

Hoe extreem was de droogte van 2018?

Nienke Kramer, Marjolein Mens (Deltares), Jules Beersma (KNMI), Neeltje Kielen (Rijkswaterstaat)

Met de nieuwe langjarige berekeningen van het Nationaal Water Model is voor het eerst de variabiliteit van droogte en het effect op het water-bodemsysteem goed op landelijk niveau in beeld gebracht. In dit artikel wordt deze langjarige hydrologische reeks gebruikt om te kwantificeren hoe extreem de droogte van 2018 was voor verschillende gebieden in Nederland. Dit laat de meerwaarde zien van een langjarige reeks als onderdeel van de droogterisicobenadering voor zoetwatervoorziening op de lange termijn.

De Nederlandse zomer van 2018 werd gekenmerkt door een lange droge periode. Met uitzondering van het zuidwesten was het in heel Europa veel warmer en droger dan normaal. Het warme weer werd veroorzaakt door een persistente keten van hogedrukgebieden boven Scandinavië. Dit soort hogedrukgebieden blokkeert de normale (westelijke) luchtstroom over Europa en houdt daarmee simpel gezegd depressies (met de bijbehorende neerslaggebieden) op afstand.

De hoge temperaturen en het uitblijven van neerslag leidden tot grote neerslagtekorten, lage grondwaterstanden en lage waterstanden in de rivieren, meren en sloten. Met als resultaat een grote druk op de zoetwatervoorziening. In het Deltaprogramma Zoetwater wordt op dit moment een risicobenadering ontwikkeld om investeringsbeslissingen in het beheer en gebruik van zoetwater te kunnen onderbouwen.

Het droogterisico is gedefinieerd als het product van de kans op droogte en de (economische) gevolgen van de droogte. Met het Nationaal Water Model (NWM) [1] kan berekend worden hoe perioden met lage neerslag, hoge verdamping en lage rivierafvoer hydrologisch doorwerken in onder andere grondwaterstanden, afvoerverdeling en zoutindringing. Voor de risicobenadering zijn recent 100 jaar aan historische neerslag, verdamping en Rijn- en Maasafvoer met het NWM doorgerekend. De historische meteorologische condities van de afgelopen 100 jaar (inclusief de droogtes) worden hiermee als het ware op het huidige hydrologische systeem van Nederland geprojecteerd [1]. Dit model houdt automatisch rekening met het verloop van droogte in ruimte en tijd, de correlatie tussen neerslagtekort en lage afvoeren, de bufferwerking en de (huidige) sturing in het watersysteem. Uit de 100-jarige berekeningen met het NWM kan worden geschat wat de herhalingsstijd (of -kans) is van karakteristieke, aan droogte gerelateerde, hydrologische condities in het huidige klimaat. Wanneer het NWM wordt aangedreven met meteo- en afvoerreksen representatief voor een klimaatscenario, kan dat ook voor het bijbehorende toekomstige klimaat.

In dit artikel gebruiken we de 100-jarige hydrologische berekeningen met het NWM om te kwantificeren hoe extreem de droogte van 2018 was voor een drietal cases die verschillende gebieden en sectoren in Nederland representeren: scheepvaart op de Rijn, inzet van de Klimaatbestendige Wateraanvoer (KWA), en het buffergebruik IJsselmeer.

