
Effect van veranderend maaibeleid en klimaat in beeld?

Nicole Jungermann¹, Hans Hakvoort¹, Twan Rosmalen²,
Gerry Roelofs², Susanne Groot¹

In het Nationaal Bestuursakkoord Water (NBW) hebben de waterschappen afgesproken hun watersysteem te toetsen aan de normen voor regionale wateroverlast. Waterschap Rijn en IJssel heeft niet alleen de behoefte om haar watersysteem te toetsen, maar wil ook graag inzicht krijgen in de kansen op regionale wateroverlast als gevolg van een veranderend maaibeleid, herinrichting en klimaatverandering. Op basis van deze inzichten kunnen ze beter handelen in beleid, beheer en onderhoud. In dit artikel presenteren we een aanpak om de effecten van veranderingen in maaibeleid en een klimaatverandering op de kans op extreme waterstanden te kwantificeren.

Inleiding

Waterschap Rijn en IJssel voert momenteel het project "Systeemkennis Inundatie en Actualisatie Toetsing Normering" uit. Doel van dit project is om het watersysteem te toetsen aan de normen voor regionale wateroverlast, en vooral ook om meer inzicht te krijgen in de mate waarin diverse factoren de gevoeligheid voor inundatie beïnvloeden. Per stroomgebied wordt een model gemaakt, waarmee het watersysteem getoetst wordt aan normen voor regionale wateroverlast zoals beschreven in het Nationaal Bestuursakkoord Water (Rijk, 2003, Rijk, 2008). Voor de bepaling van de kans op wateroverlast zijn de belangrijkste hoogwaterbepalende factoren geïdentificeerd en in combinatie doorgerekend met de zogenaamde stochastenmethode. De resultaten zijn opgenomen in een database. Naast het geautomatiseerd opbouwen van grafieken met overschrijdingskans-en van waterstanden en inundatie- en toetsingskaarten op basis van de database, wordt deze ook gebruikt om op een snelle manier meer systeeminzicht te krijgen en om de gevoeligheid van het watersysteem voor de verschillende stochasten te kwantificeren.

In dit artikel hebben we de analyse van de effecten van het maaibeleid uitgewerkt en gepresenteerd aan de hand van de berekeningendatabase van de Baakse Beek-Veengoot. Daarnaast hebben we ook de effecten van klimaatsverandering op de waterstanden beschouwd. We beginnen echter eerst met een toelichting op het model en de berekeningendatabase.

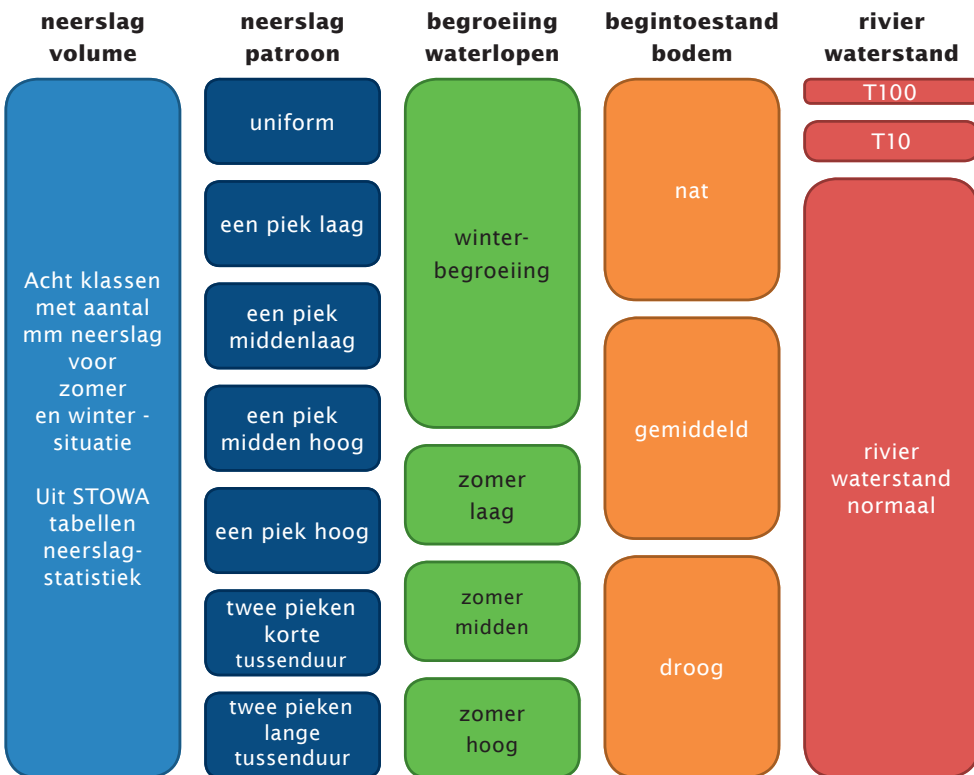
¹ HKV lijn in water (jungermann@hkv.nl)

² Waterschap Rijn en IJssel (t. rosmalen@wrij.nl)

Opzet model en berekeningendatabase

De berekeningendatabase is gevuld met rekenresultaten uit een SOBEK model. Het hydraulisch (1DFLOW) deel van dit model is een gedetailleerd model van alle leggerwaterlopen van het waterschap en bevat alle kunstwerken. Het neerslag-afvoer (RR) deel van het model beschrijft de neerslag-afvoerprocessen, zowel van het landelijk als stedelijk gebied. Het stroomgebied van de Baakse Beek-Veengoot is 26.800 ha groot, de totale lengte aan waterlopen in het model is 590 km en het aantal afwateringsgebieden in het neerslag-afvoermodel bedraagt 2008. Het model is gekalibreerd en gevalideerd op alle beschikbare afvoer- en waterstandsmetpunten die na de controle op kwaliteit van de reeksen resteerden.

