



Royal Netherlands  
Meteorological Institute  
*Ministry of Infrastructure  
and Water Management*

# Nieuwe KNMI neerslagproducten *en* Onderzoek naar verbeteringen hierin

Hidde Leijnse, Aart Overeem, Lotte de  
Vos, Remko Uijlenhoet (WUR), Hylke de  
Vries en Kees Lemcke



# Nieuwe KNMI neerslagproducten

- Sinds eind 2018 heeft het KNMI 3 nieuwe neerslagproducten:
  - Real-time: radars + automatische regenmeters (binnen 5 min)
  - Early reanalysis: radars : automatische regenmeters + ongevalideerde handregenmeters (volgende dag)
  - Final reanalysis: radars + automatische regenmeters + gevalideerde handregenmeters (volgende maand)
- Producten zijn beschikbaar in de KNMI catalogus en als open data in het KNMI Datacentrum (KDC: data.knmi.nl)

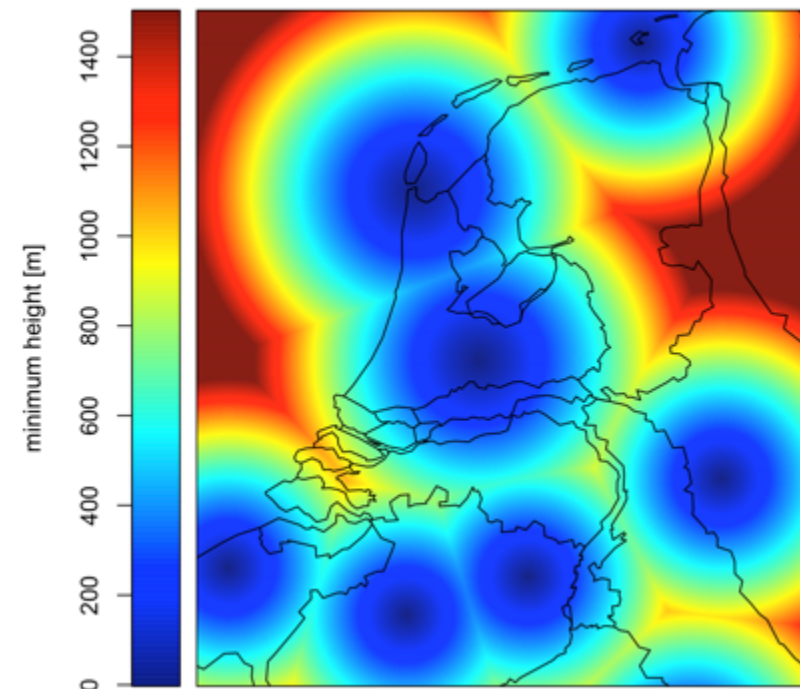
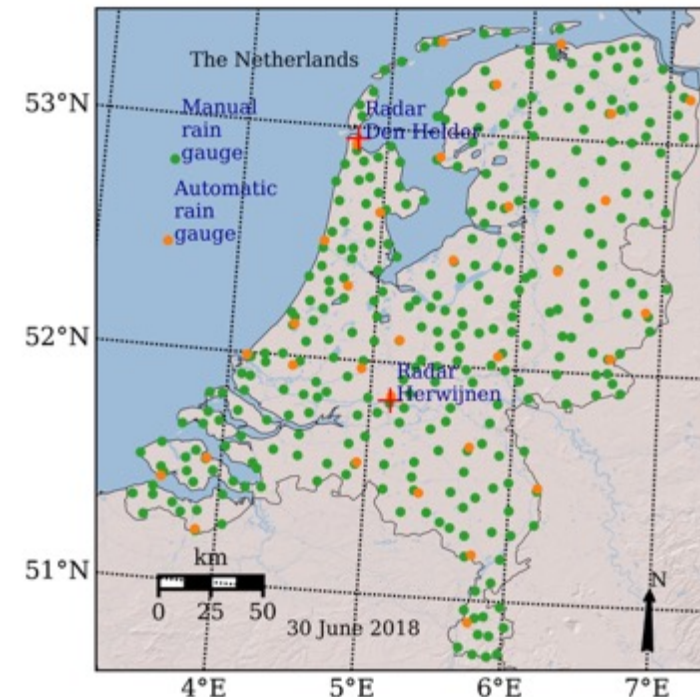
The screenshot displays four data products from the KNMI Data Catalog, each with a map icon, title, description, version, date, update frequency, and format. All products are marked as 'OPEN DATA'.

| Product Name                                                                            | Description                                                                                                                                                                                           | Version    | Date         | Updates             | Format | Open Data |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|--------------|---------------------|--------|-----------|
| neerslag - radar/regenmeters 5-minuten actuele accumulaties in Nederland                | Grid bestanden van 5-minuten neerslagaccumulaties uit radar en regenmeters. Radar gegevens gemeten door Nederlandse, Belgische en Duitse radars op 1500 m boven Nederland en omstreken...             | versie 1.0 | 2018-12-07 - | Updates: waar nodig | HDF5   | ✓         |
| neerslag - radar/regenmeters 5-minuten actuele accumulaties in Nederland - archief      | Archief van grid bestanden van 5-minuten neerslagaccumulaties uit radar en regenmeters. Radar gegevens gemeten door Nederlandse, Belgische en Duitse radars op 1500 m boven Nederland en omstreken... | versie 1.0 | 2018-12-07 - | Updates: waar nodig | HDF5   | ✓         |
| neerslag - radar/regenmeters 5-minuten definitieve heranalyse accumulaties in Nederland | Grid bestanden van 5-minuten neerslagaccumulaties uit radar en regenmeters. Radar gegevens gemeten door Nederlandse, Belgische en Duitse radars op 1500 m boven Nederland en omstreken...             | versie 1.0 | 2018-12-07 - | Updates: waar nodig | HDF5   | ✓         |
| neerslag - radar/regenmeters 5-minuten vroege heranalyse accumulaties in Nederland      | Grid bestanden van 5-minuten neerslagaccumulaties uit radar en regenmeters. Radar gegevens gemeten door Nederlandse, Belgische en Duitse radars op 1500 m boven Nederland en omstreken...             | versie 1.0 | 2018-12-07 - | Updates: waar nodig | HDF5   | ✓         |



# Nieuwe KNMI neerslagproducten

- Radars
  - Nederland: Den Helder en Herwijnen
  - België: Jabbeke en Helchteren
  - Duitsland: Essen en Borkum (de laatste niet meer vanwege de slechte kwaliteit).
- Regenmeters:
  - Nu 2 KNMI netwerken (automaten en handregenmeters)
  - In de toekomst ook regenmeters van waterschappen + gemeenten, en uit Duitsland en België
  - Mogelijk ook andere regenmeters (maar alleen als kwaliteit verbetert)





# Nieuwe KNMI neerslagproducten

- Dit zijn levende neerslagproducten
  - Algoritmen worden aangepast als gevolg van onderzoeksresultaten
  - Er komt een openbare site waarop wijzigingen worden bijgehouden
  - Als er nieuwe algoritmen worden ingezet, wordt het archief, voor zover mogelijk, opnieuw aangemaakt.
- Deze producten zijn voor het KNMI nodig om onze wettelijke taken uit te voeren
  - Neerslaghoeveelheid is een waarschuwingscriterium (code geel/oranje/rood)
  - Voor het monitoren van droogte is nauwkeurige neerslaginformatie onontbeerlijk.



