



Joost Heijkers, Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden

Maarten-Jan Kallen, HKV Lijn in Water

Roger de Crook, Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden

Bouw van de Neerslagdatabank Midden-Nederland

Accurate neerslaginformatie is van cruciaal belang bij de uitvoering van zowel het operationale als strategische waterbeheer. In het algemeen wensen waterbeheerders, en zeker ook hydrologen, neerslaginformatie met een zo hoog mogelijke temporele en ruimtelijke resolutie, en een zo hoog mogelijke nauwkeurigheid. Een consortium van waterschappen en HKV Lijn in Water heeft een Neerslagdatabank Midden-Nederland ontwikkeld. Deze databank is op diverse manieren een stap vooruit. Voor het eerst is met behulp van geostatistiek een databank aangemaakt in een formaat waarmee waterbeheerders aan de slag kunnen binnen met name het strategische waterbeheer in zowel landelijk als stedelijk gebied. De aanpak is zodanig dat een nieuwe databank - met verhoogde nauwkeurigheid, verbeterd inzicht in de ruimtelijke structuur van neerslag, etc. - vrij eenvoudig is aan te maken bij eventuele innovaties op het vlak van bijvoorbeeld geostatistische technieken of andere neerschalingsmethoden.

Sinds 2000 levert het KNMI radarbeelden met gecorrigeerde neerslaghoeveelheden in de vorm van een 2,5 x 2,5 km gridbestand op 3-uurbasis. Vanaf april 2008 is de resolutie van dit grid verhoogd naar 1 x 1 km. De neerslaghoeveelheden uit de twee radarstations (zie afbeelding 1) worden gecorrigeerd met neerslagmetingen van 35 automatische grondstations van het KNMI. Elk uur wordt vervolgens de geaccumuleerde neerslaghoeveelheid van de afgelopen drie uur geleverd. Het KNMI levert dus geen uurwaarden in een radarproduct¹⁾. De dagtotalen worden gekalibreerd op basis van neerslagmetingen uit het vrijwilligers-netwerk dat ongeveer 320 stations telt. Dat levert een kwaliteitsverbetering op. Formeel is echter niet bekend hoe nauwkeurig de neerslagschattingen zijn op gridbasis, per tijdseenheid, terwijl informatie hierover zeer gewenst is.

Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden heeft daarom het initiatief genomen om een nieuwe aanpak voor de integratie van alle gegevens van grondstations (automatische stations en de stations uit het vrijwilligers-netwerk) en radargegevens uit te werken en toe te passen. Het doel is om daarmee de gewenste neerslaginformatie, met een maat voor de nauwkeurigheid, aan te maken. Dit noemen we de Neerslagdatabank Midden-Nederland.

Doelstelling

Het primaire doel van de bouw van deze

neerslagdatabank was het aanmaken van een nieuwe verzameling van historische neerslaginformatie. De databank bevat een schatting van neerslaghoeveelheden - en de bijbehorende nauwkeurigheid van deze schatting - per uur en op een grid van 1 x 1 km, voor een gebied van ongeveer 160 x 160 km (zie afbeelding 2 voor de contouren van het toepassingsgebied). Voor de validatie (een onafhankelijke toets van de nauwkeurigheid) van de databank zijn metingen van een aantal grondstations van de waterschappen gebruikt.

Toepassingsdomeinen

De Neerslagdatabank Midden-Nederland is een historische databank, en kan daarom niet voor het operationele waterbeheer worden ingezet. Binnen onderzoeks- en planvormingsprocessen natuurlijk wel. Te denken valt aan:

- het opstellen van de waterbalans, met inachtnaam van onzekerheid. Op dit vlak is deze databank een flinke stap vooruit, omdat nu op dit ruimte-schaalniveau nauwkeurige schattingen van de neerslaghoeveelheid voorhanden zijn. Omdat de neerslaghoeveelheid in de meeste gebieden van Nederland de grootste post op de waterbalans vormt, is de verwachting dat de waterbalans als geheel nauwkeuriger kan worden opgesteld;
- hydrologische modellering. Het bestandsformaat is zodanig dat het direct als invoer voor de in Nederland veel gebruikte modelcode SIMGRO, en dan met name de module MetaSWAP²⁾ is te gebruiken;

- parameteroptimalisatie met inachtnaam van neerslagonzekerheid, wat zeker voor een adequate kalibratie van neerslagafvoermodellen strikt noodzakelijk is;
- evaluatie van het watersysteembeheer. Overigens kan door het verbeterde inzicht in de neerslaghoeveelheid, en de daarmee samenhangende dynamiek van de afvoer, de grondwaterstand en de waterbalans als geheel, natuurlijk wel het operationele waterbeheer worden geoptimaliseerd, conform de GGOR-, KRW-, NBW-, en verdrogingsbeleidsdoelstellingen, of de dagelijkse beheerdoelstellingen.