Via gericht onderzoek zijn de voor hoogwaterstanden relevante parameters geïdentificeerd en als stochast gekenmerkt. Ook is bij de definitie van de stochasten uiteraard rekening gehouden met zomer- en wintergebeurtenissen en de kans op voorkomen; dit geldt bijvoorbeeld voor neerslaghoeveelheden in de verschillende seizoenen (lente-zomer en herfst-winter) of de kans op voorkomen van neerslagpatronen. In dit artikel gaan we verder niet in op de verschillende overwegingen voor de keuze van



Afbeelding 1: Stochasten matrix van dit onderzoek; de neerslagstatistiek is overgenomen uit de STOWA neerslagstatistiek (Smits et al., 2004)

de stochasten. De stochasten die zijn gebruikt in dit onderzoek staan in Afbeelding 1. Het betreft de neerslagvolumes en -patronen, de begroeiingsgraad van de waterlopen, de (initiële) bergingscapaciteit in de bodem en de waterstanden op de IJssel. Het stroomgebied watert namelijk af op de IJssel en de IJsselwaterstand is van invloed op de afvoercapaciteit van het stroomgebied Baakse Beek-Veengoot.

In totaal zijn 2016 combinaties van stochasten doorgerekend met het SOBEK-model, waarbij de gemiddelde rekestijd per som ongeveer 3 uur bedroeg. Om de totale rekestijd van ruim 6000 uren (250 dagen) binnen enkele dagen uit te kunnen voeren, is een rekencluster ingezet. De totale rekestijd voor de database bedroeg op het rekencluster met circa 80 processoren 3 dagen.

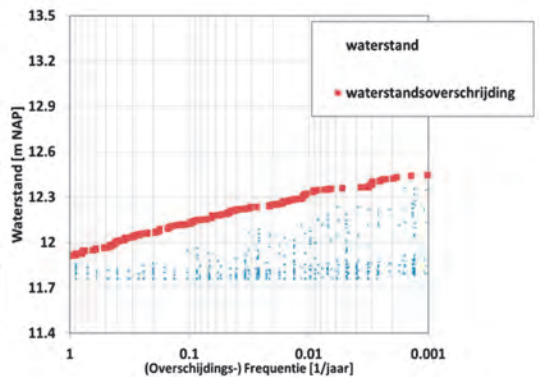
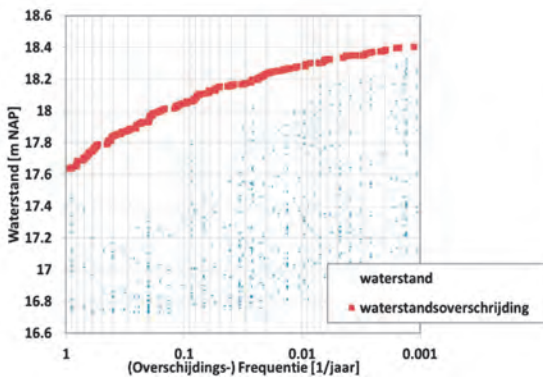
Iedere berekening is een combinatie van neerslagvolume, -patroon, ruwheden van de waterlopen, initiële bergingscapaciteit in de bodem en de waterstand op de IJssel. Door per berekening en per rekenpunt de maximaal berekende waterstand weg te schrijven en die van alle 2016 sommen na te bewerken, kan per rekenpunt een waterstandsoverschrijdingsgrafiek gemaakt worden (zie afbeelding 2 als voorbeeld). Hieruit wordt de waterstand bij de voor de toetsing relevante herhaligstijden afgeleid, in dit project eens per 10, 25, 50 en 100 jaar. De berekeningendatabase bevat van alle 2016 sommen en voor alle rekenpunten (in het stroomgebied van de Baakse Beek-Veengoot zijn dit ca. 14.000 punten) de berekende hoogste waterstand.

Afleiden systeemkennis uit waterstandsoverschrijdingsgrafieken

Op basis van de grafieken met overschrijdingskansen van waterstanden kan het systeemgedrag onder extreme omstandigheden worden geanalyseerd. Afbeelding 2 geeft daarvan twee voorbeelden.

De rode, dikke stippen geven de overschrijdingsfrequentie van waterstanden weer. Deze is afgeleid uit de maximale waterstand per berekening, in de grafiek weergegeven door middel van de kleine blauwe punten. Een aantal blauwe punten valt overigens buiten het bereik van de x-as. Dit zijn gebeurtenissen met een kans groter dan eens per jaar of kleiner dan eens per 1000 jaar.

De grafieken worden gebruikt om de waterstand met een bepaalde herhalingsstijd (1/overschrijdingsfrequentie) af te lezen. Daarnaast kunnen de grafieken worden gebruikt om verschillen in absolute hoogte bij een bepaalde herhalingsstijd af te lezen. Zo zien we in de linker figuur dat het verschil tussen de 1 x per 10 jaar en 1 x per jaar waterstand ongeveer 40 cm bedraagt, terwijl dat op de locatie in de rechterfiguur ongeveer de helft bedraagt. Eén van de redenen van de geringere peilstijging in de rechterfiguur is dat deze locatie juist bovenstrooms van een stuw ligt die de waterstand op een peil van NAP+11,75 m stuurt en relatief goed kan handhaven. Hiermee wordt inzicht verkregen in de gevoeligheid voor waterstandstijgingen in een watergang. Het waterschap heeft in GIS voor elk rekenpunt een dergelijke grafiek met de overschrijdingsfrequentie van waterstanden beschikbaar. De waterstanden bij een bepaalde herhalingsstijd zijn tevens vertaald naar inundatiebeelden.