Meteorologische situatie 2018

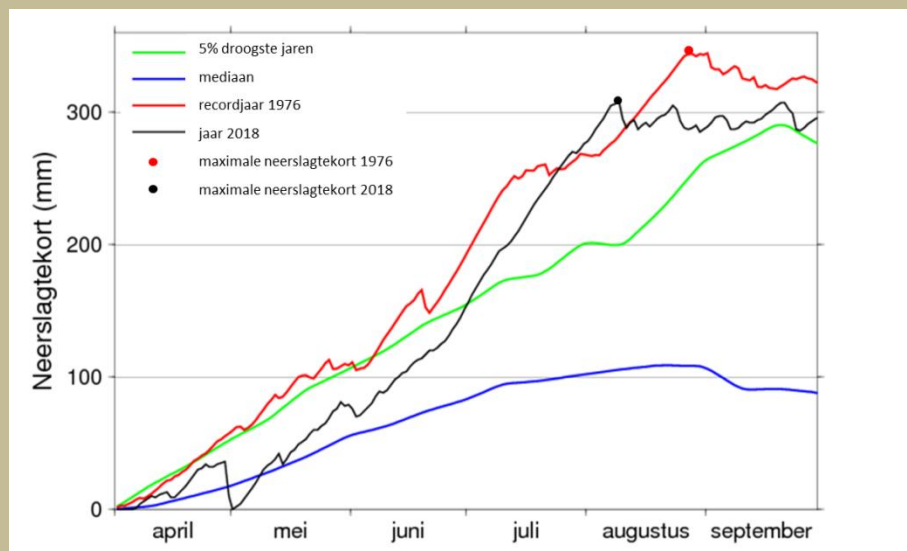
In 2018 viel er gemiddeld over het land 607 mm neerslag; 240 mm minder dan normaal. Het landelijk gemiddelde neerslagtekort werd maximaal 309 mm (zie afbeelding 1). Daarmee komt 2018 op plaats 5 in de ranglijst van historisch droge jaren komt. Het KNMI heeft een herhalingsstijd van ongeveer 30 jaar bepaald [2]. Juli 2018 was in termen van neerslagtekort de meest extreme maand ooit gemeten (zie afbeelding 2).

Niet in het hele land was het maximale neerslagtekort gelijk aan de landsgemiddelde waarde. In delen van Gelderland, Overijssel, Zeeuws-Vlaanderen, Noord-Brabant en Limburg werd een waarde van circa 350-370 millimeter bereikt. Verspreid over het land bereikte het maximale neerslagtekort minder hoge waarden; lokaal 200-250 millimeter. Op deze locaties viel, vooral in mei, lokaal veel neerslag door zware onweersbuien. Ook de datum waarop het maximale tekort werd bereikt varieerde. De exacte datum was afhankelijk van het moment dat de neerslag in augustus de

verdamping blijvend overtrof [2]. Voor veel vrij-afwaterende gebieden in Nederland wijkt de herhalingsstijd voor het maximale neerslagtekort daarmee af van het landsgemiddelde. Zo wordt de situatie van 2018 in Limburg en Brabant gemiddeld eens per ongeveer 60 jaar overschreden en is dit voor Oost-Nederland eens per ongeveer 100 jaar. Voor de Veluwe, waar relatief veel regen viel, bedraagt de herhalingsstijd ongeveer 20 jaar (herhalingsstijden geschat op basis van [2] en [3]). Meteorologische droogte leidt in vrij-afwaterende gebieden (zoals de Hoge Veluwe, Drents Plateau en De Peel) tot bodemvochttekort en als het lang aanhoudt tot uitzakkende grondwaterstanden, met onder andere verminderde gewasopbrengsten en droogvallende beken tot gevolg. In kustgebieden zonder wateraanvoermogelijkheden (zoals Zeeland) kan langdurige droogte leiden tot verzilting van het ondiepe grondwater, wat schadelijk is voor landbouwgewassen. In 2018 heeft dit bijvoorbeeld geleid tot een opbrengstreductie van circa 70% voor uien [4], [5].

Meteorologische droogte: (maximaal) neerslagtekort.

