



Hilga Sikma, Waternet
Martine Lodewijk, Nelen & Schuurmans

Amstelboezem een echt afvoersysteem

Het boezemstelsel van Hoogheemraadschap Amstel, Gooi en Vecht bestaat al eeuwen. Het functioneren ervan is bekend. Met modellen worden hoge waterstanden berekend. Vanuit de praktijk werden echter vraagtekens gezet bij de frequentie waarmee deze waterstanden voorkomen: volgens de berekeningen gemiddeld eens per 100 jaar maar volgens de praktijk veel vaker. Deze vragen vormden aanleiding voor een gedetailleerde modelstudie en een uitgebreide praktijkproef.

Voor een boezemsysteem is een verhang nodig om af te voeren. Het boezemsysteem van Amstel, Gooi en Vecht is sterk afhankelijk van de waterstanden op de Noordzee (spui). Door de toekomstige klimaatwijziging zullen de hoge buitenwaterstanden toenemen, waardoor het boezemsysteem voor de afvoer afhankelijker raakt van gemalen. Om overlast te voorkomen zal vooral ingezet moeten worden op het oplossen van hydraulische knelpunten.

Het boezemstelsel van Hoogheemraadschap Amstel, Gooi en Vecht is eeuwenoud. Van oudsher waren de rivieren Amstel en Vecht de hoofdafvoerroutes naar het buitenwater. In het begin van de 19e eeuw is midden door het gebied een waterweg aangelegd voor de scheepvaart. Dit kanaal was de voorloper van het Amsterdam-Rijnkanaal. In de loop der tijd is het kanaal

verdiept en verbreed en een steeds belangrijkere rol gaan spelen voor de watervoorziening en afvoer van overtollig water van een groot deel van West-Nederland (circa 2.300 km²). Ook de afvoercapaciteit van het systeem, in eerste instantie alleen de spuisluis bij IJmuiden waar bij eb op de Noordzee wordt gespuid, is steeds verder toegenomen, onder andere door gemaal Zeeburg en (uitbreiding van) het gemaal bij IJmuiden. Doordat de rest van het watersysteem niet altijd is aangepast op deze wijzigingen, is ook het verval toegenomen. Het verval kan zo groot zijn dat het maatgevend boezempeil, achterin het boezemstelsel, (bijna) wordt bereikt. In een hoogwaterstudie voor het boezemsysteem van Amstel, Gooi en Vecht uit 2005 werd geconcludeerd dat de kans hierop ongeveer gelijk is aan de gestelde norm van 1:100 jaar. Dit vormde voor Waternet de aanleiding om de werking van het boezemsysteem en de

oorzaken van het grote verval in detail te bestuderen met modelanalyses en praktijkmetingen.

Werking van het boezemsysteem

Het boezemsysteem van Amstel, Gooi en Vecht staat in open verbinding met het Amsterdam-Rijnkanaal en Noordzeekanaal. Het gehele stroomgebied is een afvoergedomineerd systeem. Om water af te kunnen voeren, moet eerst verhang worden opgebouwd. Dat is noodzakelijk om voldoende potentiaalverschil te hebben om het water te laten stromen. Het opbouwen van het verhang geeft dus een noodzakelijke waterstandverhoging. Daarnaast kunnen de waterstanden nog verder stijgen wanneer de aanvoer van water naar het systeem groter is dan de afvoer. In dat geval gaat het systeem water bergen en stijgen de waterstanden net zo lang totdat de aanvoer afneemt of de afvoer toeneemt.

Praktijkproef in de stadsboezem van Amsterdam.





Afb. 1: Het boezemgebied van Amstel, Gooi en Vecht.