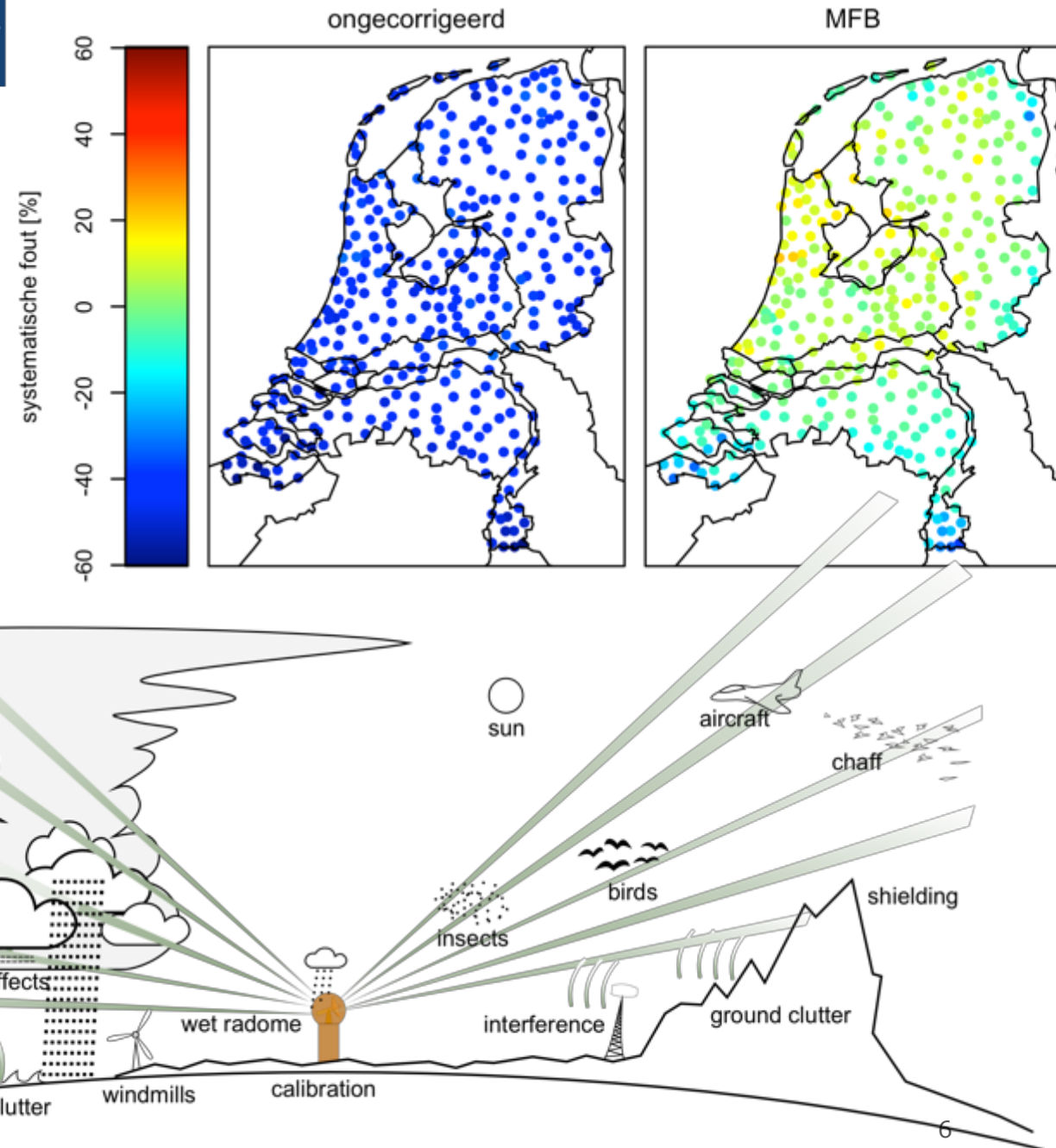


# Onderzoeksproject

- Doel: verbeteren neerslagproducten
- Looptijd: zomer 2018 - zomer 2021 (3 jaar)
- In deze presentatie:
  - resultaten afgeronde deelaspecten
  - voortgang lopende deelaspecten
  - plannen nog te starten deelaspecten

# Waarom?

- Radars kunnen last hebben van veel bronnen van fouten
- Hoe verder weg, hoe groter de fouten (over het algemeen)
- Correctie hiervoor is essentieel voor accurate neerslagmeting
- Slim mengen met regenmeters helpt hierin





# Onderzoeksproject

- Deelaspecten:

- ✓ 1. Automatische validatie gegevens neerslagmeters
- ✓ 2. Algoritmen voor optimaal mengen radar + regenmeters
- ✓ 3. Correctiealgoritme (dual-pol) voor signaaldemping
- 4. Correctie voor effecten van verticale variatie neerslag
- 5. Gebruik kwaliteitsinformatie voor mengen data van radars
- 6. Correctie voor effecten van snel bewegende buien
- 7. Gebruik kwaliteitsinformatie voor mengen radar + regenmeters



# Automatische validatie neerslagmeters

- KNMI wil gebruik gaan maken van neerslagmeterdata van waterschappen, gemeenten, en mogelijk ander
- Een robuuste automatische validatie is hiervoor nodig
- Bij begin van dit onderzoek waren er nog geen data van waterschappen beschikbaar
- Gebruik gemaakt van amateurweerstations van Netatmo **voor dit onderzoek**
  - ander type dan regenmeters waterschappen
  - andere netwerkdichtheid
  - methoden algemeen toepasbaar







# Automatische validatie neerslagmeters

- Drie filters op basis van vergelijking met burens
  - Faulty zero (FZ) - onterecht droog weer
  - High-influx (HI) - onterechte hoge intensiteiten
  - Station Outlier (SO) - andere dynamiek dan burens
- Dynamische correctiefactor per regenmeter
- Gepubliceerd in wetenschappelijke literatuur

## Geophysical Research Letters

### RESEARCH LETTER

10.1029/2019GL083731

#### Key Points:

- A real-time applicable quality control methodology for crowdsourced personal weather stations is suggested
- The quality control successfully identifies typical errors for this data source without requiring auxiliary data
- High-resolution nationwide rainfall maps can be produced from the quality-controlled crowdsourced personal weather stations