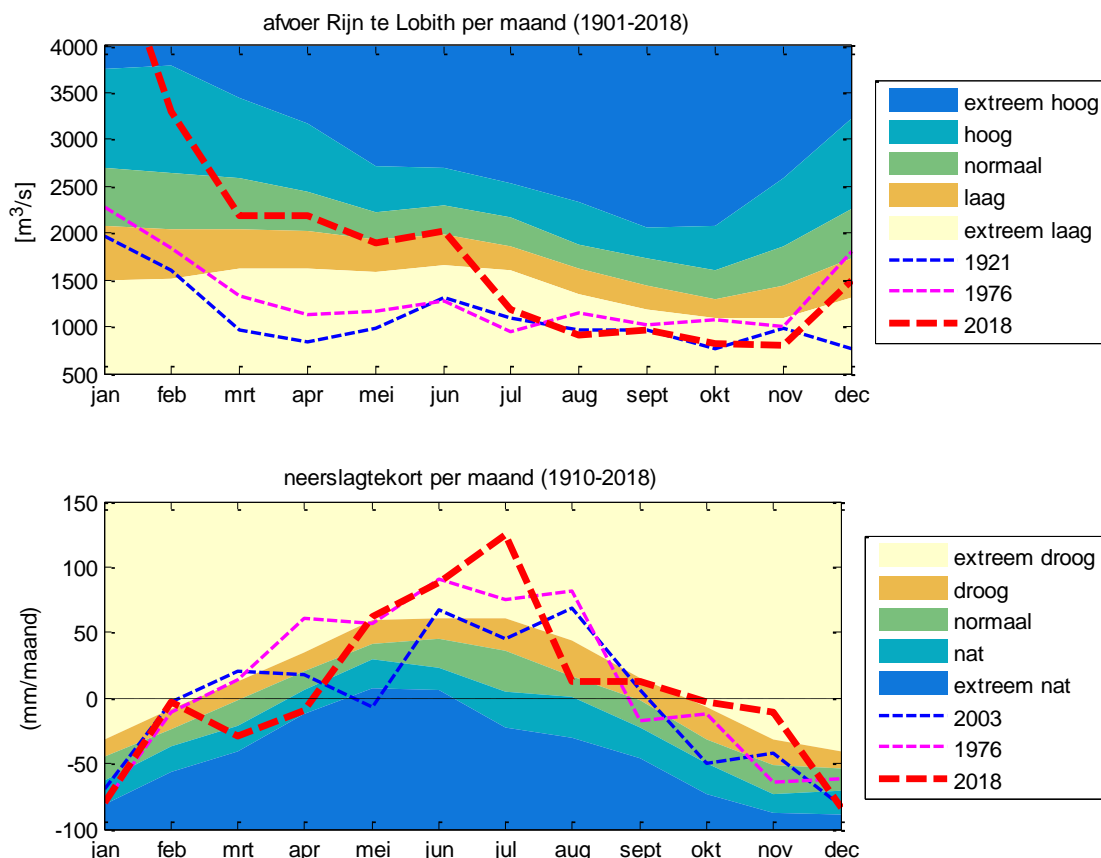
De zwarte lijn in afbeelding 1 laat het verloop van het neerslagtekort en het maximale neerslagtekort (zwarte stip) van 2018 zien. Vergeleken met het recordjaar 1976 werd deze maximale waarde eerder (begin augustus) bereikt en had een historisch hoge waarde (hoger dan de 5% droogste jaren). Het hoge neerslagtekort hield ook na september 2018 nog meer dan een maand aan.



Afbeelding 1. Ontwikkeling van het landelijk gemiddelde neerslagtekort van april t/m september 2018. De blauwe lijn en de groene lijn zijn de niveaus die in respectievelijk 50 en 5 procent van de jaren worden overschreden. 1976 is het jaar met het grootste maximale neerslagtekort sinds 1906 [2]

Hydrologische situatie 2018

In een groot deel van Nederland kan water worden aangevoerd uit de grote rivieren en leidt meteorologische droogte niet direct tot problemen. Ongeveer 65 procent van al het in Nederland beschikbare zoetwater wordt door de Rijn aangevoerd. Door smeltwater van een sneeuwrijke winter, was de Rijnaafvoer in de maanden mei en juni nog normaal (zie afbeelding 2, boven). Tot midden juni was de Rijnaafvoer nog gemiddeld, daarna is de daling ingezet. Tijdens de piek in het neerslagtekort was de afvoer al flink afgenomen tot extreem lage waarden (afbeelding 2, onder). In augustus 2018 kwam de afvoer van de Rijn onder de 1000 m³/s en deze is tot en met november (vrijwel continue) onder dat niveau gebleven. De laagste afvoeren van ca. 750 m³/s traden in oktober en november op.