Afbeelding 2: Overschrijdingsfrequentie van waterstanden voor twee locaties in het stroomgebied van de Baakse Beek-Veengoot

Voor het waterschap is naast deze analyse ook van belang om de invloed van het maaibeeld en de effecten van klimaatsverandering op de kans op wateroverlast nader te analyseren. Met name de doorwerking van het maaibeeld – intensivering of extensivering – op de kans op wateroverlast is van belang om een verantwoorde afwegingen te maken. In de volgende paragrafen van dit artikel gaan we verder op deze vragen in.

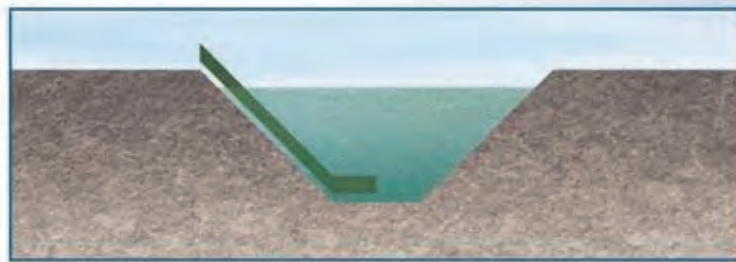
Effecten van maaibeeld

Het maaibeeld kan een grote invloed hebben op de kans op wateroverlast in grote delen van het beheergebied van Waterschap Rijn en IJssel. Bij bijvoorbeeld een extreme bui in de zomer met dicht begroeide waterlopen zal bovenstrooms meer wateroverlast ontstaan dan bij exact dezelfde bui, maar dan in een situatie met net gemaaide waterlopen. Het is dan ook wenselijk om de begroeiing ook als stochast mee te nemen. De begroeiing drukken we daarbij uit in een kans van voorkomen. Deze kans van voorkomen is daarbij overigens geen extreme-waardenverdeling, er zijn immers duidelijk afgebakende grenzen waartussen de begroeiing – of in modeltermen: de ruwheid – zich beweegt. De kans kan eenvoudigweg worden uitgedrukt in een percentage van de tijd dat de begroeiing hoog is en een percentage van de tijd dat de begroeiing beperkt is (en alles daartussenin). De vraag is nu hoe dit kan worden gekwantificeerd en vervolgens kan worden gebruikt in de bepaling van de kans op wateroverlast. In deze paragraaf beschrijven we dit vraagstuk met behulp van de berekeningendatabase.

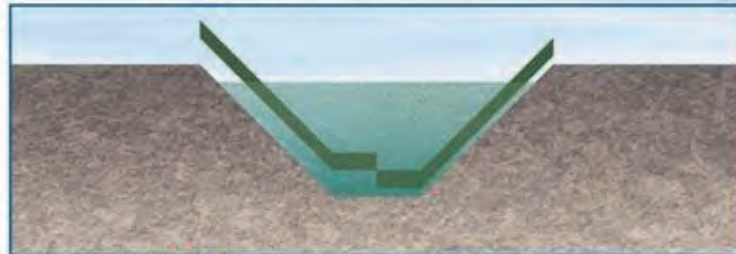
Het waterschap heeft aan alle leggerwaterlopen een zogenaamd onderhoudspakket toegekend met het oog op, onder meer, de benodigde afvoer capaciteit, maar ook ecologische doelstellingen. Er zijn 8 onderhoudspakketten die verschillen in het aantal maaibeurten, de momenten van maaien en de intensiteit van maaien (éénzijdig, beide zijden, alleen de bodem, et cetera). Een voorbeeld van de beschrijving van een onderhoudspakket is als volgt:

ONDERHOUDSPAKKET 4

Landelijk natuurwater: bodembreedte smal



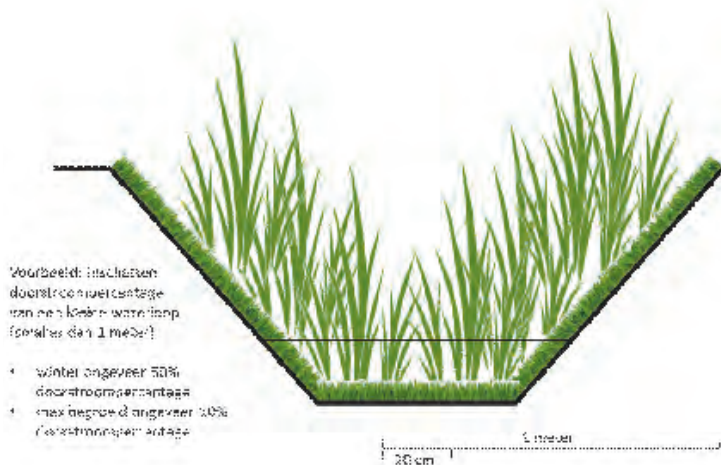
Voorjaarsronde **Talud:** vanaf 1 juni (bij voorkeur) linkeroever.
Bodem: gelijktijdig met talud. Minimaal 75% schoon.



Najaarsronde **Talud:** tussen 1 september en 1 november beide zijden.
Bodem: gelijktijdig met talud. 100% schoon.

