



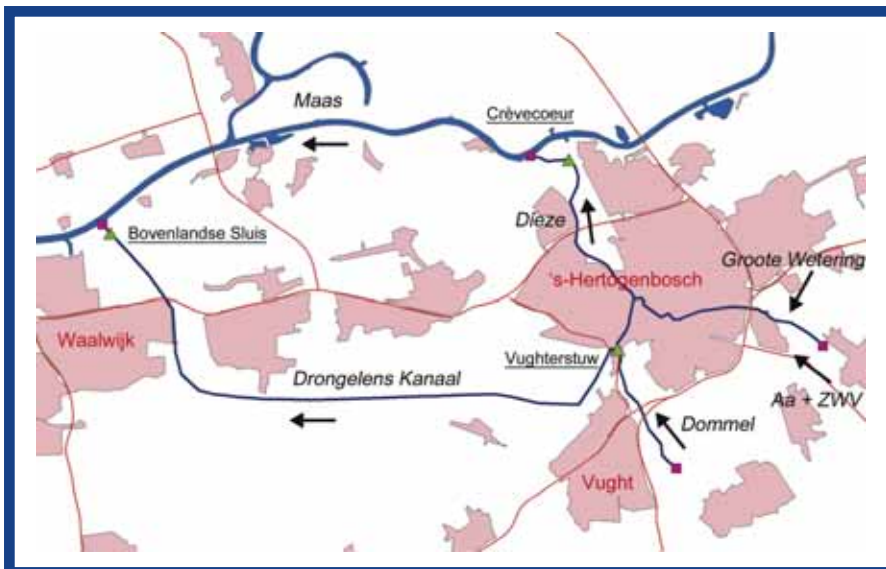
Ruben Ijpelaar, Waterschap Aa en Maas

Susanne Groot, HKV IJN in water

Mark van de Wouw, Waterschap De Dommel

# De trits van hoogwatergolven Aa, Dommel en Maas bij 's-Hertogenbosch

De hoogwaters van de Maas in 1993 en 1995 veroorzaakten wateroverlast in de regio 's-Hertogenbosch. Meestal lopen de golven van Aa en Dommel voor op de golf van de Maas. WB21-KRW-maatregelen, zoals beekherstel, waterberging en water vasthouden in bovenlopen, kunnen de afvoergolven van Dommel en Aa vertragen. Onderzocht is welk effect vertraging kan hebben op de waterstanden bij 's-Hertogenbosch en wat de eventueel benodigde verlaging van de afvoergolven moet zijn om verslechtering van de huidige situatie te voorkomen. Uit de studie blijkt dat vertraging van de golven negatieve effecten kan hebben, maar ook dat dit verschilt per historische hoogwaterperiode. Het toetskader is een randvoorwaarde bij scenarioberekeningen met een recent ontwikkelde beslissingsondersteunend systeem.



Afb. 1: Modelweergave van de afvoersituatie rondom 's-Hertogenbosch.

Wie beter bekend is met de cultuur en historie van Brabant zal niet vreemd opkijken bij het aanzicht van de A2 bij 's-Hertogenbosch tijdens het hoogwater van de Maas in 1995 (zie foto op pagina 35). Van oudsher kwaken de kikkers, de 'Oetels' op z'n Brabants, in het natte gebied rondom de stad 's-Hertogenbosch, die tijdens Carnaval omgetoverd

wordt tot 'Oeteldonk'. Ook de naam van de dichtbijgelegen plaats Rosmalen verraadt natte boel. Het is een verwijzing naar de vroegere, door paarden aangedreven 'rosmolens'. Tijdens de Spaanse oorlogen in de 16e en 17e eeuw werd het gebied met opzet onder water gezet en vervolgens drooggemalen met rosmolens. Kortom, historisch en geografisch gezien is de

omgeving van 's-Hertogenbosch een drassig laaggelegen gebied waar twee rivieren uit het Brabantse achterland (Aa en Dommel) samenvloeien en uitmonden in de Maas. Afbeelding 1 toont een overzicht van de waterlopen rondom 's-Hertogenbosch.

Hoogwatergolven van de Maas, zoals in januari 1995, zijn maatgevend voor de waterstand die optreedt bij 's-Hertogenbosch. De hoogwatersituaties in oktober en november 1998, die bij veel regionale waterbeheerders nog vers in het geheugen liggen, bezorgden vooral wateroverlast in de beekdalen in 'het achterland' van Aa en Dommel. Bij 's-Hertogenbosch waren er toen geen problemen, omdat de Maas relatief laag stond, waardoor voldoende kon worden afgewaterd.

