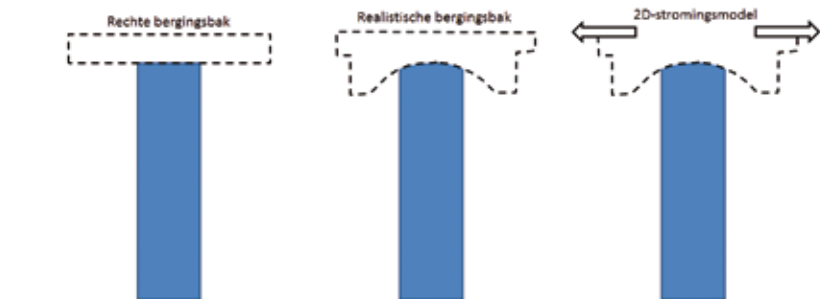


Belang van bovengrondmodellering

Recente wateroverlast bij hevige neerslag maakt weer eens duidelijk dat de riolering een vitale functie vervult in het stedelijk gebied. Steeds meer gemeenten rekenen daarom hun systeem door met zeer hevige buien, om eventuele zwakke plekken te ontdekken. Dus nog voordat schade en overlast ontstaat.

Met deze rioleringsberekeningen kan dus worden gekeken of leidingen en pompen voldoende capaciteit hebben om afvalwater af te voeren en hoeveel via overstortwater op het oppervlaktewater wordt geloosd. Maar hoe goed zijn die berekeningen? Geven ze een realistisch beeld van de situatie tijdens die zeldzame hevige neerslag?

Traditioneel wordt bij rioleringsberekeningen de bovengrond geschematiseerd als een verzameling (bergings)bakjes met een vast oppervlak boven iedere put. Met het beschikbaar komen van gedetailleerde bovengrondgegevens, zoals de AHN2 of AHN3, is het echter mogelijk de bovengrond veel nauwkeuriger te beschrijven. Wat betekent dit voor de berekende overstortvolumes en het water op straat? Om dat te onderzoeken is met 3Di (voor meer informatie zie www.3di.nu) een vergelijk-



■ Figuur 2: Drie verschillende manieren van bovengrondschematisatie. Links: de bovengrond geschematiseerd als (een verzameling) rechte bergingsbakjes met de bodem op puthoogte. Midden: de bovengrond geschematiseerd als een bergingsbak met realistischer bergings-hoogteverloop. De ruimte tussen put en kolkhoogte op straat wordt realistischer meegenomen. Er kan lokaal water op straat blijven staan dat niet terugstroomt. Rechts: de meest realistische beschrijving: water kan op kolkhoogte uit de putten stromen, over straat stromen en zo grotere geïsoleerde laagtes op de bovengrond zoals tuinen bereiken.

kende studie uitgevoerd. In deze studie is de bovengrond als eenvoudige bakjes, met een veel realistischer hoogte-bergingsverloop geschematiseerd.

Berging op straat

Bij hevige neerslag wordt het water dat uit de riolering treedt, op de laagst bereikbare plekken van de bovengrond geborgen. Dat is in de praktijk naast de trottoirbanden. Wanneer het waterniveau verder stijgt, komt een steeds groter deel van het wegdek blank te staan (deel a van de curve in Figuur 1). Verdere stijging zet ook de trottoirs onder water (vanaf punt b). Bij nog verdere stijging staan uiteindelijk ook huizen onder water (c).

Rechte bakjes

Wanneer de bovengrond als een bergings-

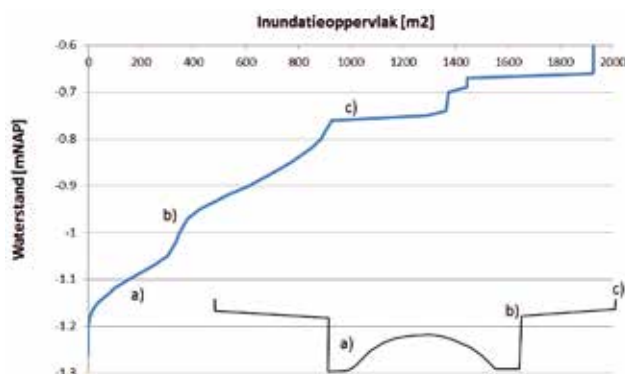
bak boven een put wordt geschematiseerd, wordt vaak een vast oppervlak aangehouden van 100 vierkante meter. De bodem van de bak begint dan doorgaans op de hoogte van de put (zie Figuur 2). Uit Figuur 1 blijkt dat dit hier realistisch is tot enkele centimeters water op straat. Wanneer het heviger regent, komt echter vaak een groter oppervlak dan 100 vierkante meter onder water te staan en worden laagtes in de bovengrond aangesproken, waaruit het water niet meer in het riool stroomt.

In de traditionele bakjesbeschrijving wordt het water dan 'in de hoogte geborgen' in plaats van 'in de breedte' en stroomt het altijd (terug) het riool in. Dat laatste is in werkelijkheid niet altijd het geval. Maar hoe modelleer je die complexe werkelijkheid?

