Dutch landscape study ,Biogeosciences 11 4559-4576

Stoof, C.R., Kok, E., Van Marle, M.J.E., & Cardil, A.C. (2024). In temperate Europe, fire is here already: the case of The Netherlands. In press.

Stokkers, R., J. Jager en M. Van Asseldonk (2022) Berekening in akkerbouw-, groente- en voedergewassen in diverse regio's van Nederland in de periode 2010-2019. Wageningen Economic Research.

Stokkers, R., J. Jager en M. van Asseldonk, 2022. Berekening in de Nederlandse landbouw op gewas- en regioniveau in de periode 2010-2019; Analyses met het Bedrijveninformatienet. Wageningen, Wageningen Economic Research, Rapport 2022-011. 94 blz.; 73 fig.; 11 tab.; 5 ref.

Stoof CR, Kok E, Cardil Forradellas A, van Marle MJE. In temperate Europe, fire is already here: The case of The Netherlands. *Ambio*. 2024 Apr;53(4):604-623. doi: 10.1007/s13280-023-01960-y. Epub 2024 Feb 5. PMID: 38315413..

Stowa. (2021, september). *Onderzoeksrapport: Invloed riothermiesystemen op de afvalwaterzuivering*. Geraadpleegd van [STOWA 2021-09 Riothermiesystemen.pdf](#)

Van den Eertwegh, G.A.P.H., P.G.B. De Louw, J.P.M. Witte, M. Van Huijgevoort, R. Bartholomeus, D. Van Deijl, J.C. Van Dam., J. Hunink, I. America, J. Pouwels, P. Hoefsloot en J. De Wit (2021) Droogte in zandgebieden van Zuid-, Midden- en Oost-Nederland. Het verhaal: analyse van droogte 2018 en 2019 en bevindingen. Eindrapport Projectteam Droogte Zandgronden Nederland. KnowH2O, KWR, Deltares, WUR, HSS, FWE 178.

Van Ee, R. (2022, 3 oktober). *WML continueert innamestop wegens onbekende stoffen in de Maas*. Geraadpleegd van [WML continueert innamestop wegens onbekende stoffen in de Maas](#)

Van Hoolst, Roel, et al. "FAO's AVHRR-based Agricultural Stress Index System (ASIS) for global drought monitoring." *International Journal of Remote Sensing* 37.2 (2016): 418-439.

Van Marle, M.J.E. & Agricola, H.J. (2021). Verrijking Klimaat-effectatlas Natuurbrandgevoeligheid: Huidige situatie en 2050 WH. Deltares.

VEWIN, 2022. Drinkwaterstatistieken 2022, van bron tot kraan. Geraadpleegd van [Vewin Drinkwaterstatistieken 2022](#)

Vitens. (z.d.). *Langetermijnvisie op de Vitens-infrastructuur 2020-2050*. Geraadpleegd van https://www.google.nl/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwjO6_HPvX7AhXZif0HHSvqDqMQFn0ECBAQAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.vitens.nl%2F-%2Fmedia%2FItv-2020_def_jan21.pdf%3Fla%3Dnl-&usq=AOvVaw3x4rg5qVfGI3W77mEZGFZk

Wan, Z., Hook, S., Hulley, G. (2021). MODIS/Terra Land Surface Temperature/Emissivity 8-Day L3 Global 1km SIN Grid V061 [Data set]. NASA EOSDIS Land Processes DAAC. Accessed 2022-11-07 from <https://doi.org/10.5067/MODIS/MOD11A2.061>

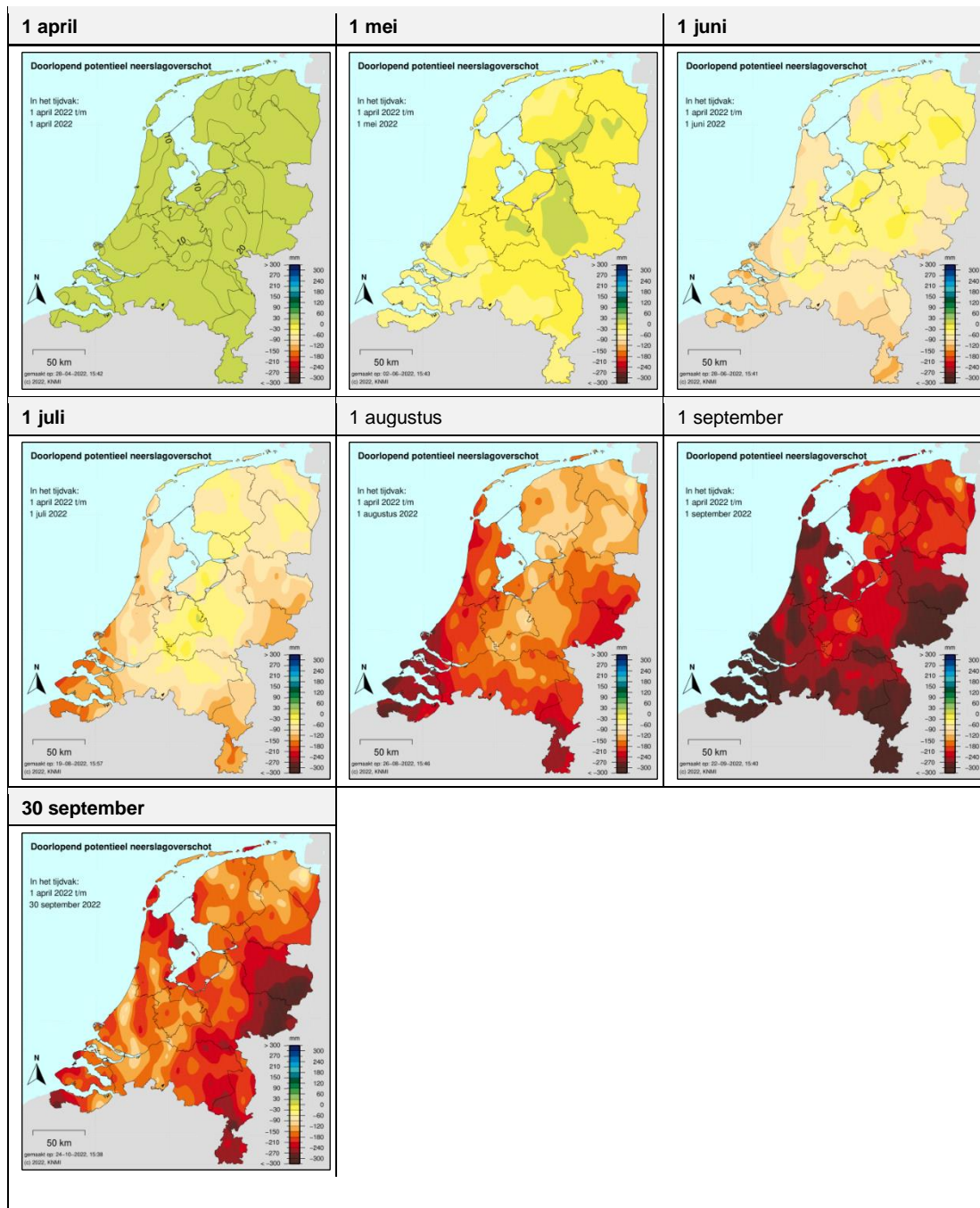
Witte, J.P.M., D. Van Deijl en G.A.P.H. Van den Eertwegh (2020a) Gevolgen voor de natuur van de droge jaren 2018 en 2019; resultaten van een enquête onder deskundigen. Deelrapport van het project: Droogte in zandgebieden van Zuid-, Midden- en Oost-Nederland. FWE & KnowH2O 53.

BIJLAGEN

A Spreiding van neerslagtekort in ruimte en tijd

[KNMI - Archief doorlopend potentieel neerslagoverschot \(gevalideerde data\)](#)

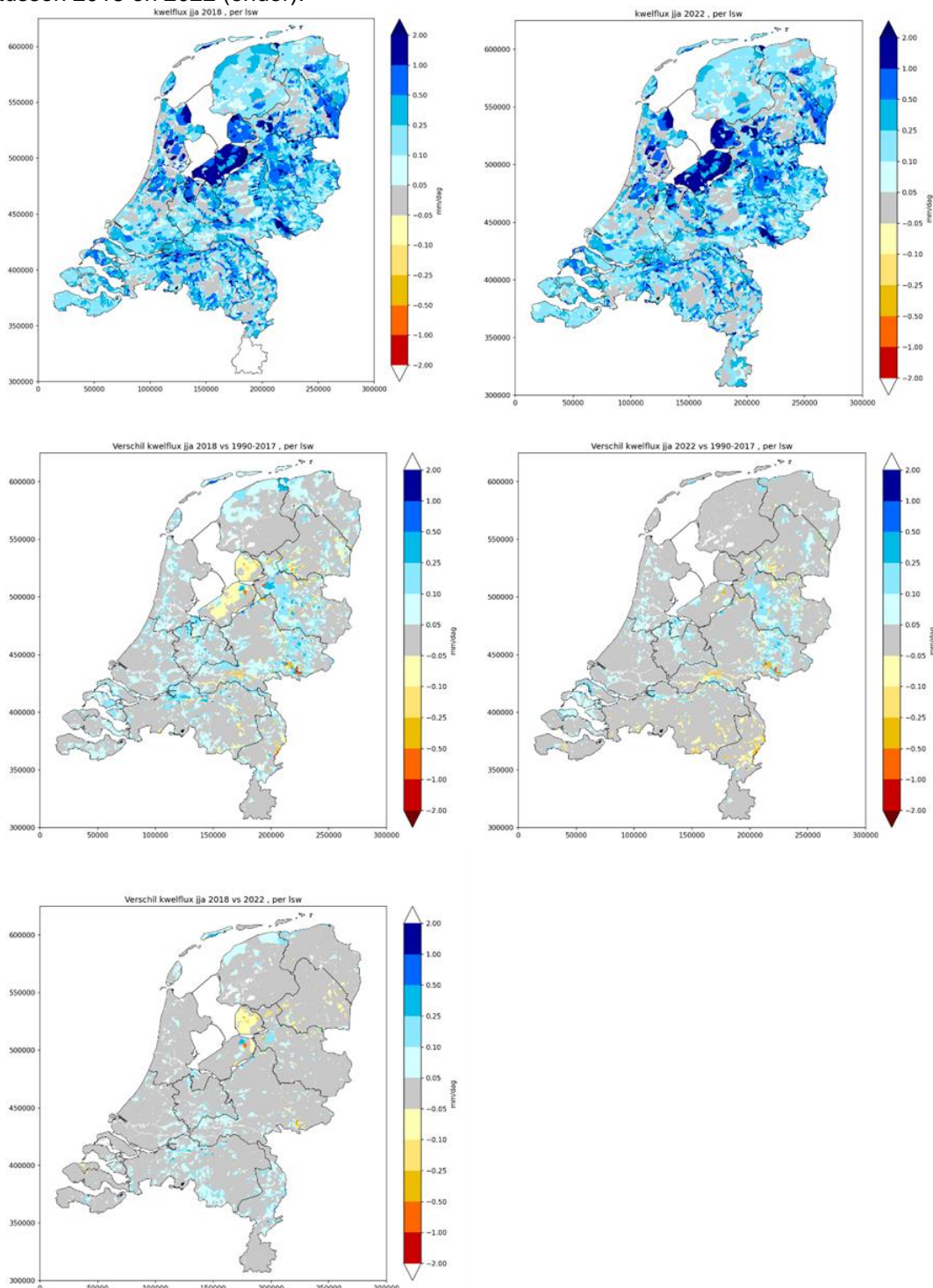
2022



B Berekeningen Landelijk Hydrologisch Model

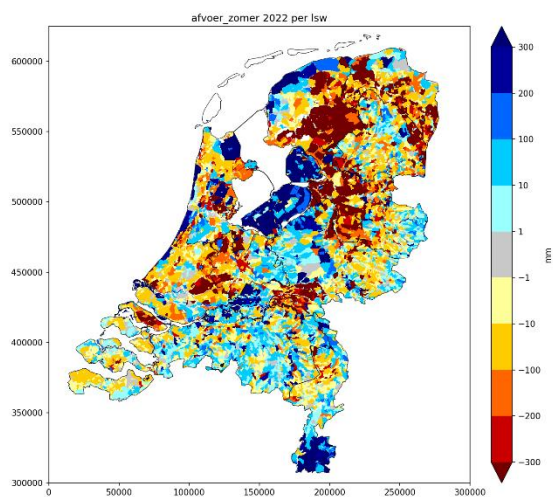
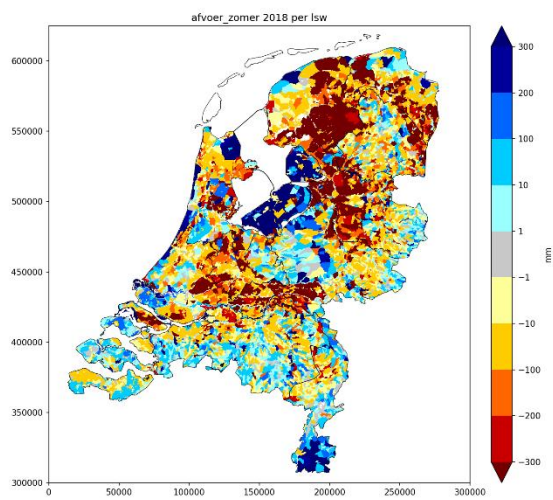
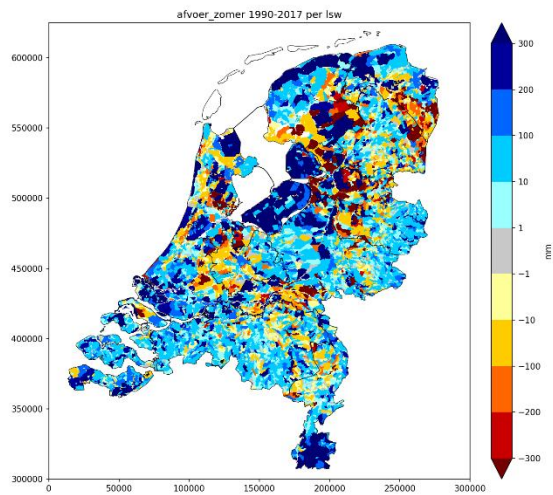
B.1 Kwelflux

Kwelflux per LSW voor de zomerperiode (juni, juli, augustus) voor 2018 (linksboven) en 2022 (rechtsboven). Het verschil in kwelflux tussen de extreem droge jaren 2018 (links-midden) en 2022 (rechts-midden) en het langjarig gemiddelde (1990-2017). Het verschil in kwelflux tussen 2018 en 2022 (onder).

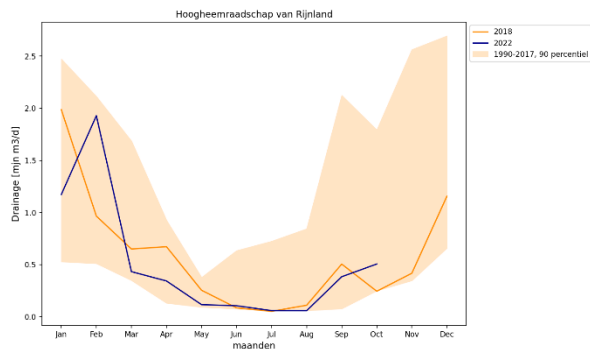
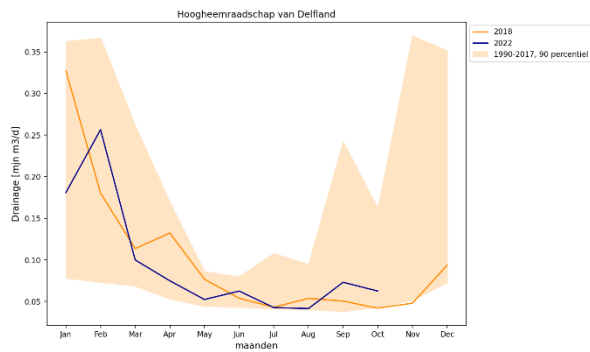
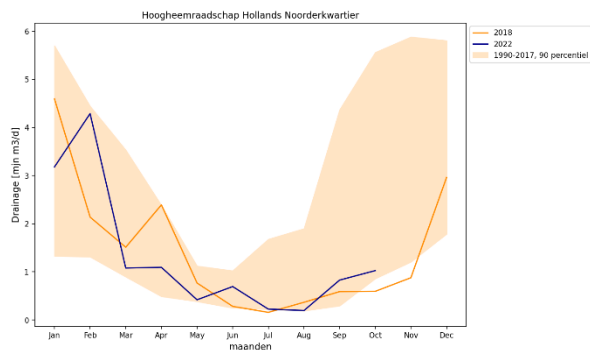
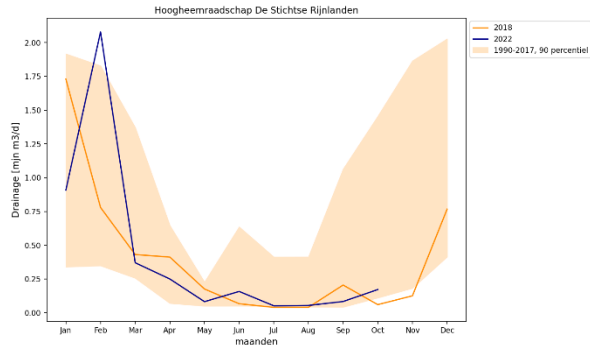


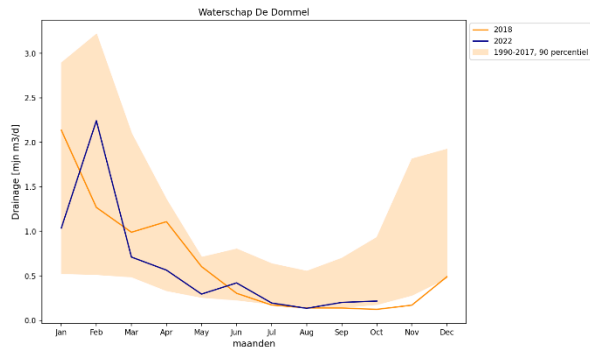
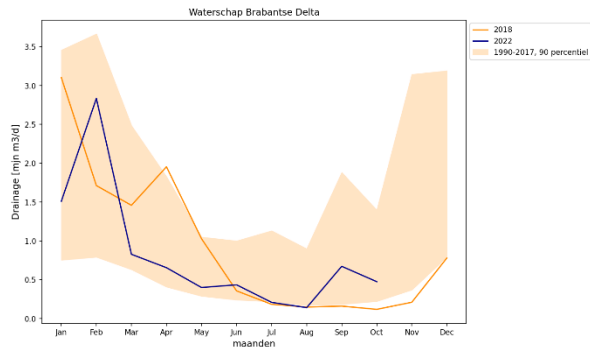
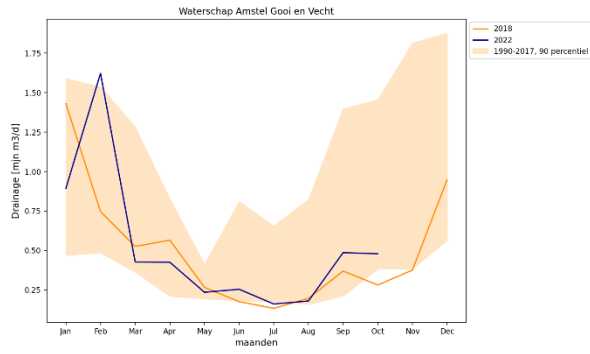
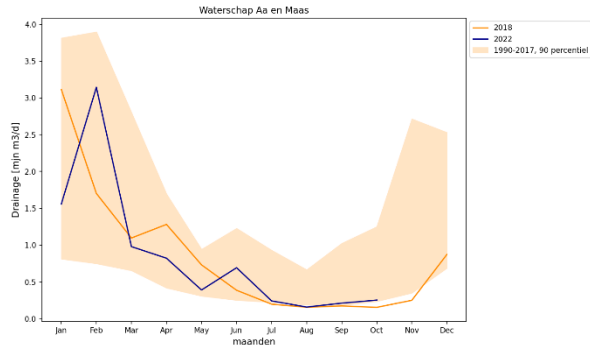
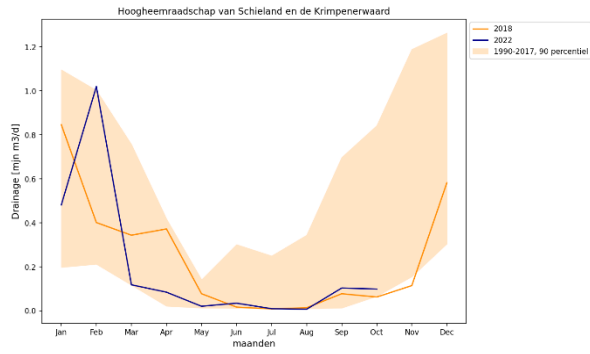
B.2 Grondwaterafvoer

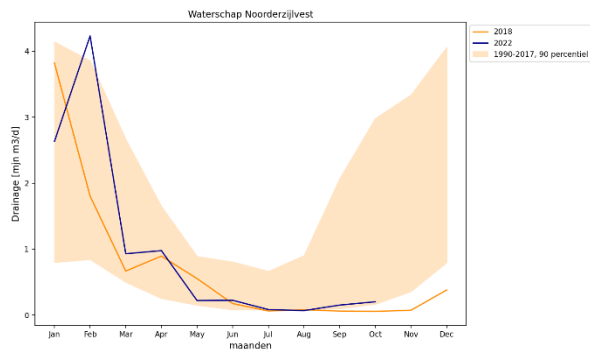
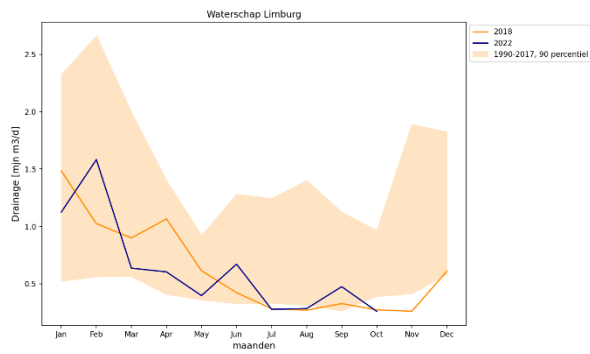
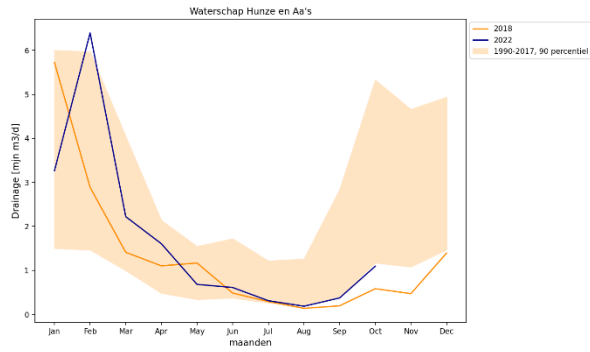
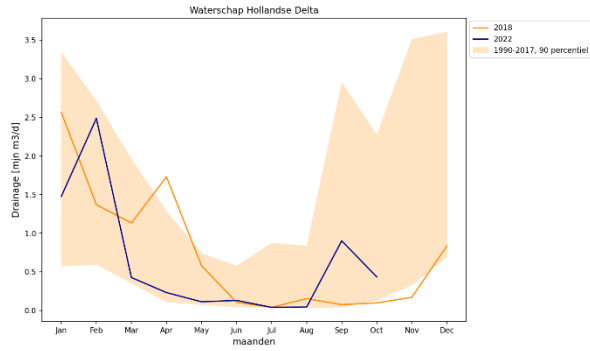
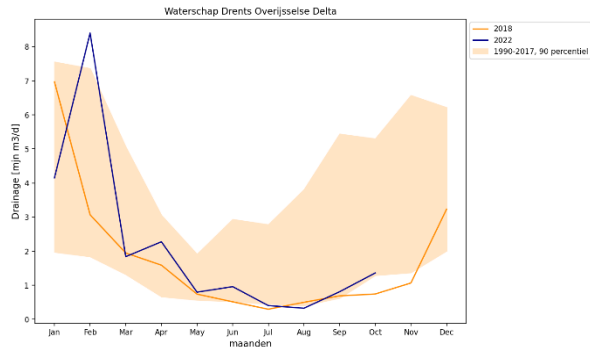
De grondwaterafvoer in de zomerperiode (juni, juli, augustus) per LSW voor het langjarig gemiddelde (1990-2017; boven) en voor de extreem droge jaren 2018 en 2022 en . Positieve waarden betekent dat er netto grondwater wordt afgevoerd en bij negatieve waarden vindt er netto infiltratie vanuit het oppervlaktewater naar het grondwater plaats.

