



Marieke Wagenaar, Waterschap Zuiderzeeland, thans Adviesbureau CSO
Jacob Luijendijk, Tauw

Onderzoek naar flexibel peilbeheer Ramstocht

In het kader van het Nationaal Bestuursakkoord Water worden in de regionale watersystemen maatregelen doorgevoerd om de gewenste bescherming tegen inundaties in de toekomst te garanderen. Waterschap Zuiderzeeland wil met flexibel peilbeheer tijdens extreme situaties meer water bovenstrooms vasthouden om zo benedenstroomse gebieden te ontlasten. Voor de onderbouwing hiervan heeft het waterschap onderzoek uitgevoerd bij de stuw Ramstocht. De belangrijkste conclusie luidt dat flexibel peilbeheer, mits toegepast op een voldoende groot areaal, belangrijk kan bijdragen aan het voorkomen van wateroverlast in benedenstrooms gelegen gebieden (berekende afvoerreductie tot 30 procent). Bij flexibel peilbeheer zal de periode met zeer hoge grondwaterstanden langer en daarmee het schaderisico groter worden. Bij de selectie van gebieden voor flexibel peilbeheer dient dit risico nader in kaart te worden gebracht.

Als gevolg van veranderingen in het klimaat zullen situaties met extreme neerslag in de toekomst vaker voorkomen. In het Nationaal Bestuursakkoord Water (NBW) zijn afspraken gemaakt over de nog toelaatbare inundatiefrequentie. Om dit beschermingsniveau in de toekomst te garanderen, zijn ingrepen nodig in de regionale watersystemen. Een manier om water vast te houden is flexibel peilbeheer. Tijdens hoogwaterperioden wordt in peilgebieden met voldoende drooglegging een extra peilstijging gerealiseerd om zo benedenstrooms gelegen gebieden te ontlasten. Dit is één van de maatregelen die Waterschap Zuiderzeeland wil inzetten om de wateropgave voor wateroverlast op te lossen.

In dit artikel wordt verslag gedaan van het onderzoek voor de invoering van flexibel peilbeheer in het landelijke gebied van Flevoland. Het gaat om het peilgebied Ramstocht in de Noordoostpolder. Op basis van de resultaten van het onderzoek zullen ook de instellingen voor de regelbare stuw elders in het beheergebied nader bepaald worden.

Ramstocht

De Ramstocht is een tocht in het zuiden van de Noordoostpolder tussen Ens en Schokland, nabij het Ramsdiep (zie kaart). Het peilgebied van de stuw Ramstocht heeft een oppervlakte van circa 160 hectare en een streefpeil van -2,65 m +NAP. Dit gebied waterd via een tweede peilvak af op een groot peilvak met een streefpeil van -4,50 m

+NAP en een oppervlakte van 6.070 hectare. Het overtollig water wordt via de Redetocht, Schokkertocht en Enservaart afgevoerd naar Marknesse, waar het wordt afgelaten van de hoge naar de lage afdeling van de Noord-oostpolder.

De drooglegging in het peilgebied Ramstocht varieert tussen circa 1,25 meter en twee meter. De percelen worden begrensd door kavelsloten en zijn gedraineerd op een diepte van 80 tot 90 centimeter beneden maaiveld. In het peilgebied Ramstocht wordt het bodemtype kalkhoudende vlakvaaggronden aangetroffen, bestaande uit leemarm tot zwak lemig fijn zand. Elders in Flevoland overheersen de bodemsoorten zavel en lichte klei. De Ramstocht is als locatie gekozen vanwege de grote drooglegging en daardoor een kleine kans op wateroverlast tijdens een verhoogd flexibel peil.

Het onderzoek bestond uit een monitoringsprogramma van ruim één jaar, waarbij in de tweede helft flexibel peilbeheer is toegepast; een effectenanalyse van de meetgegevens met behulp van een hydrologisch rekenmodel én een prognose van de effecten van flexibel peilbeheer tijdens extreme neerslag bij verschillende bodemtypen.

