

memorandum

PR2197.50

Project : Meteobase B&O 2015
Datum : 10-12-2015
Onderwerp : Updates aan neerslagrasters
Van : Ruud Hurkmans en Hans Hakvoort
Aan : Gebruikers

1 Inleiding

Naar aanleiding van het vergelijkend onderzoek naar landsdekkende neerslagproducten zijn enkele verbeterpunten geïdentificeerd in de rasters die zijn opgenomen in Meteobase. Het gaat om zes aspecten:

1. Gegevens boven wateroppervlakken
2. Strepenpatroon door herprojectie
3. "Spook"-patroon
4. Grenseffect
5. Opvangmechanisme missende data
6. Correctie voor spaken en clutter

De neerslagrasters (2000 t/m 2013) in Meteobase zijn op deze punten aangepast en opnieuw geproduceerd. Dit document beschrijft de aanpassingen die zijn doorgevoerd per aspect.

2 Beschrijving van aanpassingen

2.1 Gegevens boven wateroppervlakken

De brondata bevat data over het hele domein; de huidige procedure gebruikt alleen de pixels boven land. Het land-zee masker dient aangepast te worden, zodat het de gewenste wateroppervlakken meeneemt. In plaats van het oude landmasker, waarin alleen land-pixels werden meegenomen, gaan we nu uit van de bestuurlijke provinciegrenzen. Deze zijn verkregen via <http://www.imergis.nl/asp/47.asp> (Bestuurlijkegrenzen-provincies-actueel-shp). In GIS dissolven van de provincies levert een 'masker' van Nederland inclusief wateroppervlakken. Figuur 1 laat zowel het oude als het nieuwe masker zien.

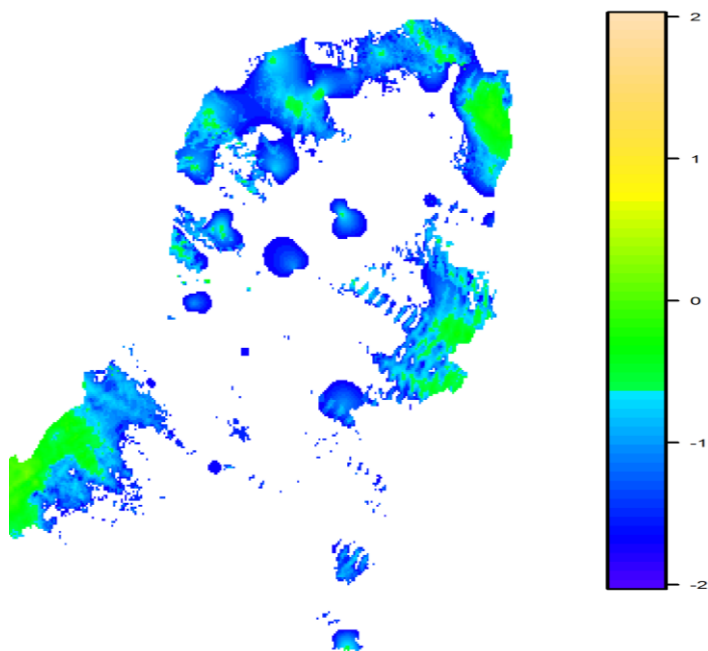


Figuur 1: Interessegebieden en locaties van grondstations. In donker wordende tinten blauw worden weergegeven: het oude interessegebied, het nieuwe interessegebied en de buffer die is gebruikt voor ten behoeve van de Duitse stations. Groene punten zijn dagstations (zowel Nederlandse als Duitse), gele punten zijn uurstations.

2.2 Strepenpatroon door herprojectie

In de vergelijking werd een licht strepenpatroon gezien, dat leek te worden veroorzaakt door een her-projectie van radar coördinaten naar RD. Deze werd eerder uitgevoerd op de server op de definitieve rasters. In plaats van het achteraf herprojecteren van de rasters, hebben we nu de radarbeelden van het KNMI direct geherprojecteerd naar RD, zodat vervolgens alle bewerkingen en de interpolatie in RD zijn uitgevoerd. Het strepenpatroon is hierdoor sterk verminderd, maar niet geheel verdwenen. We hebben ook geconstateerd dat in de radarbeelden vanaf 2008 (met een

resolutie van 1x1 km²) een andere oorzaak voor het strepenpatroon bestaat. We gebruiken namelijk 3-uursommen die zijn toegeleverd door het KNMI, die zijn opgebouwd door aggregatie van 5-minuten beelden. Binnen die 3 uur verschuift een bui, zodat dezelfde bui meerdere keren op verschillende locaties te zien is. De snelheid waarmee deze verschuiving optreedt kan zo hoog zijn dat er een strepenpatroon ontstaat waarbij loodrecht op de windrichting de bui per 5 minuten afwisselend wel of niet geregistreerd wordt. Een voorbeeld is te zien in Figuur 2. Dit is een artefact in de brondata dat we niet kunnen verhelpen.