Organisatorische totstandkoming

De Stichtse Rijnlanden heeft al snel nadat het KNMI gestandaardiseerde RADAR-producten is gaan leveren, deze technologie opgepikt en is gaan kijken binnen welke van de genoemde toepassingsdomeinen de producten van het KNMI al bruikbaar waren en waar eventuele modificaties het gebruik binnen handbereik zouden brengen. Op initiatief van het hoogheemraadschap is een globale methode bedacht en in samenwerking met andere waterschappen een consortium opgericht (Waternet, Waterschap Rivierenland, Waterschap Vallei & Eem en Waterschap Veluwe). De uitvoering lag in handen van HKV Lijn in Water. De Provincie Utrecht was medefinancier. Enkele onderdelen van het project zijn uitgevoerd binnen het programma FloodControl 2015, waarin HKV Lijn in Water samen met Arcadis, Deltares, Fugro, IBM, ITC, Royal

Haskoning, Stichting IJkdijk en TNO werkt aan nieuwe methoden en technieken voor het verbeteren van de besluitvorming tijdens dreigend hoogwater.

Dekkingsgraad

Het projectgebied van de neerslagdatabank dekt een groot deel van Midden-Nederland. De weerradar bij De Bilt ligt nagenoeg in het midden en die van Den Helder net binnen de bovenrand van het gebied (zie de kaart). Binnen het gebied liggen 172 neerslagstations en 19 meteorologische stations van het KNMI. Dit gebied is zodanig gekozen dat het de werkgebieden van de vijf eerdergenoemde waterschappen ruimschoots dekt.

Rekenmethode

Voor de neerslagdatabank zijn drie typen data ingezet: uurwaarden van neerslaghoeveelheden uit het netwerk van automatische weerstations van het KNMI, radarbeelden met cumulatieve neerslaghoeveelheden over tijdvakken van drie uur en etmaalwaarden van neerslaghoeveelheden uit het vrijwilligersnetwerk van het KNMI.

Vervolgens zijn de drie typen data teruggebracht tot dezelfde tijdschaal, namelijk uurwaarden. De radarbeelden en etmaalwaarden uit het vrijwilligerswerk zijn in twee stappen omgezet naar uurwaarden. Deze radarbeelden zijn geconverteerd met 3-uurs cumulatieve neerslaghoeveelheden naar grids met uurwaarden. De etmaalwaarden zijn omgezet naar uurwaarden door gebruik te maken van de verdeling over de dag van neerslag in de radarbeelden op uurbasis.

Daarna zijn met een geostatistische methodiek (zie kader) de puntgegevens op uurbasis geïntegreerd met de radarbeelden tot een vlakdekkend gridbestand met een resolutie van 1 x 1 km. Deze integratie van data tot informatie op uurbasis per km-hok binnen het toepassinggebied is vervolgens voor elk uur binnen de periode uitgevoerd. De laatste stap is het wegschrijven van de geschatte neerslaghoeveelheden en de



Afb. 1: Kaart van Nederland met daar overheen de dekking van de neerslagdatabank in blauw weergegeven. Tevens is de ligging van de twee radarstations weergegeven.

variantie van de schatting in de vorm van ASCII-grids (een standaard GIS-formaat).

Technische uitdagingen

Toepassing van geostatistiek bij de integratie van grondstation- en radarstationgegevens kent een lange geschiedenis binnen de hydrologie³. Eén van de grootste moeilijkheden is het operationaliseren van de methode, zodanig dat deze automatisch en zonder een al te lange rekentijd is uit te voeren. Alhoewel de bouw van de Neerslagdatabank geen operationele toepassing van de methode is, gelden wel dezelfde eisen voor het gebruik ervan. Voor de databank was het nodig ruim 72.000 grids met uurwaarden te schatten. De methode moest dus zodanig geïmplementeerd worden dat deze de schattingen volledig automatisch en op een robuuste manier zou uitvoeren. Het belangrijkste element hierin is de keuze voor het variogram, oftewel de kwantificering van de ruimtelijke afhankelijkheid

in de neerslaghoeveelheden. Idealiter bepaalt het weertype deze keuze, maar dat betekent dat dit ook automatisch uit de beschikbare gegevens, zoals het radarproduct, moet zijn af te leiden. Tot op heden bestaat nog geen methode om dit snel en betrouwbaar te kunnen doen. Voor de neerslagdatabank is daarom gekozen voor een pragmatische oplossing, waarbij voor een aantal parameters van het variogram een vaste waarde is gekozen. Zo hebben we bijvoorbeeld de maximale afstand waarop de neerslaghoeveelheid nog afhankelijkheid vertoont, gesteld op tien kilometer.