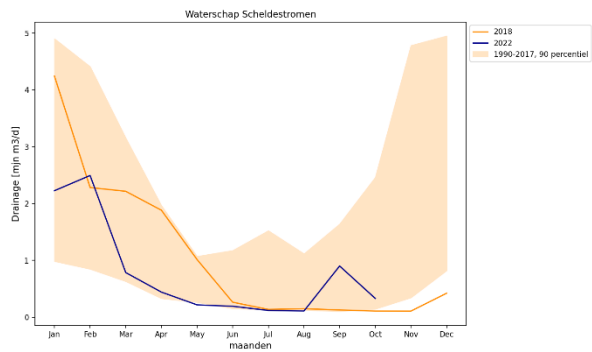
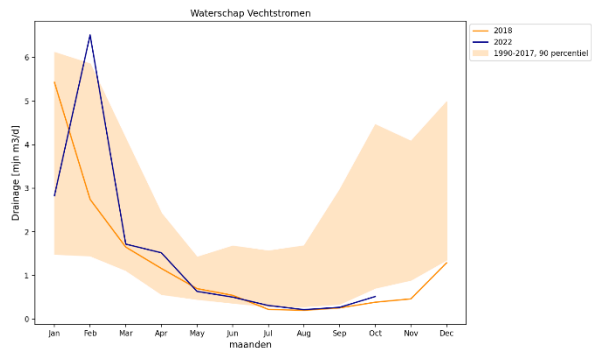
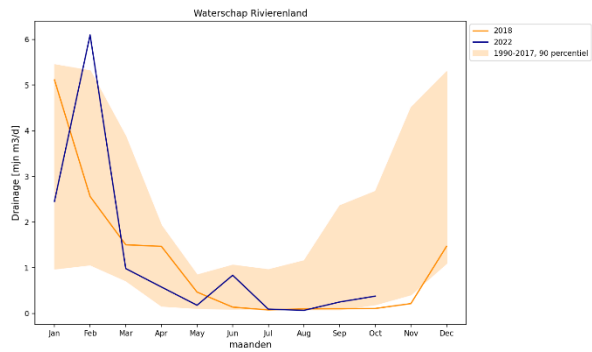
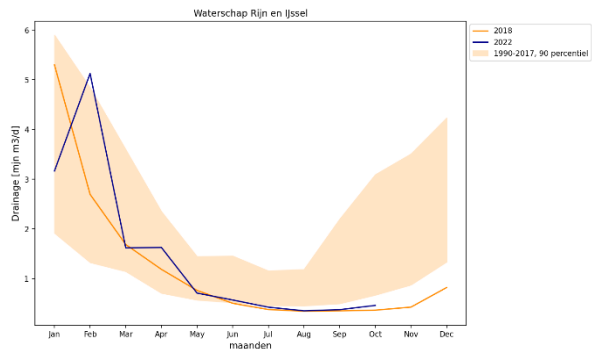


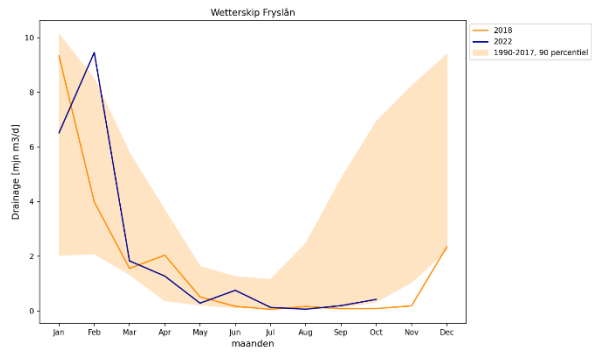
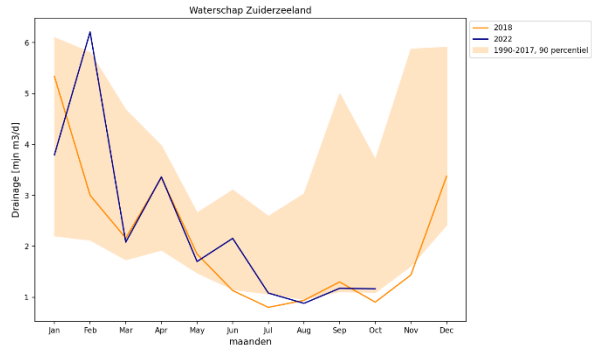
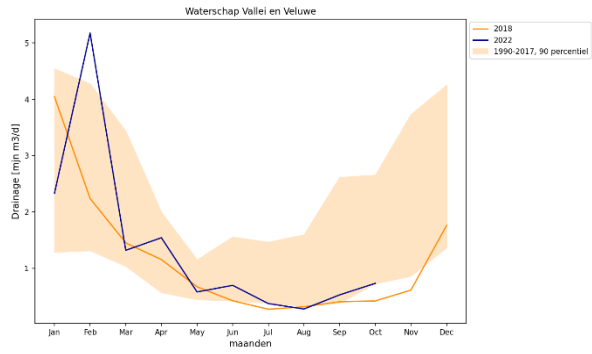
De grondwaterafvoer per waterschap per maand (in Mm³/dag) weergegeven voor de extreem droge jaren 2018 en 2022 en het 90-percentiel van het langjarig gemiddelde.





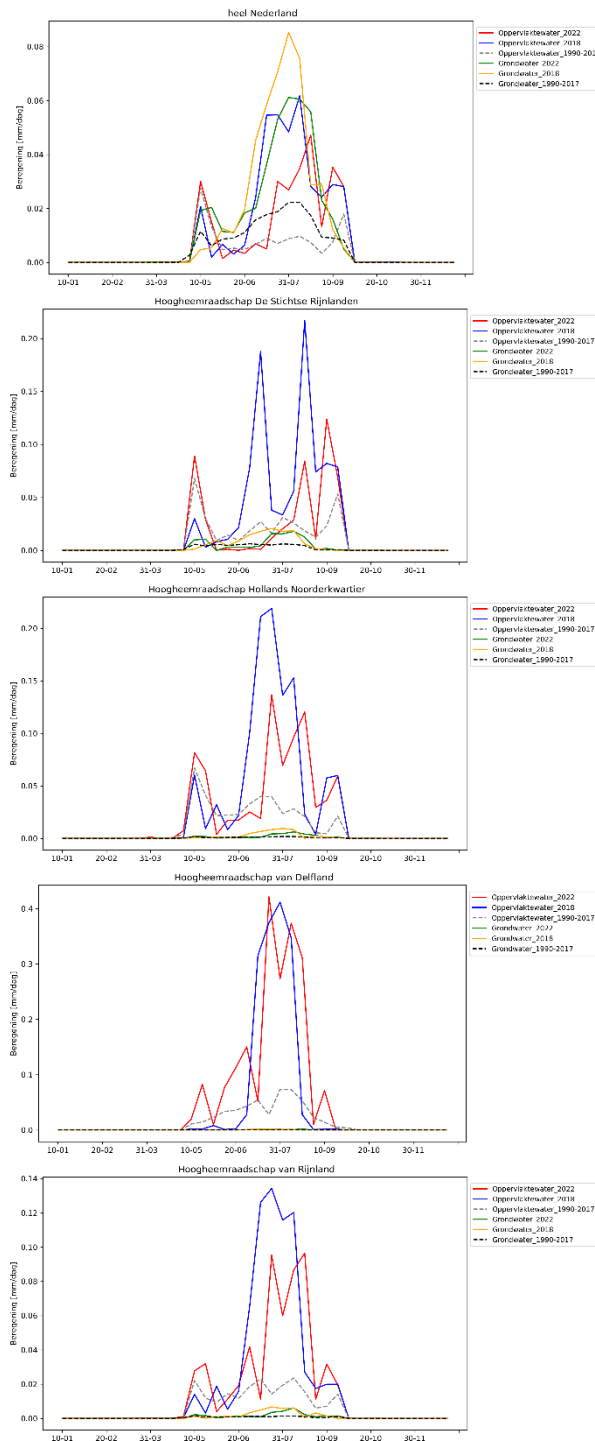


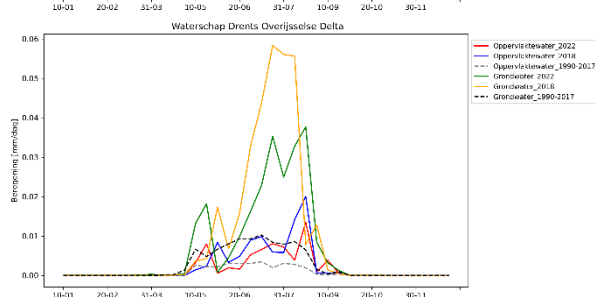
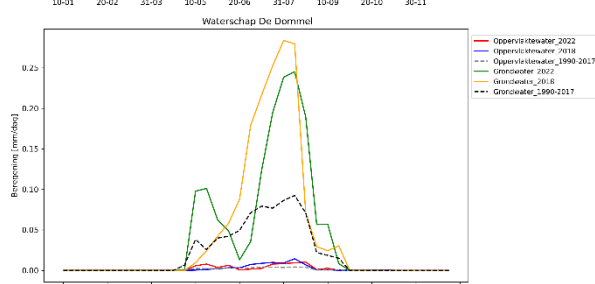
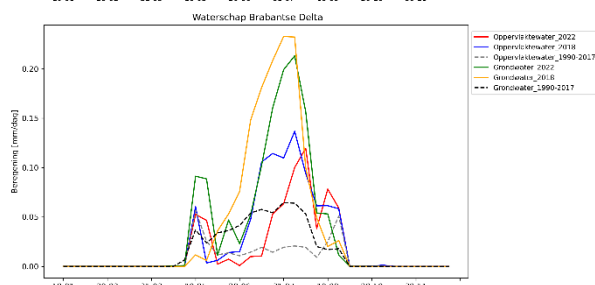
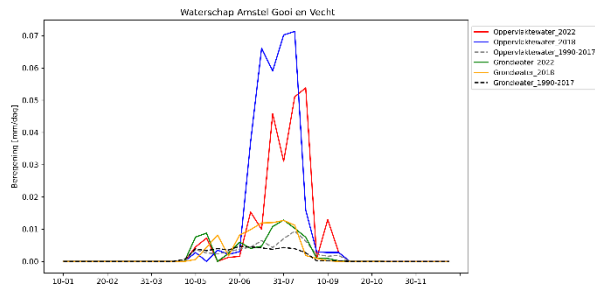
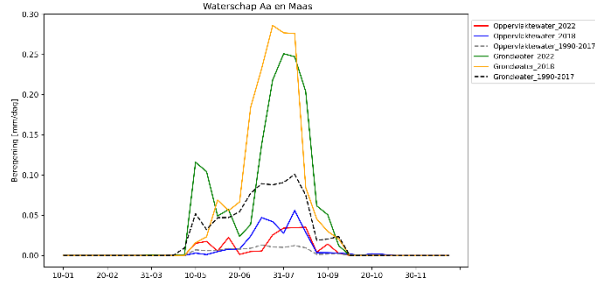
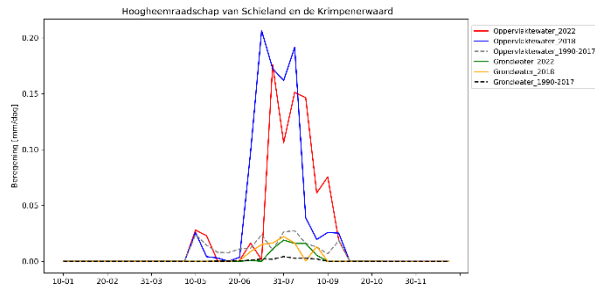


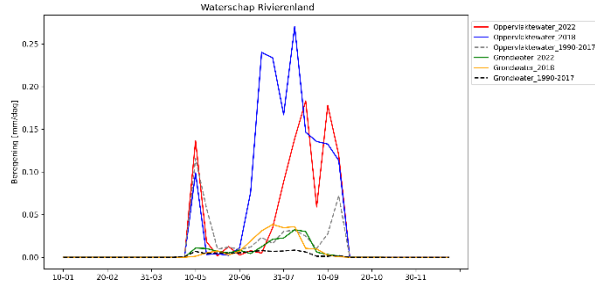
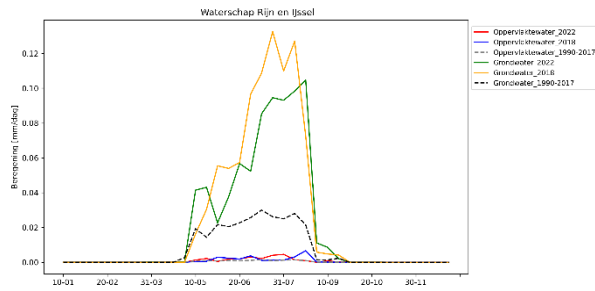
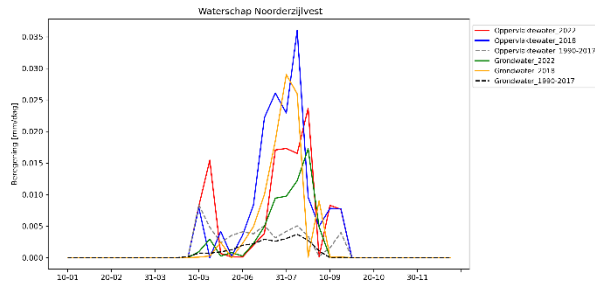
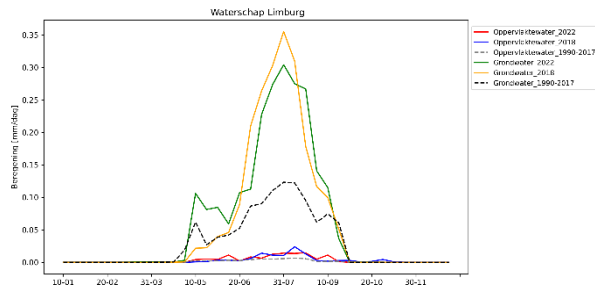
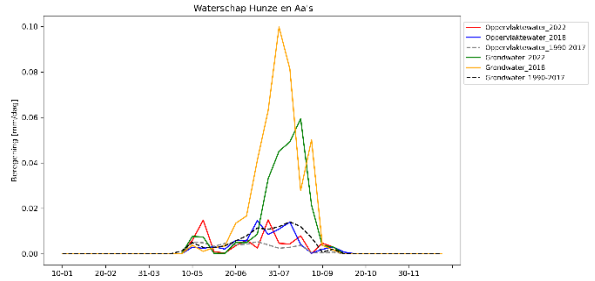
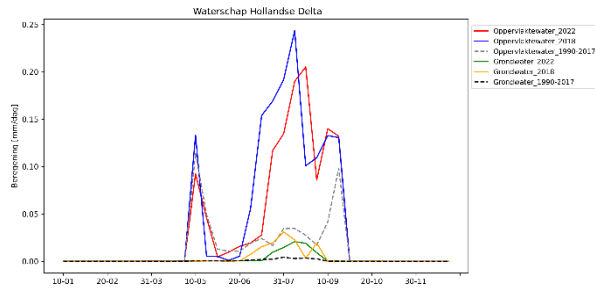


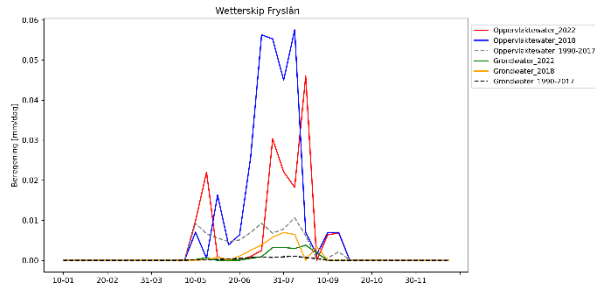
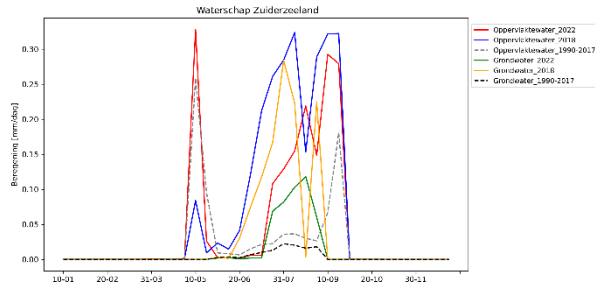
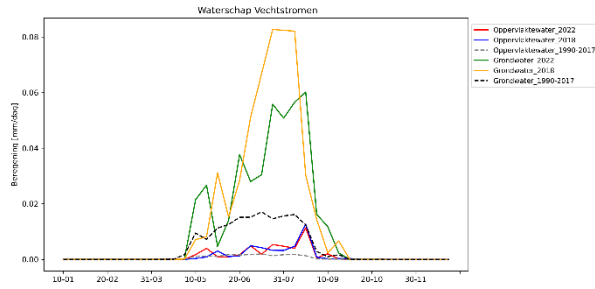
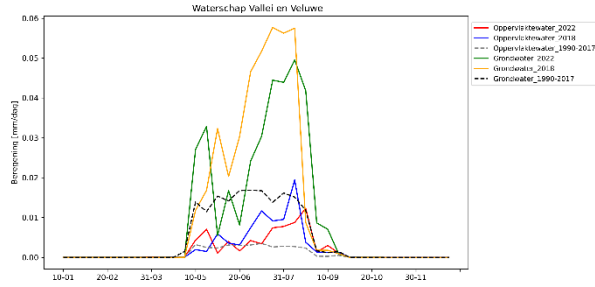
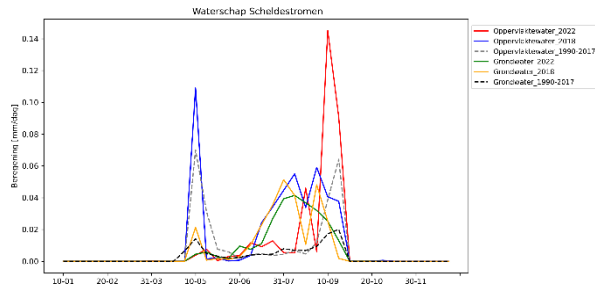
B.3 Berekening uit oppervlaktewater en grondwater

De hoeveelheid berekening uit oppervlaktewater en grondwater (in mm/dag) gesommeerd voor heel Nederland en per waterschap voor de extreem droge jaren 2018 en 2022 en het langjarig gemiddelde (1990-2017).

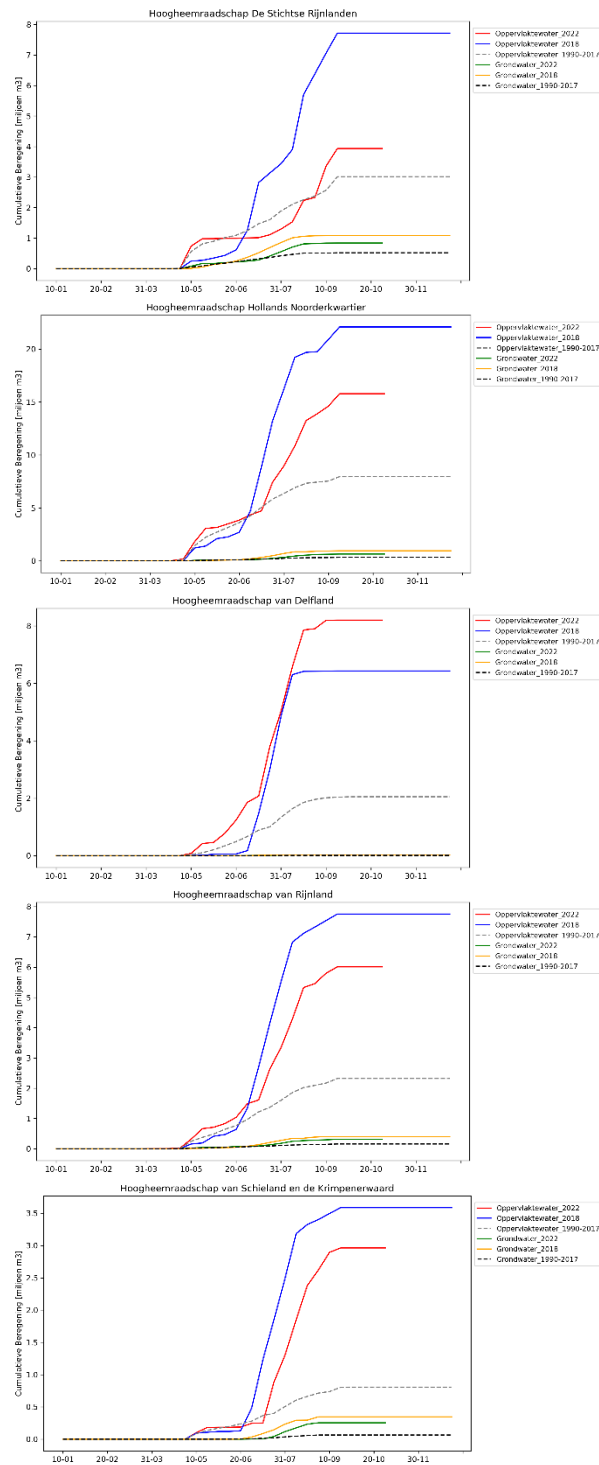


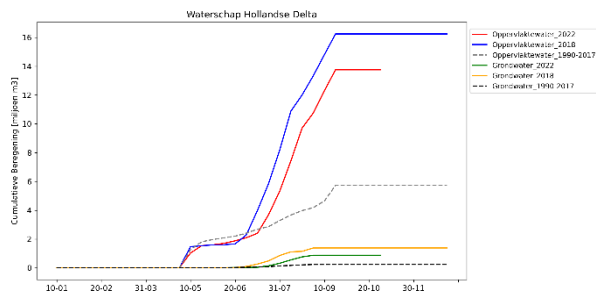
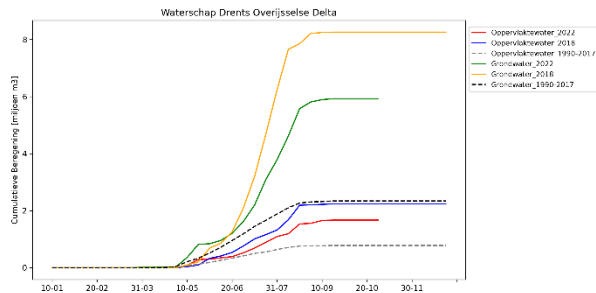
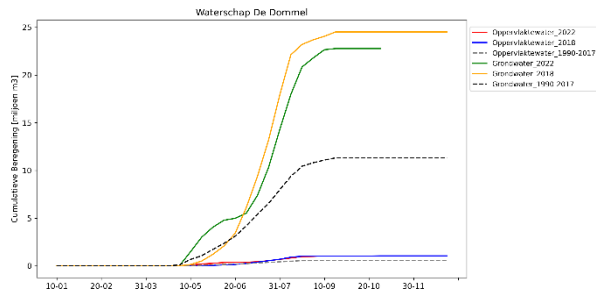
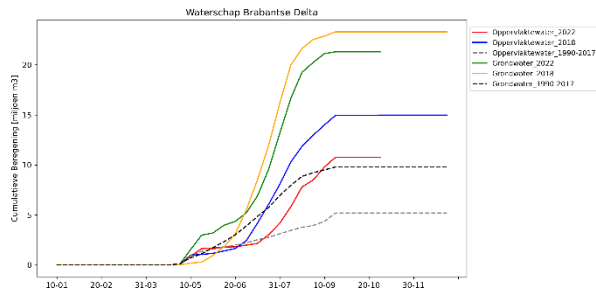
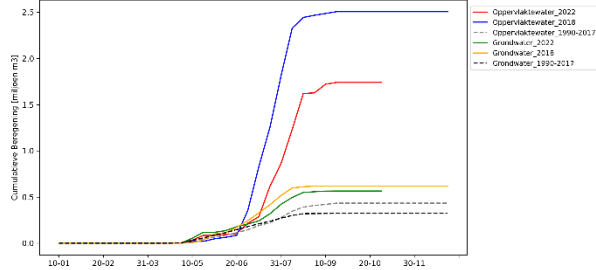
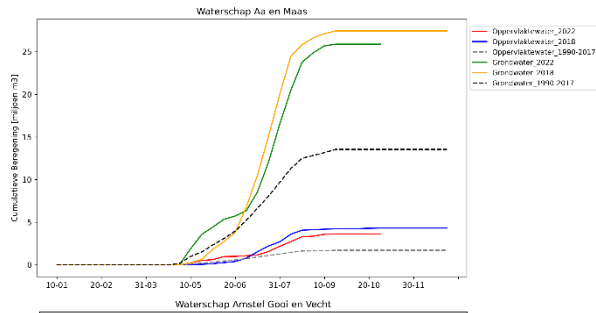