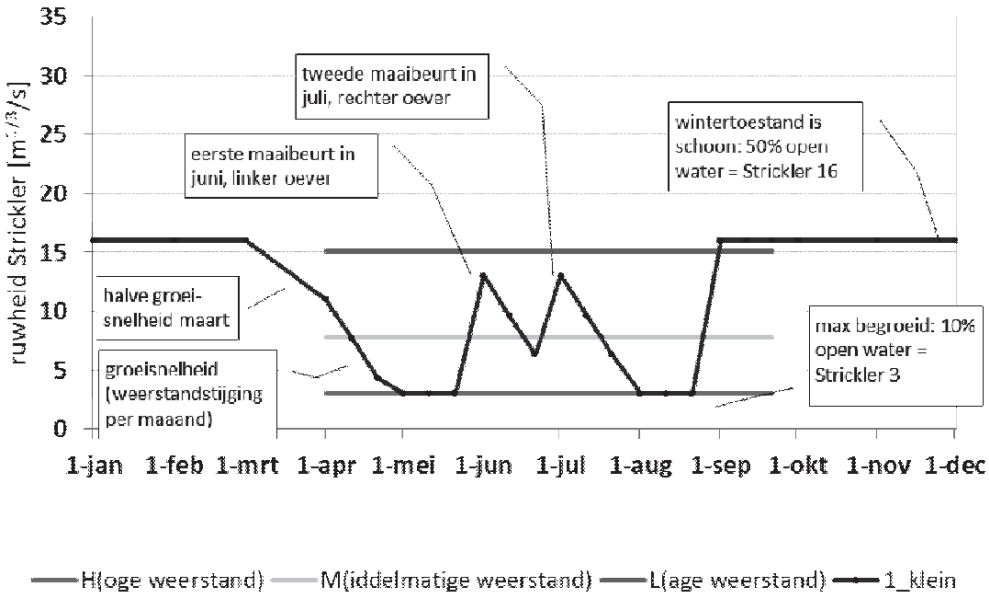
Afbeelding 3: Voorbeeld van de beschrijving van een onderhoudspakket

Alle waterlopen zijn onderverdeeld in drie breedteklassen: klein, normaal en groot. Het lineaire verband volgens Querner (1993) tussen het doorstroompercentage van de waterloop en weerstand is gebruikt om een schatting van de weerstand te maken. Dat is gedaan door voor elke breedteklasse het doorstroompercentage te schatten voor de glad gemaaid en de maximaal begroeide toestand. Afbeelding 4 laat de schatting van het percentage voor een kleine waterloop zien.



Afbeelding 4: Schatting van het minimale en maximale doorstroompercentage voor een kleine waterloop (<math>< 1 \text{ meter}</math> breed)

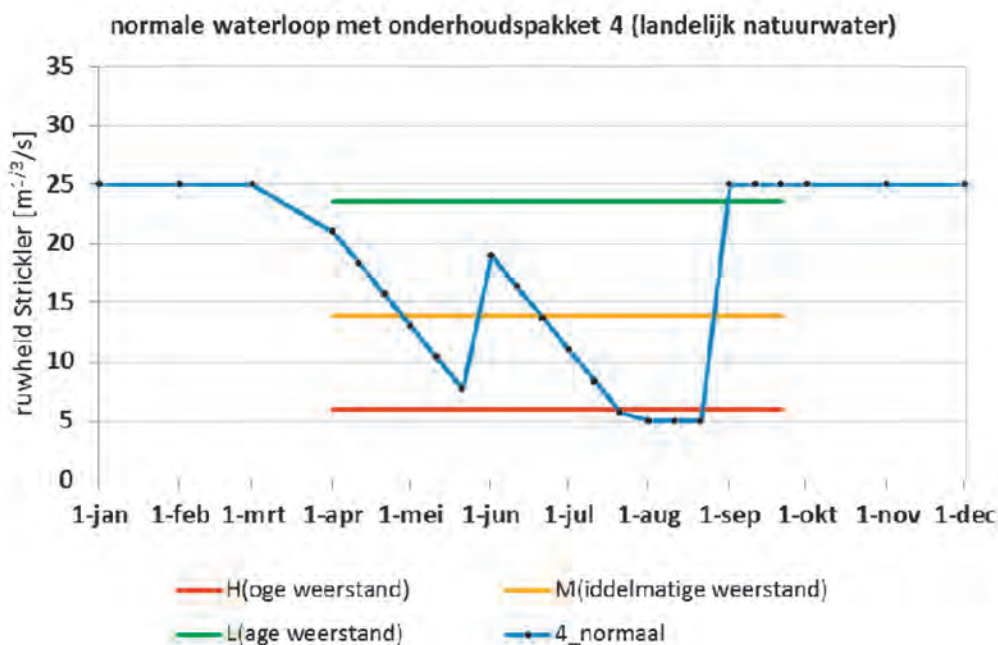
kleine waterloop met onderhoudspakket 1 (primair landbouwwater)



Afbeelding 5: Weerstandsverloop voor kleine waterloop met onderhoudspakket 1

Overige factoren zoals groeisnelheid en het effect van een maaibeurt op het doorstroompercentage levert voor elke combinatie van breedteklasse en onderhoudspakket een zogenaamde weerstandsgrafiek op die de weerstand gedurende het jaar beschrijft. Afbeelding 5 laat het geschematiseerde weerstandsverloop van een kleine waterloop (smaller dan 1m) met onderhoudspakket 1 (primair landbouwwater) in een dergelijke grafiek zien, inclusief een toelichting. Het verloop van de ruwheid neemt in het voorjaar toe door de toename van natuurlijke begroeiing. Voor de Strickler ruwheidswaarde betekent dit een afname. In juni voert het waterschap een eerste, eenzijdige maaibeurt uit waardoor de waterlopen gladder worden. De Strickler ruwheidswaarde neemt daardoor toe. Vervolgens worden de waterlopen door de natuurlijke groei weer ruwer tot aan de tweede, eenzijdige maaibeurt in juli. De groeiperiode loopt tot ongeveer begin oktober, waarnaar de waterlopen door het natuurlijke afsterven van de vegetatie weer gladder worden. In de winter hebben de waterlopen daarom een gladde ruwheidswaarde. Afbeelding 6 laat het verloop van de ruwheid gedurende de zomerseizoen voor een ander onderhoudspakket zien. Dit is gebaseerd op een normale waterloop (tussen 1-5 meter breed) met onderhoudspakket 4 (landelijk natuurwater).

