

Neerslaganalyse uit radar- en stationswaarnemingen

Iwan Holleman

Internal Report, KNMI IR-2003-06, 2003

Inhoud

1	Inleiding	5
2	Beschikbare neerslaggegevens	7
3	Neerslaganalyse op dagbasis	11
4	Verificatie van radaraccumulaties	17
	4.1 Verificatie van lange-termijn correctie	17
	4.2 Verificatie van dagelijkse neerslaganalyse	19
5	Conclusies en aanbevelingen	23
	Bibliografie	25

Hoofdstuk 1

Inleiding

Nauwkeurige en (ruimtelijk) gedetailleerde neerslaginformatie is van groot belang voor het uitgeven van waarschuwingen, modelvalidatie, de klimatologische voorlichting, en andere (externe) hydrologische toepassingen. Het KNMI ontvangt neerslaggegevens uit ongeveer 35 automatische waarnemstations, 325 handmatige neerslagstations, en twee operationele weerradars. Voor een doelmatig en efficiënt gebruik van deze gegevens is een combinatie tot één consistente neerslaganalyse een voorwaarde.

Door opeenvolgende reflectiebeelden van de weerradars te accumuleren, kan een neerslagbeeld met een hoge ruimtelijke en hoge temporele resolutie verkregen worden. Het is echter bekend dat een aantal factoren de kwantitatieve interpretatie van weerradar neerslaggegevens bemoeilijken. De belangrijkste factoren zijn de hoogte boven het aardoppervlak van de radarwaarneming en de variatie van het druppelgroottespectrum. Aan de andere kant zijn de neerslagwaarnemingen door grondstations slechts representatief voor een klein gebied rond het station en is bovendien de grootte van dit gebied afhankelijk van het neerslagtype: stratiform of convectief. Dit maakt dat het, met name bij convectieve neerslag, lastig is om de neerslagwaarnemingen door stations te interpoleren tot een nauwkeurig en ruimtelijk gedetailleerd neerslagbeeld. De optelsom van deze tekortkomingen leidt tot typische verschillen tussen radar- en stationswaarnemingen van grofweg 50-100% in de neerslagtotalen op dagbasis.

Door een verstandige combinatie te maken van de neerslaginformatie uit de stations en de weerradars kan een neerslaganalyse worden gemaakt waarin het ruimtelijk detail van de radarwaarnemingen samen gaat met de lokale nauwkeurigheid van de stationswaarnemingen. Binnen de afdeling R&D Modellen (voorheen Applicaties en Modellen) zijn twee projecten uitgevoerd waarin ten eerste onderzoek is gedaan naar systematische fouten in de radaraccumulaties (project “Radar Calibratie”) en ten tweede lange-termijn correcties zijn afgeleid voor de radaraccumulaties (project “Corrigeren van radar neerslagsommen”). De resultaten van deze projecten zijn vastgelegd in een technisch rapport (Westrhenen, 2003). Verder heeft de Klimatologische Dienst geruime tijd een intranetpagina van Klein-Tank (2000) beheerd waarop een dagelijkse vergelijking tussen radar- en stationsaccumulaties werd weergegeven. Bovendien

werd op deze intranetpagina een dagelijkse combinatie van radar- en stationsaccumulaties op basis van GIS technieken gepresenteerd.