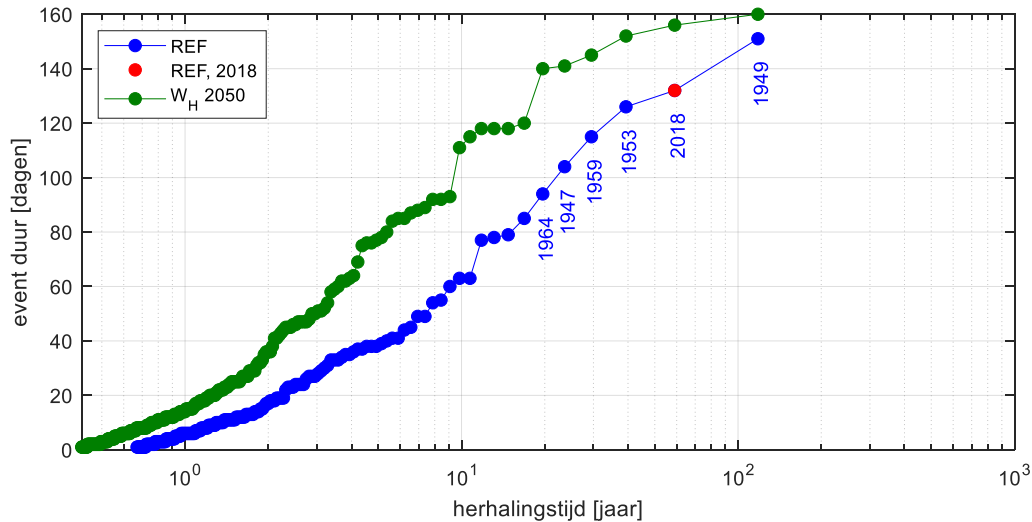
Afbeelding 2. Boven: verloop maandelijks gemiddelde Rijnafvoer te Lobith per kalendermaand voor de droge jaren 1921, 1976 en 2018. Onder: Neerslagtekort per kalendermaand voor 1921, 1976 en 2018 [6]. De klassegrenzen van de vijf klassen zijn de 20-, 40-, 60- en 80-percentielwaarden van het gemeten maandelijks afvoer/neerslagtekort voor de jaren 1901/1910-2018

Indicator voor scheepvaart Rijn

De scheepvaartsector heeft het vooral in het najaar van 2018 moeilijk gehad. De Rijnafvoer was toen op zijn laagst, waardoor de bevaarbaarheid van de Rijntakken sterk afnam. Hoewel benodigde vaardiepte mede afhangt van beladingsgraad en grootte van de schepen, is 1100 m³/s een goede eerste indicator voor bevaarbaarheid. Vervolgens is daarom het aantal dagen aaneengesloten onderschrijding van deze drempelwaarde berekend.