Deze ruwheidscurves kunnen worden gebruikt om de ruwheden op te delen in klassen (discretiseren) en de bijbehorende kans van voorkomen te bepalen. Hier hebben we gekozen voor een discretisatie in drie klassen: Hoog, Gemiddeld en Laag. Maar daar kan desgewenst meer variatie in worden aangebracht. Omdat er een duidelijk verschil is tussen de ruwheden in het zomerhalfjaar en het winterhalfjaar is de bepaling van de ruwheidsklassen afhankelijk gesteld van het seizoen. In de winter komt maar één ruwheid voor, de kans daarop is dan ook 1. Voor de zomerperiode - hier gedefinieerd als 1 april tot 1 oktober - is er voor gekozen de klassen zo in te delen dat de lage ruwheid in de zomer gedurende anderhalve maand in de zomer voorkomt



Afbeelding 6: Weerstandsverloop normale waterloop met onderhoudspakket 4

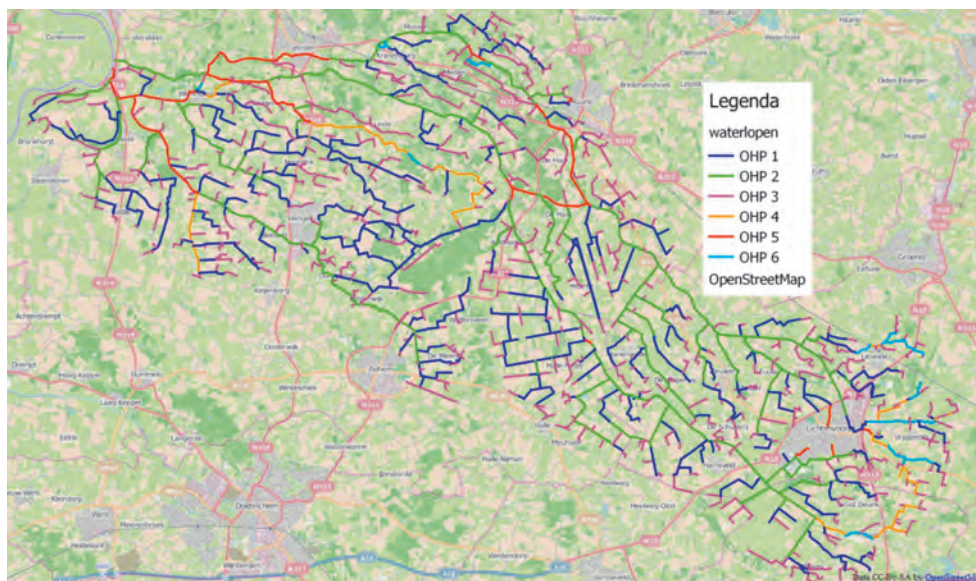
voorkomt (25% van de tijd in deze periode) en de middelste ruwheidsklasse representeert de ruwheid die daartussen ligt (50% van de tijd in deze periode). Deze percentages zijn ook direct de kansen van voorkomen van de betreffende ruwheidsklassen zoals te gebruiken in de stochastenmethode.

Voor die drie klassen is vervolgens bepaald wat de gemiddelde ruwheid binnen die klasse is. Die ruwheidswaarden zijn vervolgens gebruikt in de modelberekeningen. De door te rekenen ruwheidswaarden voor de twee onderhoudspakketen zijn in de figuren weergegeven met de groene, gele en rode lijn. Deze waarden zijn het klasse-gemiddelde voor de discretisatie voor lage (L), gemiddelde (M) en hoge ruwheid (H). Afhankelijk van het onderhoudspakket en de breedteklasse hoort bij elke watergang een ruwheidswaarde.

Afbeelding 7 geeft de ruimtelijke verdeling van de onderhoudspakketten voor het stroomgebied van de Baakse Beek-Veengoot weer. De hoofdwaterlopen in het stroomgebied worden volgens onderhoudspakket 2, 4 of 5 (intensief maaibeleid) onderhouden. Kleinere watergangen worden voornamelijk beheerd met de onderhoudspakketten 1 of 3 (extensief maaibeleid).

Voor de berekeningen is aangenomen dat voor alle onderhoudspakketten tegelijkertijd hetzelfde ruwheidspakket geldt. Dat betekent dat alle waterlopen tegelijkertijd worden doorgerekend met de ruwheidsklasse *ruw*, *glad*, *midden* of *winter*. Omdat onderhoudsmachines nooit overal tegelijk kunnen zijn, zal de ruwheid in de praktijk niet overal tegelijkertijd een gelijke waarde hebben, of anders gezegd, niet altijd op hetzelfde moment in dezelfde ruwheidsklasse vallen. Als we overigens kijken naar afbeeldingen 5 en 6 zien we dat de ruwheidsklassen in verschillende onderhoudspakketten elkaar wel een groot deel van de tijd overlappen. Desalniettemin is dit een vereenvoudiging, die er voor zorgt dat de hoeveelheid berekeningen beperkt kan

blijven. De invloed van het overlappen van ruwheidsklasse kan door middel van een gevoeligheidsanalyse worden onderzocht. Echter paste dit niet binnen de scope van dit onderzoek.