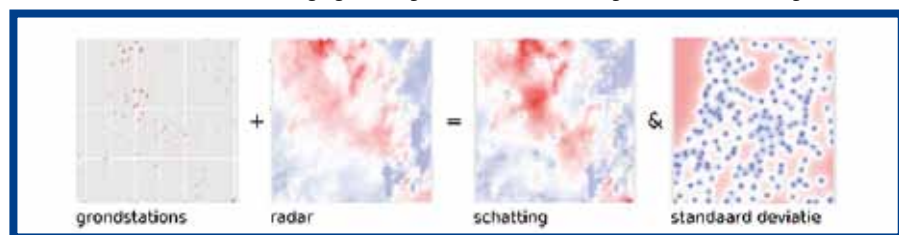
Een interessante uitdaging vormde verder het verkrijgen van uurwaarden uit de radarbeelden en dagwaarden van het vrijwilligersnetwerk. Zoals we in de inleiding al meldde, bevat het meest hoogfrequente radarproduct (met gecorrigeerde neerslaghoeveelheden) de gecumuleerde neerslaghoeveelheid over tijdvakken van drie uur. Voor de Neerslagdatabank zijn deze radarbeelden geconverteerd naar een nieuwe verzameling beelden met uurwaarden. De ontwikkelde methode is op dit moment operationeel gemaakt in het waterkwantiteitinformatiesysteem van De Stichtse Rijnlanden met Delft-FEWS als basis. Deze uurwaarden zijn vervolgens ook gebruikt om de dagwaarden, beschikbaar gekomen via het vrijwilligersnetwerk, neer te schalen, zoals dit is gebeurd bij de neerscaling van de uurwaarden naar 5-minutensommen⁴.

Resultaat

Het resultaat is een databank met geschatte neerslaghoeveelheden per uur in de periode van 1 januari 2000 tot en met 31 maart 2008 en de bijbehorende standaarddeviatie op basis van grondmetingen en radargegevens (zie afbeelding 3). Voor elk uur zijn de geschatte neerslaghoeveelheden en de standaarddeviatie opgeslagen in de vorm van een ASCII-grid.

Door een specifieke locatie te kiezen, krijg je een tijdreeks van de neerslaghoeveelheid. De standaarddeviaties leveren de bijbehorende betrouwbaarheidsbanden (zie afbeelding 3). Deze tijdreeksen zijn naast tijdreeksen van grondstations van de deelnemende waterschappen gelegd. Ter vergelijking is dit ook gedaan met tijdreeksen uit het radarproduct en de neerslagdatabank⁵, die ook door het KNMI beschikbaar zijn gesteld. Naast het feit dat ook grondstations een bepaalde meetfout hebben, is er een wezenlijk verschil tussen puntmetingen op de grond en de vlakgegevens uit de radarproducten daarboven. Desondanks geeft een dergelijke vergelijking een indruk over de mate waarin beide bronnen elkaar ondersteunen en aanvullen. Uit de vergelijking blijkt dat de verschillen tussen de grondstations en de verschillende radarproducten (dus ook de Neerslagdatabank) in dezelfde orde van grootte liggen. Gezien hun ligging in het projectgebied van de Neerslagdatabank, geven de radarstations een goede kwantitatieve schatting van de neerslaghoeveelheden in dit gebied. De Neerslagdatabank levert derhalve niet zozeer een verbetering van deze schatting, maar wel meer informatie over de kwaliteit ervan.

Afb. 2: Invoer en resultaat van een krigingschatting in de ruimte (blauw = lage waarden, rood = hoge waarden).