Figuur 2: Voorbeeld van een hoge-resolutie patroon waar een strepenpatroon ontstaat door het verschuiven van buien.

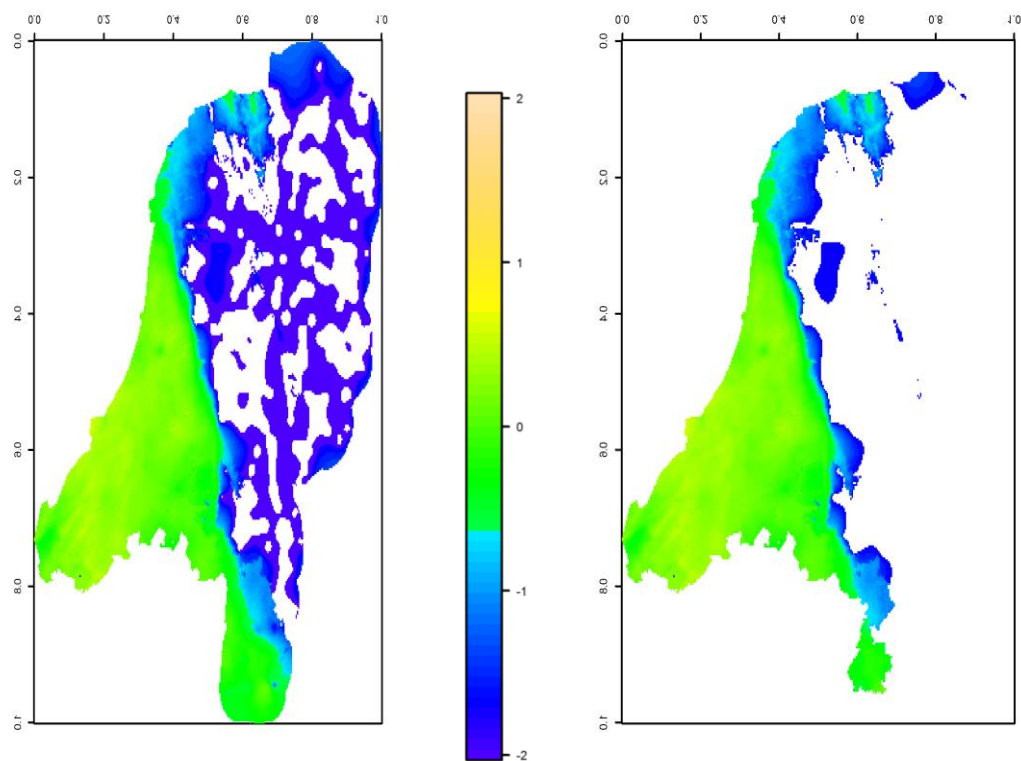
2.3 "Spook"-patroon

De manier waarop het interpolatie-algoritme nu geïmplementeerd is veroorzaakt een artefact als het slechts in een deel van Nederland regent. Dit komt doordat een lineaire regressie ($y=ax+b$) wordt toegepast op de grondstations en bijbehorende radarpixels over heel Nederland. Als vervolgens de radar (x) nul is, wordt het resultaat toch 'b'. Dit getal is weliswaar klein, maar niet 0. Omdat de grondstations wel 0 geven, wordt de directe omgeving daarvan wel naar nul toe gecorrigeerd. Figuur 3 laat een voorbeeld zien van een 'spook'-patroon.

In onze aanpak stelden we voor om de regressie niet op heel Nederland, maar lokaal toe te passen. Deze oplossing werkt in gebieden waar het regent, maar een probleem wat ontstond bij de lokale toepassing is het volgende. Het regent zelden in heel Nederland, dus er zijn heel vaak ook regio's waar het niet regent en alle grondstations een waarde 0 hebben. Het algoritme kan dan geen regressie toepassen om een relatie te bepalen en de interpolatie crasht voor heel Nederland. Dit fenomeen is inherent aan het gebruikte algoritme. We hebben daarom het spookpatroon 'achteraf' gecorrigeerd.