#### Supporting Information:

- Supporting Information S1
- Movie S1
- Movie S2

#### Correspondence to:

L. W. de Vos,  
lotte.devos@wur.nl

## Quality Control for Crowdsourced Personal Weather Stations to Enable Operational Rainfall Monitoring

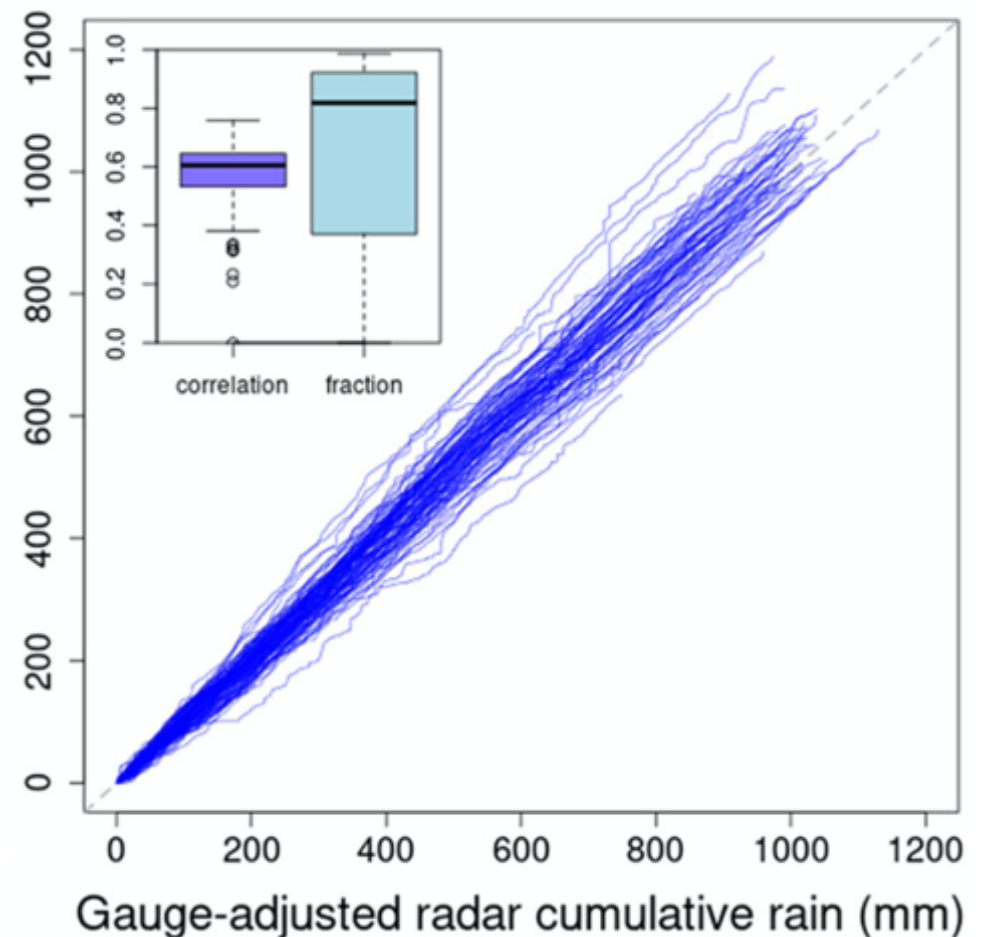
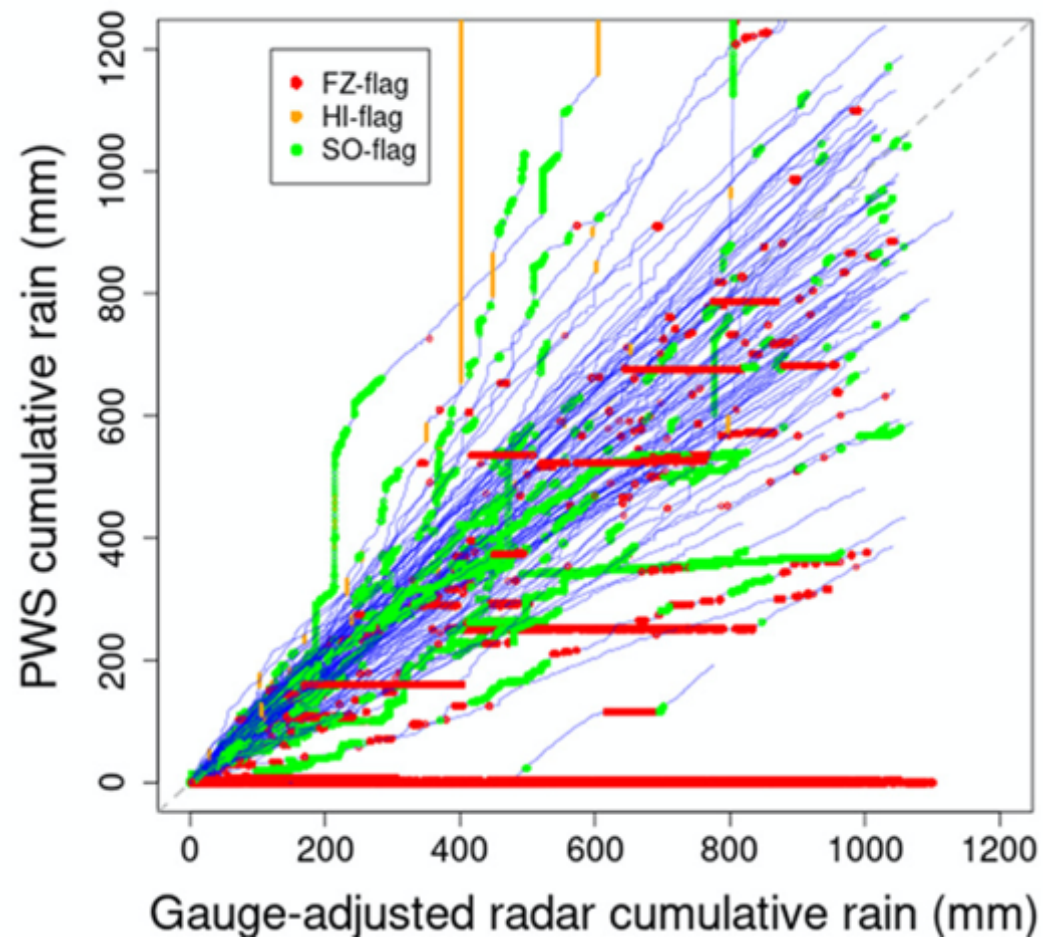
Lotte Wilhelmina de Vos<sup>1,2</sup>, Hidde Leijnse<sup>1</sup>, Aart Overeem<sup>1,2</sup>, and Remko Uijlenhoet<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Royal Netherlands Meteorological Institute, De Bilt, Netherlands, <sup>2</sup>Hydrology and Quantitative Water Management Group, Wageningen University and Research, Wageningen, Netherlands

**Abstract** Automatic personal weather stations owned and maintained by weather enthusiasts provide spatially dense in situ measurements that are often collected and visualized in real time on online weather platforms. While the spatial and temporal resolution of this data source is high, its rainfall observations are prone to typical errors, currently preventing its large-scale, real-time application. This study proposes a quality control methodology consisting of four modules targeting these errors, applicable in real time without requiring auxiliary measurements. The quality control improves the overall accuracy of a year of hourly rainfall depths in Amsterdam to a bias of  $-11.3\%$  ( $0.2\%$  when a proxy for overall rainfall underestimation by personal weather stations is used), a Pearson correlation coefficient of  $0.82$ , and a coefficient of variation of  $2.70$ , while maintaining  $88\%$  of the original data set. Application on a national scale (average 1 station per  $\sim 10 \text{ km}^2$ ) yields high-resolution nationwide rainfall maps, hence showing the great potential of personal weather stations for complementing existing often sparse traditional rain gauge networks.



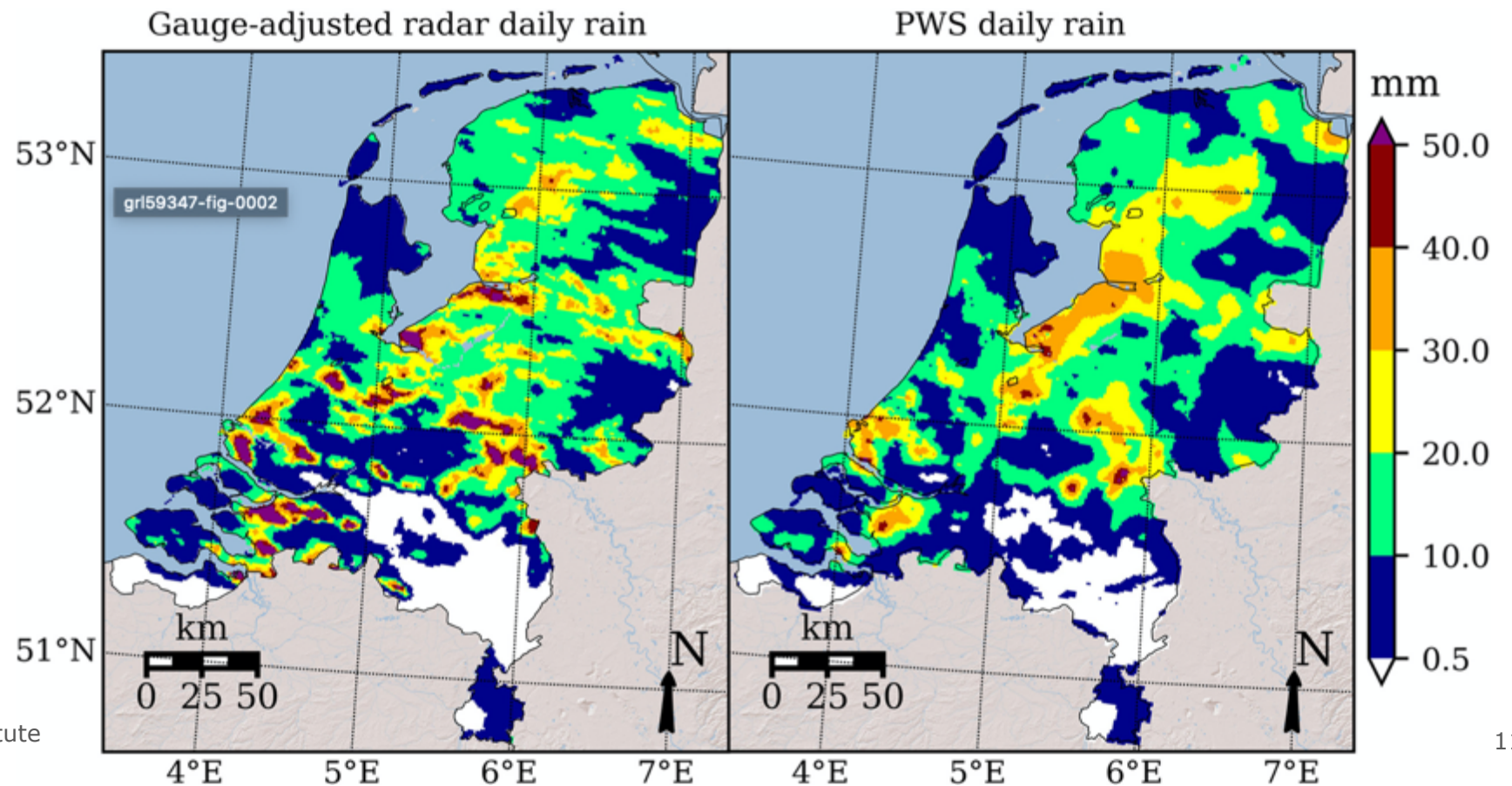
# Automatische validatie neerslagmeters





# Automatische validatie neerslagmeters

- Testen en toepassen op regenmetergegevens van waterschappen is gepland.