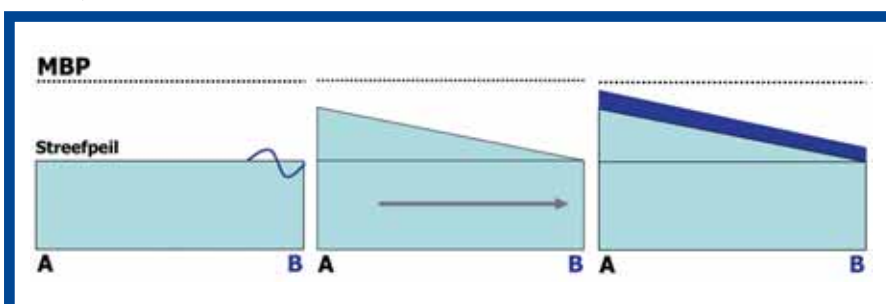
In het boezemsysteem van Amstel, Gooi en Vecht is de ruimte tussen het streefpeil en maatgevende boezempeil slechts 40 centimeter. Deze ruimte is vrijwel volledig nodig voor het opbouwen van een verhang om het afvoersysteem goed te laten functioneren. Er is dus bijna geen bergingsruimte. In het afvoersysteem zit een aantal hydraulische knelpunten, waardoor extra verhang ontstaat en nog minder ruimte beschikbaar is voor berging. Dit betekent dat bovenstrooms in het systeem geregeld verhoogde waterstanden voorkomen.

Bij een gewone spui bij eb voert het systeem tweemaal per dag flink af. Dit is vrijwel altijd voldoende. Bij een noordwestenwind van windkracht 5 of meer en/of springtij treden echter hoge waterstanden op de Noordzee op en is geen spui mogelijk, maar kan alleen afgevoerd worden via gemalen (IJmuiden en Zeeburg). Meerdere gestremde spuis achter elkaar in combinatie met neerslag in een groter gebied kunnen tot problemen leiden. Met de klimaatwijzigingen nemen de hoge buitenwaterstanden toe, waardoor het boezemsysteem voor de afvoer afhankelijker raakt van gemalen.

Hydraulische analyse

Met een hydraulische modelanalyse is onderzocht hoe groot het verval in het boezemsysteem van Amstel, Gooi en Vecht is en door welke hydraulische knelpunten dit wordt veroorzaakt. Om de hydraulische werking van het boezemsysteem nauwkeurig

Afb. 2: Om het water af te kunnen voeren, moet eerst verhang worden opgebouwd. Daardoor stijgen de waterstanden bovenstrooms in het systeem (locatie A) sneller dan benedenstrooms (locatie B). In de rechterfiguur gaat het systeem water bergen, waardoor de waterstanden verder stijgen.



te schematiseren, is een groot aantal bruggen, noodkeringen en dwarsprofielen van boezemwaterlopen opnieuw ingemeten en in het model ingevoerd.

Uit de berekeningen en analyses blijkt dat het verhang 46 centimeter over de totale boezem is (het peil bij de draaiende gemalen is lager dan NAP -0,40). Daarvan is 28 centimeter aan te merken als normaal verhang dat nodig is voor het functioneren van het afvoersysteem. Het extra verhang (18 centimeter) wordt veroorzaakt door een aantal hydraulische knelpunten die verspreid liggen over het gehele boezemsysteem. De bruggen en nauwe grachten in de stadsboezem van Amsterdam vormen de helft van de knelpunten, met name wanneer bij (dreigend) hoogwater de stadsboezem aan de noordkant wordt afgesloten van het IJ. De andere knelpunten liggen in het buitengebied.

Praktijkmetingen stadsboezem Amsterdam

In de modelanalyses kwam naar voren dat de aanvoer via de Amsterdamse grachten naar gemaal Zeeburg een belangrijk hydraulisch knelpunt is. Vanuit de praktijk werden echter vraagtekens gezet bij de uitkomsten van de hydraulische berekeningen. Daarom is er voor gekozen om aanvullend een praktijkproef met metingen uit te voeren bij een gesimuleerde hoogwatersituatie. Om de aanvoersituatie goed na te bootsen, is in overleg met Rijkswaterstaat gemaal IJmuiden enige tijd uitgezet en is één keer de spui overgeslagen om het peil op de boezem te laten stijgen (circa tien centimeter in de stadsboezem). Met het verhoogde peil op de boezem is een wateroverschot gecreëerd en extra marge in het peil gecreëerd om gemaal Zeeburg een aantal uren op volle kracht te kunnen laten afvoeren en te kunnen meten. Door de afvoer daalt de waterstand op de boezem weer.