Realistischer bakjes

Het bergend oppervlak van het bakje moet idealiter een oppervlak hebben dat varieert met de hoogte, passend bij de bovengrond ter plaatse van de put. Wanneer we een bakje schematiseren met een realistischer vorm, bijvoorbeeld afgeleid uit het AHN (zie middenplaatje in Figuur 2), dan zijn we al een stap verder. De relatie tussen uitgestroomd volume en waterhoogte is dan realistischer en bovendien kan in die benadering het water naar lokale lage delen stromen en daar blijven staan.

Echter, het water blijft ook in deze benadering nog 'gevangen' in het gebied nabij



■ Figuur 1: Een schematisch weergegeven typisch hoogteprofiel in de stad. Het bergend oppervlak neemt volgens een bepaalde curve toe bij stijgende waterstand.

ing in rioleringsberekeningen

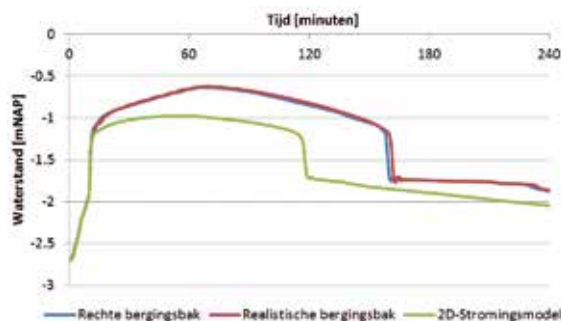
de put (in de bergingsbak). De stroming van water over de bovengrond, naar grotere geïsoleerde laagtes zoals tuinen, kan alleen worden meegenomen als de bovengrond ononderbroken in 2D wordt gemodelleerd (zie rechter plaatje in Figuur 2). Het water kan dan realistisch worden geborgen, stromen via de bovengrond en vrij in- en uitreden in het rioolsysteem.

Vergelijking

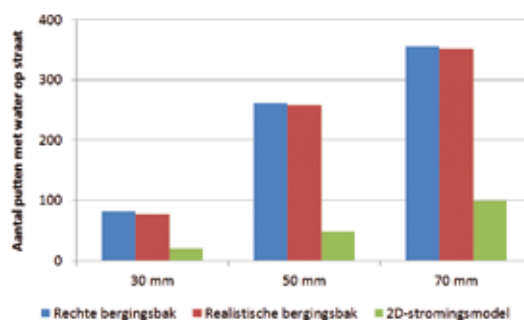
Het effect van de drie benaderingen op de rekenresultaten is bekeken voor een bemalingsgebied in de wijk Overwhere in Purmerend. Het rioolstelsel in deze wijk bestaat voor tachtig procent uit een gemengd en voor twintig procent uit een gescheiden stelsel. Het gebied wordt bemalen door een gemaal met een capaciteit van 500 kubieke meter per uur. In het gebied zijn negen overstorten (Figuur 3). De drie genoemde bergingsmodelleringen (rechte bak van 100 vierkante meter, realistische bak, 2D hoogtemodel) zijn met drie buien doorgerekend. Het gaat om buien van een uur, met een constante intensiteit van respectievelijk 30, 50 en 70 millimeter. De neerslaginloop is omwille van de vergelijkbaarheid steeds berekend met hetzelfde NWRW-inloopmodel.

Resultaten

Figuur 4 toont de resultaten van de vergelijking. We zien het waterstandsverloop in een put bij de drie bovengrondschematisaties voor de 70 millimeter bui. Op de



■ Figuur 4: Waterstandsverloop in een put, met een kolkhoogte van -1.20 mNAP, tijdens de bui van 70 mm, voor de drie verschillende bovengrondschematisaties.



■ Figuur 5: Het aantal putten waar water op straat komt te staan bij de buien van respectievelijk 30, 50 en 70 mm voor de drie bovengrondschematisaties.

betreffende putlocatie staat het water op straat vanaf -1.20 mNAP. De resultaten laten zien, dat het waterstandsverloop in de put bij de rechte bergingsbak weinig verschilt van dat in de meer realistische bergingsbak (de rode en blauwe lijn vallen bijna samen).

De beschrijving van de bovengrond door een 2D-stromingsmodel (groene lijn) laat

echter wel een ander waterstandsverloop zien. De waterstand is lager en het water staat minder lang op straat. De 30 en 50 millimeter bui (hier niet weergegeven) laten een vergelijkbaar beeld zien, maar met kleinere onderlinge verschillen. Met andere woorden: de verschillen zijn het grootst bij de meest hevige bui.

In Figuur 5 is het aantal putten weergegeven waar gedurende de berekening de waterstand boven de put uitkomt en uit de riolering treedt. Ook hier zijn de resultaten van de eerste twee beschrijvingen vergelijkbaar en geeft de 2D modellering van de buitenruimte een afwijkend resultaat. Bij de 2D modellering is het aantal putten met water op straat bij de hevigste bui ongeveer zeventig procent lager.