Monitoring

Van maart 2006 tot april 2007 zijn oppervlaktewaterpeilen en grondwaterstanden gemeten in het peilgebied Ramstocht en benedenstrooms daarvan. In de tweede helft van de periode is een regeling

volgens flexibel peilregime toegepast. Bij een benedenstroomse peilstijging van 20 centimeter wordt de stuwkruin 30 centimeter en bij een benedenstroomse peilstijging van 40 centimeter tot maximaal 55 centimeter verhoogd. De maximaal toelaatbare waterstand in het peilgebied Ramstocht, waarbij de elektrische aansturing niet onder water loopt, is 65 centimeter boven streefpeil (-2,00 m +NAP). Bij dalende benedenstroomse waterstanden treedt een vergelijkbare sturing op terug naar streefpeil.

Afb. 1: Het peilgebied Ramstocht.



Het meetnet bestond uit drie oppervlakte-watermeetpunten en zes grondwaterstandbuizen verdeeld over twee raaien loodrecht op de Ramstocht. Tevens is een extra referentiepeilbuis toegevoegd buiten het peilgebied om de grondwaterstandfluctuaties als gevolg van neerslag beter te kwantificeren. Voor het onderzoek zijn de neerslaggegevens van de weerstations Nagele en Marknesse gebruikt (respectievelijk dag- en uurscijfers). Aan de hand van neerslagradarbeelden zijn lokale neerslagverschillen uitgesloten.

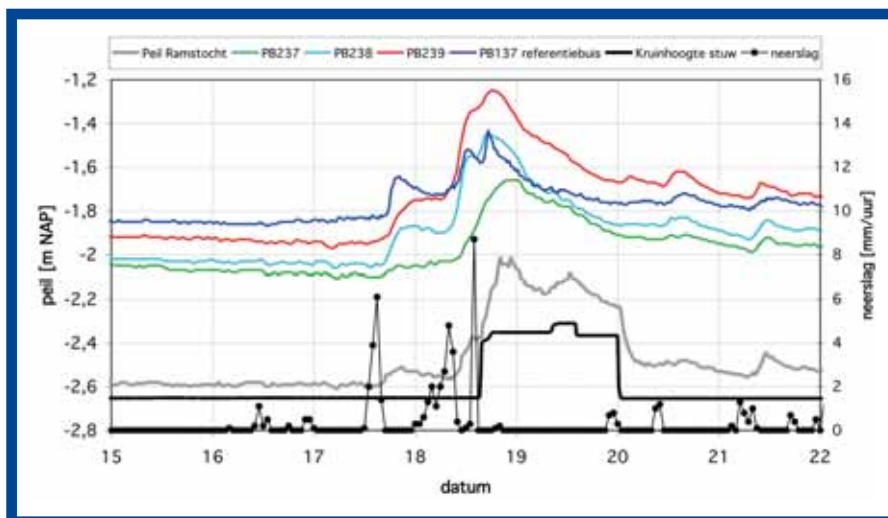
Voor het analyseren van het effect van flexibel peilbeheer zijn twee perioden beschouwd, waarin de stuw volgens het flexibele peilregime functioneerde en een significante peilstijging optrad. De hoogste waterstanden van de gehele monitoringsperiode traden op rond 18 januari 2007 (zie afbeelding 2) en werden veroorzaakt door het stuwregime en de hevige neerslag (42 millimeter in twee dagen). Het peil van de Ramstocht heeft slechts in een relatief smalle zone direct invloed op de grondwaterstand in de aangrenzende percelen. De effecten van flexibel peil zullen vooral via de kavelsloten en de (verdrongen) drains doorwerken op de grondwaterstanden.

De maximale grondwaterstandverhoging in raai 1 bedraagt 70 centimeter. In de referentiebuis PB137-1 is de grondwaterstandverhoging maximaal 40 centimeter. Het effect van de peilopzet op de grondwaterstanden in raai 1 kan dus maximaal 30 centimeter bedragen. Door het samenvallen van de periode met verhoogde peilen en de periode met hevige neerslag is de onzekerheid vrij groot en zijn de afzonderlijke effecten op de grondwaterstand niet nauwkeurig te kwantificeren. Ook konden op basis van de meetgegevens geen uitspraken worden gedaan over het (geringe) effect van flexibel peilbeheer op de benedenstroomse waterstanden.