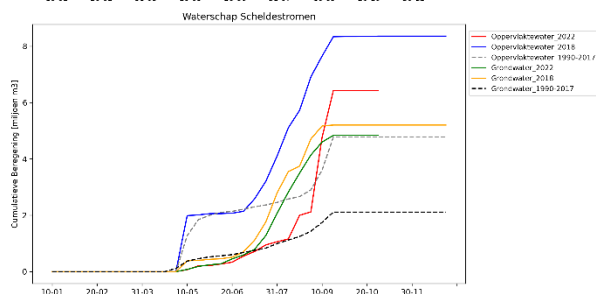
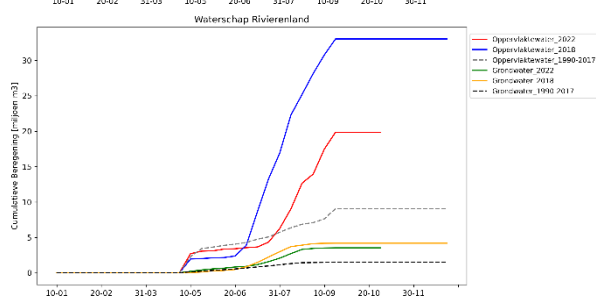
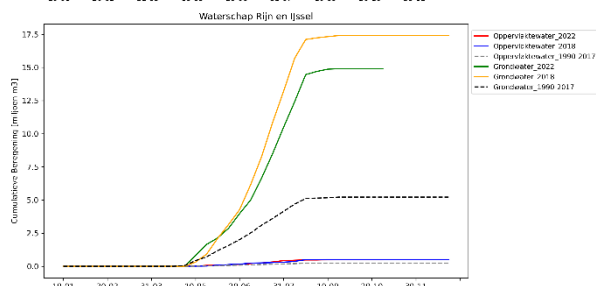
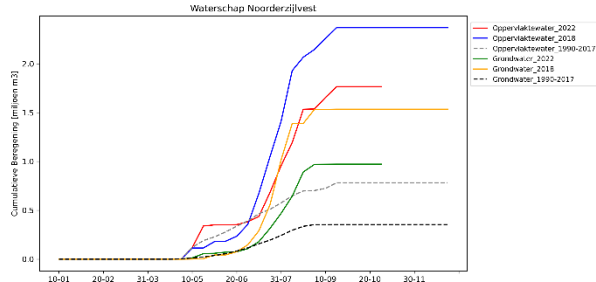
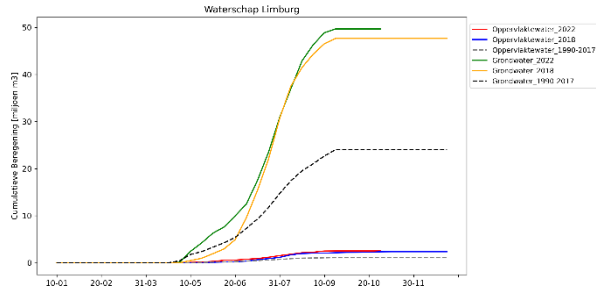
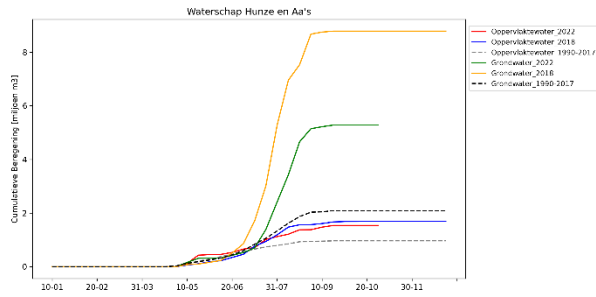


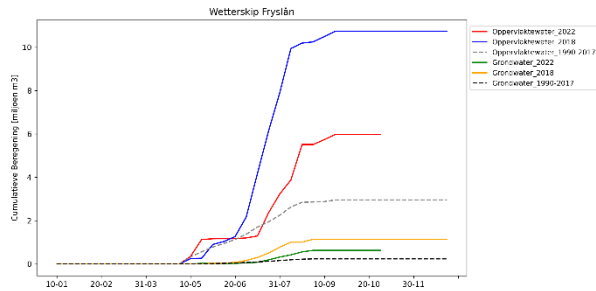
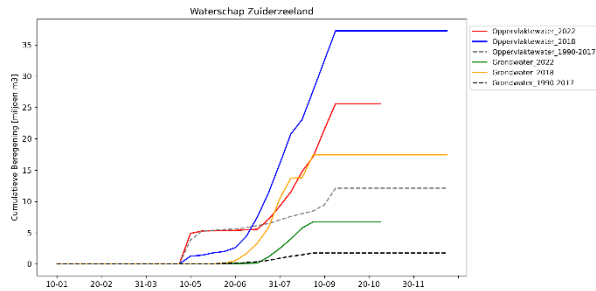
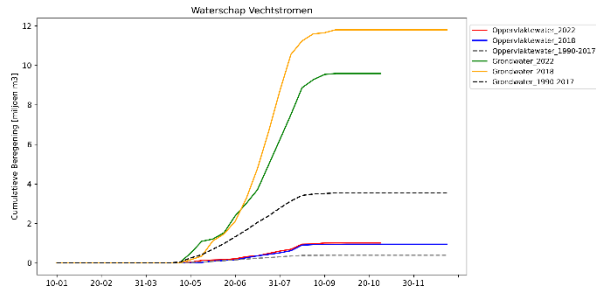
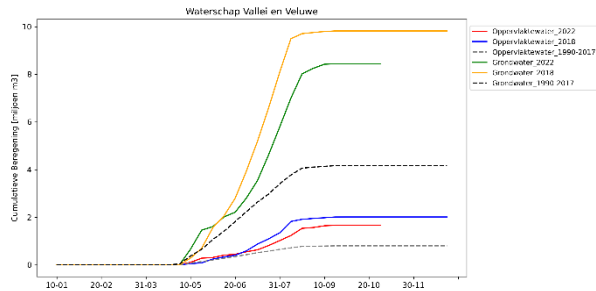


De cumulatieve hoeveelheid berekende berekening uit oppervlaktewater en grondwater (in Mm^3) gesommeerd per waterschap voor de extreem droge jaren 2018 en 2022 en het langjarig gemiddelde (1990-2017).









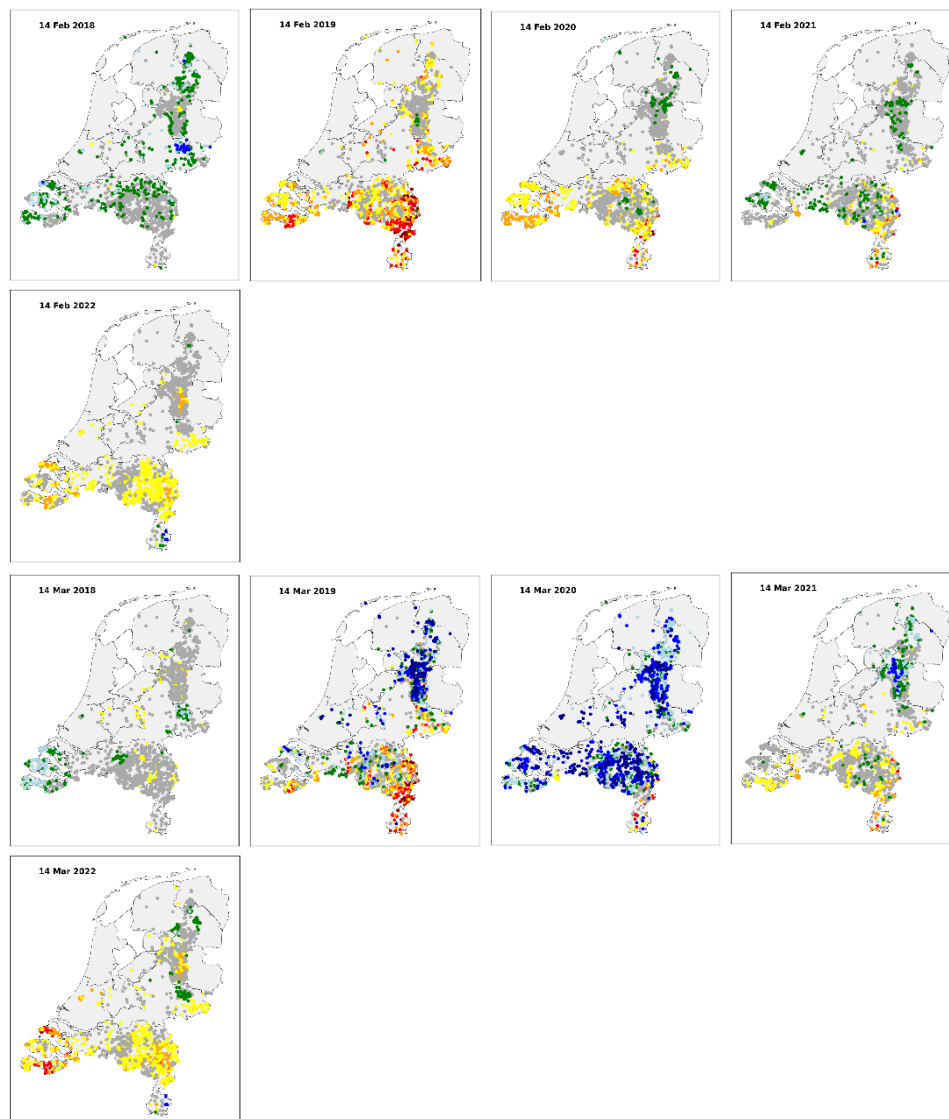
Standardized Groundwater Index

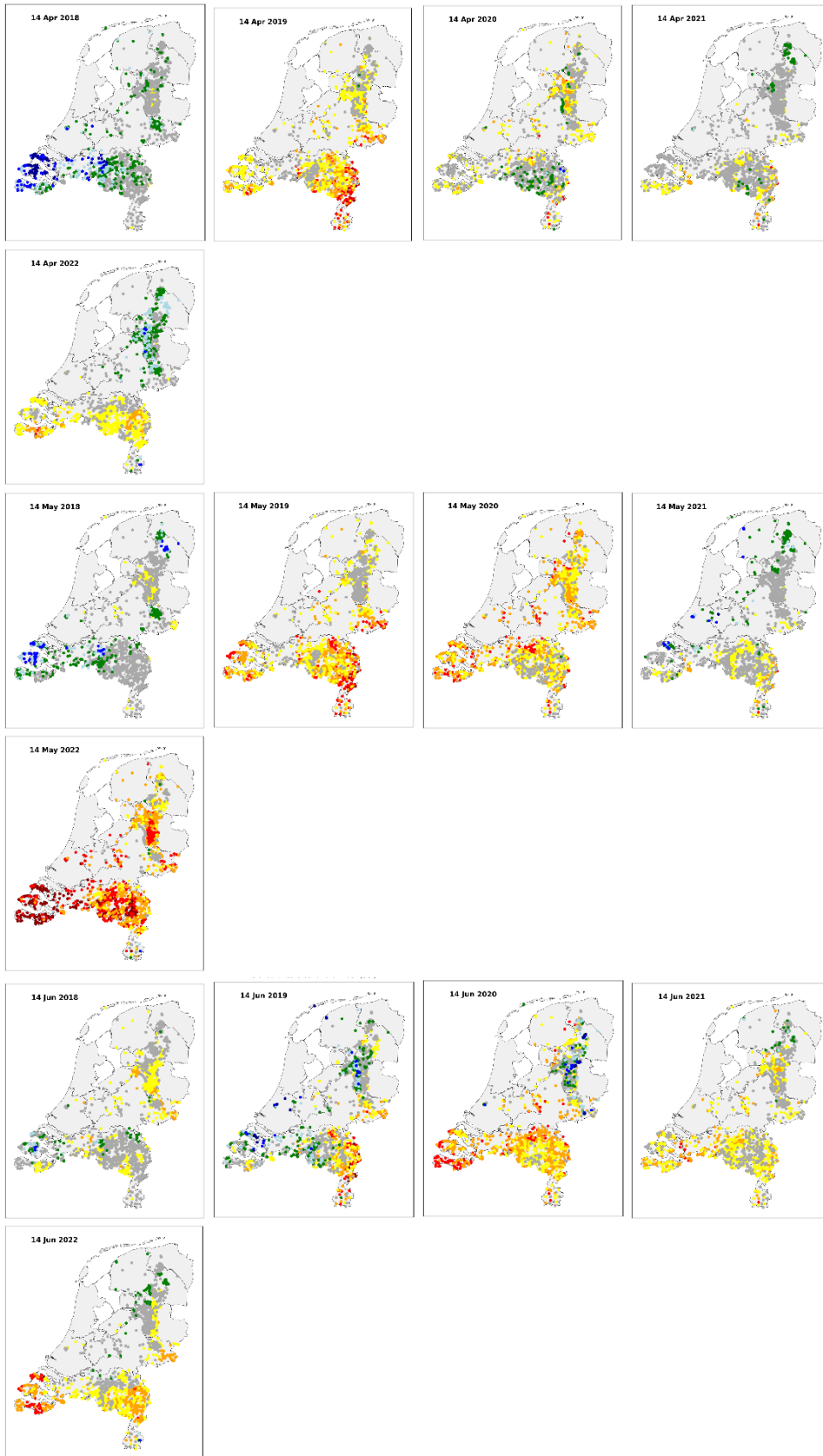
C.1 Aanpak

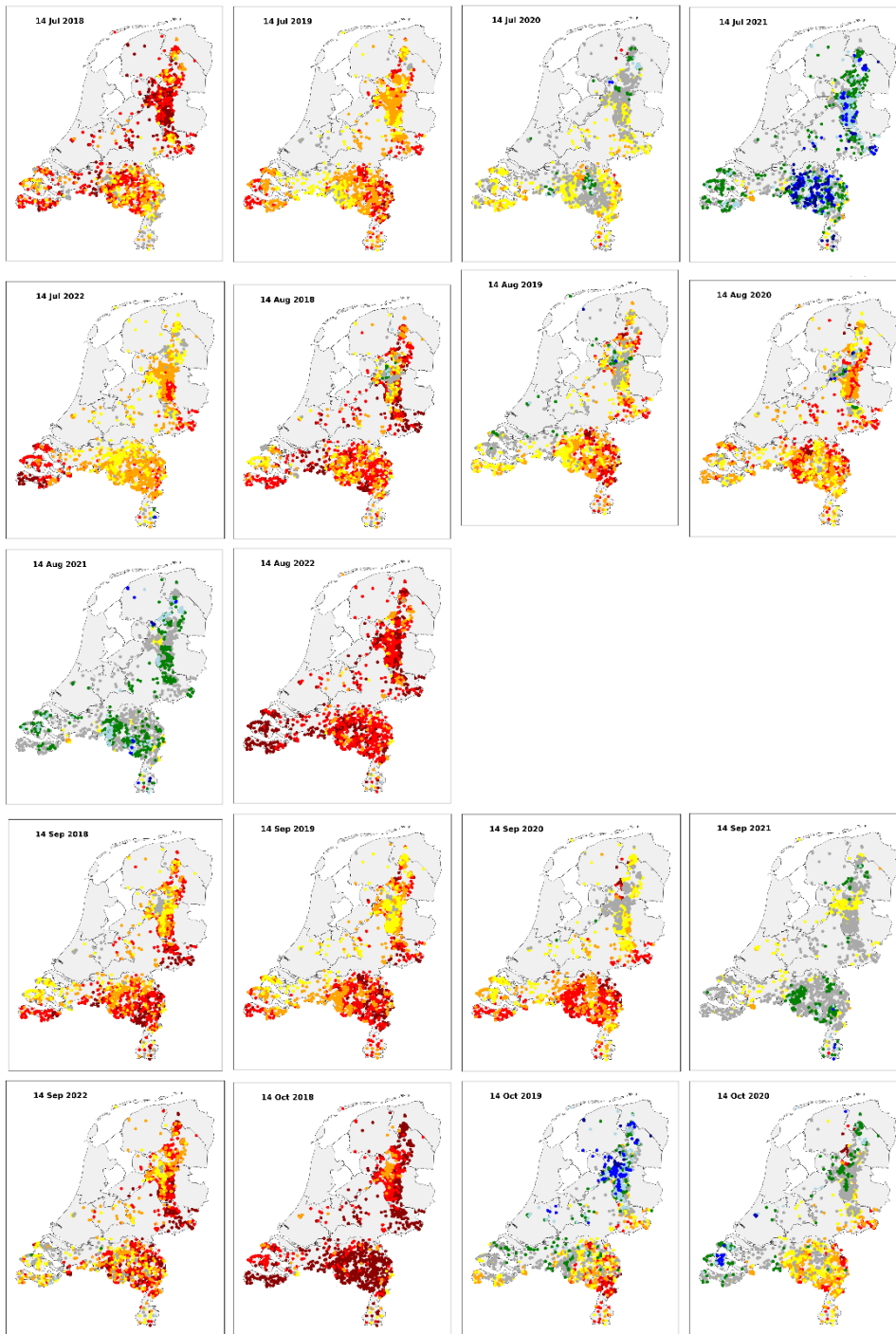
Naast modelberekeningen zijn grondwaterstandsmetingen geanalyseerd (bron: droogteportaal). Voor elke beschikbare meetreeks in het droogteportaal is een tijdreeksmodel opgezet met PASTAS (Collenteur et al., 2019) waar vervolgens een meteoreeks van 30 jaar neerslag en verdamping op is toegepast (zie ook Huijgevoort et al. (2022)). Op basis van resulterende tijdreeksen is voor het jaar 2018 en 2022 op dagbasis de zogenaamde SGI (standardized groundwater index) berekend die aangeeft hoe extreem laag de grondwaterstand is ten opzichte van de afgelopen 27 jaar. Een waarde kleiner of gelijk dan -1.5 wordt als zeer laag (zeer droog) gedeut en komt eens in de 15 jaar voor. SGI-waardes kleiner dan -2.0 komen slechts eens in de 44 jaar voor en wordt gedeut als een zeer extreme grondwaterdroogte.

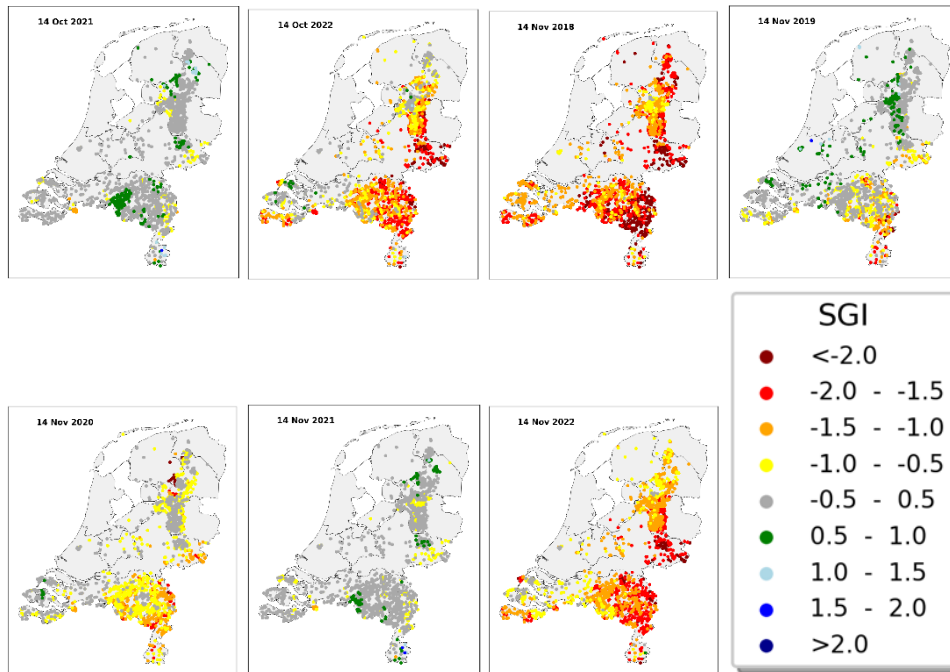
C.2 Resultaten meetpunten

De SGI (standardized groundwater index) voor enkele momenten in de jaren 2018-2022.





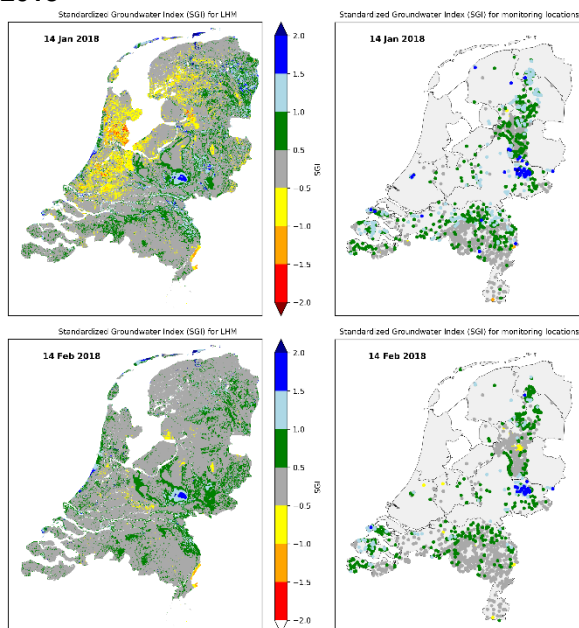


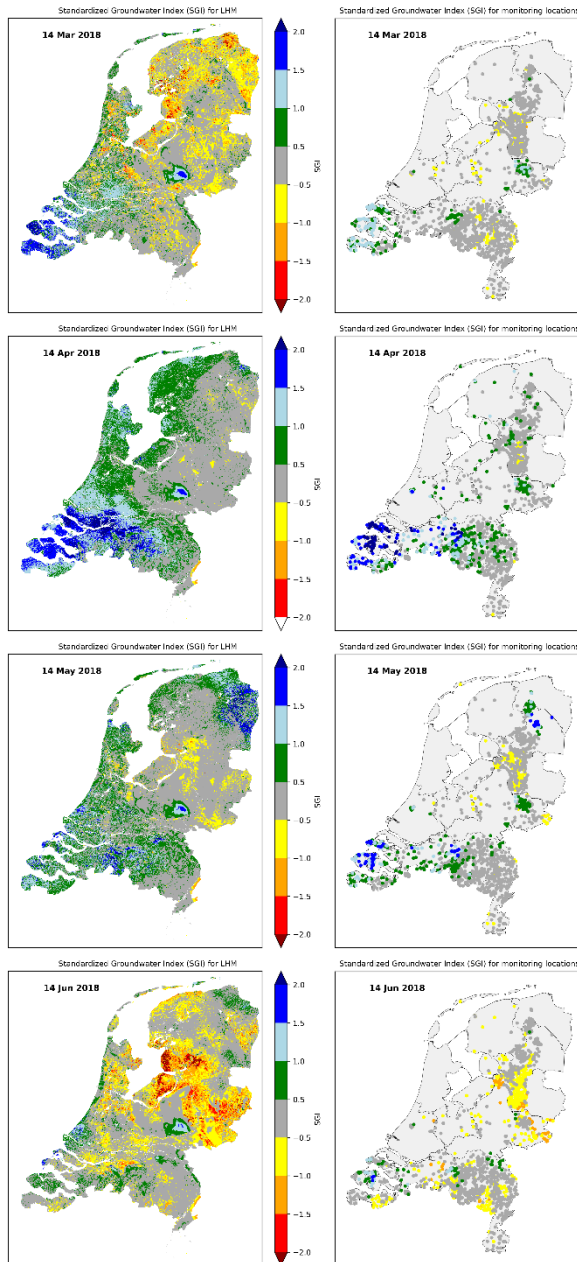


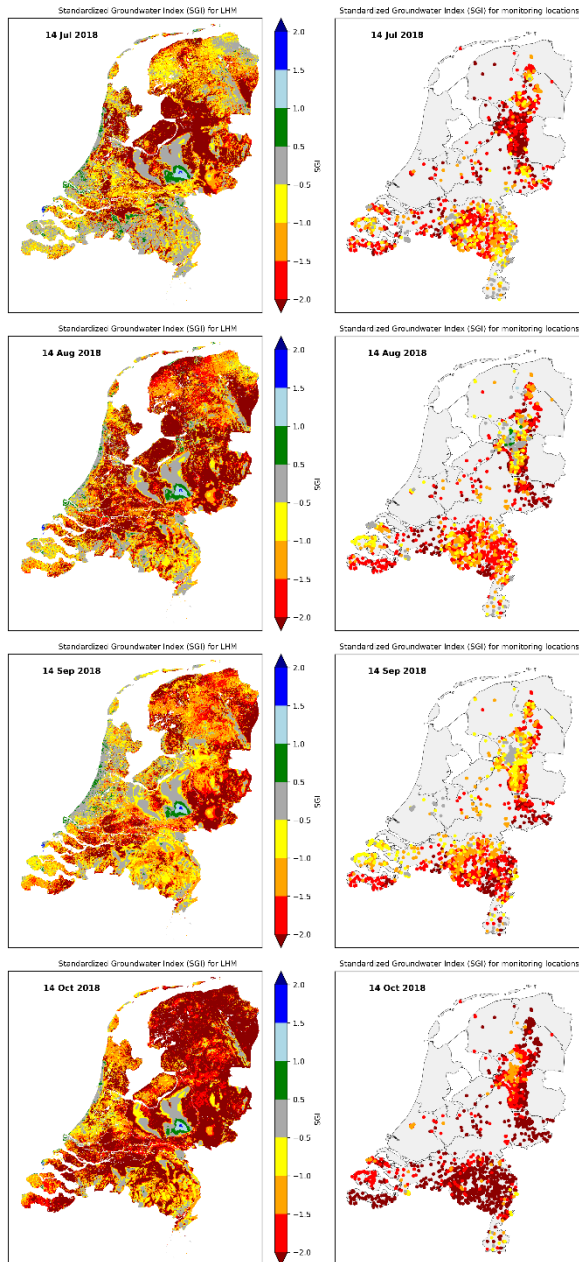
C.3 Resultaten voor LHM-resultaten en de meetpunten

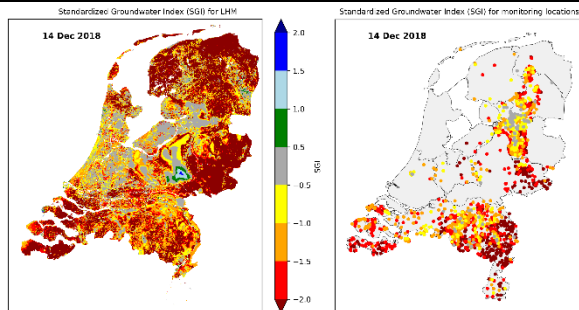
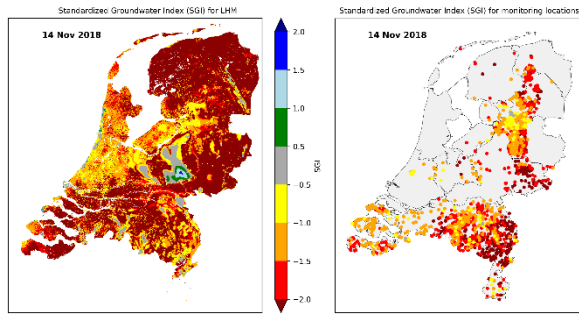
De SGI (Standardized Groundwater Index) bepaald voor de LHM-berekeningen voor enkele momenten in de jaren 2018 en 2022. De SGI is berekend op dagbasis en wordt getoond op de 14^e van elke maand.