Afbeelding 7: Overzicht onderhoudspakketten (OHP) in stroomgebied van de Baakse Beek-Veengoot

Om nu het effect van wijzigingen in het maabeleid te kwantificeren is naast de kansverdeling die volgt uit het huidige maabeleid een kansverdeling afgeleid voor een maabeleid waarbij minder intensief wordt gemaaid, bijvoorbeeld ten behoeve van verdrogingsbestrijding. Op basis van beschrijvingen van het gewijzigde maabeleid is bepaald hoe het ruwheidsverloop van de watergangen in de tijd verandert. Hiermee is ook direct bekend welk percentage van de tijd de eerder gedefinieerde ruwheidsklassen 'Glad', 'Midden' en 'Ruw' voorkomen, oftewel hoe groot de kans op die betreffende ruwheidsklasse is bij gewijzigd maabeleid. Tabel 1 geeft de kansen voor de huidige situatie weer én de kansen bij minder intensief maaien. In de tabel is te zien dat de kans op gladde waterlopen in dat geval nog maar erg klein is en het grootste deel van het zomerseizoen de waterlopen ruw zijn.

| Seizoen | Begroeiing | Kans bij huidig maabeleid [%] | Kans bij minder maaien [%] |
|---------|---------------|-------------------------------|----------------------------|
| Zomer | Glad | 25% | 1% |
| | Midden | 50% | 40% |
| | Ruw | 25% | 59% |
| Winter | Winterruwheid | 100% | 100% |

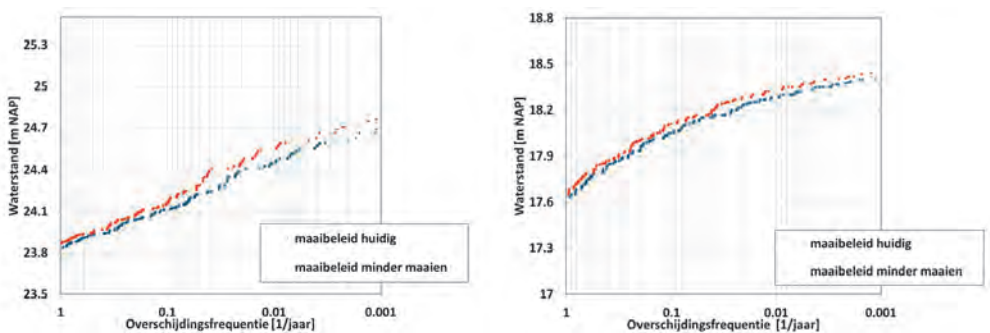
Tabel 1: Kans van de ruwheidsklassen voor het huidige maabeleid en voor het scenario "minder maaien"

In de berekeningendatabase is deze variatie in maabeleid zeer gemakkelijk te realiseren. Het effect van de variatie in maabeleid is slechts een aanpassing in de kansen in de database, er hoeft niet opnieuw met het SOBEX-model gerekend te worden. De effecten van de aanpassing op de overschrijdingsfrequentie van waterstanden zijn in

Afbeelding 8 weergegeven. In de grafieken geeft de blauwe lijn de overschrijdingsfrequentie voor de huidige situatie weer, de rode lijn geeft de overschrijdingsfrequenties weer als gevolg van minder maaien. In de linker grafiek is het waterstandsverloop van een kleine zijwaterloop weergegeven, rechts is de overschrijdingsfrequentie van een hoofdwaterloop weergegeven.

Voor de kleine zijwaterloop zien we een relatief sterke toename van de waterstanden vanaf 1 keer per 10 jaar. Tot deze overschrijdingsfrequentie zien we dat de waterstanden beperkt stijgen ten opzichte van de waterstanden bij het huidige maaibeleid. Dit lijkt weinig, maar er kan wel geconcludeerd worden dat een waterstand die eerst eens per 10 jaar werd overschreden (0.1/jaar) bij minder maaien ongeveer eens per 5 jaar wordt overschreden. Dat is ongeveer twee maal zo vaak. Voor de waterstand 1x100 jaar geeft extensivering van het maaibeleid een waterstand die ongeveer 10 cm hoger is dan in de huidige situatie en dat is qua overschrijdingsfrequentie ook ongeveer twee keer zo vaak.

Voor de hoofdwaterloop zien we een kleiner effect van het maaibeleid op de waterstand. Op basis van deze twee locaties kan worden geconcludeerd dat de effecten van een extensiever maaibeleid kleiner zijn voor grotere watergangen. Wat aansluit bij wat we verwachtten: de relatieve weerstand bij een kleinere watergang is groter en leidt dus tot meer extra opstuwing.



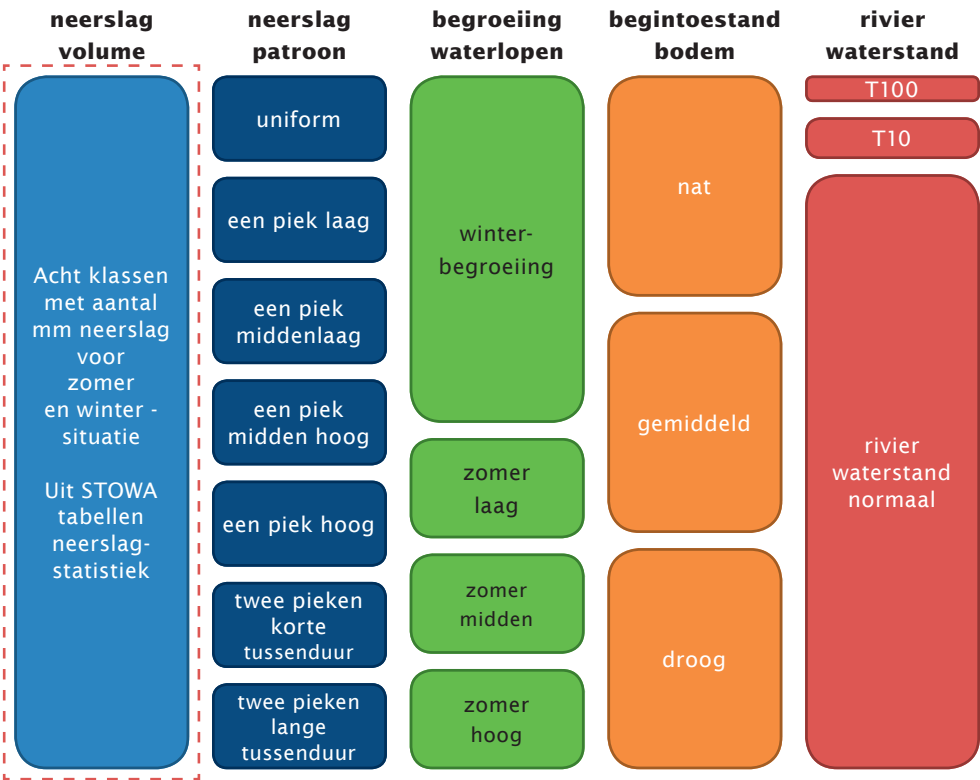
Afbeelding 8: Waterstandsverloop naar aanpassen maaibeleid voor een klein zijwaterloop (links) en een hoofdwaterloop (rechts)