Op elke tijdstap is in het resultaat van de interpolatie de minimale voorkomende waarde bepaald die niet 0 is. Als deze waarde op meer dan 10% van alle pixels in het gebruikte masker voorkomt,

betreft het "spookpatroon" en vervangen we de waarde door 0. Dit percentage van 10% is iteratief verkregen door trial en error.



Figuur 3: Voorbeeld van het "spookpatroon" (links) en het resultaat van de correctie ervoor (rechts). Neerslag is geplotted op een logaritmische schaal van 0.01 (-2) tot 100 (2) mm/uur. In het rechterfiguur is overigens de buffer van 15 (km) voor het meenemen van de Duitse stations (Figuur 1) weggeknipt.

2.4 Grenseffect

Langs de grens is geïnterpoleerde neerslag minder nauwkeurig omdat data wordt geëxtrapoleerd vanaf de Nederlandse stations naar de grens en er niet tussen meerdere stations wordt geïnterpoleerd. Via de Deutsche Wetterdienst (DWD) kunnen zowel uur- als daggegevens van Duitse neerslagstations worden gedownload. Door deze stations mee te nemen zorgen we er voor dat de data langs de grens wordt geïnterpoleerd tussen stations. Wel is het zo dat we de oorspronkelijke parameters van het semi-variogram dat wordt gebruikt bij de kriging niet zijn aangepast. Hierdoor hebben stations in feite nauwelijks invloed buiten een invloedssfeer van 10 km rondom het station. Alleen stations die binnen 10 km van de grens liggen hebben dus invloed.

We hebben de gegevens voor zowel de uurstations als de dagstations (handmatig) gedownload via de onderstaande URLs:

- Uurgegevens:
ftp://ftp-cdc.dwd.de/pub/CDC/observations_germany/climate/hourly/precipitation/historical/
- Daggegevens:
ftp://ftp-cdc.dwd.de/pub/CDC/observations_germany/climate/daily/more_precip/historical/

Gegevens van de Duitse dag-stations hebben we op dezelfde manier geschaald naar uurwaarden als de Nederlandse dag-stations: op basis van de uurwaarden op de bijbehorende radarpixel. Een verschil hierbij is dat de Nederlandse stations neerslag registreren van 8 tot 8 UTC, bij Duitse stations is dit over het algemeen van 7 tot 7 lokale tijd, dus van 6 tot 6 UTC. Deze laatste periode hebben we aangehouden bij de omzetting van Duitse stations naar uurwaarden.

Voor zowel de bovenstaande schaling naar uurwaarden als het toepassen van "kriging with external drift", is het nodig dat op de locaties van grondstations ook radargegevens beschikbaar zijn. We hebben daarom het gebruikte masker (de pixels waar interpolatie wordt toegepast) uitgebreid met een zone van 15 kilometer rondom de oostgrens (donkerblauw in Figuur 1). Alle Duitse stations binnen die zone worden nu meegenomen in de interpolatie.

De periode waarin gegevens beschikbaar zijn verschilt sterk van station tot station. In Figuur 1 zijn *alle* stations weergegeven, maar sommige zijn helemaal niet in de periode 2000-2013 beschikbaar, of slechts gedeeltelijk. Per tijdstap zijn alle stations die op dat moment beschikbaar zijn meegenomen.

2.5 Opvangmechanisme voor missende data

De huidige versie van Meteobase bevat enkele 'fallback-mechanismen' voor het geval een of meerdere databronnen niet beschikbaar zijn. Toch werden gaten aangetroffen in de dataset. De enige momenten waarop data mist is als zowel radar als stations niet beschikbaar zijn, of als de IDW (inverse distance weighting) interpolatie van stations om een of andere reden faalt. Dit is terecht, er is dan echt geen data om een schatting op te baseren.

In de originele grids werd echter de radar alleen als 'niet beschikbaar' geclassificeerd als geen enkele pixel een getal bevat. Het komt echter regelmatig voor dat één van de twee radars mist. Dit veroorzaakte gaten in delen van het grid, die vervolgens in de kriging-met-external-drift (KED)-interpolatie gebruikt werden. Het resultaat was dan per definitie ook 'geen data'. In de aangepaste rasters is standaard naast de KED-interpolatie ook een IDW-interpolatie op de neerslagstations uitgevoerd. Op plekken waar het radarbeeld geen data bevat, zijn vervolgens de gaten ingevuld met de geïnterpoleerde neerslagstations. Ook op momenten dat de radar geen neerslag meet, maar de grondstations wel, worden nu ook IDW-resultaten gebruikt, terwijl voorheen de radardata (dus nullen) werden ingevuld in het resultaat. Als de grondstations geen neerslag meten maar de radar wel, worden (net zoals in de originele rasters) de radargegevens gebruikt.