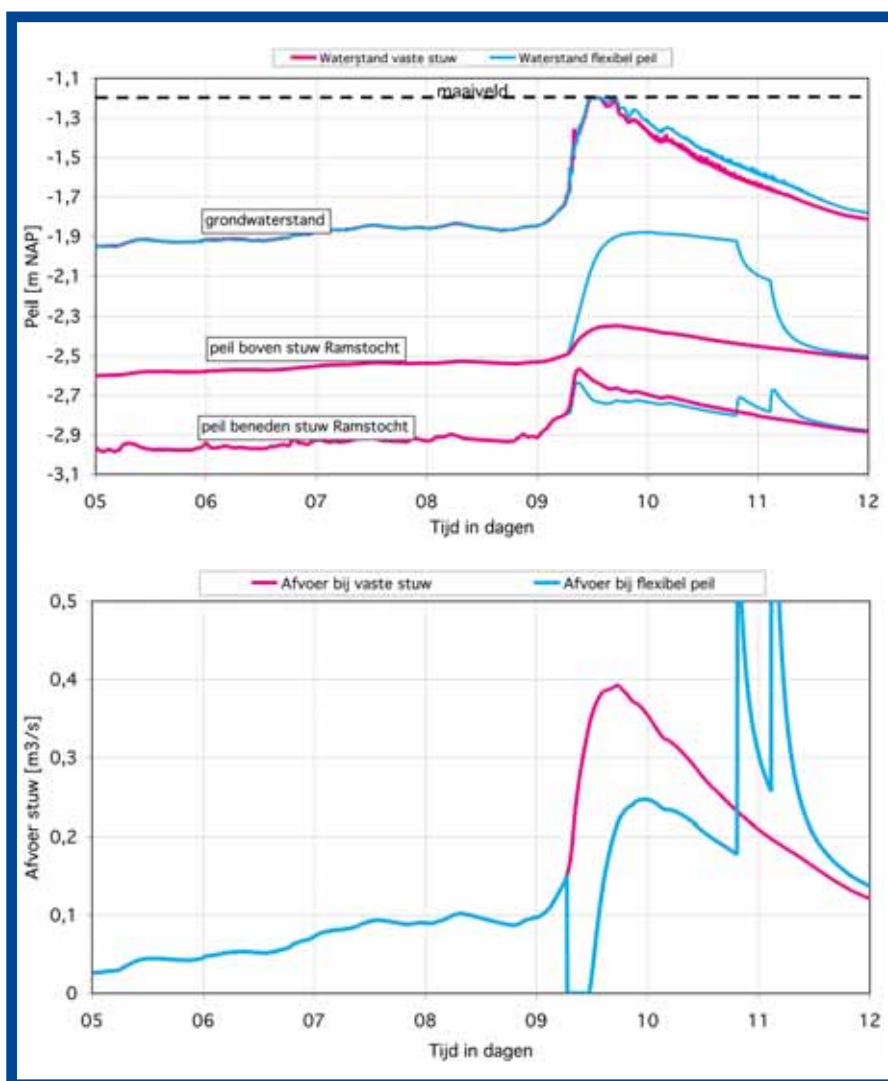
Modellsimulatie

Om de effecten van flexibel peilbeheer rond de stuw Ramstocht nader te kwantificeren, is gebruik gemaakt van een hydrologisch rekenmodel (Sobek). Het detailniveau van dit model in het plangebied betreft kavelniveau en voor het benedenstroomse gebied tochniveau.

Met dit hydrologische model kunnen de gemeten oppervlaktewaterpeilen tijdens diverse afvoersituaties goed worden gesimuleerd. De berekende hoogste waterstanden op de Ramstocht wijken maximaal vier centimeter af van de gemeten waarde. Ook het gemiddelde grondwaterstandsverloop tijdens de wintermaanden kan goed worden gesimuleerd met de neerslag afvoer module van Sobek. De maximale grondwaterstand bij zware neerslag blijkt echter zeer gevoelig voor de bergingscoëfficiënt van de bodem. Bij toepassing van een literatuurwaarde voor fijn zand zijn de berekende maximale grondwaterstanden tien tot 20 centimeter te laag en bij een literatuurwaarde voor zavel 20 tot 30 centimeter te hoog. De actuele bergingscoëfficiënt in het gebied Ramstocht ligt waarschijnlijk tussen beide literatuurwaarden in.