De vertaling van de waterstanden naar inundaties en de toetsing aan de normen heeft in het geval van de Baakse Beek-Veengoot laten zien dat er beheersruimte is om te variëren met de maaifrequentie. Dit kan vaker of minder vaak, afhankelijk van de problematiek van een locatie.

Effecten van klimaatverandering

Naast het voorbeeld van het maaibeleid geven we hier een voorbeeld hoe snel inzicht kan worden verkregen in de effecten van klimaatverandering. In Meteobase (Versteeg et al. 2013) zijn onder andere de overschrijdingskansen van neerslagvolumes in het huidige klimaat en de verandering daarvan zoals beschreven in de KNMI'06 scenario's samengevat en gekwantificeerd. Door klimaatverandering neemt de kans op grotere neerslagvolumes toe. Deze veranderde kans kan vervolgens worden aangepast bij de

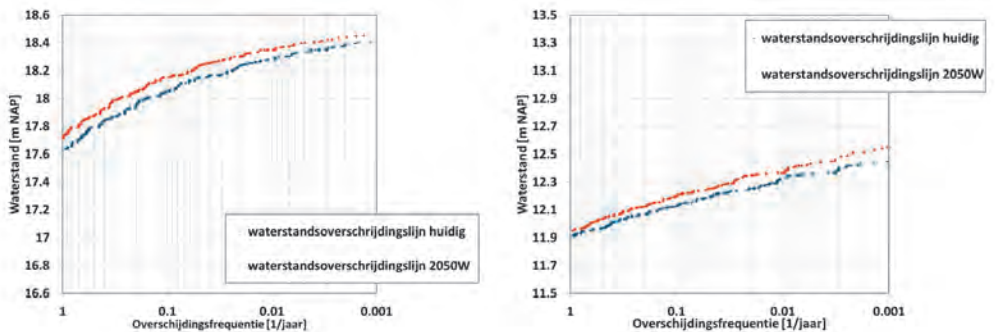
nabewerking van de berekeningen, waarbij we voor dit voorbeeld de kansen van de overige stochasten onveranderd veronderstellen (neerslagpatroon, ruwheid, initiële bergingscapaciteit bodem en IJssel). In werkelijkheid kunnen deze kansen ook veranderen ten gevolge van klimaatverandering of andere toekomstige ontwikkelingen, maar we zijn nu vooral geïnteresseerd in het effect van de toename in neerslagextremen. Door het veranderen van de kansen van de neerslag veranderen de kansen van de doorgerekende gebeurtenissen en worden nieuwe overschrijdingsfrequenties verkregen, die laten zien wat het effect van de toegenomen kans op grotere neerslagvolumes op de overschrijdingsfrequenties van de waterstanden is. Afbeelding 9 laat zien op welke plaats in de stochastenmatrix deze aanpassing wordt uitgevoerd.



Afbeelding 9: Aanpassen van stochast "klimaat/neerslagvolume" (zie rood gestippelde box). Dit wordt uitgevoerd door de kans op een neerslagvolume aan te passen conform de KNMI scenario's

Om inzicht te krijgen in de effecten van klimaatverandering voor de Baakse Beek-Veengoot is de klimaatverwachting van scenario W voor 2050 toegepast uit het STOWA onderzoek (Smits et al.,2004) toegepast. Afbeelding 10 geeft voor de twee eerder gepresenteerde punten de overschrijdingsfrequentie voor het huidige klimaat (blauw) en het klimaat van 2050W (rood) weer. Dit voorbeeld is uitgewerkt voor een klimaat-scenario. Door de statistiek voor de overige klimaatscenario's aan te passen kan op eenvoudige manier ook het effect voor ander scenario's worden berekend. Voor beide locaties geldt dat de waterstanden die onder het huidige klimaat 1 keer per 100 jaar voorkomen, als gevolg van de klimaatsverandering meer dan twee keer zo vaak gaan voorkomen: 1 keer per 30-40 jaar. Door het aanpassen van de kansver-

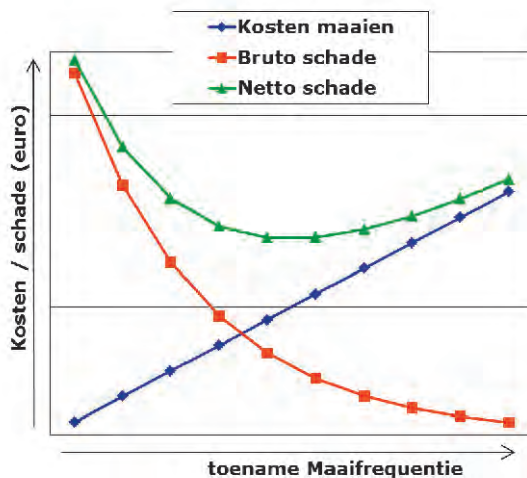
delingen van de kansen van de stochasten in de database kan dus heel eenvoudig, zonder nieuwe modelberekeningen, inzicht worden gegeven in de effecten van klimaatverandering. Als bijvoorbeeld het neerslagoverschot in de winter toeneemt zal de kans op een natte beginvoorwaarde in het winterhalfjaar toenemen. Dit kan in de kans op de begintoestand worden verwerkt en geeft zo zonder extra berekeningen direct inzicht in het effect op de overschrijdingskansen van waterstanden. Overigens kunnen de grafieken met overschrijdingskansen van de waterstanden van alle locaties geïntegreerd worden tot een kaartbeeld, zodat ook ruimtelijk in 1 oogopslag het effect van klimaatverandering inzichtelijk gemaakt wordt.