2018

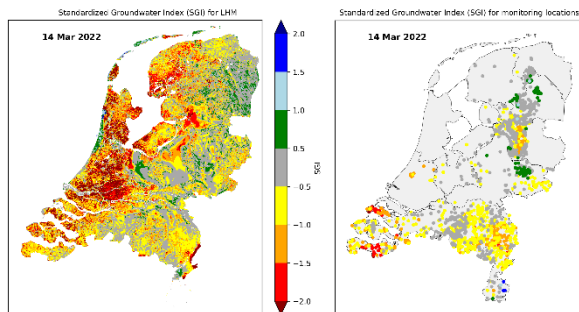
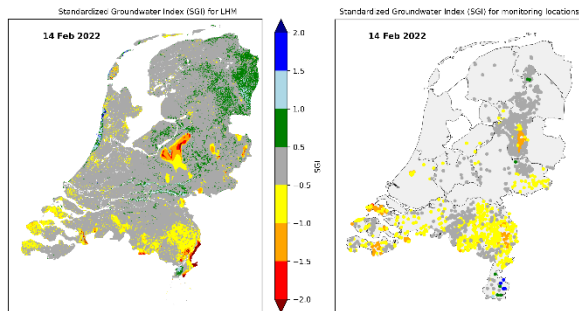
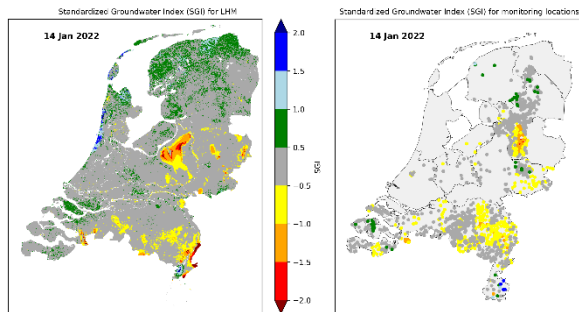


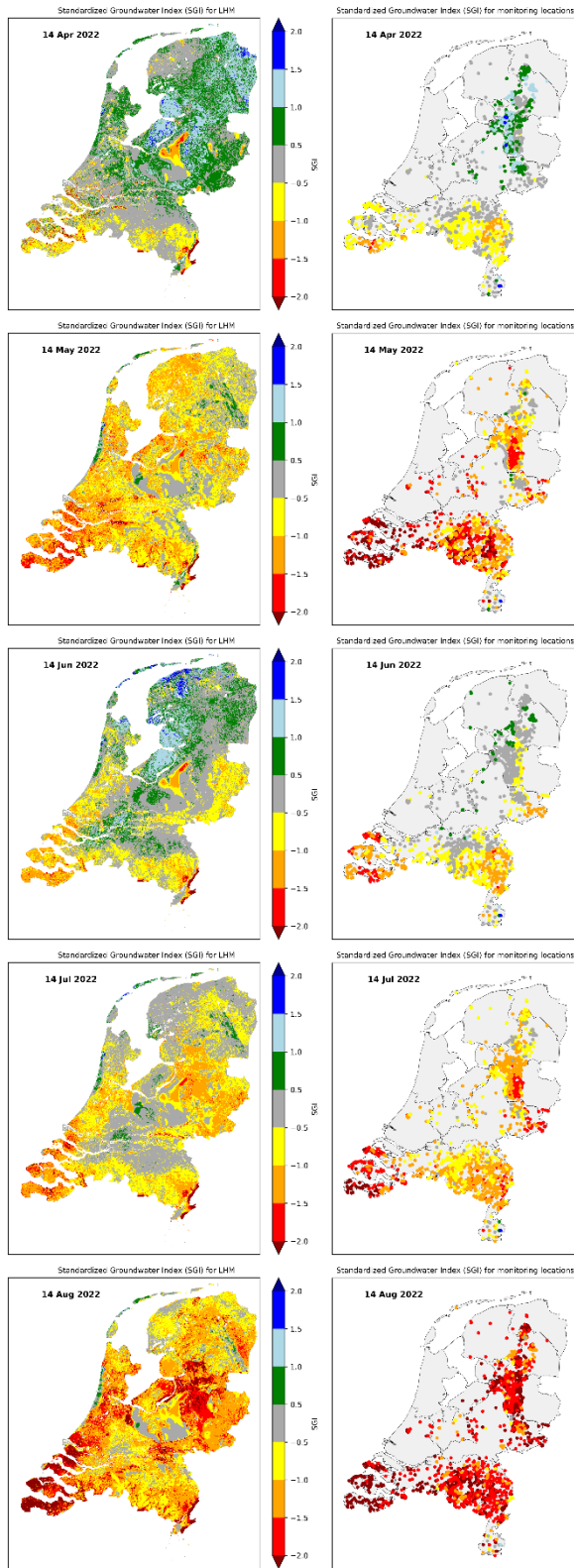


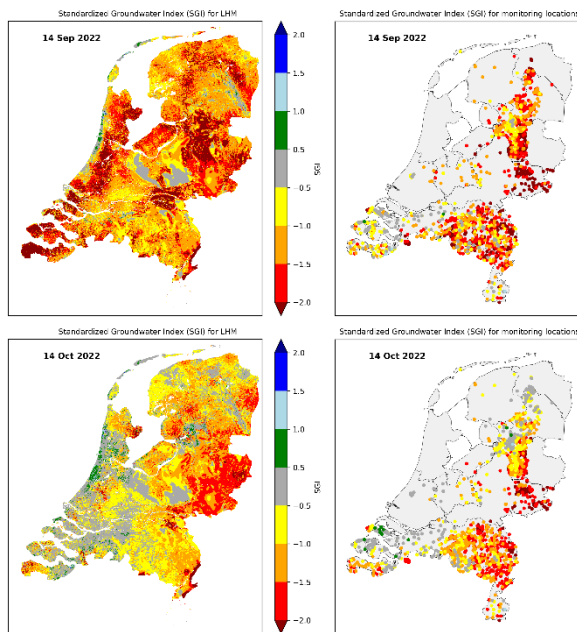




2022





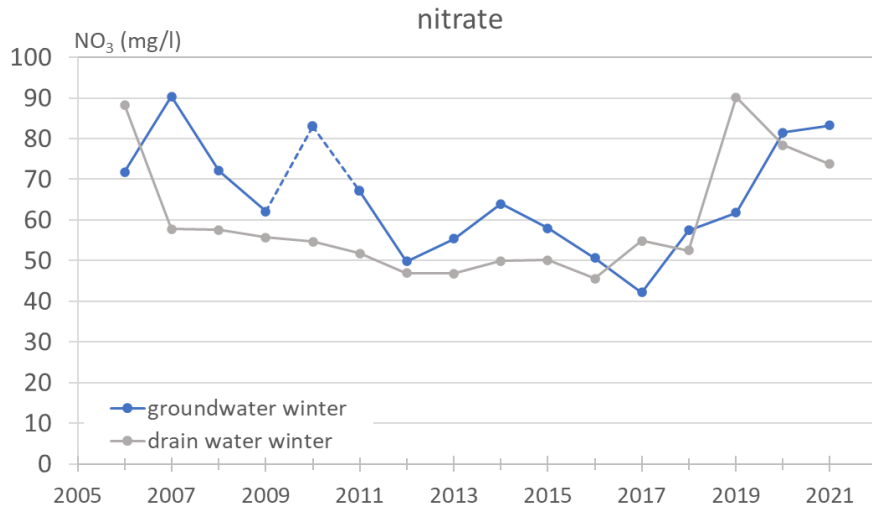


D Effecten waterkwaliteit (uitspoeling)

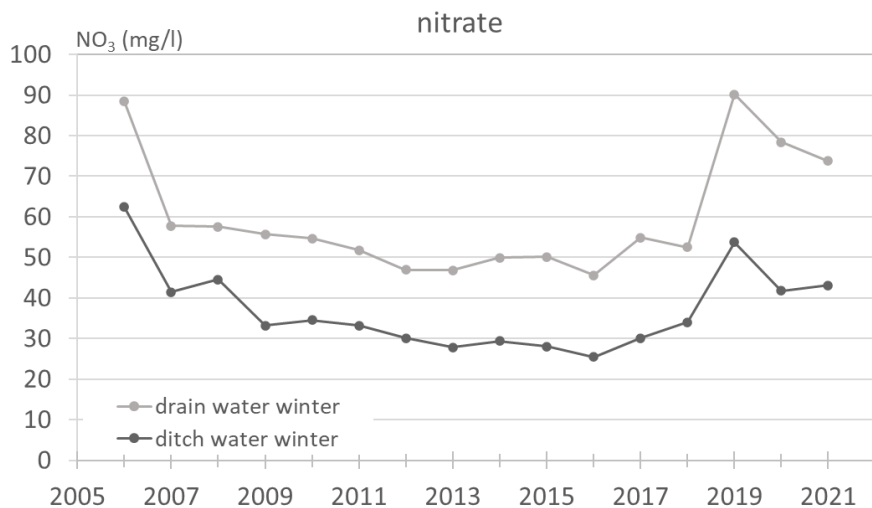
D.1 LMM

Het LMM is het Landelijk Meetnet Effecten Mestbeleid en wordt uitgevoerd door het RIVM. De figuren hieronder komen uit de presentatie van Lukacs & Fraters op het LUWQ-congres: Effects of Drought: extreme weather conditions provide insight in leaching process.

Allereerst een figuur die de toename laat zien in nitraatconcentraties vanaf 2018. De concentraties in drains reageren sneller dan de concentraties in het grondwater. Dit komt door het relatief jongere water dat de drains afvoeren.

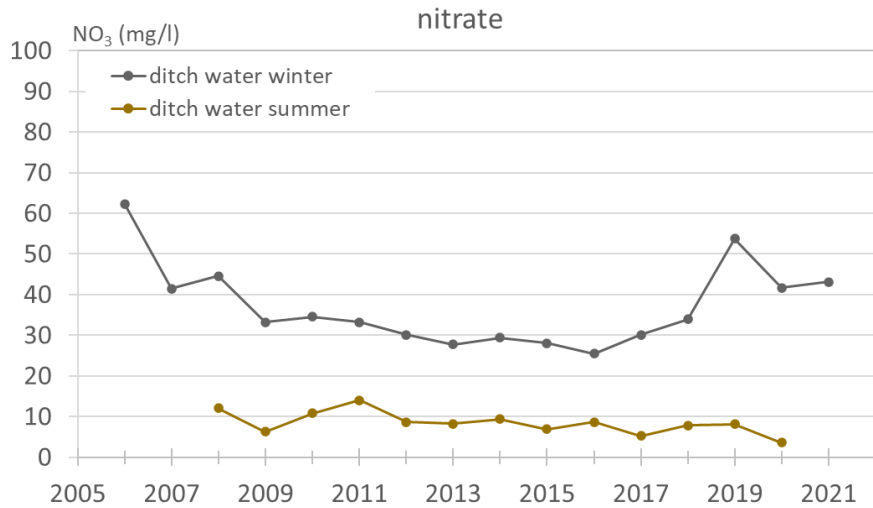


De volgende grafiek laat naast de nitraatconcentraties in de drains ook de nitraatconcentraties in de perceel sloten zien. Ook in de sloten stijgen de winterconcentraties aanzienlijk. De concentraties in de sloten zijn lager, doordat de sloten dieper liggen en gemiddeld ouder water afvoeren dan de drains.



De grafiek hieronder vergelijkt de slotwaterconcentraties in de zomer en de winter. De slotwaterconcentraties in de zomer zijn lager en reageren niet op de droogte, terwijl de

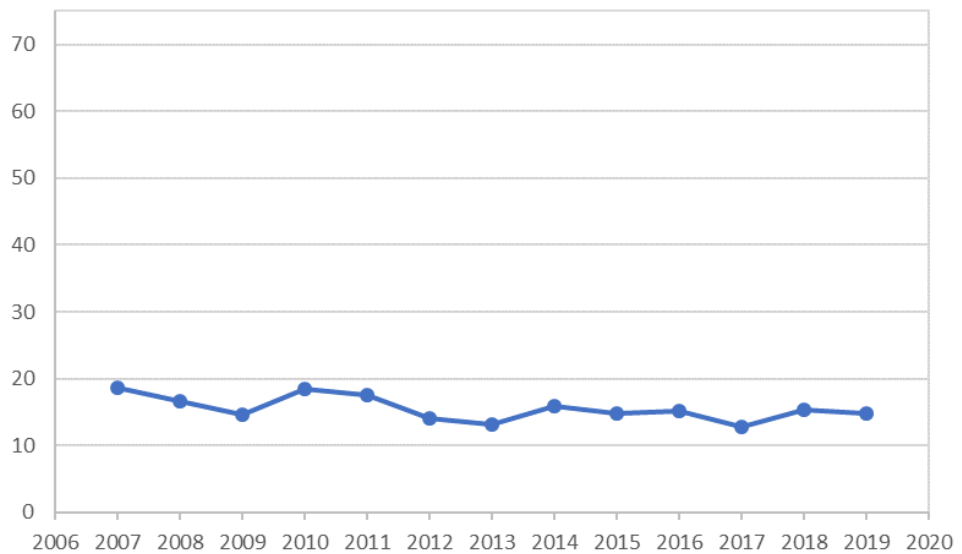
concentraties in de winter wel hoger worden door de droogte. Dit laat zien dat het effect van een droog groeiseizoen pas in de winter tot hogere nitraatconcentraties leidt.



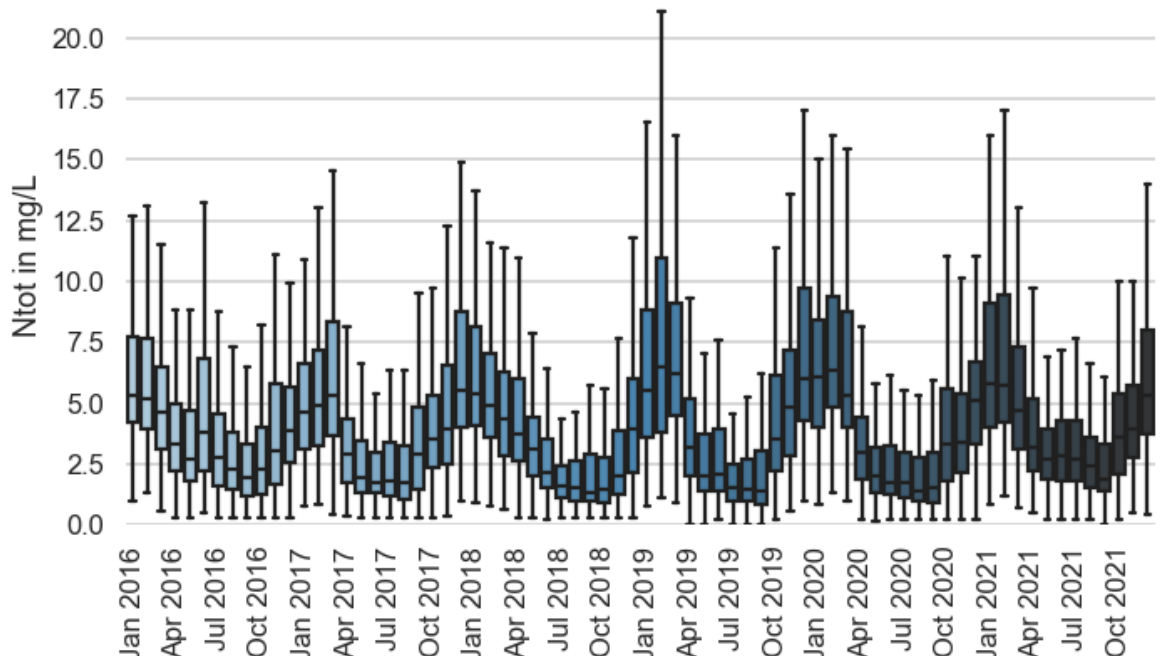
D.2 MNLISO

Het MNLISO is het Meetnet LandbouwSpecifiek Oppervlaktewater. Het is een verzameling van meetlocaties van de waterschappen die landbouw als enige belangrijke antropogene bron van nutriënten hebben.

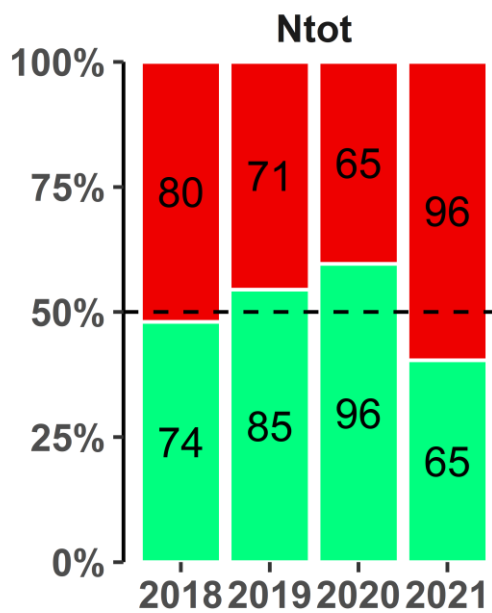
De grafiek hieronder laat de gemiddelde zomerconcentraties voor nitraat op de MNLISO locaties zien. Net als de slootwaterconcentraties in de zomer uit het LMM reageren deze zomerconcentraties in het MNLISO niet duidelijk op de droogte.



Het effect van droogte op de uitspoeling wordt wel zichtbaar in de concentraties per maand (figuur hieronder). Gedurende de droogste maanden in de zomers van 2017 tot en met 2020 zijn de N-totaal concentraties erg laag. De winterconcentraties zijn vooral na 2018 juist hoger dan normaal. In de eerstvolgende nattere zomer (2021) zijn de concentraties hoger dan normaal.



De gevolgen voor het behalen van de waterkwaliteitsdoelstellingen op de MNLISO locaties zijn weergegeven in de volgende figuur. De Nederlandse normtoetsing is gebaseerd op zomergemiddelde concentraties. Gedurende de droge jaren voldoen er meer locaties aan de norm. De hogere zomerconcentraties in het nattere 2021 zorgen voor normoverschrijding in 2/3 van de locaties (tegenover 1/3 in 2020).



D.3 Blauwalg

Gegevens over blauwalg in en de invloed op zwemwaterkwaliteit zijn niet makkelijk beschikbaar. Over het algemeen leiden droge en warme zomers tot een toename in het aantal locaties met blauwalgenoverlast en ook in de duur van de overlast. Dit komt door hogere temperaturen en meer straling, maar in veel wateren ook door minder doorstroming en een relatief groter aandeel aan RWZI-effluent.

Enkele mediaberichten over blauwalgenoverlast in de zomer van 2022:

- WS Rivierenland

<https://www.waterschaprivierenland.nl/hitte-en-droogte>

- WS Aa en Maas

<https://www.aenmaas.nl/actueel/nieuws/2022/augustus/steeds-locaties-blauwalg-warmte-droogte/>

- Den Helder

https://www.noordhollandsdagblad.nl/cnt/dmf20220815_59552928?utm_source=google&utm_medium=organic

- WS Brabantse Delta

<https://www.brabantsedelta.nl/zorgen-om-blauwalgen-in-polders>

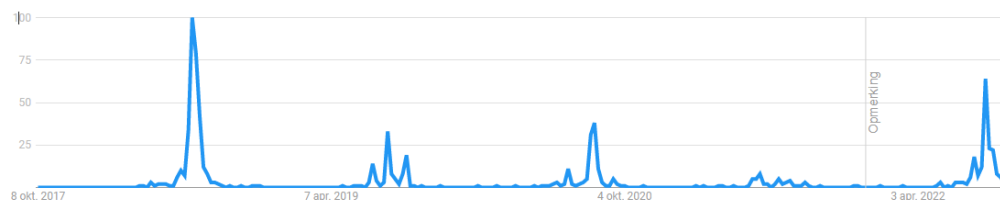
- WS Scheldestromen

<https://scheldestromen.nl/waterschap-waarschuwt-voor-blauwalg>

Ondanks het regelmatig verschijnen van nieuwsberichten over blauwalgenoverlast is het kwantificeren de extra problemen moeilijk doordat er geen gegevens over worden bijgehouden. Een google-trends plot geeft wel enig inzicht in het verschil tussen jaren; in 2018 en 2022 zijn duidelijke pieken te zien in google zoekacties naar blauwalg.

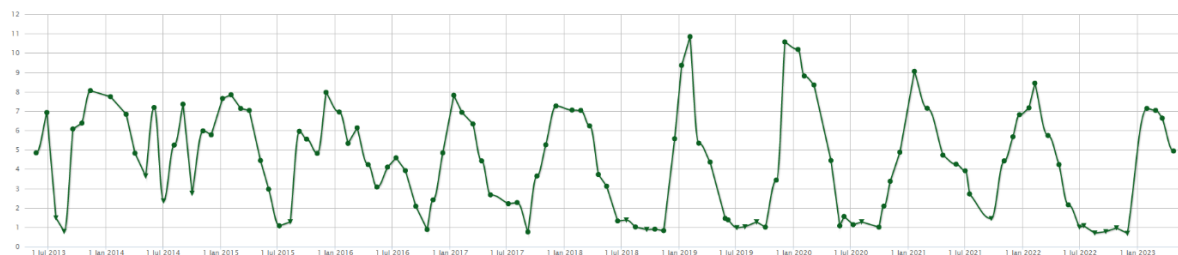
Blauwalg google trends:

<https://trends.google.nl/trends/explore?date=today%205-y&geo=NL&q=blauwalg>



D.4 Voorbeelden individuele meetlocaties

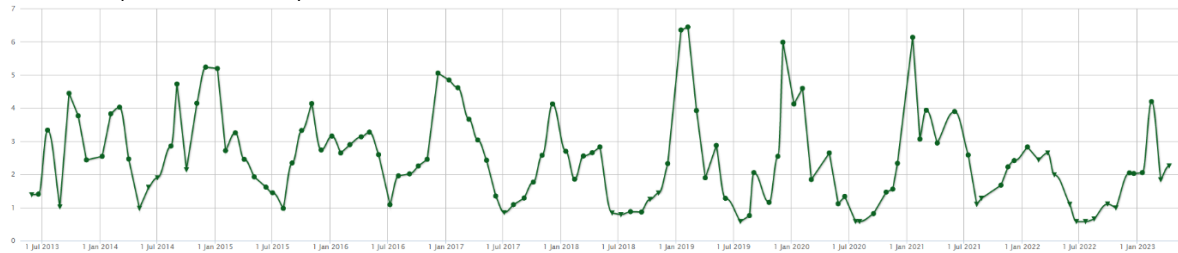
Meetgegevens voor stikstof (N-totaal) tot en met april 2023 voor enkele MNLISO-locaties in waterschap Rijn en IJssel. Vanaf de winter van 2018 zijn de winterconcentraties hoger. De zomerconcentraties in de droge zomers zijn juist erg laag. In de nattere zomer van 2021 zijn de stikstofconcentraties hoger dan in de droge zomers. In de daaropvolgende winter zijn de concentraties lager, vooral in de Ook in de zomer van 2022 zijn de Vierakkerselaak. In de zomer van 2022 zijn de concentraties erg laag. De verhoging van de winterconcentraties in 2022/23 is door de aanhoudende droogte lijkt op deze drie locaties lager dan in voorgaande winters na droge zomers.



Leerinkbeek (locatie LEB01)



Meibeek (locatie MEB01)



Vierakkerselaak (locatie VAL01)

E Overzicht van noodmaatregelen tijdens de 2022 droogte

E.1 Introductie

Tijdens de zomer van 2022 zijn er meerdere maatregelen genomen zowel op nationale schaal, op advies van de Landelijke Coördinatiecommissie Waterverdeling, en op regionale schaal, door onder andere waterschappen en drinkwaterbedrijven. Er was nog geen algemeen overzicht beschikbaar waaruit blijkt welke maatregelen wanneer en door wie zijn genomen om de effecten van de droogte 2022 te mitigeren. In de paragrafen hierna zijn de maatregelen in tabellen 1 t/m 22 verzameld, eerst de bovenregionale/nationale maatregelen, gevolgd door de maatregelen genomen per waterschap. Tabellen 23 t/m 32 presenteren de regionale maatregelen die zijn genomen door de drinkwaterbedrijven tijdens de droge zomer 2022.

Er zijn drie grote maatregelen uitgevoerd op nationale schaal in de droge zomer van 2022. De eerste is het in werking stellen van de Klimaatbestendige Water Aanvoervoorziening (KWA) op 18 juli. Dit zorgt er namelijk voor dat er aan de watervraag van West-Nederland binnen vier waterschappen kan worden voorzien. De tweede maatregel is het plaatsen van extra pompen om te voorzien in de watervraag van Oost-Nederland. De derde maatregel is het op een kier zetten van de stuw bij Hagestein, om zoutindringing op de Lek tegen te gaan.