Verificatie resultaten in dit document laten zien dat, op dagbasis, het toepassen van de lange-termijn correcties op radaraccumulaties (Westrhenen, 2003) geen verbetering oplevert ten opzichte van de ruwe radaraccumulaties. Van de dagelijkse combinatie van radar- en stationaccumulaties zoals ontwikkeld door Klein-Tank (2000) zijn geen kwantitatieve verificatiegegevens beschikbaar, maar uit regelmatige inspectie is gebleken dat door de (te) strakke schaling van de radaraccumulaties op de stationswaarden kleinschalige neerslagpatronen (buien) soms werden weggecorrigeerd. In dit document worden de verificatie resultaten gepresenteerd van een methode waarin op dagbasis een optimale combinatie van de ruwe radaraccumulaties en de actuele, handmatige stationswaarnemingen wordt gegenereerd. Bij deze neerslaganalyse op dagbasis worden de stationsgegevens gebruikt om een aantal bekende (systematische) fouten in de ruwe radaraccumulaties te corrigeren met behoud van de ruimtelijke informatie. Tenslotte zullen een aantal aanbevelingen worden gedaan voor operationele invoering van deze methode voor combinatie van dagelijkse radar- en stationsgegevens en voor de ontwikkeling van een methode voor 3-uurlijkse neerslaganalyses.

Hoofdstuk 2

Beschikbare neerslaggegevens

Voor het uitvoeren van de verificatie en de ontwikkeling van de nieuwe methode voor neerslaganalyse zijn dagelijkse neerslaggegevens (08-08 UTC) verzameld voor de periode van begin juni 2002 tot eind december 2002. Over deze periode zijn de volgende neerslaggegevens verzameld:

- Stationswaarnemingen door het klimatologische netwerk. Dit netwerk bestaat uit ongeveer 325 stations die op vrijwillige basis dagelijks de waargenomen neerslag rapporteren. De vrijwilligers geven de waargenomen neerslagtotalen door via een geautomatiseerd inbelsysteem “IRIS” (Interactief Regen Inwin Systeem). Deze neerslaggegevens zullen verder worden aangeduid als de “handmatige neerslagwaarnemingen”.
- Stationswaarnemingen door de ongeveer 35 automatische stations (AWS). De uurlijkse neerslagtotalen worden gerapporteerd via de klimatologische berichtgevingen (KLIM). De waarnemingen van deze automatische stations zijn geaccumuleerd tot dagelijkse 08-08 UTC waarnemingen. Deze neerslaggegevens zullen verder worden aangeduid als de “automatische neerslagwaarnemingen”.
- Dagelijkse neerslagaccumulaties van de weerradars in De Bilt en Den Helder. Deze accumulaties zijn berekend uit de 5-minuten reflectiviteitsbeelden (pseudoCAPPI's op 800 m hoogte). Voor accumulatie wordt een single-pixel filter toegepast en worden de reflectiviteiten (Z in mm^6/m^3) omgezet naar neerslagintensiteit (R in mm/h) met een vaste semi-empirische relatie:

$$Z = 200 \cdot R^{1.6} \quad (2.1)$$

Om het accumuleren van ruis tegen te gaan worden reflectiviteiten lager dan 7 dBZ (=0.1 mm/h) niet meegenomen, en om invloed van hagel te onderdrukken worden de reflectiviteiten gemaximeerd op 55 dBZ (=100 mm/h). Na accumulatie wordt een 5-punts mediaanfilter toegepast om lokale uitschieters door bijvoorbeeld geaccumuleerde clutter