Gedurende de proef van enkele uren zijn op ruim 20 locaties in de stadsboezem continu de waterstanden gemeten om inzicht te krijgen in het waterstandverloop en verhang. Daarnaast zijn debietmetingen uitgevoerd om de exacte gemaalcapaciteit te bepalen en de verdeling van het debiet via twee parallelle routes (via de Singelgracht en de Nieuwe Vaart) inzichtelijk te maken. Complicerende factoren bij deze praktijkproef waren onder andere de woonboten in de stadsgrachten, waarvoor het peil (lokaal) niet te veel mag stijgen of dalen en

eisen voor beperking van de hinder voor de scheepvaart, met name de rondvaartboten.

Uit de metingen bleek dat inderdaad forse opstuwing optreedt in de stadsboezem en dan in het bijzonder bij de bruggen Spinozastraat, Oud Entrepotdok en Spoorbrug/Sarphatistraat. De meetresultaten komen overeen met de modelresultaten en ook het verloop van de waterstand in de tijd en de debietverdeling komen goed overeen. Daarmee is bevestigd dat het model de werkelijkheid goed simuleert en de berekende knelpunten ook daadwerkelijk een probleem vormen.

Oplossingen

Gelet op de geringe marge die het systeem heeft, is het nodig om maatregelen te nemen om het verval te reduceren. Hiermee wordt voorkomen dat de waterstanden achterin het boezemsysteem het maatgevend boezempeil bij de genoemde weersomstandigheden overschrijden.

Het oude boezemsysteem, waaronder de grachten van Amsterdam, kan ontwikkelingen zoals de vergrote aanvoer van poldergemalen en de vergrote afvoercapaciteit van gemaal Zeeburg en gemaal IJmuiden niet volgen. Doordat steeds meer water wordt afgevoerd, manifesteren zich hydraulische knelpunten in het afvoersysteem. Een deel hiervan kan worden opgelost door de bruggen of noodkeringen (compartimenteringswerken) te vergroten of beter te stroomlijnen. Hierdoor wordt het verval beperkt. Daarnaast kunnen de boezemwatergangen lokaal worden verruimd door bijvoorbeeld te baggeren. Het is echter te kostbaar en in de praktijk niet haalbaar om alle hydraulische knelpunten ineens op te lossen. Om een start te maken met het oplossen van de knelpunten in het afvoersysteem heeft WaterNet, in samenwerking met de Amsterdamse stadsdelen, een programma opgezet voor een gezamenlijke aanpak. Overal waar zich mogelijkheden voordoen of waar oplossingen relatief goedkoop kunnen worden gerealiseerd, onderneemt men actie.

Naast het bepalen van maatregelen om de grote waterstandstijgingen achterin het boezemsysteem te beperken heeft de studie ook het inzicht in de werking van het boezemsysteem bij hoogwater vergroot. De praktijkmeting vormde bovendien een goede calamiteitsoefening en bleek nuttig om de bureaustudies en de praktijk dichterbij elkaar te brengen. Daarnaast wordt de opgebouwde kennis van het boezemsysteem benut voor het op de volle breedte opereren vanuit dezelfde visie op het boezemsysteem. Zo wordt bij vergunningaanvragen of ruimtelijke ontwikkelingen waarbij het doorstroomprofiel van de boezem wordt verkleind, zeer terughoudend gereageerd. Ook wordt bij het realiseren van een natuurlijke oeverinrichting in het kader van de Kaderrichtlijn Water gezocht naar mogelijkheden (inrichting en locaties) waarbij het verhang in de boezem niet wordt vergroot.