Alle 10 drinkwaterbedrijven hebben opgeroepen om zuiniger, gespreider en/of bewuster met drinkwater om te gaan. Verder zijn er geen daadwerkelijke maatregelen genomen om bijvoorbeeld de watervraag te verminderen of de watervoorraad te vergroten, aangezien er de gehele zomer nog voldoende water geleverd kon worden.

Er zijn wel twee inlaatstops geweest in de zomer van 2022: een bij PWN en een bij WML. Dit werd bij beide drinkwaterbedrijven veroorzaakt door de lokale waterkwaliteit. Bij het inlaatpunt Andijk (PWN) was een te hoge chlorideconcentratie gemeten. Bij WML was een onbekende stof aangetroffen, waardoor preventief een inlaatstop werd doorgevoerd. Er is meer te lezen over deze inlaatstops in de memo 'Drinkwater, industrie en scheepvaart'.

Tabel 2 presenteert de regionale maatregelen die ingezet zijn door **Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden** tijdens de droge zomer 2022. Het in werking stellen van de KWA heeft een grote invloed gehad op het kunnen voldoen aan de watervraag voor dit waterschap. Verder zijn er voornamelijk extra pompen neergezet om voldoende water aan te kunnen voeren.

Tabel 3 presenteert de regionale maatregelen die ingezet zijn door **Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier** tijdens de droge zomer 2022. Dit zijn alleen maatregelen met betrekking tot dijkveiligheid en aanpassingen van het schutregime. Andere grootschalige maatregelen waren niet nodig.

Tabel 4 presenteert de regionale maatregelen die ingezet zijn door **Hoogheemraadschap van Delfland** tijdens de droge zomer 2022. Het in werking stellen van de KWA heeft een grote invloed gehad op het kunnen voldoen aan de watervraag voor dit waterschap. Verder zijn er nog maatregelen met betrekking tot dijkveiligheid genomen en aanpassingen gedaan in het gebruik van sluizen voor de scheepvaart.

Tabel 5 presenteert de regionale maatregelen die ingezet zijn door **Hoogheemraadschap van Rijnland** tijdens de droge zomer 2022. Het in werking stellen van de KWA heeft een grote invloed gehad op het kunnen voldoen aan de watervraag voor dit waterschap. Verder zijn er nog maatregelen met betrekking tot dijkveiligheid genomen en aanpassingen gedaan in het schutregime, wat invloed had op de scheepvaart.

Tabel 6 presenteert de regionale maatregelen die ingezet zijn door **Hoogheemraadschap van Schieland en de Krimpenerwaard** tijdens de droge zomer 2022. Het in werking stellen van de KWA heeft een grote invloed gehad op het kunnen voldoen aan de watervraag voor dit waterschap. Verder zijn er nog maatregelen met betrekking tot dijkveiligheid genomen en zijn de waterpeilen in het gebied aangepast.

Tabel 7 presenteert de regionale maatregelen die ingezet zijn door **Waterschap Aa en Maas** tijdens de droge zomer 2022. Er zijn binnen dit waterschap verschillende maatregelen genomen om de negatieve effecten van droogte te beperken. Zo zijn er onttrekkingsverboden ingesteld voor het beregenen met oppervlaktewater; zijn er (grondwater)pompen aangezet en peilen omhoog gezet om gebieden van water te voorzien; en is tijdelijk gezuiverd rioolwater ingelaten. Daarnaast zijn er ook maatregelen genomen die betrekking hebben op de dijkveiligheid, zoals het verbieden van grazende schapen, minder maaien, en het vernatten van dijken.

Tabel 8 presenteert de regionale maatregelen die ingezet zijn door **Waterschap Amstel, Gooi en Vecht** tijdens de droge zomer 2022. Er zijn verschillende maatregelen ingezet om de negatieve effecten van droogte te beperken. Zo zijn er waterkwaliteitsschermen en damwanden geplaatst; zijn er noodpompen neergezet en sluisen verminderd geopend; en zijn er maatregelen genomen met betrekking tot de dijkveiligheid.

Tabel 9 presenteert de regionale maatregelen die ingezet zijn door **Waterschap Brabantse Delta** tijdens de droge zomer 2022. Er zijn voornamelijk onttrekkingsverboden voor zowel grondwater als oppervlaktewater ingesteld. Verder is alleen nog de Marksluis opengezet voor doorspoeling.

Tabel 10 presenteert de regionale maatregelen die ingezet zijn door **Waterschap De Dommel** tijdens de droge zomer 2022. Er zijn voornamelijk onttrekkingsverboden voor zowel grondwater als oppervlaktewater ingesteld. Verder is er nog een vaarverbod ingesteld, en is grondwater overgepompt om een laag overlevingswater voor kwetsbare beeklopen te creëren.

Tabel 11 presenteert de regionale maatregelen die ingezet zijn door **Waterschap Drents Overijsselse Delta** tijdens de droge zomer 2022. Een belangrijke maatregel is het invoeren van een oppervlaktewater onttrekkingsverbod. Verder zijn er nog extra pompen geplaatst om Oost-Nederland van voldoende water te voorzien en is de dijkinspectie vervroegd om de dijkveiligheid te garanderen.

Tabel 12 presenteert de regionale maatregelen die ingezet zijn door **Waterschap Hollandse Delta** tijdens de droge zomer 2022. Een belangrijke maatregel is het invoeren van een oppervlaktewater onttrekkingsverbod. Verder zijn er nog noodpompen geplaatst om Oost-Nederland van voldoende water te voorzien en zijn er maatregelen uitgevoerd met betrekking tot dijkveiligheid.

Tabel 13 presenteert de regionale maatregelen die ingezet zijn door **Waterschap Hunze en Aa's** tijdens de droge zomer 2022. In dit waterschap hoefde maar weinig maatregelen genomen te worden. Zo zijn er alleen twee noodpompen geplaatst en zijn kades en dijken extra gecontroleerd.

Tabel 14 presenteert de regionale maatregelen die ingezet zijn door **Waterschap Limburg** tijdens de droge zomer 2022. Een belangrijke maatregel is het invoeren van een oppervlaktewater onttrekkingsverbod. Verder is alleen extra kanaalwater naar De Peel gepompt.

Tabel 15 presenteert de regionale maatregelen die ingezet zijn door **Waterschap Noorderzijlvest** tijdens de droge zomer 2022. Voor dit waterschap hoefde er geen daadwerkelijke maatregelen ingezet te worden en zijn er alleen waarschuwingen gedaan voor slechte waterkwaliteit.

Tabel 16 presenteert de regionale maatregelen die ingezet zijn door **Waterschap Rijn en IJssel** tijdens de droge zomer 2022. Er zijn voornamelijk onttrekkingsverboden voor zowel grondwater als oppervlaktewater ingesteld. Verder zijn er tijdelijke extra pompen geplaatst, zijn er inlaten dichtgezet en werd er minder geschut.

Tabel 17 presenteert de regionale maatregelen die ingezet zijn door **Waterschap Rivierenland** tijdens de droge zomer 2022. Een belangrijke maatregel is het invoeren van een oppervlaktewater onttrekkings- en beregeningsverbod. Verder is er beperkt geschut, zijn er noodpompen en gemalen ingezet om de capaciteit te vergroten en waterpeilen te handhaven.

Tabel 18 presenteert de regionale maatregelen die ingezet zijn door **Waterschap Scheldestromen** tijdens de droge zomer 2022. Een belangrijke maatregel is het invoeren van

een oppervlaktewater onttrekkingsverbod. Verder is alleen gezuiverd rioolwater tijdelijk ingezet om inklinking van veenlagen in de bodem te beperken.

Tabel 19 presenteert de regionale maatregelen die ingezet zijn door **Waterschap Vallei en Veluwe** tijdens de droge zomer 2022. Een belangrijke maatregel is het invoeren van een oppervlaktewater onttrekkings- en beregeningsverbod en het invoeren van een grondwateronttrekkingsverbod. Verder zijn er noodpompen ingezet om schade aan natuur te voorkomen.

Tabel 20 presenteert de regionale maatregelen die ingezet zijn door **Waterschap Vechtstromen** tijdens de droge zomer 2022. Hier zijn twee grotere maatregelen uitgevoerd, namelijk het instellen van een onttrekkingsverbod voor water uit openbare vijvers in het stedelijk gebied, en een onttrekkingsverbod voor grondwater.

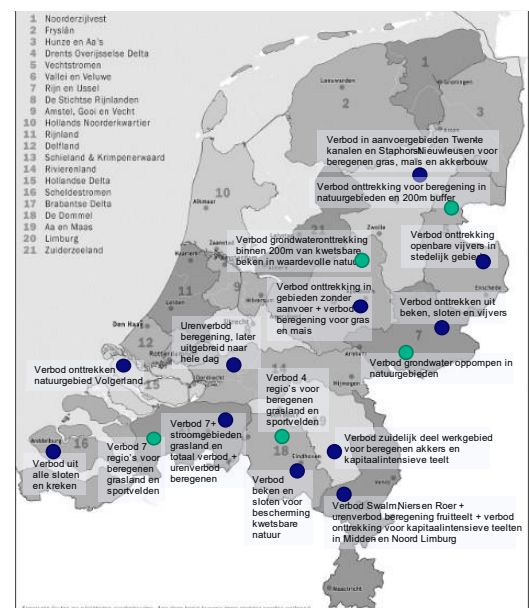
Tabel 21 presenteert de regionale maatregelen die ingezet zijn door **Waterschap Zuiderzeeland** tijdens de droge zomer 2022. Dit waterschap heeft alleen begin juli maatregelen uit moeten voeren, waarbij water vanuit het Markermeer richting het Veluwemeer werd gepompt en het waterpeil plaatselijk werd opgehoogd.

Tabel 22 presenteert de regionale maatregelen die ingezet zijn door **Wetterskip Fryslân** tijdens de droge zomer 2022. Hier zijn meerdere kleinere maatregelen uitgevoerd. Zo is het peil in de Friese boezem tijdelijk verhoogd; is er water ingelaten vanuit het IJsselmeer; is er beperkt geschut; zijn er extra pompen ingezet; en zijn er maatregelen getroffen met betrekking tot dijkveiligheid.

Maatregelen m.b.t. verboden

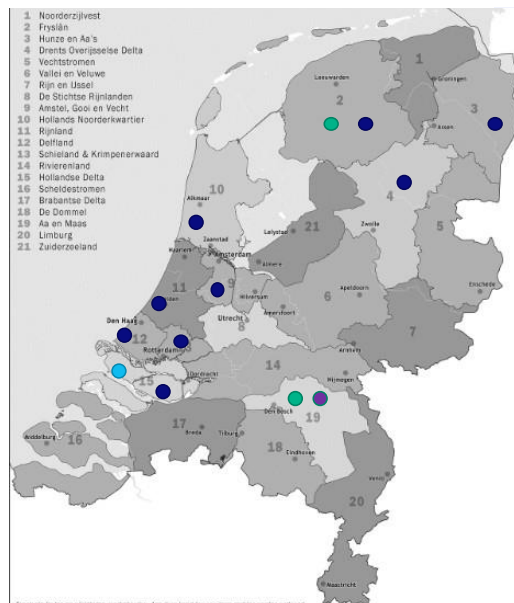
- Onttrekkingsverbod oppervlaktewater
- Onttrekkingsverbod grondwater

Deltares



Maatregelen m.b.t. dijken

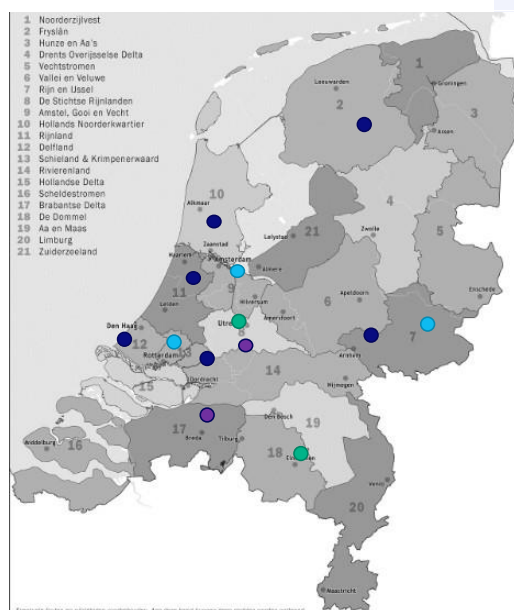
- Dijkinspecties vanwege aanhoudende droogte
- Verbod grazende schapen op dijken
- Scheuren dijk opgevuld
- Beregenen van dijken



Deltares

Maatregelen m.b.t. varen

- Beperkt en/of aangepast schutten
- Vaarverbod
- Inlaat dicht
- Stuw of sluis opengezet



Deltares

E.2 Bovenregionale maatregelen

Tabel 1: Bovenregionale maatregelen ingezet tijdens droge zomer 2022

Datum van start maatregel	Door wie?	Maatregel	Toelichting	Bron
05/07/22	Rijkswaterstaat	Ophogen meerpeil IJsselmeer en Markermeer 5-15 cm onder NAP.	In mei zijn de meerpeilen voor de eerste keer opgezet. Nu voor de tweede keer, resulterend in extra watervoorraad Noord-Nederland.	https://www.wdodelta.nl/extra-pompen-in-ijssel-voor-voldoende-water-in-twentekanaal/ ; https://www.wrij.nl/thema/actueel/nieuws/@10287/extra-pompen-ijssel-voldoende-water/
13/07/22	Minister Harbers	Opgeschaald naar niveau 1.	Niveau 1 houdt in dat er een dreigend watertekort is.	Officieel watertekort: vanaf nu verdeelt een landelijk crisisteam het schaarse water (nos.nl)
13/07/22	Rijkswaterstaat en hoogheemraadschappen Delftland(1), Rijnland(2), Schieland en de Krimpenerwaard(3), De Stichtse Rijnlanden(4)	Besluit genomen in werking stellen van KWA op 18/07/22.	Door in werking stellen van KWA kan toch in de watervraag van West-Nederland worden voorzien. KWA houdt in dat water vanuit het Amsterdam-Rijnkanaal en de Lek naar Bodegraven en naar de Waaierssluis wordt aangevoerd.	https://www.schielandendekrimpenerwaard.nl/actueel/nieuws/stuw-bij-hagestein-stukje-open-tegen-verzilt-lek-en-hollandsche-ijssel/ ; https://www.rijksoverheid.nl/actueel/nieuws/2022/08/24/droogtemaatregelen-blijven-van-kracht-tijdelijke-verlichting-door-stijging-rijn
18/07/22	Rijkswaterstaat en hoogheemraadschappen Delftland(1), Rijnland(2), Schieland en de Krimpenerwaard(3), De Stichtse Rijnlanden(4)	In werking stellen KWA + vaarverbod Leidsche Rijn + beperkt schutten sluis Bodegraven.	Voor de KWA wordt de normale stroomrichting Leidsche Rijn omgedraaid en bij de kruising met het Amsterdam-Rijnkanaal tot aan de Haanwijkersluis gestremd. In dit gedeelte geldt vanaf 18/07 een vaarverbod. Gemaal De Aanvoerder pompt vanaf dan water naar West-Nederland. De sluis in Bodegraven schut beperkt met 7m ³ /s.	https://www.rijksoverheid.nl/actueel/nieuws/2022/08/24/droogtemaatregelen-blijven-van-kracht-tijdelijke-verlichting-door-stijging-rijn
28/07/22	Rijkswaterstaat, en waterschappen 1)Drents Overijsselse Delta, 2)Vechtstromen en 3)Rijn en IJssel	Plaatsen van extra pompen bij gemaal Eefde, net iets boven Zutphen.	Met deze extra pompcapaciteit kan op korte termijn voldoende water in het Twentekanaal gepompt worden en vanuit daar worden verdeeld over de gebieden van de drie waterschappen.	https://www.h2owaternetwerk.nl/h2o-actueel/neerslagtekort-gedaald-maar-meeste-droogtemaatregelen-nog-nodig ; https://www.zuiderzeeland.nl/water-naar-veluwemeer-pompen-niet-meer-nodig
03/08/22	Minister Harbers	Opgeschaald naar niveau 2.	Niveau 2 houdt in dat er een feitelijk watertekort is. Vanaf dit moment zal het landelijk Managementteam Watertekorten (MTW) bepalen hoe het schaarse water in Nederland wordt verdeeld.	https://www.rijnland.net/loket/droogte-zomermonitor/

16/08/22	Managementteam Watertekorten; Hoogheemraadschap Schieland en de Krimpenerwaard	Stuw bij Hagestein gedeeltelijk opengezet.	Door de opening stroomt net genoeg water om vanuit de Lek richting Rotterdam met een zoetwaterbuffer te zorgen voor druk tegen het zoute water dat via de Hollandsche IJssel bij Krimpen aan den IJssel en de Lek steeds verder de rivieren optrekt.	https://storymaps.arcgis.com/stories/ca492fdc8c7a4bb29abe912a728073f8
24/08/22	Managementteam Watertekorten (MTW)	Extra water doorlaten bij stuw Driel op de Nederrijn + sluiten van stuw Hagestein.	Extra water bij Driel doorgelaten om zo verhoging van het Nederrijn waterpeil te realiseren. Stuw Hagestein wordt weer dicht gezet, doordat het waterpeil van de Rijn steeg, wat zorgde voor tegendruk.	https://www.rijnland.net/loket/droogte-zomermonitor/ ; https://www.hdsr.nl/actueel/nieuws/@153465/zoetwatertoevoer-via-kwa-afgebouwd/
07/09/22	Waterschap Zuiderzeeland	Gestopt met het pompen van extra water naar het Veluwemeer.	De reden is dat het waterpeil weer normaal is in het Veluwemeer.	https://www.wdodelta.nl/extra-pompen-in-ijssel-voor-voldoende-water-in-twentekanaal/ ; https://www.wrij.nl/thema/actueel/nieuws/@10287/extra-pompen-ijssel-voldoende-water/
16/09/22	Rijkswaterstaat en hoogheemraadschappen Delftland(1), Rijnland(2), Schieland en de Krimpenerwaard(3), De Stichtse Rijnlanden(4)	KWA stapsgewijs en gecontroleerd afbouwen.	Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden zette op 16/09 Gemaal De Aanvoerder uit, de beperking van het schutregime bij de Grote Sluis in Spaarndam werd opgeheven en de Kolksluis werd niet langer gestremd.	Officieel watertekort: vanaf nu verdeelt een landelijk crisisteam het schaarse water (nos.nl)
20/09/22	Minister Harbers	Ontbinding crisisteam.	Minister Harbers heeft het ruim zeven weken geleden ingestelde crisisteam ontbonden.	https://www.schielandendekrimpenerwaard.nl/actueel/nieuws/stuw-bij-hagestein-stukje-open-tegen-verzilt-lek-en-hollandsche-ijssel/ ; https://www.rijksoverheid.nl/actueel/nieuws/2022/08/24/droogtemaatregelen-blijven-van-kracht-tijdelijke-verlichting-door-stijging-rijn
22/09/22	Rijkswaterstaat en hoogheemraadschappen Delftland(1), Rijnland(2), Schieland en de Krimpenerwaard(3), De Stichtse Rijnlanden(4)	Vaarverbod Leidsche Rijn + schutbeperking bij Bodegraven opgeheven.	Deze maatregel is verbonden aan het afbouwen van de KWA.	https://www.rijksoverheid.nl/actueel/nieuws/2022/08/24/droogtemaatregelen-blijven-van-kracht-tijdelijke-verlichting-door-stijging-rijn

E.3 Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden

Tabel 2: Regionale maatregelen ingezet door Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden tijdens droge zomer 2022

Ingezet op?	Maatregel	Verdere toelichting	Bron
13/07/2022	Besluit genomen in werking stellen van KWA op 18/07/22.	Door in werking stellen van KWA kan toch in de watervraag van West-Nederland worden voorzien. KWA houdt in dat water vanuit het Amsterdam-Rijnkanaal en de Lek naar Bodegraven en naar de Waaierssluis wordt aangevoerd.	https://www.rijnland.net/actueel/nieuwsoverzicht/persbericht-alternatieve-zoetwatertoevoer-voor-west-nederland/ ; https://www.hhdelfland.nl/actueel/nieuws/2022/juli/delfland-voert-extra-zoetwater-vanwege/
18/07/22	In werking stellen KWA + vaarverbod Leidsche Rijn + beperkt schutten sluis Bodegraven.	Voor in werking stellen KWA wordt de normale stroomrichting Leidsche Rijn omgedraaid en bij de kruising met het Amsterdam-Rijnkanaal tot aan de Haanwijkersluis gestremd. In dit gedeelte geldt vanaf 18/07 om 12.00 uur een vaarverbod. Gemaal De Aanvoerder pompt vanaf dat moment water naar West-Nederland. De sluis in Bodegraven schut beperkt met 7m3/s.	https://www.h2owaternetwerk.nl/h2o-actueel/steeds-meer-droogtemaatregelen-nu-ook-in-limburg-onttrekkingsverbod/ ; https://www.rijnland.net/actueel/nieuwsoverzicht/persbericht-alternatieve-zoetwatertoevoer-voor-west-nederland/ ; https://www.hdsr.nl/actueel/nieuws/@150285/vaarverbod-leidsche-rijn-beperkt/ ; https://www.hdsr.nl/actueel/nieuws/@150359/aanvoer-zoetwater-west-nederland/ ; https://www.schielandendekrimpenerwaard.nl/actueel/nieuws/vanaf-maandag-aanvoer-zoetwater-vanuit-lek-en-amsterdam-rijnkanaal/
20/07/22	Inzet van noodpompen.	Met de standaard inlaten kan niet genoeg water worden aangevoerd. Noodpompen worden gebruikt om op verschillende locaties extra water in te laten.	https://www.hdsr.nl/actueel/nieuws/@150515/ga-verstandig-water/
20/07/22	Oproep om verstandig om te gaan met water.	(Fruit)telers opgeroepen om niet meer water te verbruiken dan nodig en om alleen op gezette tijden te beregenen. En iedereen wordt opgeroepen verstandig om te gaan met water.	Ga verstandig om met water - HDSR
16/09/22	KWA stapsgewijs en gecontroleerd afbouwen.	Gemaal De Aanvoerder werd uitgezet, de beperking van het schutregime bij de Grote Sluis in Spaarndam werd opgeheven en de Kolksluis werd niet langer gestremd.	https://www.rijnland.net/loket/droogte-zomermonitor/
21/09/22	Tijdelijke pompinstallaties afgebroken.		Zoetwatertoevoer via KWA wordt afgebouwd - HDSR
22/09/22	Vaarverbod Leidsche Rijn opgeheven + vervallen van schutbeperking bij Bodegraven.	Deze maatregel is verbonden aan afbouwen KWA.	https://www.rijnland.net/loket/droogte-zomermonitor/ ; https://www.hdsr.nl/actueel/nieuws/@153465/zoetwatertoevoer-via-kwa-afgebouwd/

E.4 Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier

Tabel 3: Regionale maatregelen ingezet door Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier tijdens droge zomer 2022

Ingezet op?	Maatregel	Verdere toelichting	Bron
27/07/22	Aangepast schutregime ingesteld bij de Koopvaardersluis.	Onduidelijk wat het aangepast schutregime precies is.	https://cuatro.sim-cdn.nl/hhnk/uploads/droogtebericht_hhnk.pdf
01/08/22	Extra dijkinspecties voor 59km aan droogtegevoelige dijken in met name de Zaanstreek en Waterland.	Er wordt gelet op scheuren, natte plekken, veranderende begroeiing, vervorming en droogval in dijksloten.	https://zaanstad.nieuws.nl/actueel/101451/waterschap-voert-aantal-dijkinspecties-op-vanwege-droogte/ ; https://www.hhnk.nl/droogte-voorbij-we-schalen-af-naar-beheerfase
09/08/22	Bij de Hanepadsluis, de Nieuwendammersluis, de Overtoomsluis, en de Schermersluis mag alleen nog economisch geschut worden.	Dit is om verzilting van het Noordzeekanaal te beperken.	https://cuatro.sim-cdn.nl/hhnk/uploads/droogtebericht_hhnk_17_augustus_2022.pdf ; https://www.hhnk.nl/minder-schutten-door-verzilting-noordzeekanaal
22/08/22	Extra dijkinspecties voor 450 km aan dijk inclusief een tweede inspectieronde over de droogtegevoelige dijken.	Waar nodig werden lekkages of droogtescheuren gerepareerd (niet vermeld waar precies).	Droogte voorbij, we schalen af naar beheerfase Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier (hhnk.nl)

E.5 Hoogheemraadschap van Delfland

Tabel 4: Regionale maatregelen ingezet door Hoogheemraadschap van Delfland tijdens droge zomer 2022