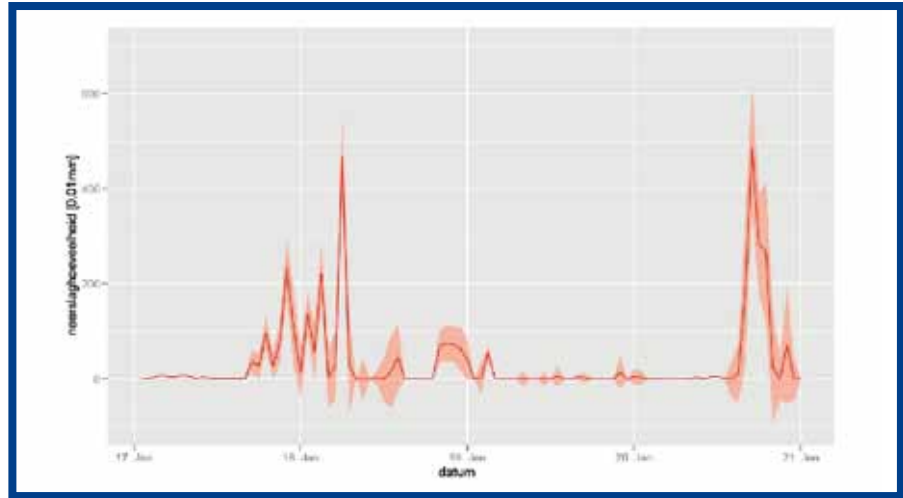


Geostatistiek is een verzamelnaam voor statistische methoden om ruimtelijke gegevens te analyseren en aan te maken. De meest gebruikte methode is *kriging*. Evenals een simpele lineaire interpolatiemethode of het geavanceerdere *Inverse-Distance Weighted* is *kriging* een interpolatiemethode die gebruikt wordt om waarden te schatten op locaties waar geen gegevens voorhanden zijn. De methode schat, naast de waarde van een bepaalde doelvariabele (in ons geval de neerslaghoeveelheid) ook de nauwkeurigheid van deze schatting, in de vorm van de *krigingvariantie*. De radarproducten geven namelijk vooral goede informatie over de ruimtelijke verdeling van de neerslag. Grondstations leveren de meest nauwkeurige informatie op puntniveau. In dat opzicht hebben we een benadering nagestreefd die het beste uit beide werelden oplevert. Het is en blijft overigens een uitdaging de juiste algoritmes te kiezen en ook om de wijze te bepalen waarop radarbeelden tijdens de data-integratie zijn in te zetten. Op dit vlak zijn zeker nog verbeteringen mogelijk. Bij de aanmaak van de Neerslagdatabank Midden-Nederland is het advies van Goudenhoofd en Delobbe³ gevolgd en *kriging with external drift* toegepast.

Voordelen van de aanpak

- De databank is, indien nieuwe informatie en/of nieuwe/verbeterde algoritmes beschikbaar komen, vrij eenvoudig opnieuw aan te maken;
- Door het generieke karakter zijn niet alleen de data maar is ook de methode eenvoudig in Delft-FEWS te implementeren. Alleen de neerschaling van 3-uursommen naar 1-uursommen gebeurt middels een script daarbuiten. Tevens is in Delft-FEWS het door Heijkers e.a.⁴⁾ ontwikkelde algoritme geïmplementeerd om deze uurdata neer te schalen naar 5-minutensommen, zodat de data ook inzetbaar zijn binnen evaluaties in de waterketen en de stedelijke waterstreeksanalyse;
- De aanpak levert per uur per gridcel niet alleen een schatting van de neerslaghoeveelheid maar ook van de nauwkeurigheid van deze schatting;
- Het geleverde bestandsformaat is in elk willekeurig GIS-systeem in te lezen en ook uitwisselbaar met modelinstrumentaria waarmee waterschappen rekenen;
- Met het beschikbaar komen van deze databank zijn zowel hydrologische modellen als schattingen van de waterbalanscomponenten te verbeteren, met inachtnaam van de onzekerheden die daarbij een rol spelen.

Waterbeheerders die geïnteresseerd zijn in



Afb. 3: Geschatte neerslaghoeveelheid inclusief 95 procent betrouwbaarheidsband gedurende een periode van vier dagen in januari 2005.

de Neerslagdatabank Midden-Nederland, de toestandkoming ervan, de daadwerkelijke getallen en/of zouden willen samenwerken aan toekomstige verbeteringen, kunnen contact opnemen met Joost Heijkers: (030) 634 58 10.

LITERATUUR

- 1) Holleman I. (2006). Bias adjustment of radar-based 3-hour precipitation accumulations. Technical Report, KNMI TR-290.
- 2) Van Walsum P., A. Veldhuizen, P. van Bakel, F. van der Bolt, P. Dik, P. Groenendijk, E. Querner en M. Smit (2006). SIMGRO 6.0.2. Theory and model implementation. Alterra. Rapport 913.1.
- 3) Goudenhoofd E. en L. Delobbe (2009). Evaluation of radar-gauge merging methods for quantitative precipitation estimates. *Hydrol. Earth Syst. Sci.* nr. 13, pag. 195-203.
- 4) Heijkers J., R. de Crook, T. Knippers en L. Reichard (2008). Neerslaginformatie uit radar nu ook geschikt voor stedelijk waterbeheer, *H₂O* nr. 6, pag. 38.
- 5) Overeem A., I. Holleman en T. Buishand (2009). Neerslagklimatologie uit weerradar. *H₂O* nr. 8, pag. 31-33.