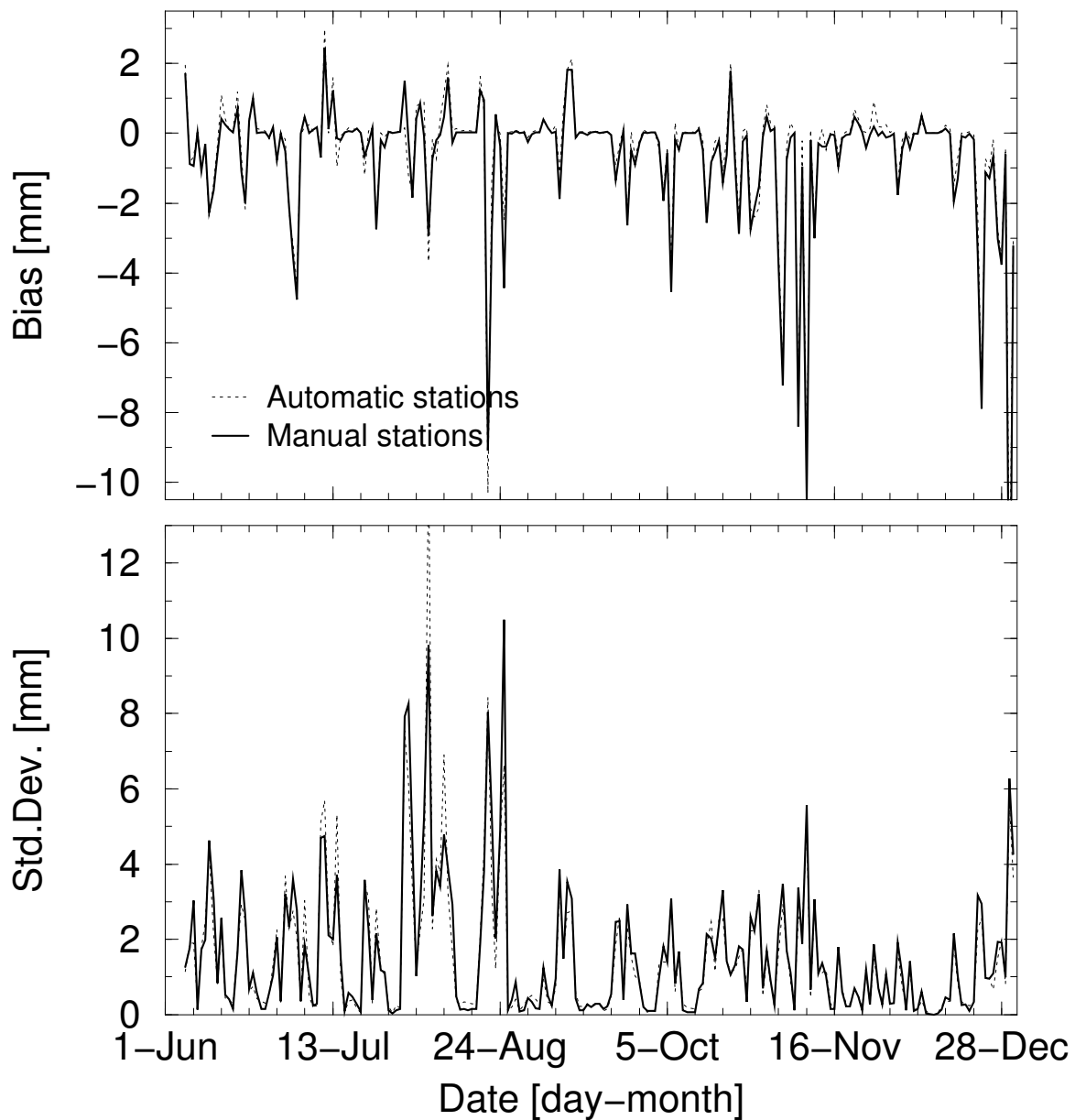


Figure 2.1: Verificatie resultaten (bias boven en standaard afwijking onder) van de ruwe radaraccumulaties aan de hand van de handmatige stations en de automatische stations (AWS). De ruwe accumulaties van weerradars in De Bilt en Den Helder zijn gecombineerd door middeling.

te verwijderen. Voor eventueel ontbrekende 5-minuten reflectiviteitsbeelden (maximaal 20% van het totale aantal beelden) wordt gecorrigeerd door een opschaling van de neerslagaccumulaties. Deze neerslaggegevens zullen verder worden aangeduid als de “ruwe radaraccumulaties”.

- Gecorrigeerde neerslagaccumulaties van de weerradars in de Bilt en Den Helder. Op deze dagelijkse neerslagaccumulaties is een lange-termijn correctie toegepast zoals beschreven door Westrhenen (2003). Deze correcties zijn afgeleid over een voorafgaande periode met een lengte van een paar maanden tot een jaar. De belangrijkste component van deze correcties is die voor de afstandafhankelijke fout in de ruwe radaraccumulaties. Deze neerslaggegevens zullen verder worden aangeduid als de “lange-termijn gecorrigeerde radaraccumulaties”.