Onder de paraplu van Waterbeheer 21e eeuw en de Kaderrichtlijn Water worden diverse maatregelen voorbereid, zoals beekherstel, waterberging en het langer vasthouden van water. Deze maatregelen leiden in minder extreme situaties (jaarlijks of eens per tien jaar) tot een verlaagde en vertraagde afvoer. Voor extreme situaties is het effect van deze maatregelen minder aantoonbaar<sup>1)</sup>.

Het toepassen van deze strategie kan echter ook tot een toename van wateroverlast leiden<sup>2)</sup>. Onderzoek naar interacties van de

afvoerpieken in het stroomgebied van de Overijsselse Vecht<sup>3)</sup> toont aan dat vertragen van afvoergolven uit verschillende stroomgebieden afwaterend op de Vecht, leidt tot een verhoging van waterstanden op de Vecht door een toename in de mate van samenvallen van de verschillende afvoerpieken. Bij vertraging van afvoeren in het stroomgebied is het daarom van belang dat de afvoerpieken ook voldoende verlagen.

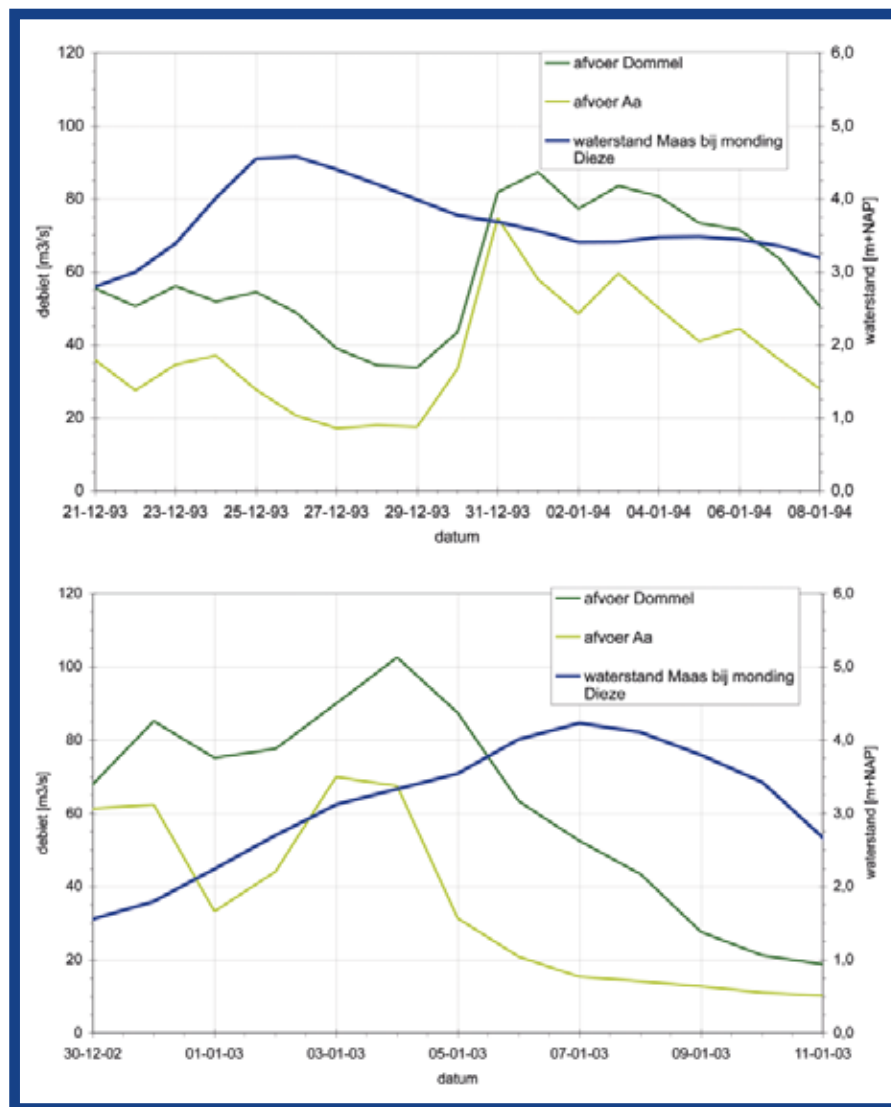
Ook de afvoerpieken van de Aa en de Dommel worden door WB21-KRW-maatregelen mogelijk vertraagd. Een verandering van afvoerregime mag geen gevolgen hebben voor de situatie rondom 's-Hertogenbosch (niet afwentelen). Hoge waterstanden in 's-Hertogenbosch worden veroorzaakt door hoge afvoeren op de Aa en de Dommel en hoge waterstanden op de Maas (zie afbeelding 2 en het kader). De afvoerpieken van de Aa en de Dommel lopen in het algemeen voor op die van de Maas, hetgeen betekent dat door vertragen van de afvoer van de Aa en de Dommel, de kans op samenvallen met de afvoerpiek van de Maas toeneemt. Hierdoor heeft een verslechtering plaats ten opzichte van de huidige situatie voor het watersysteem rondom 's-Hertogenbosch. Om te voorkomen dat vertraging van de Aa en de Dommel leidt tot hogere waterstanden in 's-Hertogenbosch, is verlaging van de afvoergolven van de Aa en de Dommel nodig.