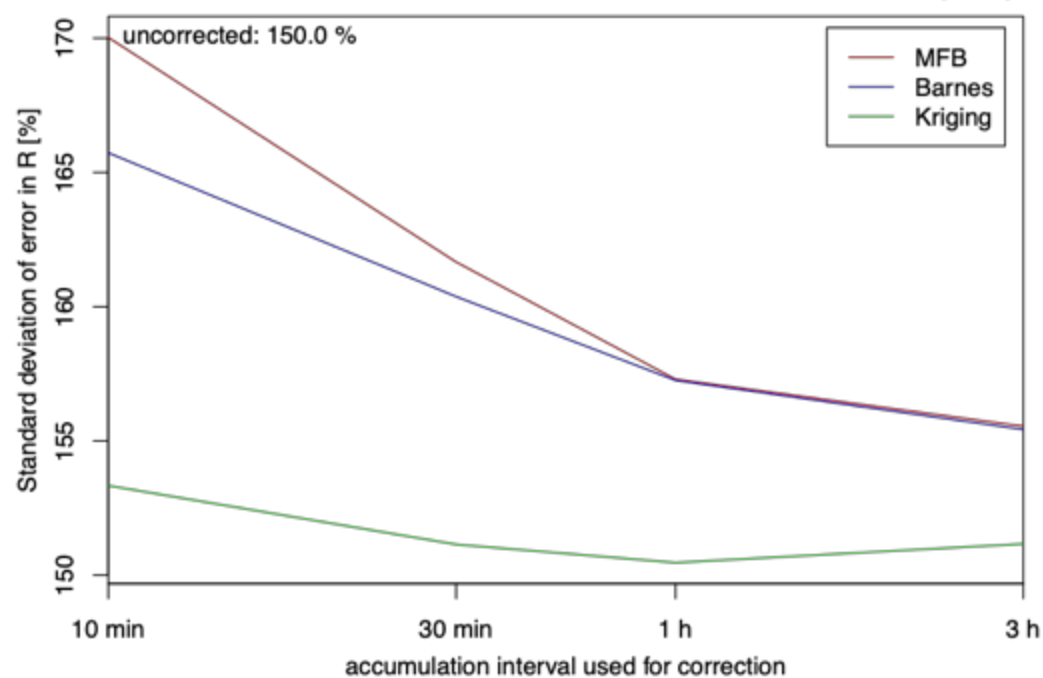
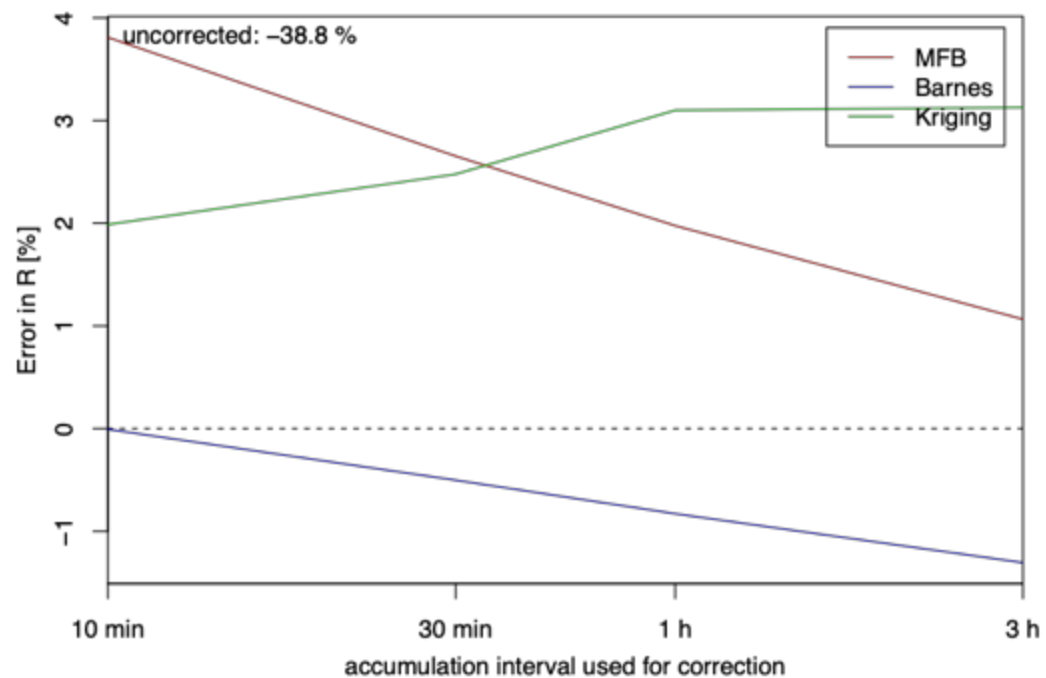
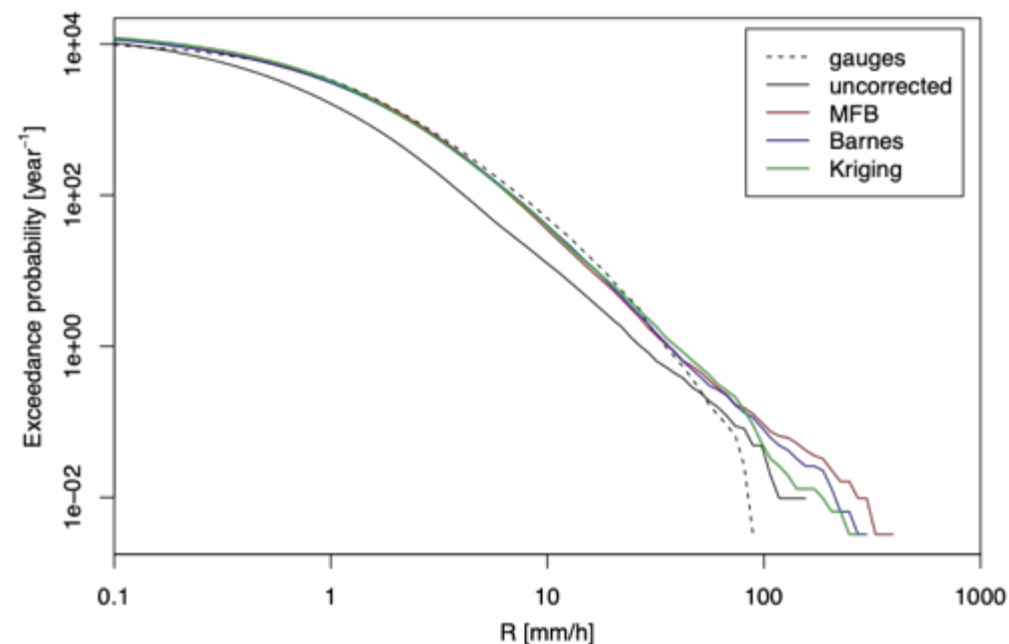
# Mengen radars en regenmeters

- Vergelijking van verschillende methoden
  - Mean Field Bias (MFB)
  - Barnes' Objective Analysis
  - Universal Kriging (Kriging with External Drift)
- Validatie met leave-one-out statistics
  - gemiddelde statistieken (gemiddelde, standaarddeviatie, etc.)
  - extremen (overschrijdingskansen)
- Handregenmeternetwerk: afhankelijkheid van dichtheid van netwerk
  - 50 trekkingen van N regenmeters die worden gebruikt voor mengen
  - niet-gemengde regenmeters worden gebruikt voor validatie
- 11 jaar aan data (2008-2018)



# Mengen radars en regenmeters

- Automatische regenmeters (32 in Nederland)