2.6 Artefacten in radarbeelden: spaken en clutter

Op vaste locaties in het radarbeeld treden artefacten op die worden veroorzaakt door (1) blokkades van de radarstraal door obstakels rond de radar locatie ('spaken') of (2) extreem hoge reflecties door hoge bouwwerken. Voorbeelden van (2) zijn de TV-torens in Hoogersmilde en bij Ittervoort. De 'spaken' worden vooral veroorzaakt door een windmolen vlakbij de radar in Den Helder en enkele hoge gebouwen in Utrecht. Aangezien deze artefacten altijd op dezelfde locatie optreden is er in principe voor te corrigeren. We hebben de onderzocht wat de beste manier is om deze artefacten te corrigeren en hebben enkele varianten toegepast. We beschrijven hier de methode die we uiteindelijk hebben toegepast.

2.6.1 Spaken

De correctie voor spaken is in drie stappen uitgevoerd:

- 1) Identificeren van spaken
- 2) Bepalen van correctiefactor (afhankelijk van hoek spaak en afstand tot de radar) op jaarsommen
- 3) Toepassen correctiefactor op individuele tijdstappen

1. Identificatie van spaken

Hiervoor hebben we de aanpak van (Wagner, 2015) gevolgd. Een spaak wordt altijd gevormd door een bepaalde hoek vanaf de radar. We hebben daarom voor zowel de Bilt als Den Helder den Helder in kaart gebracht welke rastercellen onder welke hoek vanaf de radar vallen. Voor de identificatie van spaken gaan we uit van twee periodes: 2000-2007 (met radargegevens op 2.5x2.5 km²) en de periode 2009-2013 (met radargegevens op 1x1 km²).

Vervolgens hebben we voor alle pixels binnen een bepaalde hoek (met een resolutie van 1 graad), voor een aantal neerslagintensiteiten uitgerekend hoe vaak deze overschreden worden in de radarbeelden van het KNMI binnen elk van de twee periodes. Door voor elke hoek het aantal overschrijdingen te vergelijken met de omliggende hoeken, bepalen we of een bepaalde hoek een spaak is of niet. Dit is het geval als de mediane waarde binnen een hoek meer dan 10% afwijkt van de mediane waarde van de 10 omliggende hoeken (spaken kunnen aanzienlijk breder zijn dan 1 graad). Door de resulterende "spakenkaart" visueel te vergelijken met de kaart van de neerslagsommen over de hele periode, waarin de spaken duidelijk te zien zijn (Figuur 4), kiezen we een neerslagintensiteit waarvan de overschrijdingen spaken opleveren die het dichtst bij de spaken liggen die zichtbaar zijn in de neerslagsommen. Dit was het geval bij overschrijdingen van 2 mm/uur. Een aantal geïdentificeerde spaken werden smaller dan ze zijn in de kaart van neerslagsommen. Deze spaken hebben we daarom handmatig verbreed om de hele spaak af te dekken. Figuur 4 laat de resulterende 'spakenkaart' zien voor de periode 2009-2013.