Ingezet op?	Maatregel	Verdere toelichting	Bron
17/05/22	Dijkinspecties van drooggevoelige dijken gestart.	Indien nodig worden scheuren gerepareerd.	https://www.hhdelfland.nl/actueel/nieuws/2022/mei/dijkinspecties-droogte-gestart/
13/07/22	Besluit genomen in werking stellen van KWA op 18/07/22.	Door in werking stellen van KWA kan toch in de watervraag van West-Nederland worden voorzien. KWA houdt in dat water vanuit het Amsterdam-Rijnkanaal en de Lek naar Bodegraven en naar de Waaierssluis wordt aangevoerd.	https://www.rijnland.net/actueel/nieuwsoverzicht/persbericht-alternatieve-zoetwatertoevoer-voor-west-nederland/ ; https://www.hhdelfland.nl/actueel/nieuws/2022/juli/delfland-voert-extra-zoetwater-vanwege/
18/07/22	In werking stellen KWA + vaarverbod Leidsche Rijn + beperkt schutten sluis Bodegraven.	Voor in werking stellen KWA wordt de normale stroomrichting Leidsche Rijn omgedraaid en bij de kruising met het Amsterdam-Rijnkanaal tot aan de Haanwijkersluis gestremd. In dit gedeelte geldt vanaf 18/07 om 12.00 uur een vaarverbod. Gemaal De Aanvoerder pompt vanaf dat moment water naar West-Nederland. De sluis in Bodegraven schut beperkt met 7m ³ /s.	https://www.h2owaternetwerk.nl/h2o-actueel/steeds-meer-droogtemaatregelen-nu-ook-in-limburg-onttrekingsverbod ; https://www.rijnland.net/actueel/nieuwsoverzicht/persbericht-alternatieve-zoetwatertoevoer-voor-west-nederland/ ; https://www.hdsr.nl/actueel/nieuws/@150285/vaarverbod-leidsche-rijn-beperkt/ ; https://www.hdsr.nl/actueel/nieuws/@150359/aanvoer-zoetwater-west-nederland/ ; https://www.schielandendekrimpenerwaard.nl/actueel/nieuws/vanaf-maandag-aanvoer-zoetwater-vanuit-lek-en-amsterdam-rijnkanaal/
21/07/22	Vermindering gebruik van de kleine Parksluis in Rotterdam, de buitensluis in Schiedam en de Vlaardinger Driesluizen in Vlaardingen.	Er wordt voor de recreatievaart eens in de 2 uur gesloten gedurende de openingstijden.	https://www.hhdelfland.nl/actueel/nieuws/2022/juli/droogte-vanaf-donderdagochtend-00-00-uur/
25/07/22	Extra dijkinspecties vanwege aanhoudende droogte.	De meest droogtegevoelige dijken worden eerst gecontroleerd: ongeveer 20 kilometer aan dijken in Midden-Delfland, Lansingerland en Pijnacker-Nootdorp.	https://wos.nl/nieuws/artikel/extra-dijkinspecties-vanwege-droogte-1
26/07/22	De Buitensluis in Schiedam en de Vlaardingen Driesluizen in Vlaardingen zijn volledig gestremd voor de recreatievaart. Bij de Parksluizen in Rotterdam is er een beperkt schutregime voor zowel de beroepsvaart als de recreatievaart.	De reden is dat er meer vraag is naar zoetwater dan er maximaal aangevoerd kan worden. Ook is er onvoldoende zoetwater om verzilting tegen te gaan.	https://www.hhdelfland.nl/actueel/nieuws/2022/juli/code-oranje-extra-schutbeperkingen/

04/08/22	Veendijken worden nog steeds goed en regelmatig geïnspecteerd.		https://www.hhdelfland.nl/actueel/nieuws/2022/augustus/landelijk-watertekort-update-delfland/
16/09/22	KWA stapsgewijs en gecontroleerd afbouwen.	Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden zette op 16/09 Gemaal De Aanvoerder uit, de beperking van het schutregime bij de Grote Sluis in Spaarndam werd opgeheven en de Kolksluis werd niet langer gestremd.	https://www.rijnland.net/loket/droogte-zomermonitor/
20/09/22	Schutbepalingen beroepsvaart bij de grote Parksluis in Rotterdam beëindigd. Schutbepalingen voor de Kleine Parksluis, de Buitensluis, en de Vlaardingen Druisluisen zijn versoepeld.	Versoepeld naar eens per 2 uur een schutting heen en terug gedurende openingstijden.	https://www.hhdelfland.nl/actueel/nieuws/2022/september/droogte-schutbepalingen-scheepvaart/
22/09/22	Vaarverbod Leidsche Rijn opgeheven + vervallen van schutbepaling bij Bodegraven.	Deze maatregel is verbonden aan afbouwen KWA.	https://www.rijnland.net/loket/droogte-zomermonitor/ ; https://www.hdsr.nl/actueel/nieuws/@153465/zoetwatertoevoer-via-kwa-afgebouwd/
28/09/22	Schutbepalingen recreatievaart bij kleine Parksluis, de Buitensluis, en de Vaardingen Druisluisen zijn opgeheven.	Deze versoepeling kan plaatsvinden, doordat de Rijnafvoer is toegenomen en de watervraag afneemt.	https://www.hhdelfland.nl/actueel/nieuws/2022/september/droogte-schutbepalingen-scheepvaart/

E.6 Hoogheemraadschap van Rijnland

Tabel 5: Regionale maatregelen ingezet door Hoogheemraadschap van Rijnland tijdens droge zomer 2022

Ingezet op?	Maatregel	Verdere toelichting	Bron
28/06/22	Oproep om blauwalg te vermijden in de Langeraar Plassen.		Blauwalgen in de Langeraar Plassen (rijnland.net)
13/07/22	Besluit genomen in werking stellen van KWA op 18/07/22.	Door in werking stellen van KWA kan toch in de watervraag van West-Nederland worden voorzien. KWA houdt in dat water vanuit het Amsterdam-Rijnkanaal en de Lek naar Bodegraven en naar de Waaierssluis wordt aangevoerd.	https://www.rijnland.net/actueel/nieuwsoverzicht/persbericht-alternatieve-zoetwatertoevoer-voor-west-nederland/ ; https://www.hhdelfland.nl/actueel/nieuws/2022/juli/delfland-voert-extra-zoetwater-vanwege/
14/07/22	Het schutbedrijf bij Spaarndam is aangepast. Voor de beroepsvaart wordt geschut op aanbod. Voor de recreatievaart wordt maximaal 3x daags geschut + de kolksluis Spaarndam is gestremd.	Deze maatregelen hebben als doel de zoutindringing van het Noordzeekanaal/Zijkanaal C naar de boezem van Rijnland te beperken.	https://www.rijnland.net/documents/1144/zomermonitor_Rijnland_2022_-_nr._03_-_dd_11-07-2022.pdf
18/07/22	In werking stellen KWA + vaarverbod Leidsche Rijn + beperkt schutten sluis Bodegraven.	Voor in werking stellen KWA wordt de normale stroomrichting Leidsche Rijn omgedraaid en bij de kruising met het Amsterdam-Rijnkanaal tot aan de Haanwijkersluis gestremd. In dit gedeelte geldt vanaf 18/07 om 12.00 uur een vaarverbod. Gemaal De Aanvoerder pompt vanaf dat moment water naar West-Nederland. De sluis in Bodegraven schut beperkt met 7m ³ /s.	https://www.h2owaternetwerk.nl/h2o-actueel/steeds-meer-droogtemaatregelen-nu-ook-in-limburg-onttrekkingsverbod/ ; https://www.rijnland.net/actueel/nieuwsoverzicht/persbericht-alternatieve-zoetwatertoevoer-voor-west-nederland/ ; https://www.hdsr.nl/actueel/nieuws/@150285/vaarverbod-leidsche-rijn-beperkt/ ; https://www.hdsr.nl/actueel/nieuws/@150359/aanvoer-zoetwater-west-nederland/ ; https://www.schielandendekrimpenerwaard.nl/actueel/nieuws/vanaf-maandag-aanvoer-zoetwater-vanuit-lek-en-amsterdam-rijnkanaal/
21/07/22	Oproep om blauwalg te melden en plekken met blauwalg te vermijden.		https://www.rijnland.net/actueel/nieuwsoverzicht/zomerweer-zorgt-voor-blauwalgen/
28/07/22	Dijkinspecties geïntensiveerd nadat er een dijkgat ontstond in de Tempelpolder bij Reeuwijk.	Onzeker of dit gat geheel door de droogte kwam.	https://www.nieuweoogst.nl/nieuws/2021/07/28/hoogheemraadschap-van-rijnland-intensiveert-dijkinspecties

16/08/22	Oproep om scheuren in keringen te melden.		https://www.rijnland.net/actueel/nieuwsoverzicht/persbericht-na-regen-komt-droogte/
16/09/22	KWA stapsgewijs en gecontroleerd afbouwen.	Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden zette op 16/09 Gemaal De Aanvoerder uit, de beperking van het schutregime bij de Grote Sluis in Spaarndam werd opgeheven en de Kolksluis werd niet langer gestremd.	https://www.rijnland.net/loket/droogte-zomermonitor/
22/09/22	Vaarverbod Leidsche Rijn opgeheven + vervallen van schutbeperking bij Bodegraven.	Deze maatregel is verbonden aan afbouwen KWA.	https://www.rijnland.net/loket/droogte-zomermonitor/ ; https://www.hdsr.nl/actueel/nieuws/@153465/zoetwatertoevoer-via-kwa-afgebouwd/
25/09/22	Niet langer stremmen van de Rietveldsluis (Alphen aan de Rijn) 's avonds en 's nachts.		https://www.rijnland.net/loket/droogte-zomermonitor/

E.7 Hoogheemraadschap van Schieland en de Krimpenerwaard

Tabel 6: Regionale maatregelen ingezet door Hoogheemraadschap van Schieland en de Krimpenerwaard tijdens droge zomer 2022

Ingezet op?	Maatregel	Verdere toelichting	Bron
13/07/22	Besluit genomen in werking stellen van KWA op 18/07/22.	Door in werking stellen van KWA kan toch in de watervraag van West-Nederland worden voorzien. KWA houdt in dat water vanuit het Amsterdam-Rijnkanaal en de Lek naar Bodegraven en naar de Waaierssluis wordt aangevoerd.	https://www.rijnland.net/actueel/nieuwsoverzicht/persbericht-alternatieve-zoetwatertoevoer-voor-west-nederland/ ; https://www.hhdelfland.nl/actueel/nieuws/2022/juli/delfland-voert-extra-zoetwater-vanwege/
13/07/22	Gemaal Schilthuis is dichtgezet + rivierwater vanuit de Hollandsche IJssel wordt via de Ringvaart naar de Rotte geleid.	Vanwege het hoge zoutgehalte kan op dit moment beperkt water worden ingelaten vanuit de Nieuwe Maas. Gewoonlijk gebruikt het hoogheemraadschap hiervoor Gemaal Schilthuis bij het Oostplein in Rotterdam, maar dit gemaal is dichtgezet. Voor de aanvoer van zoetwater gebruikt het hoogheemraadschap nu een alternatieve route: rivierwater vanuit de Hollandsche IJssel wordt via de Ringvaart geleid naar de Rotte.	https://www.schielandendekrimpenerwaard.nl/actueel/nieuws/droge-en-warme-periode-maatregelen-uit-voorzorg/
18/07/22	In werking stellen KWA + vaarverbod Leidsche Rijn + beperkt schutten sluis Bodegraven.	Voor in werking stellen KWA wordt de normale stroomrichting Leidsche Rijn omgedraaid en bij de kruising met het Amsterdam-Rijnkanaal tot aan de Haanwijkersluis gestremd. In dit gedeelte geldt vanaf 18/07 om 12.00 uur een vaarverbod. Gemaal De Aanvoerder pompt vanaf dat moment water naar West-Nederland. De sluis in Bodegraven schut beperkt met 7m ³ /s.	https://www.h2owaternetwerk.nl/h2o-actueel/steeds-meer-droogtemaatregelen-nu-ook-in-limburg-onttrekingsverbod ; https://www.rijnland.net/actueel/nieuwsoverzicht/persbericht-alternatieve-zoetwatertoevoer-voor-west-nederland/ ; https://www.hdsr.nl/actueel/nieuws/@150285/vaarverbod-leidsche-rijn-beperkt/ ; https://www.hdsr.nl/actueel/nieuws/@150359/aanvoer-zoetwater-west-nederland/ ; https://www.schielandendekrimpenerwaard.nl/actueel/nieuws/van-af-maandag-aanvoer-zoetwater-vanuit-lek-en-amsterdam-rijnkanaal/
19/07/22	Oproep om blauwalg te melden.		https://www.schielandendekrimpenerwaard.nl/actueel/nieuws/toename-blauwalg-verwacht-door-warm-weer/
22/07/22	Waterpeilen in het gebied staan hoger of lager dan normaal.	Dit is om verzilting tegen te gaan, te zorgen voor zoetwaterberging, en ervoor te zorgen dat de grondwaterstand niet onnodig ver wegzakt.	https://www.schielandendekrimpenerwaard.nl/actueel/nieuws/hogere-en-lagere-waterpeilen-in-ons-gebied/
27/07/22	Eerste ronde dijkspecties uitgevoerd.	Geen grote bijzonderheden geconstateerd.	https://www.schielandendekrimpenerwaard.nl/actueel/nieuws/dijkwachten-gaan-de-droge-kades-opnieuw-controleren/

08/08/22	Verzoek om zuinig om te gaan met slootwater.	Dit is om onttrekkingsverboden te voorkomen.	https://www.schielandendekrimpenerwaard.nl/actueel/nieuws/ga-zuinig-om-met-water-uit-slotten/
16/08/22	Stuw bij Hagestein gedeeltelijk opengezet.	Door de opening stroomt net genoeg water om vanuit de Lek richting Rotterdam met een zoetwaterbuffer te zorgen voor druk tegen het zoute water dat via de Hollandsche IJssel bij Krimpen aan den IJssel en de Lek steeds verder de rivieren optrekt.	https://www.schielandendekrimpenerwaard.nl/actueel/nieuws/stuw-bij-hagestein-stukje-open-tegen-verziltting-lek-en-hollandsche-ijssel/ ; https://www.rijksoverheid.nl/actueel/nieuws/2022/08/24/droogtem-aatregelen-blijven-van-kracht-tijdelijke-verlichting-door-stijging-rijn
18/08/22	Nieuwe inspecties voor drooggevoelige dijken.	Dijken onderzocht op scheuren, verzakkingen of andere schade. Uiteindelijk bleken er geen reparaties nodig.	https://www.noordhollandsdagblad.nl/cnt/dmf20220816_42845837?utm_source=google&utm_medium=organic ; https://www.schielandendekrimpenerwaard.nl/actueel/nieuws/resultaten-van-extra-dijkcontrole/
16/09/22	KWA stapsgewijs en gecontroleerd afbouwen.	Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden zette op 16/09 Gemaal De Aanvoerder uit, de beperking van het schutregime bij de Grote Sluis in Spaarndam werd opgeheven en de Kolksluis werd niet langer gestremd.	https://www.rijnland.net/loket/droogte-zomermonitor/
22/09/22	Vaarverbod Leidsche Rijn opgeheven + vervallen van schutbeperking bij Bodegraven.	Deze maatregel is verbonden aan afbouwen KWA.	https://www.rijnland.net/loket/droogte-zomermonitor/ ; https://www.hdsr.nl/actueel/nieuws/@153465/zoetwatertoevoer-via-kwa-afgebouwd/

E.8 Waterschap Aa en Maas

Tabel 7: Regionale maatregelen ingezet door Waterschap Aa en Maas tijdens droge zomer 2022

Ingezet op?	Maatregel	Verdere toelichting	Bron
21/06/22	Pomp bij de Sambeekse Uitwatering aangezet.	Dit is gedaan om het achterliggende gebied Oeffeltse Raam van water te voorzien.	https://www.aaenmaas.nl/actueel/nieuws/2022/juni/pomp-sambeekse-uitwatering-aangezet/
22/06/22	Instelling onttrekkingsverbod uit oppervlaktewater voor zuidoostelijk deel van werkgebied.	In het zuidoostelijk deel van het werkgebied mag geen water meer uit sloten en beken worden gehaald om akkers te beregenen of tuinen en sportvelden te besproeien. Het verbod is van kracht tot het moment dat het waterpeil weer op niveau is.	https://www.aaenmaas.nl/actueel/nieuws/2022/juni/onttrekkingsverbod-oppervlaktewater/
14/07/22	Uitbreiding bestaande onttrekkingsverbod voor beregenen oppervlaktewater.	Dit verbod geldt met onmiddellijke ingang voor het hele gebied ten zuiden van de lijn 's-Hertogenbosch, Nuland en Herpen. Dezelfde regels gelden als voorheen.	Steeds meer droogtemaatregelen, nu ook in Limburg onttrekkingsverbod (h2owaternetwerk.nl); https://www.aaenmaas.nl/actueel/nieuws/2022/juli/uitbreiding-onttrekkingsverbod/
18/07/22	Waterbuffer in Laarbeek open om het achterliggende gebied van water te voorzien + peil in het Dongelse Kanaal is met 30 cm omhoog gezet.	Het water loopt via gemaal Boerdonk de Aa in en stroomt vervolgens via gemaal de Veluwe naar de Leijgraaf.	https://www.aaenmaas.nl/actueel/nieuws/2022/juli/waterbuffer-laarbeek-open-gezet-droogte/ ; https://www.aaenmaas.nl/actueel/nieuws/2022/juli/waterbericht-juli-2022/
18/07/22	Minder gemaaid, doordat er extreem hoge watertemperaturen aanwezig zijn.	Door de hoge temperaturen neemt de kans op vissterfte snel toe.	https://www.aaenmaas.nl/actueel/nieuws/2022/juli/waterbericht-juli-2022/
20/07/22	Waarschuwing om op te letten voor blauwalg.		https://www.aaenmaas.nl/actueel/nieuws/2022/juli/blauwalg-steekt-kop-mensen-dieren-natuur/
25/07/22	Tijdelijk gezuiverd rioolwater van de rioolwaterzuiveringsinstallatie Heeswijk-Dinther wordt ingelaten naar de Wambergse Beek.	Dit wordt gedaan, omdat er onvoldoende water in de sloten en beken in de omgeving van Berlicum zit. Normaal komt het gezuiverde rioolwater in de Aa terecht.	https://www.aaenmaas.nl/actueel/nieuws/2022/juli/waterschap-zet-gezuiverd-rioolwater/

29/07/22	Bij meerdere waterlopen zijn de aanwezige vistrappen tijdelijk dichtgezet.	Dit is om zo min mogelijk water te verliezen en maximaal te kunnen conserveren.	https://www.aanenmaas.nl/actueel/nieuws/2022/juli/waterbericht-juli-2022/
29/07/22	Maximaal water ingelaten via de Noordervaart en de Peelkanalen. Ook wordt water ingelaten via de Sambeekse Uitwatering en de regulatie locaties bij Grave en inlaatpunten langs de Zuid-Willemsvaart.		Waterbericht juli 2022: Wegzakkende grondwaterstanden dus veel droogtemaatregelen - Waterschap Aa en Maas
02/08/22	Grondwaterpompen aangezet bij de Hoge Raam en Esperloop om droogval van oppervlaktewater te voorkomen.	Deze waterlopen hebben een hoge ecologische waarde die behouden moet worden.	https://www.aanenmaas.nl/actueel/nieuws/2022/augustus/waterbericht-augustus-2022/ ; https://www.aanenmaas.nl/actueel/nieuws/2022/augustus/grondwater-oppompen-hooge-raam-esperloop/
04/08/22	Onttrekkingsverbod uit oppervlaktewater uitgebreid; nu ook van toepassing op bedrijfsmatige fruitteelt, groenteteelt, bloemen- en plantenteelt en bometeelt.	Drenking vee en onttrekkingen via peilgestuurde drainage zijn uitgesloten van het onttrekkingsverbod, evenals bluswater.	https://www.aanenmaas.nl/actueel/nieuws/2022/juli/uitbreiding-onttrekkingsverbod/
04/08/22	24/7 extra kanaalwater uit Wessem-Nederweert naar de Noordervaart (De Peel) gepompt.	Een pomp aan het Voedingskanaal pompt water van het kanaal in Wessem-Nederweert over naar de Noordervaart. Hierdoor wordt 400 l/s extra water aangevoerd.	https://www.aanenmaas.nl/actueel/nieuws/2022/augustus/400-liter-per-seconde-extra-pompen/ ; https://www.waterschaplimburg.nl/actueel/nieuws/@7213/extra-maatregelen-droogte/ ; https://www.limburger.nl/cnt/dmf20220804_93154215
10/08/22	Schape mogen niet meer grazen op de Maasdijk.	De grasmat van de Maasdijk ging sterk achteruit in kwaliteit door het grazen. Dit veroorzaakt scheuren en is gevaarlijk voor de dijkstevigheid.	https://www.aanenmaas.nl/actueel/nieuws/2022/augustus/droogte-schape-laten-grazen-dijk/
11/08/22	Waar nodig dichtzetten van vistrappen.	Dit is om te voorkomen dat water wegstroomt en waterlopen onder het peil zakken.	Vispassages dicht, water in de beek! - Waterschap Aa en Maas
12/08/22	Gestart met het beregenen van de Maasdijk.	De grasmat van de Maasdijk ging sterk achteruit in kwaliteit. Er is een kans op scheuren, wat gevaarlijk is voor de dijkstevigheid.	Door droogte gestart met beregenen van de Maasdijk - Waterschap Aa en Maas

01/09/22	Uitstel van maaien op bepaalde plekken.	Op 01/09 begint de eerste maaironde, maar nog niet op alle plekken in het gebied. Dit is omdat er op sommige plekken te weinig water in de beken staat.	https://www.aenmaas.nl/actueel/nieuws/2022/september/tweede-maaironde-gestart-overal/
18/09/22	Pachters zijn op de hoogte gesteld dat hun schapen het gehele jaar niet meer op de dijken mogen grazen.	Door de droogte graasden de schapen het gras te kort resulterend in kale plekken. Dat is slecht voor de stevigheid en veiligheid van de dijk. Deze stukken werden door het waterschap later zelf gemaaid.	https://www.aenmaas.nl/actueel/nieuws/2022/september/jaar-grazende-schapen-onze-dijken/
12/10/22	Op twee plekken in het gebied zijn dijkscheuren besproeit met water, om de scheuren te doen krimpen.	In de dijk bij Cuijk waren de scheuren zo diep dat de oude klei is weggehaald en vervangen is door nieuwe klei.	https://www.aenmaas.nl/actueel/nieuws/2022/oktober/dijkherstel-dijk-cuijk/

E.9 Waterschap Amstel, Gooi en Vecht

Tabel 8: Regionale maatregelen ingezet door Waterschap Amstel, Gooi en Vecht tijdens droge zomer 2022

Ingezet op?	Maatregel	Verdere toelichting	Bron
12/05/22	Waterkwaliteitsscherm bij Vinkeveense Plassen dicht.	Dit is om te zorgen dat alleen kwalitatief goed water de Vinkeveense Plassen en omliggende polders instroomt.	https://www.agv.nl/actueel/droogte/12-mei-waterkwaliteitsscherm-beschermt-vinkeveense-plassen-tijdens-droogte/
22/07/22	Extra dijkcontroles.	Het gaat om 12 dijken, met name de dijken rondom Vinkeveen en Maarssen. De dijken worden gecontroleerd op scheuren, verandering in vorm van de dijk en of de begroeiing op de dijk nog goed is.	Droogte Waterschap AGV
02/08/22	Toegang Muidertrekvaart vanuit het Amsterdam-Rijnkanaal dichtgezet met een tijdelijke damwand.	De waterkwaliteit van de natuurgebieden Naardermeer en Spiegelplas blijft hierdoor goed.	https://www.agv.nl/nieuws/2022/augustus/muidertrekvaart-dicht/
16/08/22	Twee noodpompen in Muiden aangezet, waarmee zoet water uit het Markermeer naar de Vecht kan worden gepompt.	Waar normaal gesproken zoet water vanzelf uit het Markermeer naar de Vecht stroomt, gebeurt dit nu niet. Dit zoete water is hard nodig voor kwetsbare natuurgebieden in het Naardermeer, de Spiegelplas en de Ankeveense Plassen.	https://www.agv.nl/gedeelde-content/nieuws/2022/augustus/noodpompen-muiden-aangezet/
17/08/22	Sluis bij Blaricum nog maar twee keer per dag open.	Gedaan om de waterkwaliteit in de Blaricummermeent te beschermen en de groei van blauwalg tegen te gaan.	https://www.agv.nl/actueel/droogte/17-augustus-sluis-bij-blaricum-minder-vaak-open/
18/08/22	Waterschap vraagt boeren zorgvuldiger om te gaan met baggerspuiten.	Door het baggerspuiten zakt namelijk het waterpeil.	https://www.agv.nl/actueel/droogte/waterschap-vraagt-boeren-zorgvuldig-om-te-gaan-met-baggerspuiten/
19/08/22	Sluis Weesp dicht om zoet water bij kwetsbare natuurgebieden te krijgen.	Zo worden natuurgebieden van goed water voorzien.	https://www.agv.nl/nieuws/2022/augustus/sluis-weesp-dicht-om-zoet-water-natuurgebieden/
30/08/22	Oproep om blauwalg te melden.		https://www.agv.nl/actueel/droogte/30-augustus-zwemmen-en-blauwalg/
08/09/22	Extra dijkcontroles, met name dijken rondom Vinkeveen en Maarssen.	De inspecteurs controleren de dijken op scheuren in de grond; of de dijk van vorm verandert; en of de begroeiing op de dijk nog goed is.	https://www.agv.nl/actueel/droogte/8-september-extra-dijkcontroles-door-droogte/