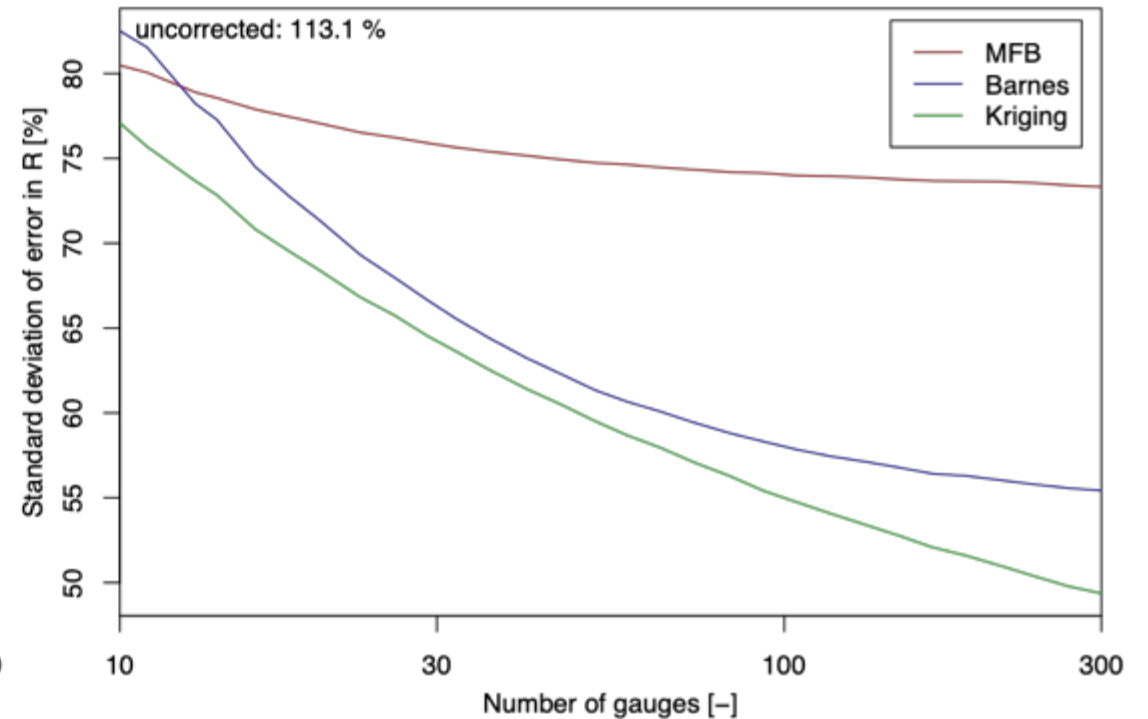
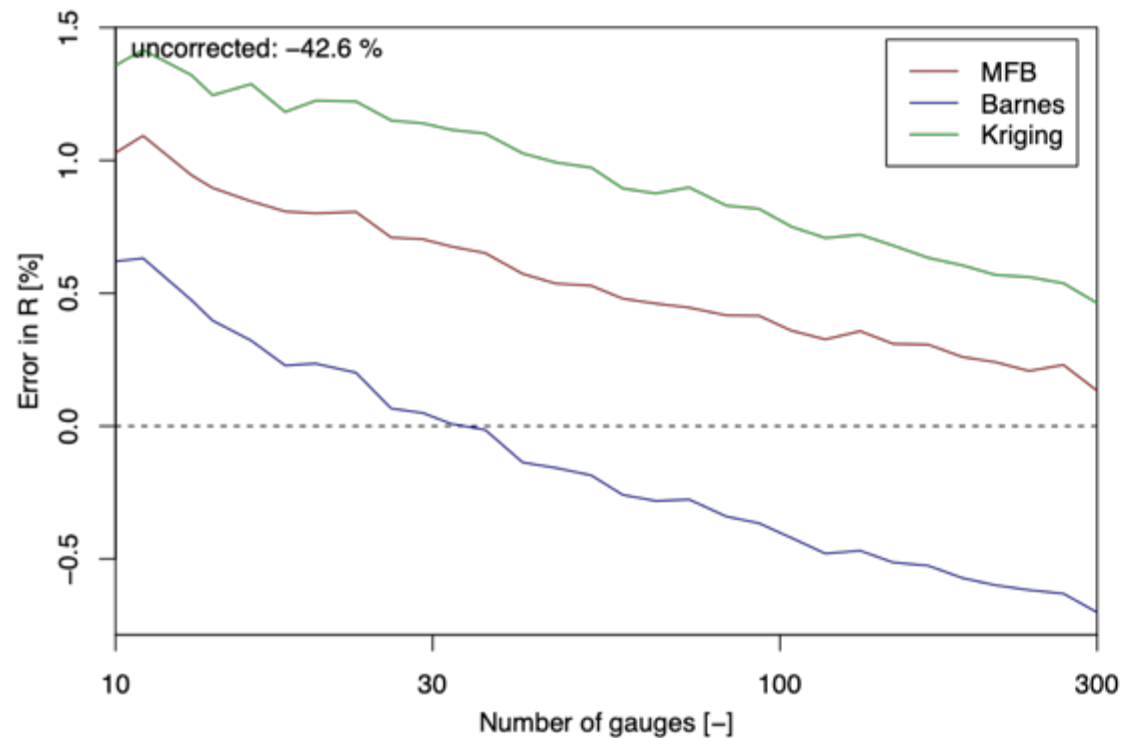






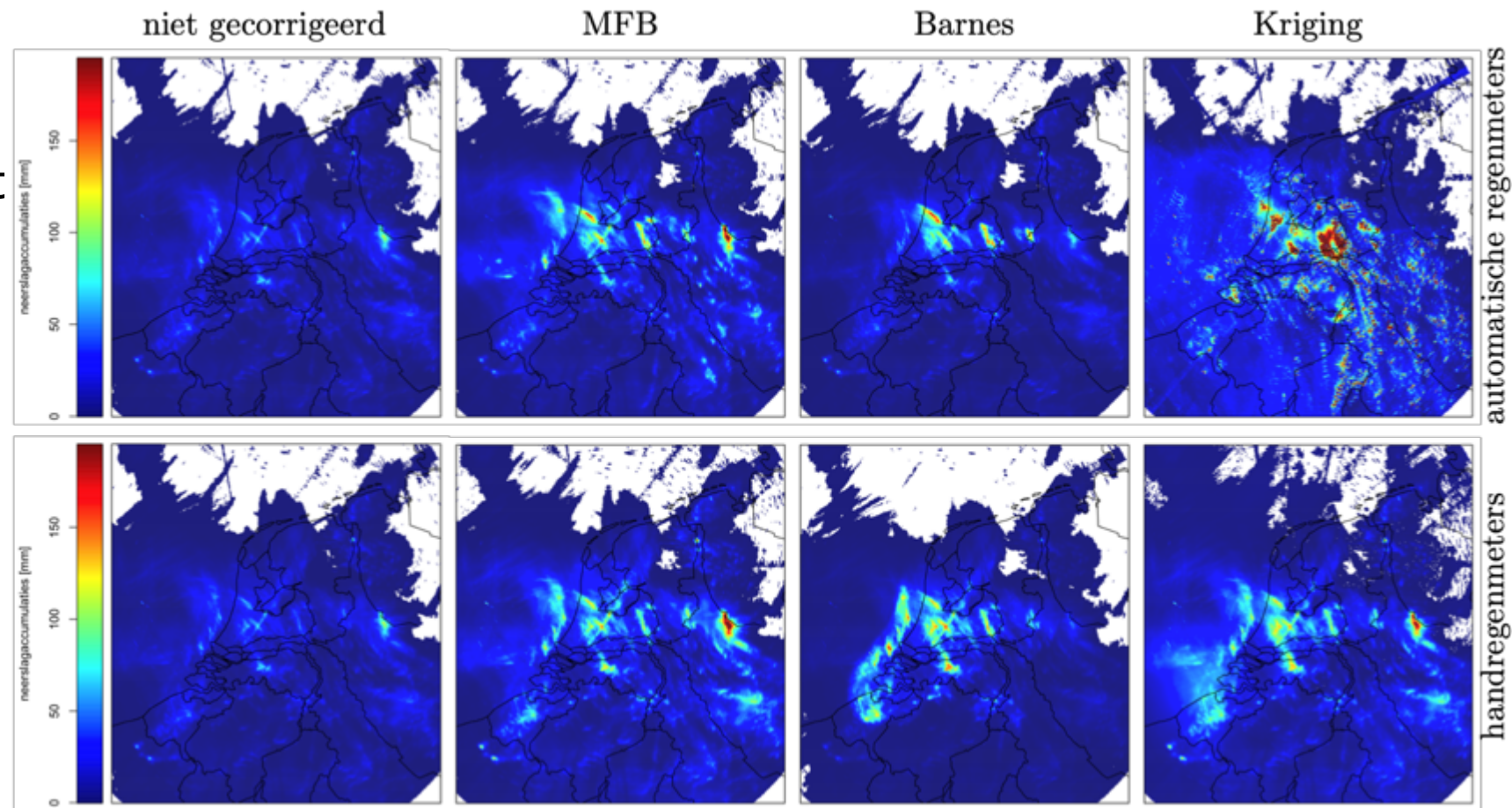
# Mengen radars en regenmeters

- Handregenmeters (320 in Nederland)
- Als functie van het aantal meegenomen regenmeters