Er zijn dus twee onafhankelijke sets van stationswaarnemingen beschikbaar: die van de handmatige neerslagstations en die van de automatische neerslagstations. De gegevens van de handmatige stations zullen gecombineerd gaan worden met de ruwe radaraccumulaties, terwijl de gegevens van de automatische stations als onafhankelijke, gelijktijdige verificatie gebruikt gaan worden. Om de kwaliteit van beide sets te vergelijken zijn de ruwe radaraccumulaties geverifieerd met beide sets van stationswaarnemingen. Bij de verificatie wordt per dag voor alle beschikbare “radar-stations paren” de bias en de standaard afwijking in mm berekend. In figuur 2.1 zijn tijdseries van de resulterende dagelijkse bias (boven) en standaard afwijking (onder) weergegeven. Het is op de eerste plaats duidelijk dat de bias en de standaard afwijking van de ruwe radaraccumulaties zeer variabel zijn en dat onderschattingen van gemiddeld meer dan 10 mm regelmatig voorkomen. Verder blijkt dat de berekende bias voor de handmatige en automatische stations nauwelijks verschillen en dat de berekende standaard afwijking (door het beperkte aantal automatische stations) soms enigszins afwijkt.

Hoofdstuk 3

Neerslaganalyse op dagbasis

Er is een methode ontwikkeld voor het combineren van neerslaggegevens uit radar en stations op dagbasis. Deze methode is in principe (na aanpassing) ook toepasbaar voor kortere accumulatieperiodes. De ontwikkelde methode is gebaseerd op de methode die wordt gebruikt door het Finse Meteorologische Instituut (FMI) (Koistinen and Puhakka, 1981) en het BALTEX Radar Data Centre (BALTRAD) (Michelson et al., 2000). Bij het combineren van de neerslaginformatie uit radar en stations wordt de volgende grootheid geanalyseerd:

$$RG \equiv 10^{10} \log \left(\frac{R}{G} \right) \quad (3.1)$$

waarbij R en G corresponderende paren van neerslagaccumulaties voorstellen uit respectievelijk de radar en de stations. De grootheid RG wordt alleen berekend als zowel de radar- als de stationsaccumulatie boven 1.0 mm liggen. Het gebruik van deze grootheid RG , de verhouding van de accumulaties in dB, biedt tenminste twee zeer belangrijke voordelen (Koistinen and Puhakka, 1981):

- RG is bij benadering een standaard normaal verdeelde grootheid. Dit betekent dat de spreiding van RG waarden zich goed laat beschrijven door een Gaussische verdeling met een gegeven bias en standaard afwijking.
- Een ruimtelijk veld van de grootheid RG heeft een grotere correlatielengte dan het neerslagveld zelf. Dit biedt natuurlijk voordeel bij het ruimtelijk interpoleren van deze grootheid.

Een ruimtelijk analyse van de grootheid RG vormt de basis voor het combineren van de neerslaggegevens uit de radars en de stations. Het berekende RG veld wordt gebruikt om de ruwe radaraccumulatie aan te passen. De ruimtelijke analyse van RG is afhankelijk van het aantal locaties waarop RG bekend is. Dit aantal hangt af van het aantal beschikbare neerslagstations en het neerslagpatroon. De volgende drie stappen worden in principe uitgevoerd tijdens de ruimtelijke analyse van RG :