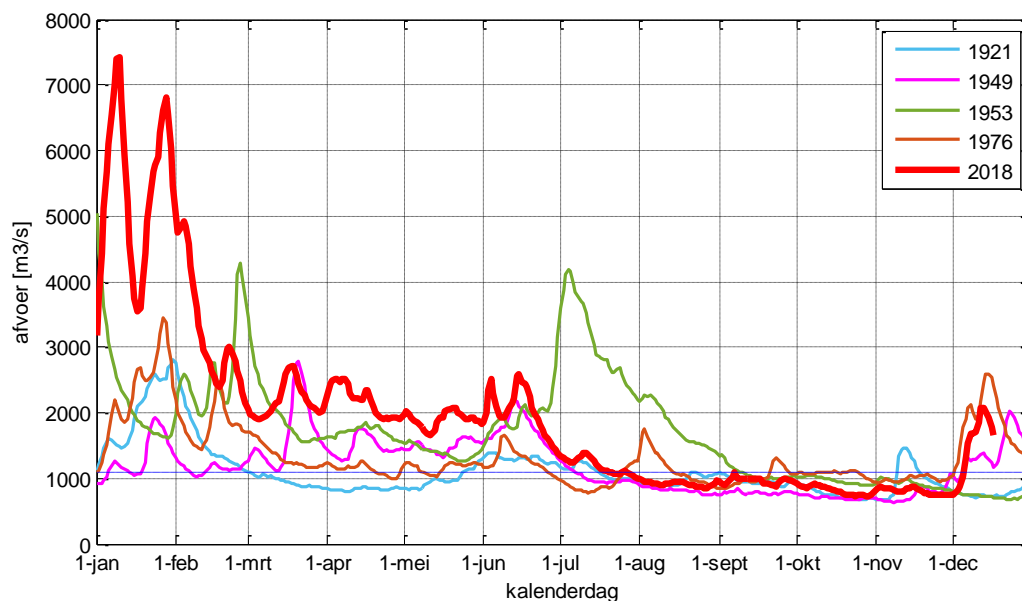
In 2018 was de Rijnafvoer circa 132 dagen lager dan 1100 m³/s. Sinds 1901 is dit één keer eerder voorgekomen, namelijk in 1949 (zie afbeelding 3). Op basis van deze indicator heeft 2018 een herhalingstijd van circa 60 jaar. Andere jaren met een lang aaneengesloten lage afvoer waren 1947, 1953 en 1964. De vaak genoemde jaren 1921 en 1976 komen niet in de top 5 voor. In deze jaren was de winterafvoer behoorlijk laag, maar niet aaneengesloten lager dan 1100 m³/s (zie afbeelding 4).

Onder het KNMI-klimaatsscenario met de grootste uitdroging in de zomer is de verwachting dat lage Rijnafvoeren in de zomer duidelijk vaker voor gaan komen. Een lange periode van lage afvoer, zoals in 2018, komt dan in 2050 eens in de ongeveer 20 jaar voor (afbeelding 3).



Afbeelding 3. Duur van lage Rijnafvoer (aaneengesloten lager dan $1100 \text{ m}^3/\text{s}$) als functie van de herhalingstijd. Blauw: historische waarnemingen. Groen: op basis van het klimaat volgens het droge KNMI'14 W_H -scenario* voor 2050 [7]. Gebruikte tijdreeks 1901-2018, methode: peaks-over-threshold

*Voor de Rijnafvoer is steeds de zogenoemde $W_{H,dry}$ -variant van het W_H -scenario gebruikt. Dit is het droogste KNMI'14 klimaatscenario voor het Rijnstroomgebied



Afbeelding 4. Verloop gemeten Rijnafvoer te Lobith (dagwaarden) voor de jaren 1921, 1949, 1953, 1976 en 2018. Bron data: Rijkswaterstaat

Indicator inzet Klimaatbestendige Wateraanvoer

De watervoorziening van Rijnland, Delfland en Schieland vindt met name plaats vanuit inlaten langs de Hollandsche IJssel. Bij externe verzilting van de Rijn-Maasmonding als gevolg van lage rivierafvoeren en/of windopzet op zee, kunnen deze inlaten tijdelijk verzilten. De Klimaatbestendige Wateraanvoer (KWA) is een alternatieve aanvoerroute via het Amsterdam-Rijnkanaal en de Lek om periodes van externe verzilting te overbruggen. De KWA wordt in de praktijk in werking gesteld zodra (verwacht wordt dat) de zoutconcentraties bij Krimpen aan den IJssel langere tijd hoger blijven dan de grenswaarde van 250 mg/l . In 2018 was de Rijnafvoer in juli sterk gedaald (zie afbeelding 2), waardoor zoutindringing toenam en via Gouda geen water meer ingelaten kon worden. De KWA is vervolgens op 24 juli 2018 in werking gesteld en na 63 dagen op 27 september weer stopgezet. De KWA is eerder