# Mengen radars en regenmeters

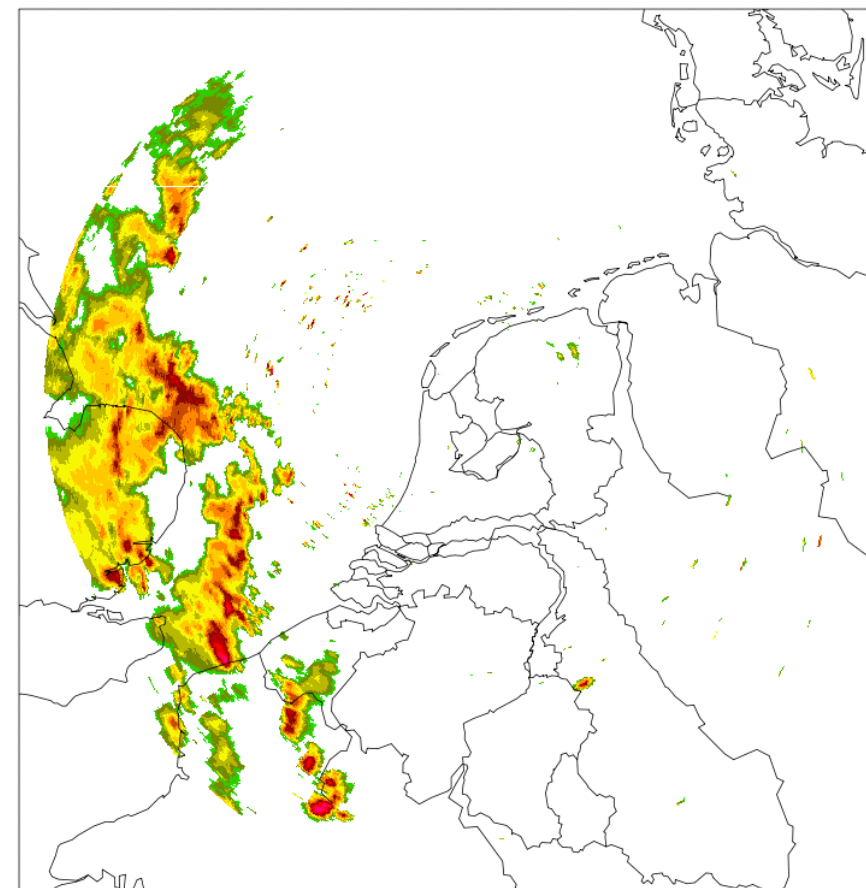
- Gebruik van Kriging of Barnes' Objective Analysis niet geschikt voor dun netwerk (automaten)
- Ruimtelijke methoden wel geschikt voor dicht netwerk
- MFB inzetten voor automatische regenmeters
- Kriging inzetten voor handregenmeters



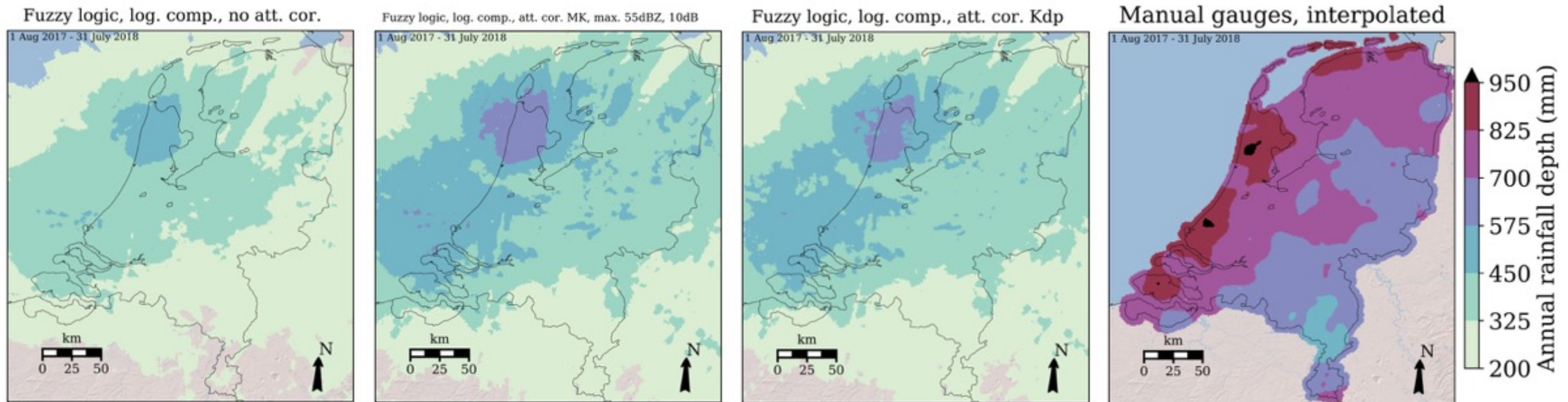
27-29 juli 2014, 48-h accumulaties

# Correctie voor signaaldemping

- Met dual-pol variabele specifieke differentiële fase  $K_{dp}$  voor damping corrigeren.
- Algoritme van opensourcepakket wradlib
- Bereken totale damping uit  $K_{dp}$  geïntegreerd over pad tussen radar en meetvolume, en corrigeer daarmee de radarreflectiviteit
  - relatie tussen  $K_{dp}$  en damping berekend uit druppelgrootteverdelingen uit Cabauw
- Pas alleen toe bij vloeibare neerslag
  - temperatuurinformatie uit Harmonie
- Vergelijk met traditionele manier van correctie op basis van radarreflectiviteit
  - deze methoden zijn inherent instabiel
  - hiervoor is een (arbitrair) maximum aan dampingcorrectie toegepast



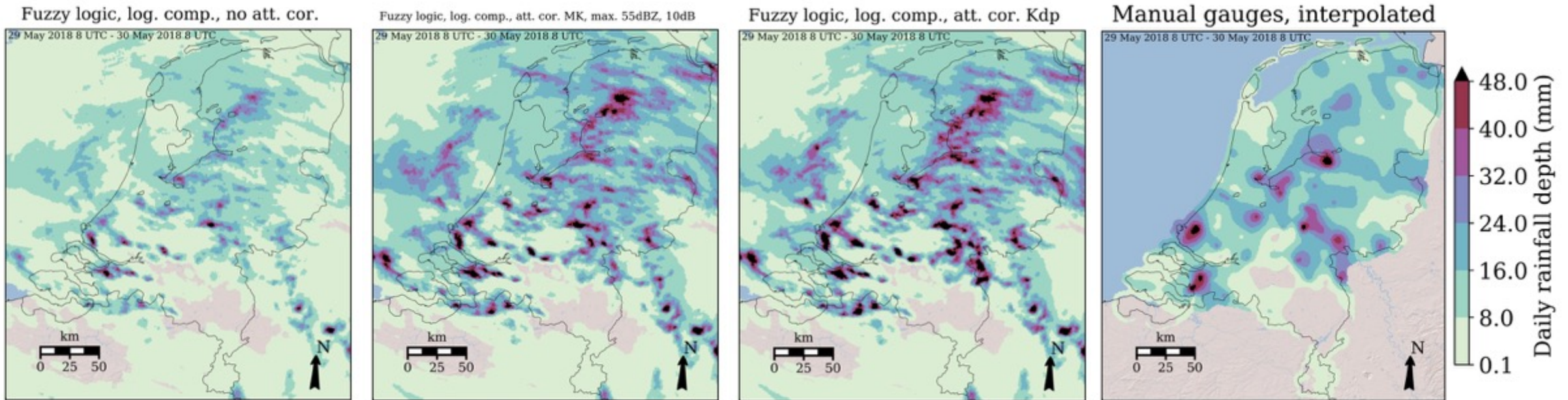
# Correctie voor signaaldemping: jaarsom



- De onderschatting van radars t.o.v. handregenmeters wordt wat minder
- Traditionele methode geeft wat hogere waarden dan  $K_{dp}$ , maar is deze ophoging ook om de juiste reden gedaan?