14/09/22	Nedertrekvaart weer open, maar noodpompen in Muiden blijven aan.	Door de sterke stroming was er een tijdelijk zwemen vaarverbod op de Naardertrekvaart en in de Vestinggracht. Doordat de sluis in Weesp dicht is gezet hoeven de noodpompen minder hard te pompen.	https://www.agv.nl/actueel/droogte/
20/09/22	Sluis bij Blaricum weer vaker open.	De Blaricum sluis werd sinds 17/08 minder vaak geopend om de waterkwaliteit in de Blaricummermeent te beschermen en de groei van blauwalg tegen te gaan.	https://www.agv.nl/nieuws/2022/september/sluis-bij-blaricum-weer-vaker-open/
27/09/22	Noodpompen Muiden verwijderd + sluis Weesp weer open.		https://www.agv.nl/nieuws/2022/september/afschalen-droogtemaatregelen/
30/09/22	Opheffing van stremming Muidertrekvaart.	De Muidertrekvaart was dichtgezet om het zoute water vanuit het Amsterdam-Rijnkanaal tegen te houden.	https://www.agv.nl/nieuws/2022/september/afschalen-droogtemaatregelen/

E.10 Waterschap Brabantse Delta

Tabel 9: Regionale maatregelen ingezet door Waterschap Brabantse Delta tijdens droge zomer 2022

Ingezet op?	Maatregel	Verdere toelichting	Bron
01/04/22	Tijdelijk verbod gebruik grondwater voor vier zuidelijke regio's van Brabant.	Grondwater mag in de vier regio's niet gebruikt worden om grasland en sportvelden te beregenen.	https://www.brabantsedelta.nl/tijdelijk-verbod-gebruik-grondwater-voor-het-beregenen-van-grasland
03/05/22	Instelling onttrekkingsverboden oppervlaktewater voor vijf stroomgebieden.	De vijf gebieden betreffen: 1) Dongevallei - verbod voor grasland; 2) Brabantse Vaart en zijbeken - totaal verbod; 3) Kibbelvaart, Lokkervaart en Bosloop - totaal verbod; 4) De Wouwse gronden oost - totaal verbod; 5) Bleekloop en Zoom - totaal verbod.	https://www.brabantsedelta.nl/eerste-onttrekkingsverboden-uit-oppervlaktewater
17/05/22	Onttrekkingsverboden oppervlaktewater uitgebreid met twee deelgebieden.	Deze twee nieuwe deelgebieden zijn: 1) Dongevallei - uitbreiding van het grasland verbod naar totaal verbod, en 2) Bijloop, Oude Bijloop en Turfvaart Breda - totaal verbod.	https://www.brabantsedelta.nl/uitbreiding-onttrekkingsverboden
01/06/22	Het is weer toegestaan grondwater te gebruiken om grasland te beregenen. In de beschermde gebieden geldt in juni en juli hiervoor nog wel een urenverbod.	Het urenverbod geldt van 11:00 tot 17:00.	https://www.brabantsedelta.nl/gebruik-grondwater-voor-beregenen-grasland-weer-toegestaan
07/22	Verzoek melden blauwalg en botulisme.		https://www.brabantsedelta.nl/blauwalgen; https://www.vallei-veluwe.nl/actueel/actuele-thema/blauwalg-botulisme/
15/07/22	Extra onttrekkingsverboden uit oppervlaktewater voor meerdere gebieden.	De gebieden zijn: 1) de Oude Leij - totaal verbod; 2) de Groote Leij en de Hultense Leij - totaal verbod; 3) de Molenbeek, Bakkersberg leiding en de Enge Beek - totaal verbod; 4) Molenbeek zelf - verbod grasland; en 5) Aa of Weerij's stroomgebied - verbod grasland.	https://www.brabantsedelta.nl/extra-onttrekkingsverboden
22/07/22	Extra onttrekkingsverboden uit oppervlaktewater voor drie gebieden.	De drie gebieden zijn: 1) Boven-mark zelf - verbod grasland; 2) Bovenmark waterloop zelf - verbod grasland; en 3) Aa en Weerij's waterloop zelf - verbod grasland.	https://www.brabantsedelta.nl/nieuwe-onttrekkingsverboden-0

09/08/22	Verbod beregenen met oppervlaktewater van 07:00 - 19:00.	Dit verbod geldt voor het hele werkgebied van Waterschap Brabantse Delta, zowel voor de zand-als voor de kleigronden. Uitzondering op het verbod is het koelen van fruitboomgaarden en het gebruik van oppervlaktewater als drinkwater voor vee. Ingesteld om onherstelbare schade aan natuur te voorkomen.	https://www.h2owaternetwerk.nl/h2o-actueel/meer-onttrekkingsverboden-om-onherstelbare-schade-natuur-te-voorkomen
10/08/22	Marksluis in Oosterhout opengezet om rivier de Mark door te spoelen.	Rijkswaterstaat zet op verzoek van waterschap Brabantse Delta de schuiven van de Marksluis in Oosterhout open om de rivier de Mark te doorspoelen. Als er stroming in het water blijft, krijgen blauwalgen minder kans om te groeien.	https://www.brabantsedelta.nl/rijkswaterstaat-en-waterschap-werken-samen-voor-verbetering-waterkwaliteit
12/08/22	Tijden voor verbod beregenen met oppervlaktewater aangepast naar 09:00 - 21:00.	Aangepast op verzoek van de boeren. Geldt nog steeds voor het hele werkgebied.	https://www.h2owaternetwerk.nl/h2o-actueel/meer-onttrekkingsverboden-om-onherstelbare-schade-natuur-te-voorkomen ; https://www.brabantsedelta.nl/droogtemaatregelen-hebben-positief-effect
06/09/22	Urenverbod voor oppervlaktewater onttrekking aangepast naar 12:00 – 21:00.	Uitzonderingen op het verbod zijn het koelen van fruitboomgaarden en het gebruik van oppervlaktewater als drinkwater voor vee. De onttrekkingsverboden blijven gelden.	https://www.h2owaternetwerk.nl/h2o-actueel/neerslagtekort-gedaald-maar-meeste-droogtemaatregelen-nog-nodig ; https://www.brabantsedelta.nl/waterschap-past-urenverbod-aan-zorg-om-blauwalgen-blijft
13/09/22	Urenverbod stopt geheel + er wordt geen gebruik meer gemaakt van de Marksluis in Oosterhout.	In een groot deel van het gebied geldt dit moment een totaal onttrekkingsverbod vanuit oppervlaktewater. Deze onttrekkingsverboden blijven gelden.	https://www.brabantsedelta.nl/droogtemaatregelen-versoepeld
10/10/22	Geen onttrekkingsverboden meer van kracht.	Door de regen van de afgelopen periode zijn de waterstanden in de meeste sloten en beken weer op orde.	https://www.brabantsedelta.nl/geen-onttrekkingsverboden-meer-van-kracht

E.11 Waterschap De Dommel

Tabel 10: Regionale maatregelen ingezet door Waterschap De Dommel tijdens droge zomer 2022

Ingezet op?	Maatregel	Verdere toelichting	Bron
01/04/22	Verbod op onttrekking grondwater voor beregening grasland en sportvelden in vier regio's.	Het verbod duurt tot 1 juni.	https://www.dommel.nl/tijdelijk-verbod-gebruik-grondwater-voor-het-beregenen-van-grasland
07/05/22	Onttrekkingsverbod beken en sloten in stroomgebied Keersop en Beekloop.	Dit onttrekkingsverbod voor oppervlaktewater is nodig door de lage waterstand en moet flora en fauna in en rond het water beschermen. Het verbod geldt zolang het nodig is (uitzonderingen zijn drenking vee en bluswater).	https://www.dommel.nl/tijdelijk-verbod-op-oppompen-oppervlaktewater-keersop-en-beekloop
17/05/22	Vaarverbod voor de beek de Dommel.	Gaat om traject van de Dommel vanaf de Belgische grens tot aan de Venbergse watermolen. Het vaarverbod is nodig vanwege het watertekort in de beek. Met dit vaarverbod wil het waterschap de aangroei van nieuwe waterplanten bevorderen, de veiligheid waarborgen en schade aan bodem, oevers en natuur voorkomen.	https://www.dommel.nl/vaarverbod-voor-deel-van-de-dommel-door-lage-waterstand; https://www.dommel.nl/vaarverbod-dommel-gedeeltelijk-opgeheven
17/05/22	Uitbreiding onttrekkingsverbod voor pompen water uit beken en sloten.	Dit verbod is ingesteld om verdere daling in het waterpeil tegen te gaan en zo natuur te beschermen. Het geldt zolang de droogte aanhoudt.	https://www.dommel.nl/geen-water-meer-pompen-uit-beken-en-sloten-in-bijna-heel-midden-brabant
29/06/22	Vaarverbod voor de beek De Dommel aangepast.	Het vaarverbod geldt nog vanaf België tot aan de Peedijk in Valkenswaard. Tussen de Peedijk tot de Venbergse Molen mag weer gevaren worden. Met dit vaarverbod wil het waterschap de aangroei van nieuwe waterplanten bevorderen, de veiligheid waarborgen en schade aan bodem, oevers en natuur voorkomen.	https://www.dommel.nl/vaarverbod-dommel-gedeeltelijk-opgeheven
12/07/22	Benadrukt op te passen voor botulisme en blauwalg.		https://www.dommel.nl/pas-op-voor-botulisme-en-blauwalg
16/07/22	Uitbreiding bestaand onttrekkingsverbod oppervlaktewater.	Uitgebreid om planten en dieren rond het water te beschermen. Uitzonderingen op het onttrekkingsverbod zijn de Dommel tussen Den Bosch en het Wilhelminakanaal, en de Zandleij.	https://www.dommel.nl/verbod-water-oppompen-uit-beken-en-sloten-in-midden-brabant-verder-uitgebreid

03/08/22	Overpompen van grondwater vanuit grondwaterput naar de Reusel in Lage Mierde.	Door langdurig regentekort staat er nauwelijks meer water in deze beek, waardoor kwetsbare natuur dreigt te verdwijnen. In het gebied van het waterschap zijn vijf natuurrijke beken die in aanmerking komen voor een laagje overlevingswater: de Reusel (Landgoed De Utrecht), de Tongelreep (Leenderheide), de Beerze (Landgoed Baest en Kampina), de Keersop (Bergeijk) en de Beekloop (Bergeijk).	https://www.dommel.nl/extra-water-voor-droogvallende-reusel-redt-zeldzame-natuur
17/08/22	Oproep: Beregen zo min mogelijk.	Als het echt niet anders kan, beregen dan 's avonds of 's nachts.	https://www.dommel.nl/oproep-aan-gebruikers-van-grondwater-beregen-zo-min-mogelijk
30/09/22	Standaard halfjaarverbod voor oppompen oppervlaktewater in beken en sloten voor gebied Beerze en Reusel en park Meerland wordt verlengd.	De reden is dat door de extreme droogte van afgelopen zomer er nog steeds te weinig water in deze sloten en beken stroomt. Het verbod vervalt wanneer er weer voldoende afvoer is.	https://www.dommel.nl/verlenging-verbod-op-onttrekken-water-uit-beken-en-sloten-in-het-gebied-beerze-en-reusel-en-park ; https://www.h2owaternetwerk.nl/h2o-actueel/waterschap-de-dommel-verlengt-onttrekingsverbod-in-zuidelijk-gebied

E.12 Waterschap Drents Overijsselse Delta

Tabel 11: Regionale maatregelen ingezet door Waterschap Drents Overijsselse Delta tijdens droge zomer 2022

Ingezet op?	Maatregel	Verdere toelichting	Bron
03/2022	Voorjaarsinspectie dijken vervroegd door droog weer.		https://www.wdodelta.nl/resultaten-bekend-vroege-voorjaarsinspectie-dijken
13/07/22	Oproep om contact met blauwalg te vermijden en blauwalg te melden.		https://www.wdodelta.nl/kans-op-blauwalg-in-zomermaanden-0
28/07/22	Plaatsen van extra pompen bij gemaal Eefde, net iets boven Zutphen.	Met deze extra pompcapaciteit kan op korte termijn voldoende water in het Twentekanaal gepompt worden en vanuit daar worden verdeeld over de gebieden van de drie waterschappen.	https://www.wdodelta.nl/extra-pompen-in-ijssel-voor-voldoende-water-in-twentekanaal; https://www.wrij.nl/thema/actueel/nieuws/@10287/extra-pompen-ijssel-voldoende-water/
08/08/22	Waterpeilen in verschillende sloten opgezet tot boven het maximale zomerpeil.	Het waterschap wilde hiermee een buffer opbouwen in de voorraad grond- en oppervlaktewater.	https://www.wdodelta.nl/waterschap-zet-sloten-extra-vol-en-houdt-maximaal-water-vast
22/08/22	Verbod onttrekken oppervlaktewater in wateraanvoergebieden Twentekanal en Staphorst-Nieuwleusen.	De reden hiervoor is dat de wateraanvoer in deze gebieden afneemt, waardoor het steeds lastiger wordt om overal voldoende water te krijgen. Dit is vooral voor kwetsbare natuur belangrijk. Er mag geen water uit sloten, weteringen en kanalen worden onttrokken voor beregening van gras en mais (inclusief sportvelden) en akkerbouwgewassen. Oppervlaktewater mag daar alleen nog gebruikt worden voor vee, of als bluswater.	https://www.h2owaternetwerk.nl/h2o-actueel/steeds-meer-maatregelen-om-kwetsbare-natuur-te-beschermen-tegen-droogte; https://www.wdodelta.nl/onttrekingsverbod-oppervlaktewater-in-wateraanvoergebieden-twentekanal-en-staphorst-nieuwleusen
09/09/22	Opheffing onttrekkingsverbod van oppervlaktewater in aanvoergebieden Twentekanal en Staphorst-Nieuwleusen.	Dit is mogelijk doordat er voldoende wateraanvoer voor ons gebied mogelijk is, de lagere watervraag, lagere temperaturen en minder verdamping. Het opheffen van het verbod betekent dat in beide wateraanvoergebieden weer water uit sloten, weteringen, beken en kanalen mag worden gebruikt voor het beregenen van bijvoorbeeld akkers en weilanden.	https://www.h2owaternetwerk.nl/h2o-actueel/neerslagtekort-gedaald-maar-meeste-droogtemaatregelen-nog-nodig; https://www.wdodelta.nl/onttrekingsverboden-wateraanvoergebieden-vecht-twentekanal-en-staphorst-nieuwleusen-opgeheven

E.13 Waterschap Hollandse Delta

Tabel 12: Regionale maatregelen ingezet door Waterschap Hollandse Delta tijdens droge zomer 2022

Ingezet op?	Maatregel	Verdere toelichting	Bron
18/07/22	Extra dijkinspecties uitgevoerd vanwege aanhoudende droogte.		Extra dijkinspecties vanwege aanhoudende droogte Waterschap Hollandse Delta (wshd.nl)
22/07/22	Oproep om blauwalg te melden.		https://www.wshd.nl/liveblog-droogte-2022
02/08/22	Oproep beregening te melden zodat ingespeeld kan worden op de watervraag.		Liveblog droogte 2022 Waterschap Hollandse Delta (wshd.nl)
03/08/22	Noodpomp geplaatst in Piershil.	Deze pomp kan water uit de rivier het Spui inlaten om zo het waterpeil in de achterliggende polder op niveau te houden.	https://www.wshd.nl/tijdelijke-pomp-geplaatst-in-piershil
04/08/22	Scheur in boezemkade De Keen opgevuld.	De scheur is opgevuld met kleikorrels. De kade wordt regelmatig gecontroleerd en nat gehouden.	https://www.wshd.nl/liveblog-droogte-2022
26/08/22	Verboden oppervlaktewater te onttrekken uit natuurgebied het Volgerland.		https://www.wshd.nl/geen-water-meer-uit-natuurgebied-het-volgerland
21/09/22	Intrekking van verbod onttrekking oppervlaktewater voor Volgerland Ouddorp.		https://zoek.officielebekendmakingen.nl/wsb-2022-10585.html

E.14 Waterschap Hunze en Aa's

Tabel 13: Regionale maatregelen ingezet door Waterschap Hunze en Aa's tijdens droge zomer 2022

Ingezet op?	Maatregel	Verdere toelichting	Bron
08/22	Kades en dijken worden extra gecontroleerd op scheuren.		https://www.hunzeenaas.nl/regionale-waterkeringen-grotendeels-op-orde/
10/08/22	Noodpomp geplaatst bij gemaal Veendam.	Om de Veenkoloniën en Westerwolde van voldoende water te voorzien, wordt water vanuit het Winschoterdiep via het A.G. Wildervanckkanaal richting Zuid-Oost Groningen aangevoerd. Gemaal Veendam draait op vol vermogen om het water richting Stadskanaal te pompen, maar kan door de hogere temperaturen en verdamping niet voldoende water doorvoeren. De extra capaciteit bij het gemaal bedraagt 2000 l/s.	https://www.hunzeenaas.nl/droogte-update-voorlopig-nog-voldoende-water-in-gebied-hunze-en-aas/ ; https://www.h2owaternetwerk.nl/h2o-actueel/meer-onttrekkingsverboden-om-onherstelbare-schade-natuur-te-voorkomen ; https://www.hunzeenaas.nl/droogte-update-ook-extra-pompen-bij-vennix/
11/08/22	Noodpomp geplaatst bij gemaal Vennix.	De pomp wordt geplaatst om extra water aan te voeren. De extra capaciteit bij het gemaal bedraagt 1000 l/s.	https://www.h2owaternetwerk.nl/h2o-actueel/meer-onttrekkingsverboden-om-onherstelbare-schade-natuur-te-voorkomen ; https://www.hunzeenaas.nl/droogte-update-ook-extra-pompen-bij-vennix/
15/08/22	Oproep om zoveel mogelijk 's avonds en 's nachts te beregenen.		Droogte update: Gedeeltelijk beregeningsverbod nog niet nodig - Waterschap Hunze en Aa's (hunzeenaas.nl)
29/08/22	Eerder geplaatste noodpompen bij gemaal Veendam en Vennix worden verwijderd.	De extra pompen zijn niet meer nodig door verminderde beregening.	https://www.hunzeenaas.nl/droogte-update-waterpeil-op-niveau-met-uitzondering-van-drentsche-aa/

E.15 Waterschap Limburg

Tabel 14: Regionale maatregelen ingezet door Waterschap Limburg tijdens droge zomer 2022

Ingezet op?	Maatregel	Verdere toelichting	Bron
14/07/22	Onttrekkingsverbod oppervlaktewater voor beken en sloten in Limburg.	Vanaf 14/07 om 12:00 niet meer toegestaan in gehele provincie om water uit beken en sloten te halen voor beregening van landbouwgrond en besproeien van tuinen. Het verbod geldt voor alle onttrekkingen tot uiterlijk tot 1/10/22.	https://www.waterschaplimburg.nl/actueel/nieuws/@7193/onttrekkingsverbod-oppervlaktewater/ ; https://www.h2owaternetwerk.nl/h2o-actueel/steeds-meer-droogtemaatregelen-nu-ook-in-limburg-onttrekkingsverbod
08/22	Oproep: Meld vissterfte en dijkscheuren bij het waterschap.		https://www.waterschaplimburg.nl/uwbuurt/droogte-limburg/
04/08/22	24/7 extra kanaalwater uit Wessem-Nederweert naar de Noordervaart (De Peel) gepompt.	Een pomp aan het Voedingskanaal pompt water van het kanaal in Wessem-Nederweert over naar de Noordervaart. Hierdoor wordt 400 l/s extra water aangevoerd.	https://www.aenmaas.nl/actueel/nieuws/2022/augustus/400-liter-per-seconde-extra-pompen/ ; https://www.waterschaplimburg.nl/actueel/nieuws/@7213/extra-maatregelen-droogte/ ; https://www.limburger.nl/cnt/dmf20220804_93154215
05/08/22	Instelling onttrekkingsverbod voor de Swalm, Niers en Roer + beregening van fruitteelt mag alleen overdag, en voor overige teelten tussen 20:00 - 10:00. Dit geldt voor de beken en zijrivieren van de Maas.	Dit is om grootschalige droogval van beken, gewasschade en vissterfte te voorkomen.	https://www.h2owaternetwerk.nl/h2o-actueel/steeds-meer-maatregelen-om-kwetsbare-natuur-te-beschermen-tegen-droogte/ ; https://www.waterschaplimburg.nl/actueel/nieuws/@7213/extra-maatregelen-droogte/
26/08/22	Volledig onttrekkingsverbod oppervlaktewater voor kapitaalintensieve telen in Noord- en Midden Limburg.	De Swalm, Niers en Roer zijn uitgezonderd. Hiermee wordt daling van het water in beken voorkomen en het droogvallen van beken zoveel mogelijk geremd.	https://www.h2owaternetwerk.nl/h2o-actueel/steeds-meer-maatregelen-om-kwetsbare-natuur-te-beschermen-tegen-droogte/ ; https://www.waterschaplimburg.nl/actueel/nieuws/@7238/ volledig-onttrekkingsverbod/
21/09/22	Waarschuwt voor blauwalg bij diverse locaties.		Waterschap waarschuwt voor blauwalg bij diverse locaties - Waterschap Limburg

E.16 Waterschap Noorderzijlvest

Tabel 15: Regionale maatregelen ingezet door Waterschap Noorderzijlvest tijdens droge zomer 2022

Ingezet op?	Maatregel	Verdere toelichting	Bron
15/06/22	Waarschuwing voor blauwalg in de Lettelberterplas. Negatief zwemadvies i.v.m. blauwalgen voor de Lijte bij het Paterswoldsemeer.		https://www.noorderzijlvest.nl/update-online-waterbeeld-over-droogte-situatie-28-juni

E.17 Waterschap Rijn en IJssel

Tabel 16: Regionale maatregelen ingezet door Waterschap Rijn en IJssel tijdens droge zomer 2022

Ingezet op?	Maatregel	Verdere toelichting	Bron
12/05/22	Water wordt bij het Van Beuningengemaal vanuit het Amsterdam-Rijnkanaal in het Beneden Lingesysteem gepompt.	Hiermee kunnen hogere waterstanden worden gehandhaafd en kan aan de grote vraag naar water worden voldaan.	https://www.waterschaprivierenland.nl/waterbericht-watervraag-blijft-toenemen
19/07/22	Verboden om water te onttrekken uit de Oude IJssel en uit beken, sloten en vijvers in onder andere de Achterhoek en Liemers.	Het waterschap wil hiermee problemen met de natuur en volksgezondheid, zoals ongedierte, bacteriën, vissterfte en blauwalg, zoveel mogelijk beperken. Dit verbod op het onttrekken van oppervlaktewater geldt voor zowel bedrijven als particulieren in het hele werkgebied.	https://www.wrij.nl/thema/actueel/nieuws/@10284/verboden-water-beken-sloten-vijvers/
20/07/22	Tijdelijke pomp geplaatst om water vanuit het Twentekanaal op te pompen in de rivier De Berkel.	Het water in de Berkel staat laag en zakt 2cm/dag door verdamping. Door extra water in de Berkel te pompen wordt voorkomen dat verderop bij de stad Lochem het water te laag staat.	https://www.wrij.nl/live-blog-droogte-2022
28/07/22	Plaatsen van extra pompen bij gemaal Eefde, net iets boven Zutphen.	Met deze extra pompcapaciteit kan op korte termijn voldoende water in het Twentekanaal gepompt worden en vanuit daar worden verdeeld over de gebieden van de drie waterschappen.	https://www.wdodelta.nl/extra-pompen-in-ijssel-voor-voldoende-water-in-twentekanaal/ ; https://www.wrij.nl/thema/actueel/nieuws/@10287/extra-pompen-ijssel-voldoende-water/
02/08/22	Oproep om op te passen voor blauwalg.		https://www.wrij.nl/live-blog-droogte-2022
11/08/22	Inlaat van de Berkel naar de Hanninkgoot bij Borculo is dicht.	Dit is om het water door Borculo hoog genoeg te houden.	Liveblog Droogte zomer 2022 Waterschap Rijn en IJssel (wrij.nl)
12/08/22	Sluis Doesburg en sluis Terborg worden vier keer per dag gesloten in plaats van zes keer.	Op deze manier zal de Oude IJssel zo min mogelijk water verliezen.	https://www.wrij.nl/thema/actueel/nieuws/@10293/minder-schuttingen-sluizen-oude-ijssel/
26/08/22	Verbod oppompen grondwater in natuurgebieden Stelkampsveld (Borculo) en de Zumpe (Doetinchem).	Verbod op het oppompen van grondwater in natuurgebieden Stelkampsveld en De Zumpe, en beschermingszone hieromheen. Dit is om te voorkomen dat bijzondere soorten in deze twee kwetsbare natuurgebieden in de Achterhoek verdwijnen.	Steeds meer maatregelen om kwetsbare natuur te beschermen tegen droogte (h2owaternetwerk.nl) ; https://www.wrij.nl/thema/kennis-informatie/waterthema%27-0/klimaat/droogte/ ; https://www.wrij.nl/thema/actueel/nieuws/@10306/oppompen-grondwater-twee-natuurgebieden/
31/08/22	Nog minder schuttingen bij Oude IJssel. Sluis Doesburg wordt een keer per dag om 13:00 bediend, Sluis de Pol twee keer dag.	Zo wordt het water in de Oude IJssel zo lang mogelijk vastgehouden.	https://www.wrij.nl/live-blog-droogte-2022

E.18 Waterschap Rivierenland

Tabel 17: Regionale maatregelen ingezet door Waterschap Rivierenland tijdens droge zomer 2022