Afb. 2: Gemeten waterstanden tijdens flexibel peil in januari 2007.



Afb. 3: Effecten van een flexibel peil bij een normbui $T = 80$ jaar en bodemtype fijn zand.

In de volgende onderzoeksfase zijn modellsimulaties uitgevoerd voor drie bodemtypen met als doel een doorkijk te geven hoe flexibel peilbeheer in gebieden met andere bodemtypen kan functioneren. De onzekerheid in de modelcalibratie heeft daarom een geringe invloed op de betrouwbaarheid van de onderzoeksresultaten.

Voorspelling effecten

De in Flevoland meest voorkomende bodemtypen zijn fijn zand, zavel en lichte klei. De effecten van flexibel peilbeheer en het optimale stuwregime kunnen afhankelijk zijn van het bodemtype en de drainage-situatie. Om dit nader te onderzoeken, zijn met het hydrologische model simulatieberekeningen met flexibel peilbeheer uitgevoerd voor drie situaties met standaard bodemtype

en drainage. Het patroon van kavelsloten rond Ramstocht is als standaard beschouwd voor geheel Flevoland. De effecten van flexibel peilbeheer zijn berekend voor de door het waterschap gehanteerde NBW-normbuien voor landelijk gebied met herhalingstijden van 50 en 80 jaar. Bij de normbui T = 80 bedraagt de neerslag 16 millimeter in één uur, 63 millimeter in één dag en 154 millimeter in tien dagen.

De effecten van flexibel peilbeheer bij een T = 80-normbui op de waterstand en afvoer vanuit het gebied Ramstocht (bodemtype fijn zand) zijn weergegeven in afbeelding 3. Als gevolg van flexibel peilbeheer wordt de piek van de afvoergolf circa 30 procent lager. Er treedt nog een korte hogere afvoerpiek op tijdens het verlagen van de stuwkruin. Dit kan worden voorkomen door de kruin na de hoogwaterperiode geleidelijker te verlagen. De maximale waterstand direct benedenstrooms van de stuw Ramstocht wordt zeven centimeter lager. Bovenstrooms van de stuw wordt de waterstand in de tocht en in de kavelsloten 47 centimeter hoger en stijgt daarmee tot boven het drainniveau. Bij de T = 80-normbui stijgt de grondwaterstand in het gebied Ramstocht tijdelijk tot aan maaiveld. Als gevolg van flexibel peilbeheer wordt de periode met extreem hoge grondwaterstanden (criterium 20 centimeter beneden maaiveld) circa zes uur langer.

Bij de drie onderzochte bodemtypen zand, zavel en lichte klei treedt een piekafvoer-reductie tot circa 30 procent op (zie tabel). Het vastgehouden water wordt voor 25 procent (fijn zand) tot 35 procent (lichte klei) in de bodem geborgen en de rest in het open water van de tocht en de kavelsloten. Door deze afvoerreductie dalen de piekwaterstanden in het direct benedenstrooms gelegen peilvak met zes tot tien centimeter. Verder benedenstrooms op de Redetocht bedraagt de peilverlaging slechts één centimeter. Dit is het gevolg van de zeer grote oppervlakteverhouding tussen het peilgebied waarop wordt geloosd en waar het water wordt vastgehouden (6.070 en 160 hectare).

In het peilgebied Ramstocht stijgt de

maximale waterstand met 43 tot 47 centimeter. De stuwkruin is tijdens de piek in alle gevallen 55 centimeter verhoogd. In de kavelsloten treedt een vergelijkbare peilstijging op. Vanuit de watergangen treedt geen inundatie op. Bij de gemiddelde drainage diepte van de verschillende bodemtypen verdrinken de drains door deze extra peilstijging, waardoor de ontwatering van de percelen tijdelijk wordt geremd.