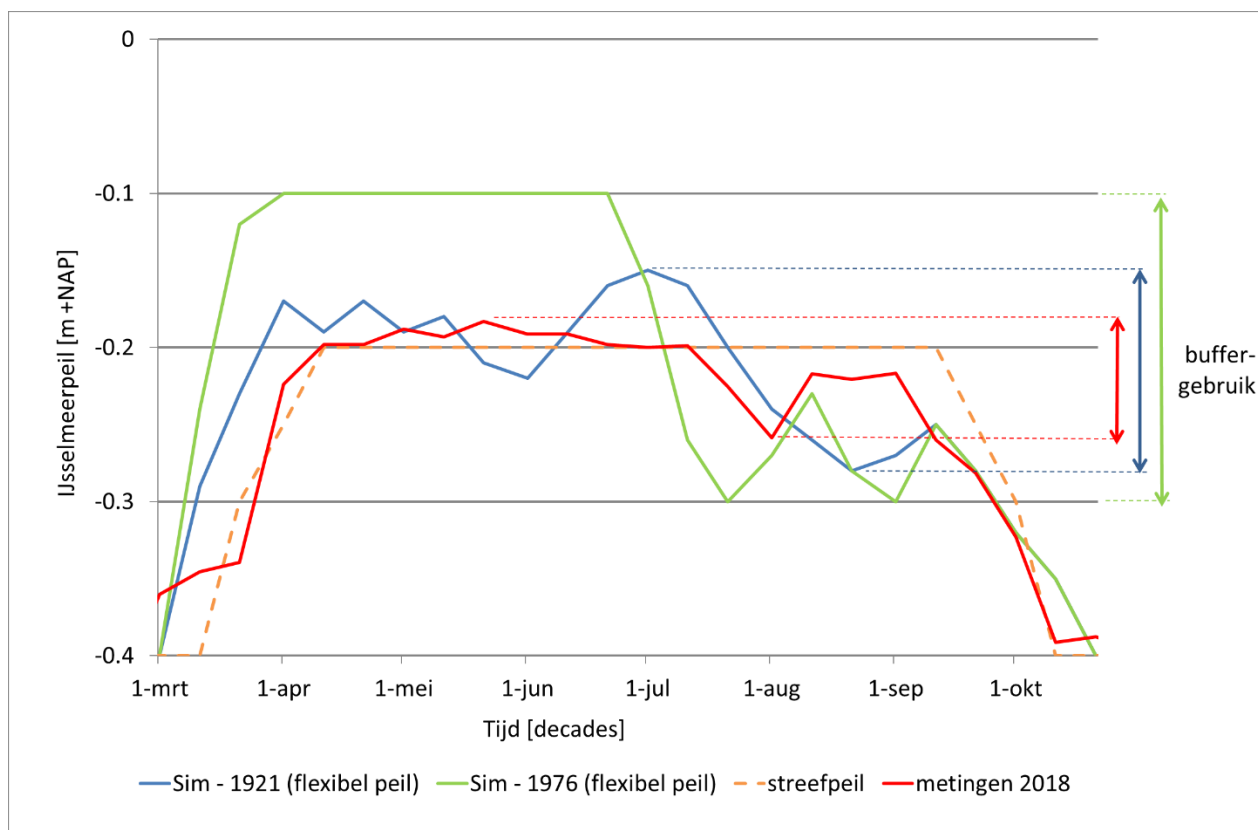
in 2003 en in 2011 ingezet. Uit analyses gemaakt voor het Deltaprogramma Zoetwater blijkt dat de inzet van de KWA gemiddeld eens in de 10 jaar nodig is. Een situatie met een inzetduur van 63 dagen wordt ongeveer eens per 60 jaar overschreden.