Ingezet op?	Maatregel	Verdere toelichting	Bron
12/07/22	Beperkt schutten bij de sluizen in het Merwedekanaal in Vianen en Gorinchem.	Rivierenland verliest anders veel water bij het schutten van schepen.	https://www.waterschaprivierenland.nl/waterbericht-hogere-watervraag-meer-aanvoer-nodig
20/07/22	Inzet van noodpomp bij Pannerling in Doornenburg en het Kolffgemaal in Hardinxveld-Giessendam.	Dit is om de waterpeilen in de Over-Betuwe te handhaven.	https://www.waterschaprivierenland.nl/waterbericht-water-aanvoeren-voor-peilhandhaving-berekening-en-doorspoeling ; https://www.waterschaprivierenland.nl/waterbericht-we-bediene-de-watervraag
04/08/22	Drijvend gemaal De Pannerling bij Doornenberg is verlengd om de capaciteit te vergroten + beneden-Linge is peil 10 cm hoger dan gebruikelijk + extra pomp bij gemaal Bontemorgen + minder schutten van sluizen Merwedekanaal in Vianen en Gorinchem.	Met extra pomp bij gemaal Bontemorgen kan water ingepompt worden naar de Leewetering en de Maurikse Wetering.	Blog: droogte in het rivierengebied Waterschap Rivierenland
10/08/22	Beregeningsverbod met oppervlaktewater tussen 07:00 - 19:00.	Het verbod geldt in de gemeentes Culemborg, Buren, West Betuwe, Tiel, Neder-Betuwe, Overbetuwe, Lingewaard, Berg en Dal, en in delen van de gemeentes Gorinchem, Arnhem, Nijmegen, Wijchen en Heumen. Appels zijn uitgezonderd net als druppelbevloeiing en koeling van stallen.	https://www.waterschaprivierenland.nl/beregeningsverbod-rivierengebied-tussen-700-en-1900-uur
10/08/22	Extra pompen voor meer water in de sloot.	De vier extra pompen komen bij Genderen, Tiel, Zoelen en Geldermalsen. Het waterschap doet dit om het beschikbare water zo goed mogelijk over het rivierengebied te verdelen.	https://www.hetkontakt.nl/vijfheerenlanden/319800/waterschap-rivierenland-plaatst-opnieuw-extra-pompen
11/08/22	Extra inlaatpunten, pomp bij Voorvliet, pomp bij Drielanden Rijswijk en pomp bij Genderen ingesteld.	Zo wordt het beschikbare water zo goed mogelijk over het gebied verdeeld.	https://www.waterschaprivierenland.nl/hitte-en-droogte
12/08/22	Beregeningsverbod uitgebreid naar gehele dag voor gemeentes Wijchen, Heumen, en Berg en Dal.	Ingesteld omdat de waterstanden in de sloten van de gemeente Berg en Dal en delen van de gemeentes Wijchen en Heumen sneller dalen dan verwacht.	https://www.waterschaprivierenland.nl/beregeningsverbod-gemeentes-wijchen-heumen-en-berg-en-dal-uitgebreid
18/08/22	Extra pompen bij Bontemorgen geplaatst, die dubbele hoeveelheid water kunnen inlaten.	Deze pompen gezamenlijk 5000 m ³ /uur. Zo kan meer water ingepompt worden naar de Leewetering en de Maurikse Wetering.	https://www.waterschaprivierenland.nl/hitte-en-droogte

19/08/22	Onttrekkings- en beregeningsverbod oppervlaktewater voor Wijk en Aalburg en omgeving.	De reden is de grote concentraties blauwalg.	https://www.waterschaprivierenland.nl/onttrekkings-en-beregeningsverbod-voor-wijk-en-aalburg-en-omgeving
19/08/22	Verminderde waterinlaat bij Kinderdijk + oosten en zuiden van Alblasserwaard meer water inlaat.	Deze twee maatregelen zijn genomen om de verhoogde zoutconcentraties in de Alblasserwaard tegen te gaan.	https://www.waterschaprivierenland.nl/verzilting-in-oppervlaktewater-alblasserwaard-pas-op-met-beregenen-en-veedrenking
25/08/22	Advies om terughoudend om te gaan met oppervlaktewater in verband met blauwalg.		https://www.waterschaprivierenland.nl/hitte-en-droogte
26/08/22	Extra pompen bij de Waalsprong geplaatst.	De waterstanden werden zo laag dat de vaste gemalen binnenkort geen water meer konden oppompen uit de Lentse en Oosterhoutse Plas om de singels in de Waalsprong op peil te houden. Er zijn drie extra pompen geplaatst bij de gemalen.	https://www.waterschaprivierenland.nl/hitte-en-droogte
16/09/22	Einde beregeningsverbod in Betuwe en Altena (gemeente Aalburg).	In (delen van) de gemeenten Berg en Dal, Wijchen en Heumen kan het waterschap geen water aanvoeren. In de peilgebieden Groesbeek, Ooijpolder en Citters blijft het beregeningsverbod uit oppervlaktewater van kracht.	https://www.waterschaprivierenland.nl/einde-beregeningsverbod-in-betuwe-en-altena-nog-wel-in-regio-nijmegen

E.19 Waterschap Scheldestromen

Tabel 18: Regionale maatregelen ingezet door Waterschap Scheldestromen tijdens droge zomer 2022

Ingezet op?	Maatregel	Verdere toelichting	Bron
19/07/22	Oproep om te letten op slechte waterkwaliteit en negatieve gevolgen hiervan te melden.		https://scheldestromen.nl/let-op-negatieve-gevolgen-van-warmte-en-water-1
22/07/22	Onttrekkingsverbod oppervlaktewater uit alle sloten en krekken binnen het beheergebied.	Het onttrekkingsverbod geldt voor de gehele provincie Zeeland, uitgezonderd de gebieden met aanvoer van zoet water uit het Volkerak Zoommeer of de Brabantse Wal: Tholen en Sint Philipsland, de Reigerbergsche Polder bij Rilland, de Eerste Bathpolder en het gebied ten oosten van het Schelde-Rijnkanaal. Ook geldt er een uitzondering voor het onttrekken van maximaal 15m ³ oppervlaktewater met toediening van gewasbeschermingsmiddelen als doel.	https://scheldestromen.nl/onttrekkingsverbod-voor-oppervlaktewater-zeeland
02/08/22	Het gezuiverde rioolwater van de rioolwaterzuiveringen Walcheren (Ritthem) en Willem Annapolder (Kapelle) wordt tijdelijk in het achterliggende gebied gebracht.	Dit wordt als noodmaatregel ingezet om inklinking van veenlagen in de bodem te beperken en blijvende schade door bodemdaling te voorkomen.	Gezuiverd rioolwater om droogteschade te beperken Scheldestromen
10/08/22	Waarschuwing voor blauwalg op diverse locaties en vermijd contact.		https://scheldestromen.nl/waterschap-waarschuwt-voor-blauwalg
30/09/22	Onttrekkingsverbod oppervlaktewater opgeheven.	Door het intrekken van het verbod is het weer mogelijk om met een watervergunning oppervlaktewater te onttrekken uit sloten, vijvers en krekken te gebruiken.	https://scheldestromen.nl/onttrekkingsverbod-oppervlaktewater-opgeheven

Tabel 19: Regionale maatregelen ingezet door Waterschap Vallei en Veluwe tijdens droge zomer 2022

Ingezet op?	Maatregel	Verdere toelichting	Bron
18/05/22	Verbod op onttrekking uit oppervlaktewater waarop geen aanvoer mogelijk is.	Het water uit sloten en andere watergangen mag niet gebruikt worden voor bijvoorbeeld industrieel gebruik of besproeiing van sportvelden. Geldt voor onbepaalde tijd.	https://www.vallei-veluwe.nl/actueel/nieuwsberichten/droogte/waterschap-vallei-veluwe-stelt/
02/08/22	Onttrekkingsverbod oppervlaktewater uitgebreid voor het inlaatgebied Terwolde in de Noordelijke IJsselvallei + plaatsen noodpomp bij gemaal Terwolde.	Het onttrekkingsverbod betekent dat oppervlaktewater niet meer mag worden gebruikt voor beregening van gras en mais. Bij gemaal Terwolde kan namelijk geen water worden ingelaten bij de huidige lage IJsselstand. Het verbod geldt niet voor gebieden waar aanvoer vanuit de randmeren of rivieren mogelijk is.	https://www.vallei-veluwe.nl/actueel/nieuwsberichten/droogte/waterschap-vallei-veluwe-stelt/ ; https://www.vallei-veluwe.nl/actueel/nieuwsberichten/droogte/onttrekkingsverbod-uitgebreid/
13/08/22	Onttrekkingsverbod beregening (gras en maïs) met oppervlaktewater voor polder Hattem + plaatsen noodpomp bij gemaal Hattem.	Deze maatregel is nodig om te voorkomen dat het waterpeil in de polder Hattem zakt, resulterend in onomkeerbare schade aan de natuur. Er is ook een noodpomp geplaatst om water vanuit de IJssel in het toevoer kanaal te pompen, zodat het gemaal de polder van water kan blijven voorzien.	Meer onttrekkingsverboden om onherstelbare schade natuur te voorkomen (h2owaternetwerk.nl) ; https://www.vallei-veluwe.nl/actueel/nieuwsberichten/droogte/onttrekkingsverbod-oppervlaktewater/
26/08/22	Uitbreiding verbod oppervlaktewateronttrekkingen voor inlaatgebied Valleikanaal + enkel beregening toegestaan tussen 22:00-07:00 + verbod grondwateronttrekking binnen 200m van kwetsbare beken met waardevolle natuur.	Door de verboden mogen particulieren en agrariërs geen water meer gebruiken uit het oppervlaktewater en mag er tussen 7.00 – 22.00 geen grondwater meer worden onttrokken voor het beregenen van gazons, siertuinen, sportvelden, golfbanen, grasland en mais.	Steeds meer maatregelen om kwetsbare natuur te beschermen tegen droogte (h2owaternetwerk.nl) ; https://www.vallei-veluwe.nl/actueel/nieuwsberichten/droogte/waterschap-neemt-verregaande-maatregelen/ ; https://www.vandaagmorgen.nl/nieuws/8879/droogtemaatregelen-blijven-van-kracht-lokaal-grote-verschillen
06/10/2022	Gedeeltelijke opheffing van onttrekkingsverboden voor oppervlaktewater en grondwater.	Er mag weer oppervlaktewater en overdag grondwater worden onttrokken in de inlaatgebieden Terwolde en polder Hattem en in de inlaat Valleikanaal. Het verbod op grondwateronttrekking binnen 200 meter van kwetsbare beken met waardevolle natuur blijft gelden.	https://www.vallei-veluwe.nl/actueel/nieuwsberichten/droogte/onttrekkingsverboden-oppervlakte/

E.21 Waterschap Vechtstromen

Tabel 20: Regionale maatregelen ingezet door Waterschap Vechtstromen tijdens droge zomer 2022

Ingezet op?	Maatregel	Verdere toelichting	Bron
24/06/22	Benadrukt op te passen voor botulisme en blauwalg en contact te vermijden.		https://www.vechtstromen.nl/actueel/nieuws/@43613/verkoeling-zoeken-pas-blauwalgen/
27/06/22	Onttrekkingsverbod voor water uit openbare vijvers in stedelijk gebied.	Door de lage waterstand neemt de waterkwaliteit af. Hierdoor hoger risico op vissterfte, blauwalgen en botulisme.	https://www.vechtstromen.nl/werk-0/klimaat-veiligheid/droogte-watertekort/updates-droogte/@43616/onttrekkingsverbod-water-openbare/
12/08/22	Verbod ingesteld voor onttrekken grondwater t.b.v. beregening in delen van Twente en Salland.	Er mag in de beheergebieden ten zuiden van de Overijsselse Vecht geen grondwater meer worden onttrokken in kwetsbare, grondwaterafhankelijke natuurgebieden en in zones van 200 meter rondom deze natuurgebieden. Dit is om onherstelbare schade aan deze natuur te voorkomen.	https://www.h2owaternetwerk.nl/h2o-actueel/meer-onttrekkingsverboden-om-onherstelbare-schade-natuur-te-voorkomen; https://www.vechtstromen.nl/werk-0/klimaat-veiligheid/droogte-watertekort/updates-droogte/@43729/verbod-grondwateronttrekking-kwetsbare/
01/11/22	Onttrekkingsverboden grond- en oppervlaktewater zijn ingetrokken. Dit gaat om het onttrekken van oppervlaktewater voor openbare vijvers in stedelijk gebied en om grondwateronttrekkingen rondom kwetsbare, grondwaterafhankelijke natuurgebieden ten zuiden van de Overijsselse Vecht.	Enkel de reguliere beregeningsregeling is dan nog van kracht. Deze regeling houdt onder andere in dat beregenen uit oppervlaktewater is toegestaan zolang er nog water over de eerste benedenstrooms gelegen stuw stroomt.	Onttrekkingsverboden grond- en oppervlaktewater worden per 1 november ingetrokken - Vechtstromen

E.22 Waterschap Zuiderzeeland

Tabel 21: Regionale maatregelen ingezet door Waterschap Zuiderzeeland tijdens droge zomer 2022

Ingezet op?	Maatregel	Verdere toelichting	Bron
13/07/22	Pompen van water uit Markermeer richting het Veluwemeer + ophogen waterpeil met 10 cm in oostelijk deel van de Noordoostpolder en de Lage en Hoge Vaart in Oost- en Zuid Flevoland.	Hierdoor daalt het waterpeil in het Veluwemeer niet te veel en blijven waterrecreatie en scheepvaart mogelijk.	https://www.h2owaternetwerk.nl/h2o-actueel/steeds-meer-droogtemaatregelen-nu-ook-in-limburg-onttrekkingsverbod ; https://www.zuiderzeeland.nl/extra-watertoevoer-voor-goed-waterpeil-veluwemeer ; https://www.zuiderzeeland.nl/waterpeil-in-flevoland-10-cm-omhoog
10/08/22	Oproep om watergebruik uit sloten te melden bij het Waterschap.		https://www.zuiderzeeland.nl/gebruik-je-water-uit-de-slootocht-meld-dit-bij-het-waterschap
24/08/22	Oproep om blauwalg te melden.		https://www.zuiderzeeland.nl/blauwalg-bij-speeileiland-in-dronten-west
07/09/22	Gestopt met het pompen van extra water naar het Veluwemeer.	De reden is dat het waterpeil weer normaal is in het Veluwemeer.	https://www.h2owaternetwerk.nl/h2o-actueel/neerslagtekort-gedaald-maar-meeste-droogtemaatregelen-nog-nodig ; https://www.zuiderzeeland.nl/water-naar-veluwemeer-pompen-niet-meer-nodig

E.23 Wetterskip Fryslân

Tabel 22: Regionale maatregelen ingezet door Wetterskip Fryslân tijdens droge zomer 2022

Ingezet op?	Maatregel	Verdere toelichting	Bron
18/07/22	Peil in Friese boezem verhoogd met 2-3 cm + oproep om wateronttrekking met het waterschap af te stemmen.	Het peil in de Friese Boezem zal komende week nog verder verhoogd worden (gemiddeld tussen 50-48 cm beneden NAP). Door nu het peil te verhogen kan waar nodig water ingelaten worden naar de polders.	We verhogen uit voorzorg het waterpeil — Wetterskip Fryslân (weterskipfryslan.nl); https://www.weterskipfryslan.nl/news/update-droogte-28-juli-wees-zuinig-met-water; https://www.weterskipfryslan.nl/news/we-verhogen-uit-voorzorg-het-waterpeil
28/07/22	Water wordt ingelaten vanuit het IJsselmeer via Lemmer en Tacozijl en bij het hooglandgemaal in Stavoren.	Dit is om de Friese boezemvaarten en meren op peil te houden.	https://www.weterskipfryslan.nl/news/update-droogte-28-juli-wees-zuinig-met-water
28/07/22	Beperkt schutten voor recreatievaart.	De Tjerk Hiddesluizen bij Harlingen minder vaak open voor recreatievaart om schutverliezen te beperken.	https://www.weterskipfryslan.nl/news/update-droogte-28-juli-wees-zuinig-met-water
12/08/22	Oproep om niet op heetst van de dag te beregenen, dus tussen 16:00-10:00 + oproep om je aan de meldings-en vergunningsplicht voor wateronttrekking of beregening te houden + oproep om begroeiing uit sloten te halen.	Het verwijderen van de slootbegroeiing bevordert een goede doorstroom.	https://www.weterskipfryslan.nl/news/update-droogte-12-augustus-help-ons-om-gevolgen-te-beperken
16/08/22	Gestart met het controleren van risicovolle veendijken in het veenweidegebied.	600km aan dijken gecontroleerd op scheuren. Geen risico voor de dijkveiligheid geconstateerd en dus geen verdere maatregelen nodig. Wel zijn bij de eerste inspectie ondiepe scheuren en grasschade in de vorm van droge of kale plekken geconstateerd. Op vier plekken (bij het Tsjûkemar, de Sleattermer Mar, de Fluessen en de Peanster Ie) zijn diepere scheuren aangetroffen van gemiddeld 30cm.	Update droogte 18 augustus: neerslagtekort stabiliseert, geen extra maatregelen nodig — Wetterskip Fryslân (weterskipfryslan.nl); https://www.weterskipfryslan.nl/news/update-droogte-25-augustus-wateraanvoer-voldoende-geen-extra-maatregelen
24/08/22	Inzet pomp bij Noordwoldigervaart.	Het pompen van extra water uit de naastgelegen rivier De Linde naar de Noordwoldigervaart voorkomt dat het waterpeil in de vaart te laag wordt voor de vissen.	https://www.weterskipfryslan.nl/news/update-droogte-25-augustus-wateraanvoer-voldoende-geen-extra-maatregelen
29/08/22	Tweede dijkinspectie voor 100 km dijk. Op 26 plekken wordt gecontroleerd of schades die bij de vorige inspectie zijn geconstateerd zijn toegenomen, afgenomen of gelijk zijn gebleven.	De schade langs de Peanster Ie was dusdanig toegenomen dat herstellende werkzaamheden hebben plaatsgevonden.	https://www.weterskipfryslan.nl/news/update-droogte-1-september-neerslagtekort-loopt-op-we-treffen-een-aantal-maatregelen
05/09/22	Verbod op grazende schapen op dijk om zo schade aan grasbekleding dijk en dus verminderde dijksterkte te voorkomen.		https://www.weterskipfryslan.nl/news/update-droogte-1-september-neerslagtekort-loopt-op-we-treffen-een-aantal-maatregelen

E.24 Regionale maatregelen drinkwaterbedrijven

Bron: wat de drinkwaterbedrijven zelf op hun website gepubliceerd hebben of wat we online konden vinden. Dus: google search.

Figuur 2 geeft de drinkwaterbedrijven weer binnen Nederland. De volgende sub-secties geven per drinkwaterbedrijf aan welke maatregelen zijn genomen in de droge zomer van 2022 om negatieve effecten hiervan te beperken.



Bron: Vewin

Figuur 2: Drinkwaterbedrijven Nederland (Vewin, z.d.).

E.25 Brabant Water

Tabel 23: Regionale maatregelen ingezet door Brabant Water tijdens droge zomer 2022

Ingezet op?	Maatregel	Verdere toelichting	Bron
03/08/22	Oproep om minder water te gebruiken om zo de grondwatervoorraad te verbeteren.	Verder heeft Brabant Water geen problemen met het leveren van drinkwater van goede kwaliteit.	https://www.omroepbrabant.nl/nieuws/4128427/gebruik-minder-water-vraagt-brabant-water-vanwege-droogte ; https://www.brabantwater.nl/over-brabant-water/nieuws-en-pers/nationaal-watertekort-en-het-brabantse-drinkwater

E.26 Dunea

Tabel 24: Regionale maatregelen ingezet door Dunea tijdens droge zomer 2022

Ingezet op?	Maatregel	Verdere toelichting	Bron
03/08/22	Oproep om watergebruik te spreiden.	Droogte zomer heeft verder geen impact op drinkwaterlevering Dunea.	https://www.dunea.nl/algemeen/nieuws/2022/droogte-heeft-geen-impact-op-drinkwaterlevering-dunea

E.27 Evides

Tabel 25: Regionale maatregelen ingezet door Evides tijdens droge zomer 2022

Ingezet op?	Maatregel	Verdere toelichting	Bron
23/07/22	Oproep om bewust met water om te gaan en het waterverbreid te spreiden.	Verder heeft Evides geen problemen met het leveren van drinkwater van goede kwaliteit. Ook geen problemen met levering van water aan de industrie.	https://www.evides.nl/over-evides/nieuws/2022/droogte-heeft-op-dit-moment-geen-gevolgen-voor-drinkwaterlevering-evides ; https://www.evidesindustriewater.nl/nl/nieuwsoverzicht/droogte-heeft-op-dit-moment-geen-gevolgen-voor-waterlevering-evides

E.28 Oasen

Tabel 26: Regionale maatregelen ingezet door Oasen tijdens droge zomer 2022

Ingezet op?	Maatregel	Verdere toelichting	Bron
04/08/22	Oproep om bewust met water om te gaan en het niet onnodig te verspillen.	Verder heeft Oasen geen problemen met het leveren van drinkwater van goede kwaliteit.	https://gouweijsselnieuws.nl/2022/08/04/droogte-heeft-geen-impact-op-drinkwaterlevering-dunea/

E.29 PWN

Tabel 27: Regionale maatregelen ingezet door PWN tijdens droge zomer 2022

Ingezet op?	Maatregel	Verdere toelichting	Bron
18/07/22	PWN heeft vanwege de extreme hitte meer drinkwater moeten leveren.	Het waterverbruik lag 10 tot 15% hoger dan normaal.	https://www.noordhollandsdagblad.nl/cnt/dmf20220720_44231870?utm_source=google&utm_medium=organic
05/08/22	Oproep om bewust met water om te gaan, voornamelijk tussen 6-9 en 18-22.	Verder heeft PWN geen problemen met het leveren van drinkwater van goede kwaliteit.	https://www.pwn.nl/over-pwn/nieuws/drinkwater/genoeg-drinkwater-voor-noord-holland?nid=1368
06/09/22	Innamestop Andijk	Het drinkwaterbedrijf heeft de inname uit het IJsselmeer ter plaatse van Andijk tijdelijk gestaakt door een toename in chlorideconcentraties en haalt nu water uit het spaarbekken bij Andijk.	https://www.h2owaternetwerk.nl/h2o-actueel/lcw-nog-geen-structurele-verbetering-van-droogte

E.30 Vitens

Tabel 28: Regionale maatregelen ingezet door Vitens tijdens droge zomer 2022

Ingezet op?	Maatregel	Verdere toelichting	Bron
03/08/22	Oproep om zuinig om te gaan met drinkwater.	Verder heeft Vitens geen problemen met het leveren van drinkwater van goede kwaliteit.	https://www.tubantia.nl/enschede/droogte-en-warmte-geen-probleem-voor-vitens-voldoende-drinkwater-in-twente-en-achterhoek~a6a8fe711/?referrer=https%3A%2F%2Fwww.google.nl%2F

E.31 Waterbedrijf Groningen

Tabel 29: Regionale maatregelen ingezet door Waterbedrijf Groningen tijdens droge zomer 2022

Ingezet op?	Maatregel	Verdere toelichting	Bron
15/07/22	Oproep om zuinig om te gaan met drinkwater.	Verder heeft Waterbedrijf Groningen geen problemen met het leveren van drinkwater van goede kwaliteit.	https://waterbedrijfgroningen.nl/over-drinkwater/zuinig-op-ons-water/

E.32 Waternet

Tabel 30: Regionale maatregelen ingezet door Waternet tijdens droge zomer 2022

Ingezet op?	Maatregel	Verdere toelichting	Bron
11/08/22	Oproep om zuiniger om te gaan met water in Amsterdam.	Verder heeft Waternet geen problemen met het leveren van drinkwater van goede kwaliteit.	https://www.waternet.nl/nieuws/2022/augustus/droogte-in-nederland-ga-ook-in-amsterdam-zuiniger-om-met-water/ ; https://www.waternet.nl/nieuws/2022/juli/droogte-genoeg-drinkwater-in-amsterdam/

E.33 WMD Water

Tabel 31: Regionale maatregelen ingezet door WMD Water tijdens droge zomer 2022

Ingezet op?	Maatregel	Verdere toelichting	Bron
03/08/22	Oproep om bewust, zuinig en gespreid om te gaan met drinkwater. Voornamelijk tussen 7-9 en 18-22.	Verder heeft WMD geen problemen met het leveren van drinkwater van goede kwaliteit.	https://wmd.nl/nieuws/wat-betekent-de-droogte-voor-het-drinkwater-in-drenthe/ ; https://wmd.nl/nieuws/het-is-droog-ga-bewust-en-zuinig-om-met-drinkwater/

E.34 WML

Tabel 32: Regionale maatregelen ingezet door WML tijdens droge zomer 2022

Ingezet op?	Maatregel	Verdere toelichting	Bron
15/07/22	Oproep om zuinig met het drinkwater om te gaan en het gebruik te verspreiden. Oproep opnieuw gedaan op 4 augustus 2022.	Verder heeft WML geen problemen met het leveren van drinkwater van goede kwaliteit.	https://www.wml.nl/over-wml/nieuws/hitte-en-hoog-watergebruik ; https://www.wml.nl/over-wml/nieuws/nationaal-drinkwatertekort
30/08/22	WML innamestop wegens onbekende stoffen Maas	WML moet uit voorzorg drinkwaterproductie vanuit Maaswater stoppen door nieuwe onbekende stoffen in de Maas. In plaats daarvan wordt grondwater ingezet.	https://iplo.nl/thema/water/nieuws-water/2022/wml-continueert-innamestop-wegens-onbekende/