Bij de extreme neerslagsituaties T50 en T80 stijgt de grondwaterstand zonder flexibel peilbeheer in alle gevallen (met uitzondering van T50 fijn zand) tot aan maaiveld. De toepassing van flexibel peilbeheer kan daarmee nauwelijks nog invloed hebben op de hoogte van de grondwaterstand, maar wel op de duur van de periode met hoge grondwaterstanden (hoger dan 20 centimeter beneden maaiveld). Deze varieert zonder flexibel peilbeheer tussen 18 uur bij fijn zand en 27 uur bij zavel en lichte klei. Als gevolg van flexibel peilbeheer neemt deze duur met circa zes uur toe (een toename van 20 tot 30 procent).

Samengevat kunnen voor het gebied Ramstocht de volgende effecten worden vastgesteld als gevolg van flexibel peilbeheer tijdens extreme neerslagsituaties:

- een aanzienlijke piekafvoerreductie tot 30 procent;
- een gering effect van één centimeter op de waterstand in het grote benedenstroomse peilgebied. Bij toepassing van flexibel peilbeheer in een voldoende aantal afwaterende peilgebieden zal het effect op de waterstand wel significant worden;
- een peilstijging van circa 45 centimeter in de tocht en de kavelsloten. Bij de aanwezige drooglegging leidt dit niet tot een inundatierisico;
- een significante toename van de duur van de periode met hoge grondwaterstanden. Dit kan op hiervoor gevoelige locaties mogelijk tot overlast of schade leiden.

Het onderscheid in de effecten bij verschillende bodemtypen is niet bijzonder groot. Bij het bodemtype fijn zand wordt relatief minder water in de bodem geborgen. Hierdoor neemt ook het risico van grondwateroverlast af. De peilstijgingen in het oppervlaktewater zijn bij fijn zand juist enkele centimeters groter dan bij zavel en klei.

Conclusies en aanbevelingen

Door toepassing van flexibel peilbeheer in het peilgebied Ramstocht kan een aanzienlijke reductie van de piekafvoeren worden gerealiseerd (tot 30 procent). Daarom mag worden verwacht dat flexibel peilbeheer, mits toegepast in een voldoende groot areaal, een belangrijke bijdrage kan leveren aan het oplossen van de NBW-wateropgave in Flevoland en het ontlasten van de benedenstrooms gelegen peilbieden.

De selectie van peilgebieden die geschikt zijn voor flexibel peilbeheer vindt in eerste instantie plaats op basis van de huidige drooglegging en de grondwatertrap. Het maximaal toelaatbare flexibele peil zal per peilgebied moeten worden vastgesteld op basis van het inundatierisico van de laagst gelegen percelen en de kerende hoogte van het sturende kunstwerk.

De grondwatertrap (met name de gemiddeld hoogste grondwaterstand) kan een goede indicator zijn voor de toepasbaarheid van flexibel peilbeheer. Tijdens extreme neerslagen met herhalingstijden van meer dan tien jaar stijgt de grondwaterstand echter aanzienlijk hoger dan de gemiddeld hoogste grondwaterstand. Hierdoor kan flexibel peilbeheer mogelijk leiden tot grondwateroverlast en schade als gevolg van de tijdelijk geremde ontwatering van de percelen. Hierdoor stijgt de grondwaterstand en/of neemt de duur van de periode met hoge grondwaterstanden toe. Bij het bodemtype fijn zand bestaat in het algemeen weinig risico en duurt de periode met verhoogd peil eventueel langer om de bodemberging beter te benutten. Aanbevolen wordt om vooral bij de bodemtypen zavel en klei het risico van lokale grondwateroverlast eerst nader te analyseren voordat men overgaat tot het instellen van flexibel peilbeheer.

Effecten van een flexibel peil bij een normbui van T = 80 jaar.

bodemtype	fijn zand	zavel	lichte klei
piekafvoerreductie stuw Ramstocht (%)	31	30	29
peilverlaging in tussenpeilvlak (cm)	7	10	10
peilverlaging in benedenstrooms peilvlak (cm)	1	1	1
peilverhoging peilvak Ramstocht (cm)	47	44	44
peilverhoging kavelsloten Ramstocht (cm)	46	43	43
verdrinking drains	ja	ja	ja
berging in oppervlaktewater (%)	73	62	63
berging in bodem (%)	27	38	37
grondwaterstand hoger dan 20 cm -maaiveld:			
bij vaste stuw (uren)	18	27	27
bij flexibel peil (uren)	24	33	34