# Correctie voor signaaldemping: dagsom 29 mei 2018

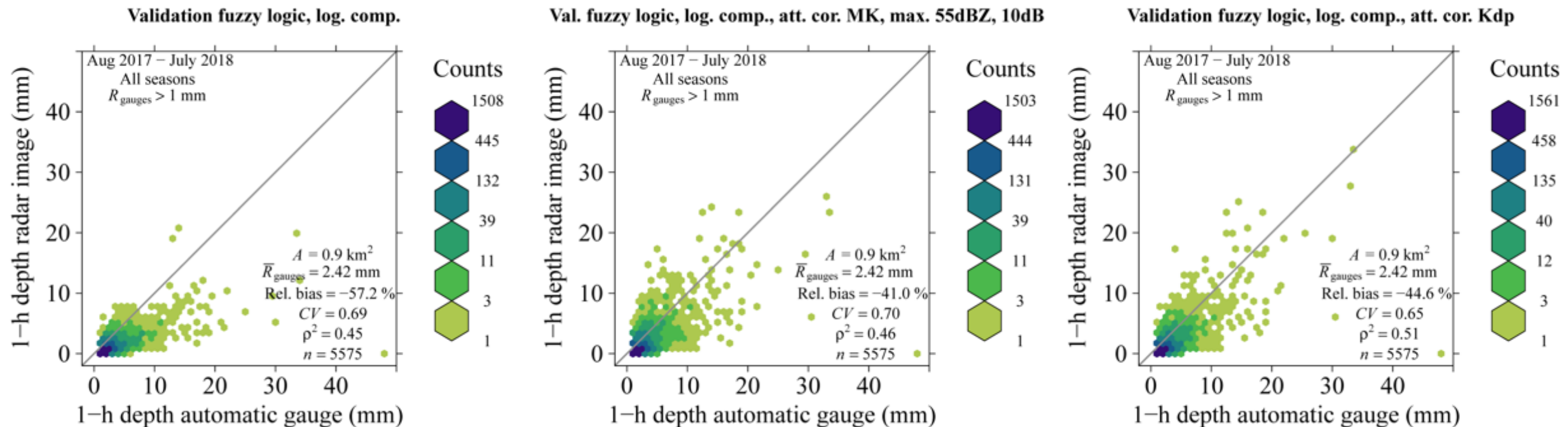


- Duidelijke verbetering van de onderschatting t.o.v. handregenmeters
- Traditionele methode geeft wat lagere waarden dan  $K_{dp}$
- Missen handregenmeters (delen van) buien, of overschat de radar door bijvoorbeeld hagel?





# Correctie voor signaaldemping: vergelijk regenmeters

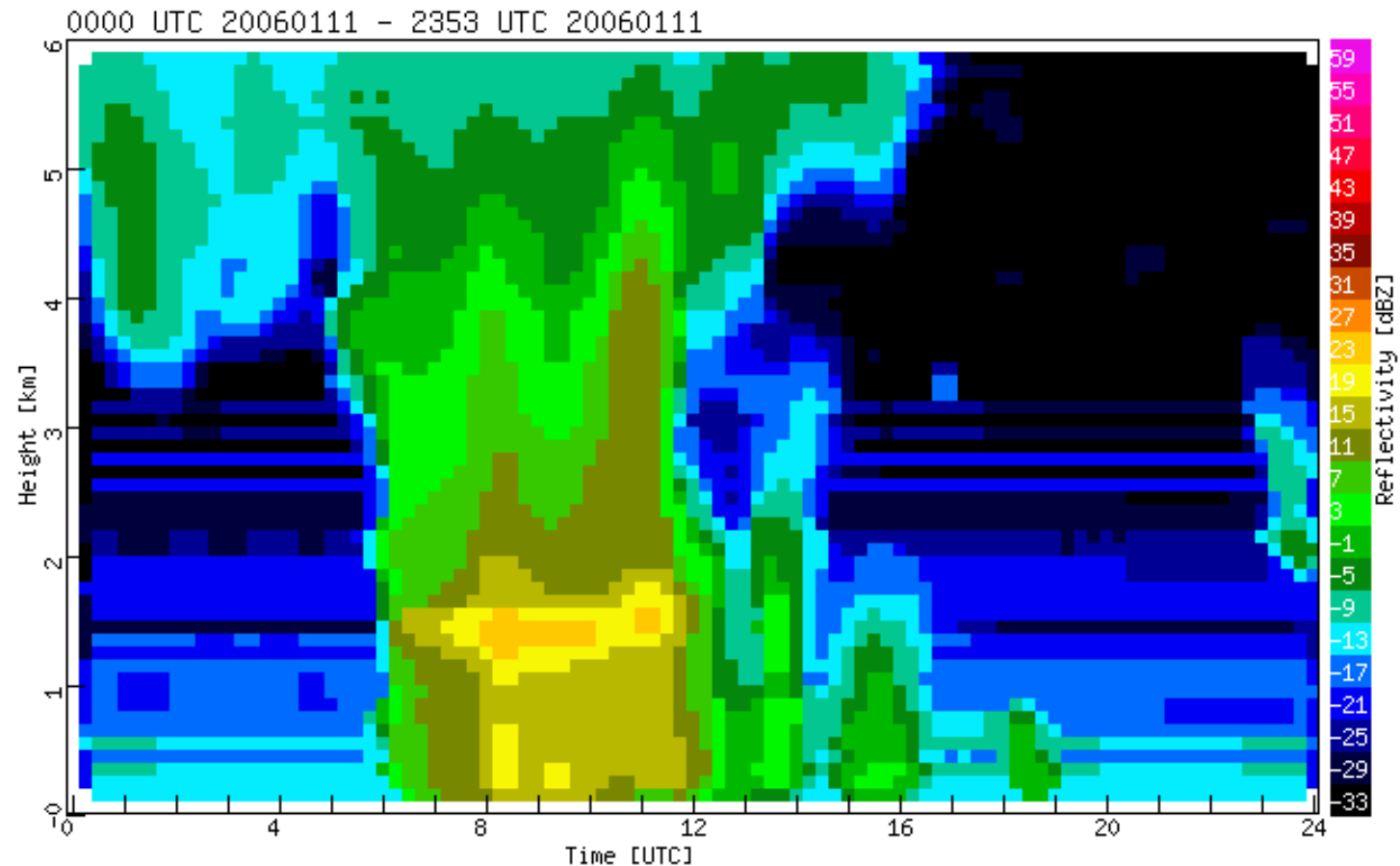


- De systematische onderschatting van radars t.o.v. regenmeters wordt minder
- Traditionele methode geeft wat mindere resultaten dan  $K_{dp}$ , in termen van spreiding
- Conclusie:  $K_{dp}$  toepassen in neerslagproducten