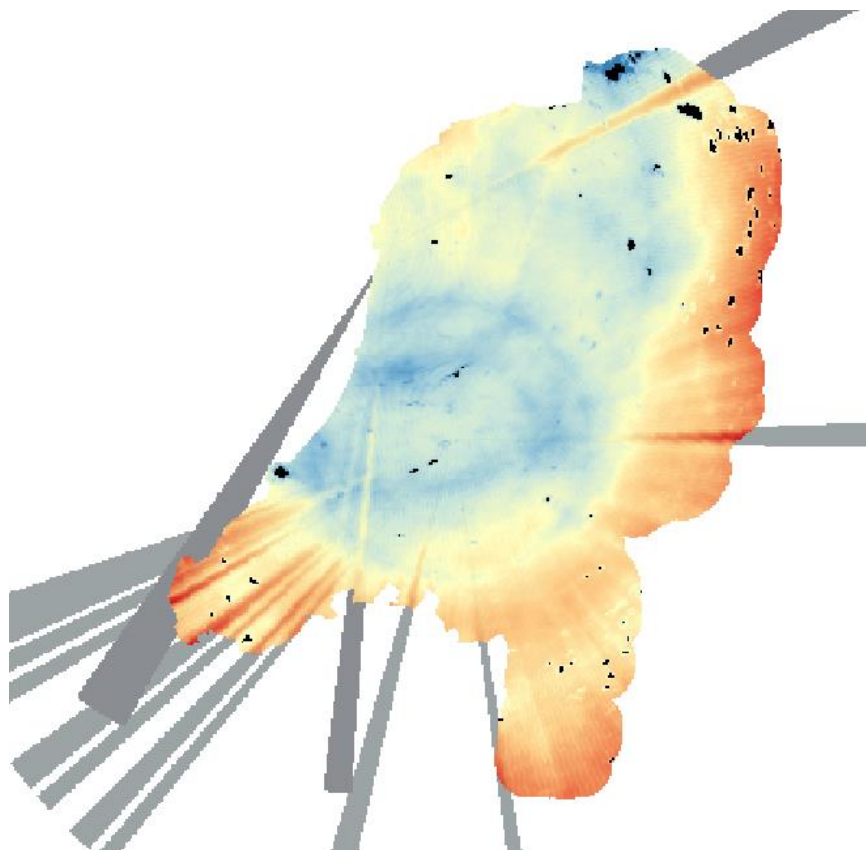
2. Bepaling van correctiefactoren

De afwijking van de neerslagintensiteiten binnen een spaak hangt af van de afstand tot de radar. Naast de kaart met hoeken vanaf de radar, hebben we voor de Bilt en Den Helder ook kaarten gemaakt die de afstand tot de radar bevatten. Ook hebben we per jaar de jaarsom bepaald op basis van de radar data van het KNMI.

Voor elke spaak uit de vorige stap, en voor elke kilometer afstand tot de radar, hebben we de pixels bepaald die binnen een bepaalde spaak en afstand tot de radar vallen. Ook nemen we de pixels met dezelfde afstand tot de radar, maar in de naastliggende hoeken die *geen* spaak zijn. Als de naastliggende hoeken wel spaken zijn, schuiven we op tot we een hoek tegenkomen die naast de spaak ligt. De correctiefactor is dan de mediane neerslagsom in de pixels *buiten* de spaak gedeeld door de mediane neerslagsom in de pixels *binnen* de spaak. Op deze manier bepalen we de factor zo lokaal mogelijk. In deze stap slaan we voor elk jaar de coördinaten van de pixels die gecorrigeerd moeten worden (de pixels *binnen* de spaak) en de bijbehorende correctiefactor op.

3. Toepassen correctiefactoren

Voor we op een bepaalde tijdstap gaan interpoleren, nemen we het radarbeeld van deze tijdstap en vermenigvuldigen we de neerslag op de coördinaten die in de vorige stap voor het betreffende jaar zijn opgeslagen met de juiste correctiefactor.



Figuur 4: Resulterende identificatie van spaken (grijze balken) en clutter (zwarte vlekken) voor de hoge-resolutie radarbeelden. De neerslagsommen zijn te zien van rood (laag) naar blauw (hoog). Bij spaken zijn neerslagsommen lager door blokkering van de radar, bij clutter zijn ze hoger door sterk reflecterende objecten.

2.6.2 Correctie voor clutter

De correctie voor clutter is in dezelfde drie stappen uitgevoerd als de correctie voor spaken.

1. Identificatie clutter-pixels

Op basis van de neerslagsom over de twee voornoemde periodes (2000-2007 en 2009-2013) berekenen we per pixel de afwijking ten opzichte van de omliggende pixels binnen 10 km afstand. Een pixel wordt geclassificeerd als 'clutter' als de afwijking ten opzichte van het omgevingsgemiddelde 15% of meer bedraagt. De clutter-pixels in de periode 2009-2013 zijn als voorbeeld weergegeven in Figuur 4.

2. Bepaling correctiefactor

De correctiefactor wordt net als bij de spaken bepaald op basis van de individuele jaarsommen. Voor elke clutter-pixel uit de voorgaande stap wordt de ratio bepaald tussen de pixelwaarde en het omgevingsgemiddelde (binnen 10 km). De coördinaten van de pixels en de bijbehorende factor worden opgeslagen.

3. Toepassen correctiefactoren

Voor we op een bepaalde tijdstap gaan interpoleren, nemen we het radarbeeld van deze tijdstap en delen we de neerslag op de coördinaten die in de vorige stap voor het betreffende jaar zijn opgeslagen door de juiste correctiefactor.

3 Referentie

Wagner et al. (2015), "5 year radar-based rainfall statistics: disturbances analysis and development of a post-correction scheme for the German radar composite", HESSD, 12, 1765-1808.