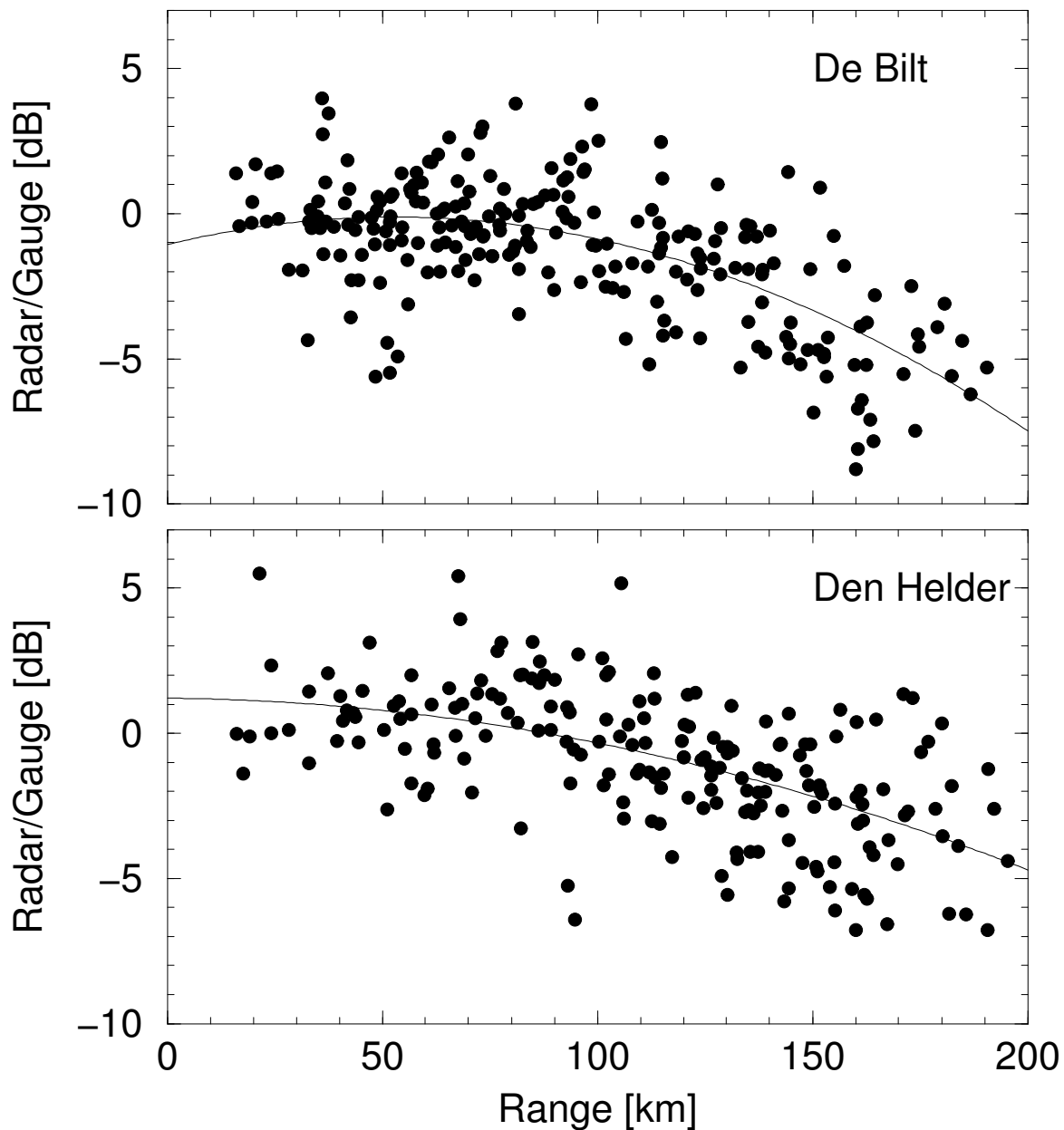


Figure 3.1: Een voorbeeld van de afstandafhankelijke analyse van de RG waarden voor de radar in De Bilt (boven) en de radar in Den Helder (onder). De gebruikte radar- en stationsgegevens zijn accumulaties van 0800 UTC op 7 november tot 0800 UTC op 8 november 2002.