### Toetskader

Om inzicht te krijgen in de benodigde verlaging van afvoerpieken om verslechtering van de huidige situatie in 's-Hertogenbosch te voorkomen, hebben waterschappen Aa en Maas en De Dommel HKV opdracht gegeven een onderzoek uit te voeren<sup>4)</sup>. Uit de resultaten van dit onderzoek kan een toetskader voor WB21-KRW-maatregelen worden opgesteld.

Voor historische hoogwaterperioden zijn, aan de hand van berekeningen met een hydraulisch model (Sobek Rural), de waterstanden in 's-Hertogenbosch bepaald. Vervolgens zijn de afvoergolven van de Dommel en de Aa vertraagd, waarbij elke

De afvoer van de Dommel (Waterschap De Dommel), de Aa (Waterschap Aa en Maas) en de Zuid-Willemsvaart (Rijkswaterstaat) komen in 's-Hertogenbosch samen in de Dieze, die via spuisluis Crèvecoeur uitstroomt in de Maas. De afvoer van de Dommel bij de Vughterstuw kan (deels) om 's-Hertogenbosch heen geleid worden door het Drongelens kanaal, dat meer benedenstrooms in de Maas uitmondt en dus langer onder vrij verval kan lozen bij stuw Bovenlandse Sluis. Bij hoge waterstanden in de Maas kan Crèvecoeur worden gesloten, zodat 's-Hertogenbosch beschermd is. De bediening van Crèvecoeur (automatisch, maar in geval van nood handmatig) is medebepalend voor de waterstanden in 's-Hertogenbosch.



Afb. 2: Verloop afvoeren en waterstanden rondom 's-Hertogenbosch tijdens twee historische hoogwaterperioden.

willekeurige combinatie van vertraging van de Aa en de Dommel met 0, 1, 3, 6, 9, 12 en 24 uur is bekeken. Bepaald is welke verlaging nodig is om de waterstanden in 's-Hertogenbosch hetzelfde te houden.

### Effect vertragen

Aan de hand van gemeten afvoeren en berekende waterstanden op de Maas zijn 38 hoogwaterperioden in 23 hydrologische jaren doorgerekend. Voor deze perioden is bepaald wat de waterstanden zijn bij vertragen van de Aa en/of de Dommel en, als de waterstand in 's-Hertogenbosch stijgt, wat de benodigde verlaging van de afvoerpiek van de vertraagde beek moet zijn om de huidige waterstanden te handhaven. Voor twee hoogwaterperioden worden de resultaten beschreven, omdat deze resultaten het meest aansprekend zijn:

- januari 2003, waarin vertragen van de Aa en/of Dommel negatieve gevolgen heeft op de waterstand in 's-Hertogenbosch (afvoergolf Maas volgt op Dommel en Aa);
- december 1993, waarin vertragen van de Aa en/of Dommel positieve gevolgen heeft op de waterstand in 's-Hertogenbosch. (afvoergolf Dommel en Aa volgt op Maas).

Afbeelding 2 geeft de verlopen van de

afvoeren op de Aa en de Dommel en de waterstand op de Maas in de genoemde hoogwaterperioden. De tabel toont een nadere analyse van de berekeningsresultaten voor 2003. In 2003 lopen de afvoergolven van de Aa en de Dommel drie tot vier dagen voor op de Maas. Vertragen van de afvoer op de Aa en/of de Dommel zorgt er dus voor dat deze meer samenvalt met de Maas en de waterstand in 's-Hertogenbosch hoger wordt (maximaal 21 cm, zie kolom 'verschil met referentie' in de tabel op de volgende pagina). De benodigde verlaging van de piekafvoer loopt op tot 30 procent om vertraging van de Dommel te compenseren en tot meer dan 30 procent om vertraging van de Aa volledig te compenseren. In 1993 loopt de afvoergolf op de Maas ongeveer vijf dagen voor op de Aa en de Dommel en daalt de waterstand in 's-Hertogenbosch als gevolg van vertragen (24 uur vertragen van Dommelgolf resulteert in vijf centimeter daling). Voor deze periode is daarom geen verlaging van de piekafvoer nodig bij vertraging.