Onder het droge KNMI'14 W_H-scenario zal er in 2050 vaker sprake zal zijn van langdurig lage afvoer, waardoor de monding van de Hollandsche IJssel en de monding van de Lek vaker zullen verzilten. De KWA moet dan mogelijk eens in de 2 jaar worden ingezet. Een situatie vergelijkbaar met 2018 doet zich dan gemiddeld eens in de 15 jaar voor [8].

Indicator inzet buffer IJsselmeer/Markermeer

Het IJsselmeer/Markermeer voorziet als 'nationale regenton' een groot deel van de noordelijke helft van Nederland (onder andere het Fries-Gronings kustgebied en het Hollands Noorderkwartier) van zoetwater tijdens droge zomers. Dit water wordt gebruikt voor peilbeheer van polders, doorspoeling van grote en kleine watergangen ten behoeve van de waterkwaliteit, beregening, drinkwater en industrievoorziening. Een andere relatief grote 'watervrager' is de verdamping op de grote meren zelf. In juli 2018, de maand met de minste neerslag en de meeste verdamping, was de aanvoer vanuit de IJssel net voldoende om verdamping van de meren te compenseren. Hierdoor werd ingeteerd op de IJsselmeerbuffer.

Het IJsselmeerpeil werd in mei iets opgezet tot 2 centimeter boven streefpeil (-0,18 m+NAP) en zakte daarna 8 centimeter uit tot -0,26 m+NAP in de eerste dagen van augustus. (zie afbeelding 5). Uit de analyses met het Nationaal Water Model [8] blijkt dat het aanspreken van de buffer van het IJsselmeer een uitzonderlijke situatie is. Alleen onder omstandigheden zoals in 1921 en 1976 zou het buffergebruik groter zijn geweest dan in 2018 (respectievelijk 13 en 20 cm). Hieruit leiden we af dat het buffergebruik in 2018 een overschrijdingskans heeft van eens in de ongeveer 35 jaar. Onder het droge KNMI'14 W_H-scenario voor 2050 wordt het gebruik van een bufferschijf als in 2018, volgens de berekeningen met het NWM, naar schatting eens in de acht jaar overschreden. Hierbij wordt opgemerkt dat bij deze scenarioberekening ook uitgegaan wordt van een toename in de watervraag, onder andere door een toename van de landbouwberegening.



Afbeelding 5. Verloop IJsselmeerpeil voor de jaren 1921, 1976 (gesimuleerd [1]) en 2018 (gemeten) per 10 dagen. Voor 1976 en 2003 zijn simulaties met het NWM gebruikt, waarbij de historische meteorologie en afvoeren zijn geprojecteerd op het huidige systeem met flexibel peilbeheer

Conclusie

De droogte van 2018 was uitzonderlijk en had diverse (hydrologische) gevolgen. De kans op een droogte met vergelijkbare gevolgen is niet voor alle gebieden en sectoren simpelweg af te leiden uit de statistiek van het neerslagtekort. Het uitzakken van de grondwaterstanden in vrij-afwaterende gebieden zonder rivieraanvoer is wel grotendeels gekoppeld aan het neerslagtekort en is een situatie die afhankelijk van het gebied gemiddeld eens in de 20 tot 100 jaar voorkomt. De langdurige en aaneengesloten lage afvoeren van 2018, met implicaties voor scheepvaart en externe verzilting, waren uitzonderlijk met een geschatte herhalingsstijd van ongeveer 60 jaar. Het aanspreken van de IJsselmeerbuffer is gekoppeld aan het tegelijkertijd optreden van zowel neerslagtekort als afvoertekort. De kans dat dezelfde hoeveelheid IJsselmeerbuffer gebruikt wordt zoals in 2018 is geschat op eens in de 35 jaar (zie tabel 1).