Afbeelding 10 Waterstandoverschrijdingsgrafiek voor twee locaties in het stroomgebied van de Baakse-Beek-Veengoot, in huidig klimaat en klimaat 2050W

Overig gebruik berekeningendatabase

De database met rekenresultaten is tot nu toe vooral gebruikt om inzicht in het systeem of de effecten van veranderingen te verkennen. Daarbij kunnen de effecten een natuurlijke oorzaak (klimaat) hebben of antropogeen veroorzaakt worden (maai-beleid). De berekeningendatabase kan ook worden ingezet ten behoeve van kosten-batenanalyses en optimalisatiestudies. Een voorbeeld van een kosten-baten analyse is die voor het maai-beleid. Door maai-beurten over te slaan, kunnen kosten worden bespaard. Minder maaien leidt echter ook tot een grotere kans op inundatie en een toename van schade. 1 geeft een theoretisch voorbeeld van een optimalisatie van het maai-beleid op basis van het aantal maai-beurten. In blauw is het verloop van de kosten van het maaien en in rood de bruto schade weergegeven. Met bruto schade wordt hier de schade bedoeld, die ontstaat door het niet maaien van waterlopen door reductie van gewasopbrengst, maar ook bijvoorbeeld schadeclaims, schade aan kunstwerken, etc. Door enerzijds kosten te besparen door minder te maaien ontstaat een hogere bruto schade. De som van beide kostenposten is de netto schade (groen). Het laagste punt van de lijn met netto schade (groen) is het punt met het optimale aantal maai-beurten. Vanzelfsprekend wordt het maai-beleid niet alleen bepaald door een dergelijke optimalisatie. Ook andere factoren, zoals wettelijke verplichtingen (bijvoorbeeld de normen voor wateroverlast uit de Verordening Waterhuishouding of de Flora- en Faunawet) of maatschappelijke wensen (recreatief medegebruik) spelen een rol bij het vaststellen van het uiteindelijke maai-beleid. Met het instrumentarium kan echter wel een verkenning worden uitgevoerd naar de beschikbare beheersruimte in het maai-beleid zonder aanvullende berekeningen met het SOBEX-model uit te voeren.



Afbeelding 11: Voorbeeld kosten-daten analyse van het maaibeeld

Conclusies

In dit artikel hebben we enkele mogelijkheden besproken die met de database van modelresultaten uitgevoerd kunnen worden. Het basisprincipe van de stochastenmethode is dat eenmalig een grote set berekeningen wordt uitgevoerd met verschillende uitgangssituaties, zoals verschillen in neerslagvolume, neerslagpatroon, verschillen in randvoorwaarden, zoals de rivierwaterstand of de beginvoorwaarde voor het neerslag-afvoermodel, en ook het maaibeeld - dit zijn de zogeheten stochasten. Vervolgens kunnen uiteenlopende analyses op de database van modelresultaten worden uitgevoerd door de kansen van de stochasten aan te passen aan de verschillende situaties. Daarbij merken we op dat de kansen van de stochasten ook eenvoudig afhankelijk van elkaar kunnen worden gesteld, zodat bijvoorbeeld nieuwe inzichten in coincidentie - het samenvallen van factoren die de kans op wateroverlast bepalen - kunnen worden verwerkt. Een voorbeeld daarvan voor het in dit artikel beschouwde gebied is de kans op een hoge waterstand op de IJssel tegelijkertijd met veel neerslag in het stroomgebied van de Baakse Beek-Veengoot.

In dit artikel hebben we twee voorbeelden van een analyse uitgewerkt, te weten de invloed van gewijzigde maaibeeld en de invloed van klimaatverandering. Natuurlijk zijn hier nog tal van andere vraagstukken te bedenken. In de laatste paragraaf is een voorbeeld uitgewerkt hoe het maaibeeld kostentechnisch geoptimaliseerd kan worden op basis van de berekeningendatabase.

Een groot voordeel om de effecten van klimaatsverandering en maaibeeld met de stochastenmethode te berekenen is dat het effect van deze veranderingen op een complete set van berekeningen wordt toegepast in plaats van op een beperkte set sommen. De analyse van de effecten geeft daarom een kwantitatief inzicht van effecten bij een groot bereik aan herhalingstijden.

Literatuur

Querner, E.P. (1993) Aquatic weed control within an intergrated watermanagement framework; sc-dlo, REPORT 67, Wageningen.

Rijk, IPO, VNG en UVW (2003) Nationaal Bestuursakkoord Water.

Rijk, IPO, VNG en UVW (2008) Nationaal Bestuursakkoord Water-actueel.

Smits, I., J. Wijngaarden, R. Versteeg en M. Kok (2004). Statistiek van Extreme Neerslag in Nederland; HKV en KNMI in opdracht van STOWA, Rapport 2004-26, november 2004

Versteeg, R., Hakvoort, H., Bosch, S., Kallen, M.J. (2013) Meteobase – online archief voor neerslag- en verdampingsgegevens voor het waterbeheer; HKV en Hydroconsult in opdracht van STOWA, Rapport 2013-02, februari 2013.