# Correctie voor effect van verticale variatie neerslag

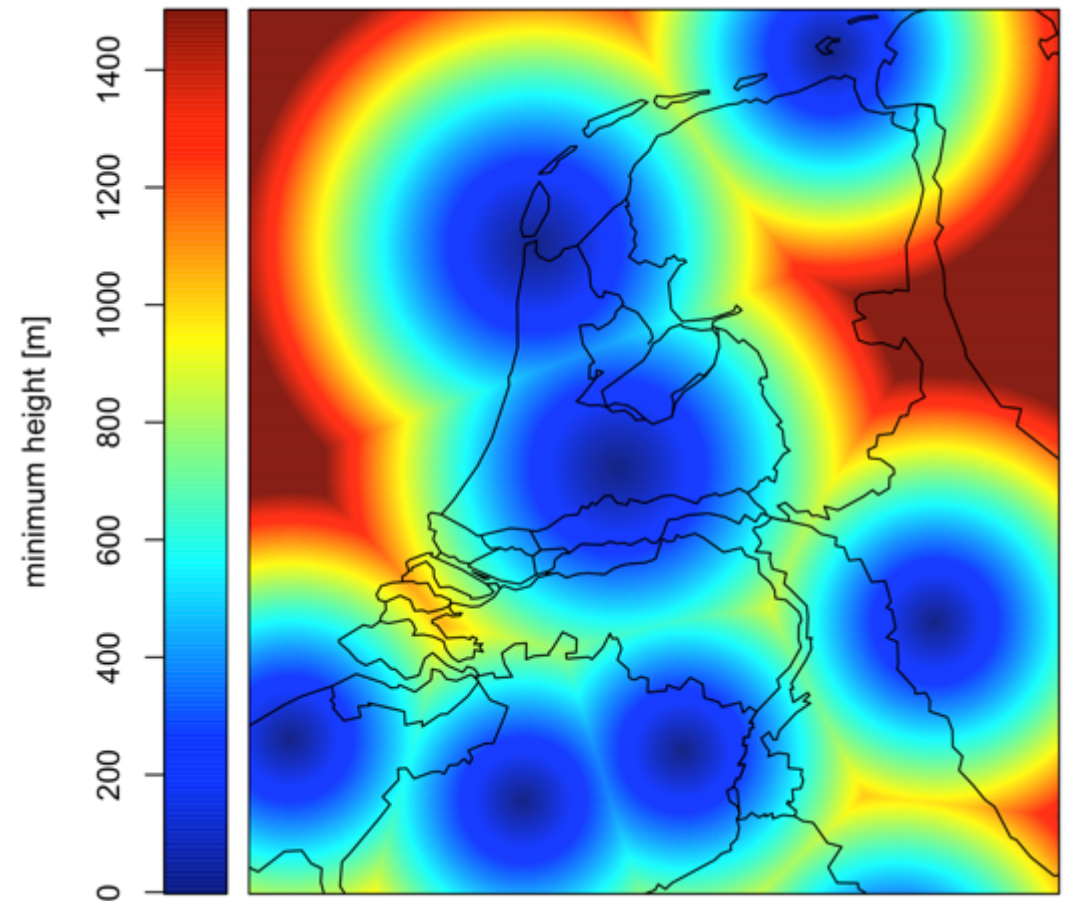
- Toetsen algoritmen ontwikkeld door Pieter Hazenberg
  - correctie voor verticaal profiel
  - schatting onzekerheid door verticaal profiel





# Kwaliteitsinfo gebruiken voor mengen radars

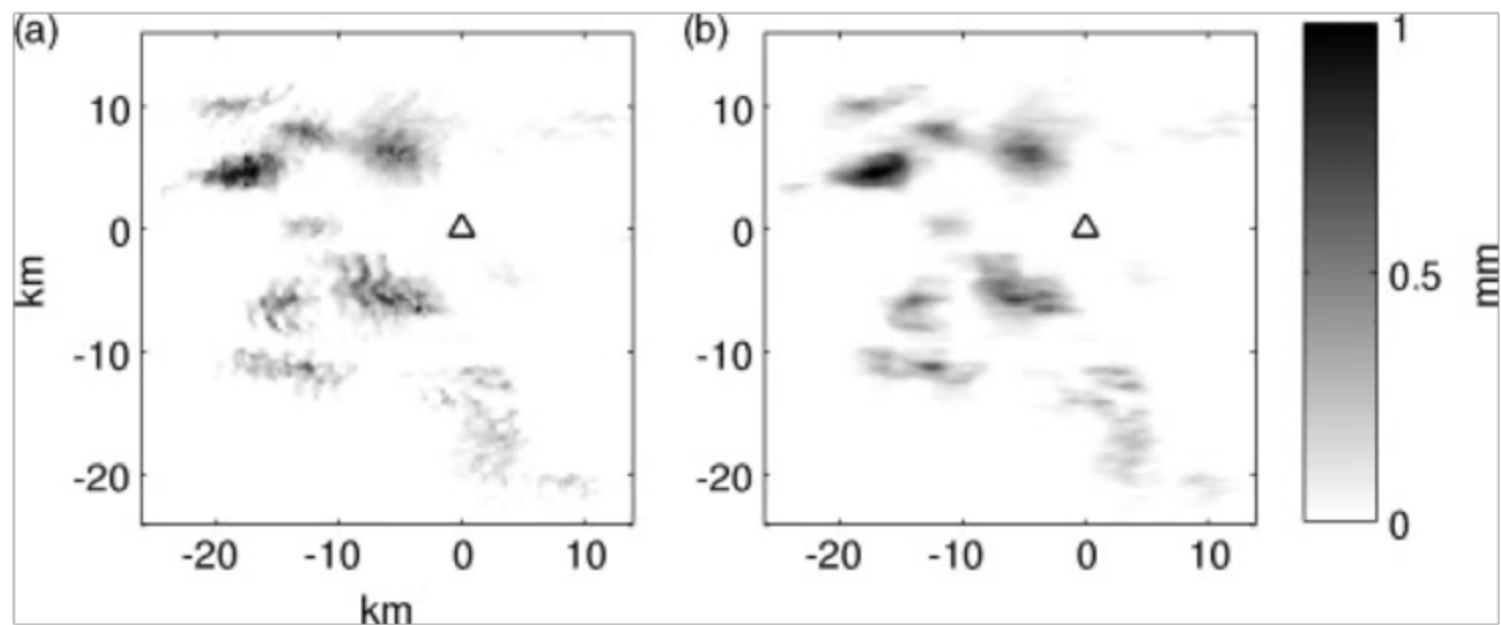
- Hoe hoger de kwaliteit, hoe meer gewicht bij menging
- Kwaliteit bepalen:
  - uit verticaal profiel
  - uit correctie voor signaaldemping
  - hoeveelheid correctie voor grondecho's
  - bekende variaties in druppelgrootteverdelingen
  - andere bronnen (als beschikbaar)
- Ook uiteindelijke kwaliteit composiet bepalen





# Correctie voor snel bewegende buien

- Gebruik bestaande methoden, testen op robuustheid en kwaliteit
  - Hazenberg (2011)
  - Proesmans (1994); geïmplementeerd door FMI
- Vectoren uit nowcasting algoritmen

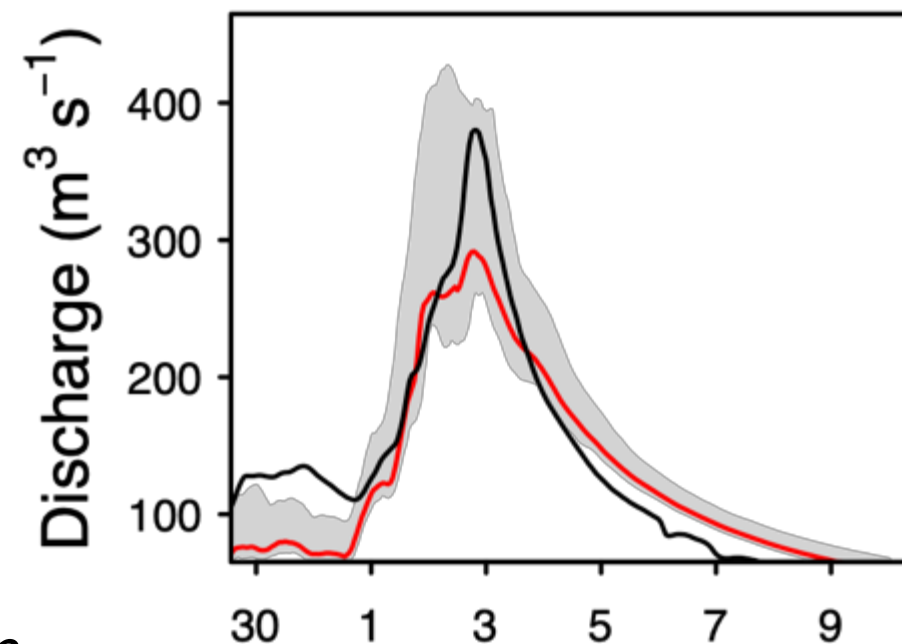






# Kwaliteitsinfo mengen radars + regenmeters

- Onzekerheden in radar zijn al gekwantificeerd
- Onzekerheden in regenmeters kwantificeren
- Onzekerheden meenemen in mengalgoritmen:
  - Kriging with external drift
  - Kalman filtering
  - eventueel ander (robuust) algoritme
- Onzekerheden weergeven als ensemble neerslagmeting
- Dit geeft ons de mogelijkheid om databronnen van mindere kwaliteit (bijv. hobby-stations) ook mee te nemen.





# Bedankt!

- Zijn er vragen?