In het Deltaprogramma Zoetwater wordt op dit moment gewerkt aan een risicobenadering, waarbij inzicht nodig is in zowel de kans op droogte als de economische gevolgen hiervan voor de maatschappij. De risicobenadering draagt bij aan de onderbouwing van investeringsbeslissingen. De langjarige (historische)berekeningen met het Nationaal Water Model zijn hierbij een essentieel onderdeel, omdat ze rekening houden met de grote variatie aan droogte, ontwikkeling in de tijd en het samenvallen van neerslagtekort en lage afvoeren.

Een uitgebreidere analyse van de kans op en gevolgen van droogte op basis van een uitgebreide set van droogte-indicatoren is te vinden in de Geactualiseerde Knelpuntenanalyse Zoetwater [8], waarbij naast de in dit artikel beschouwde indicatoren ook ingegaan wordt op regionaal watertekort, bodemvocht, grondwater en waterkwaliteit (o.a. zoutgehalte en temperatuur).

Tabel 1. Overzichtstabel met geschatte herhalingstijden o.b.v. 100-jaar statistiek

Gebied / sector	Indicator	2018 conditie	Geschatte herhalingstijd van 2018 condities in huidig klimaat	Geschatte herhalingstijd 2018 condities in 2050*
			[jaar]	[jaar]
Vrij-afwaterende gebieden (landbouw, natuur)	Neerslagtekort <ul style="list-style-type: none"> landsgemiddeld Veluwe Limburg en Brabant Oost-Nederland 	309 mm ~280 mm ~360 mm ~350 mm	30 20 60 100	15 ^[2] - - -
Scheepvaart Rijn	aantal aaneengesloten dagen Rijnaafvoer (Lobith < 1100 m ³ /s)	135 dagen	60	20
Voorzieningsgebied Nederrijn/Lek	Inzet Klimaatbestendige Wateraanvoer	63 dagen	60	15
Voorzieningsgebied IJsselmeer/Markermeer	Gebruik IJsselmeerbuffer**	8 cm	35	8

*Uitgaande van het droge KNMI'14-W_H-scenario voor 2050

** In de berekeningen is een streefpeil van -0,20 m +NAP gehanteerd zonder flexibele opzet; peildaling lager dan -0,30 m+NAP vergt een beslissing van de LCW

Referenties

- <https://www.helpdeskwater.nl/onderwerpen/applicaties-modellen/applicaties-per/watermanagement/watermanagement/nationaal-water/basisprognoses-2018/>, geraadpleegd 1 augustus 2019.
- Sluijter, R., Plieger, M., Oldenborgh, G.J. van, Beersma, J. en Vries, H. de (2018). *De droogte van 2018: een analyse op basis van het potentiële neerslagtekort*. KNMI, De Bilt.
- Beersma, J.J., Buishand, T.A. en Buiteveld, H. (2004). *Droog, droger, droogst, KNMI/RIZA-bijdrage aan de tweede fase van de Droogtestudie Nederland*. KNMI-publicatie; 199-II, De Bilt.
- Stokkers, R., Prins, H., Meer, R. van der, Jager, J. (2018). *Effecten droogte en hitte op inkomens land- en tuinbouw: Update begin oktober*. Wageningen Economic Research, Wageningen.
- Hussen, K. van, Velde, I. van de, Läkamp, R. en Kooij, S. van der (2019). *Economische schade door droogte in 2018*. Ecorys, Rotterdam.
- <https://www.knmi.nl/nederland-nu/klimatologie/maand-en-seizoensoverzichten/2018/jaar>, geraadpleegd 1 augustus 2019.
- Kramer, N. en Mens, M. (2016). *Methode voor het afleiden van een 100-jarige toekomstige afvoerreeks voor Lobith en Monsin*. Deltares, Delft.
- Mens, M., Hunink, J., Delsman, J., Pouwels, J., Schasfoort, F. (2019). *Geactualiseerde knelpuntenanalyse voor het Deltaprogramma Zoetwater, fase II: Voorlopige rapportage*. Deltares, Delft.