De gevolgen van vertragen van de afvoerpieken van de Aa en/of de Dommel voor de waterstanden in 's-Hertogenbosch verschillen sterk per hoogwaterperiode,



Ondergelopen A2 bij 's-Hertogenbosch bij hoogwater Maas in januari 1995.

waardoor ook de benodigde verlaging verschilt per periode. In circa 60 procent van de beschouwde perioden stijgt de waterstand in 's-Hertogenbosch niet als gevolg van vertragen van de Aa of de Dommel. In twee van de vijf gebeurtenissen die tot de hoogste waterstanden leiden, neemt de waterstand in 's-Hertogenbosch echter significant toe (maximaal 21 cm, zie tabel) bij vertragen van de afvoergolven met 24 uur. Dit is minder dan tien procent van de beschouwde hoogwaterperioden, maar betekent wel dat bij vertragen van de afvoergolven maatregelen genomen moeten worden om verhoging van de waterstanden in 's-Hertogenbosch te voorkomen. Voor de

meest extreme periode die is bemeaten, 1995, is geen significante verslechtering geconstateerd.

**Conclusies**

De invloed van vertraging van de Aa en de Dommel is variabel doordat deze sterk afhankelijk is van de vorm van de afvoergolf en zijn samenhang met hoogwater op de Maas. De benodigde afvoer verlaging bij vertraging van de Dommel en/of de Aa kan echter aanzienlijk zijn. Dit maakt een zorgvuldige analyse van de precieze effecten van inrichtingsvarianten van de Dommel en de Aa in het kader van WB21-KRW noodzakelijk.

- Vertraging van afvoergolven Aa en/of Dommel kan negatieve invloed hebben op de waterstanden in 's-Hertogenbosch. De WB21-trits vasthouden-bergen-afvoeren mag niet blindelings worden toegepast voor iedere maatregel in het watersysteem;
- De volgorde van afvoerpieken van Dommel, Aa en Maas kan per hoogwatersituatie verschillen. Investerings- en voorspellingsmodellen en informatiesystemen zijn noodzakelijk om maatregelen ter bescherming van hoogwater adequaat in te zetten. Het recent ontwikkelde beslissingsondersteunende systeem Dommel en Aa is hiervan een goed voorbeeld<sup>5)</sup>.

Waterstanden en indicatief benodigde verlaging als gevolg van vertragen Aa en Dommel, berekeningsresultaten hoogwaterperiode 2003.

scenario's			maximale waterstand 's-Hertogenbosch (m +NAP)	verschil met referentie (cm)
	vertragen (uur)	verlagen (%)		
referentie	0	0	4,01	
Aa apart	24	0	4,09	+8
	24	30	4,04	+3
Dommel apart	24	0	4,18	+17
	24	30	4,00	-1
Dommel en Aa samen	24	0	4,22	+21
	24	30	4,04	+3
	12	10	4,08	+7
	12	20	4,01	0

LITERATUUR

- 1) Vergouwe N., H. Niewold, N. ten Heggeler en J. Tempelaars (2007). Beekherstel in Brabant, enkele effecten op het afvoerpatroon. H<sub>2</sub>O nr. 6, pag. 52-55.
- 2) Medenblik J., B. de Graaff en C. Oosterhoff (2008). Meanderende Regge. H<sub>2</sub>O nr. 21, pag. 14-16.
- 3) Monincx S., P. Termes en G. Tromp (2006). Regie afvoerpieken noodzakelijk om problemen op Overijsselse Vecht te voorkomen. H<sub>2</sub>O nr. 23, pag. 44-47.
- 4) Groot S. en J. Udo (2008). Samenhang afvoergolven Aa, Dommel en Maas - Benodigde verlaging bij vertraging van de Aa en de Dommel. HKV lijn in water.
- 5) Van de Wouw M., J. de Bijl, K. van Heeringen en M. Nieuwenhuis (2008). Voorspelling 's-Hertogenbosch komt precies uit!?. H<sub>2</sub>O nr. 25/26, pag. 20-21.