Figuur 6 toont het ruimtelijke beeld (blauwe zones) van het water op straat. Bij de schematisering met bakjes is het water op straat weergegeven met rode stippen. Bij de 2D-stromingsmodellering zijn blauwe zones weergegeven, die een realistischer beeld geven van natte gebieden en de diepte van plassen. En daarmee van mogelijke wateroverlast.



■ Figuur 3: Het studiegebied is een bemalen rioolstelsel in de wijk Overwhere, Purmerend.

Post	Rechte bak	Realistische bak	2D-stromingsmodel	■ Tabel 1: Waterbalans (in m3) voor de drie verschillende varianten van bovengrondschematisatie bij de bui van 70 mm. De laatste rij geeft weer hoeveel water wordt geborgen op de bovengrond en niet meer in het riool stroomt. Bij de realistische bak is dat een lokaal effect. Bij het 2D-stromingsmodel kan het water grotere laagtes bereiken (tuinen).
Neerslag	21,356	21,356	21,356	
DWA	90	90	90	
Inprik	173	173	173	
Totaal in:	21,619	21,619	21,619	
Uit via gemaal	5,047	5,042	3,851	
Uit via overstorten	16,572	16,188	12,334	
Totaal uit:	21,619	21,234	16,185	
Water geborgen op bovengrond	0	388	5,524	

Overstortvolumes

Wanneer we kijken naar de overstortvolumes bij de verschillende schematiseringen (Figuur 7) dan zien we dat ook hier de onderlinge verschillen het grootst zijn bij de bui van 70 millimeter. Bij het meest realistische model liggen de overstortvolumes zo'n 25 procent lager.

Realistische berging in laagtes

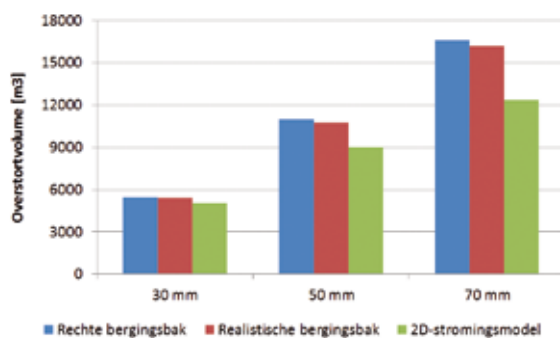
Om te kijken waardoor die reductie van overstortvolume ontstaat, kijken we naar de waterbalans tijdens de bui van 70 millimeter (Tabel 1). De laatste rij in deze tabel geeft het verschil tussen de totale hoeveelheid ingestroomd water en de totale hoeveelheid uitgestroomd water voor

de drie bovengrondschematisaties. Dit verschil is het volume water dat op straat blijft staan en niet meer terug in de riole-ring stroomt (totaal in – totaal uit). Het berekende verschil bedraagt bij de rechte bak nul, bij de realistische bak 388 kubieke meter en bij het 2D-stromingsmodel ruim 5.524 kubieke meter.

Het blijkt dat wanneer het water in de berekening op realistische wijze over de bovengrond kan stromen, dus ook naar lage plekken die niet zijn gerioleerd (zoals tuinen), de netto instroom in het riool in dit gebied fors daalt. Deze reductie leidt tijdens hevige buien tot een verlaging van het berekende overstortvolume.



■ Figuur 6: Putten waarbij water op straat stroomt (rode puntjes) bij de bakjesschematiseringen en de ruimtelijke verdeling van het water bij het 2D-stromingsmodel (in blauw) bij de bui van 70 mm.



■ Figuur 7: Overstortvolumes bij de drie buien voor de drie verschillende bovengrondschematisaties. Bij de bui van 70 mm zijn de absolute verschillen het grootst. Daar leidt de realistische modellering van de buitenruimte tot 25% reductie van het berekende totale overstortvolume.

Conclusies

De wijze van schematiseren van de bovengrond heeft in de beschouwde situatie grote invloed op de resultaten van rioleeringsberekeningen, vooral bij het rekenen aan hevige buien. De traditionele schematisering (rechte bergingsbak van 100 vierkante meter) geeft voor hevige buien een overschatting van:

- de waterstanden
- het aantal locaties met water op straat
- de duur van de overlast
- het overstortvolume.

Deze effecten treden ook op in andere gebieden waar water op straat kan afstromen naar lokale laagtes. Dit is in veel bebouwde gebieden het geval. Rekenen met een 2D-stromingsmodel geeft dan realistischere resultaten en een beter beeld van eventuele optredende lokale overlast. Voor de stress-test berekeningen, waarbij juist de effecten van hevige neerslag worden bekeken, is het dus aan te bevelen de bovengrond als 2D-stromingsmodel te beschrijven.

**) De Vries is werkzaam bij Nelen & Schuurmans, Heining bij de gemeente Purmerend en Van Leeuwen bij Deltares*