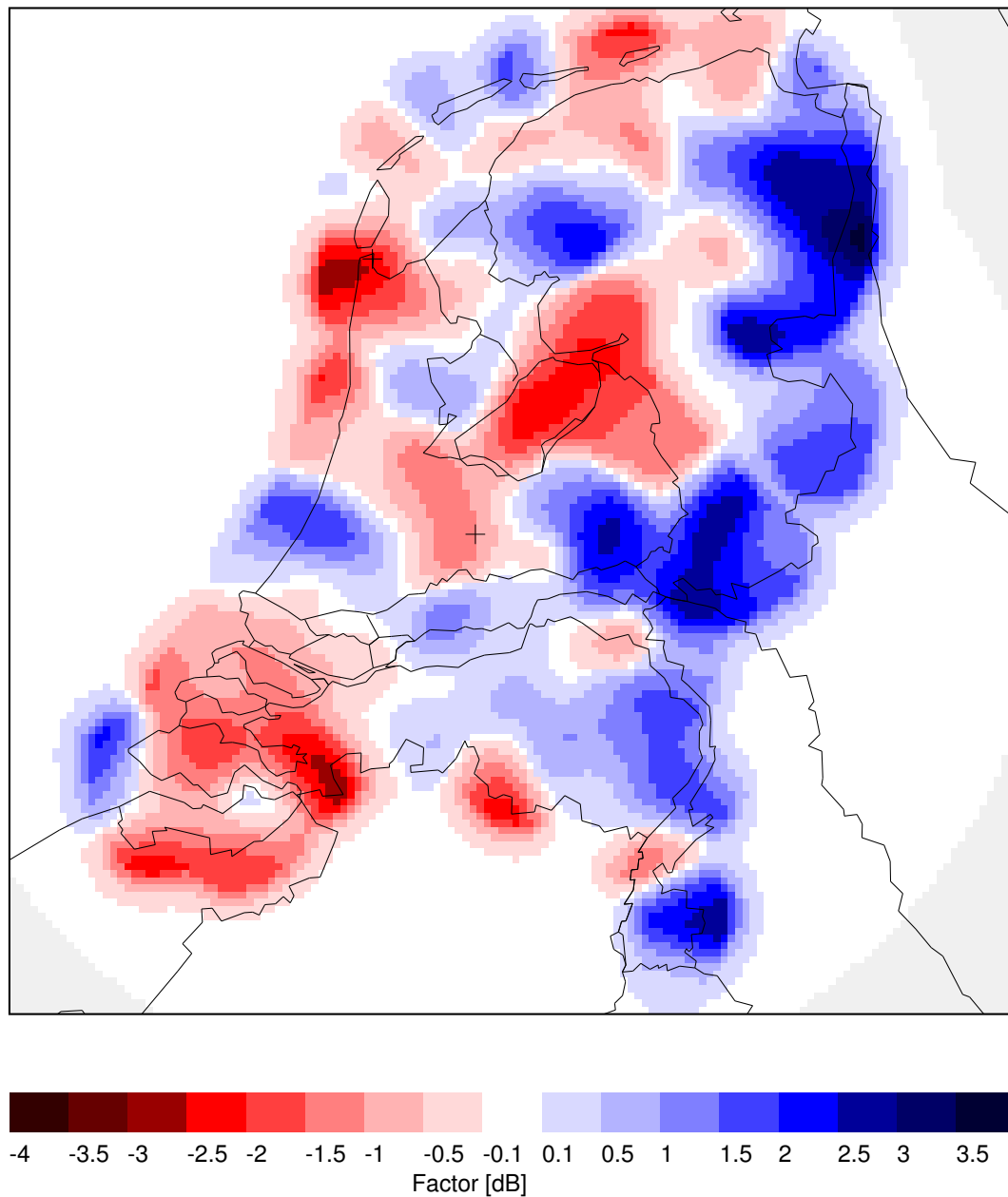


Figure 3.2: Een voorbeeld van de ruimtelijke analyse van de RG waarden voor een composiet van de radars in De Bilt en Den Helder. De gebruikte radar- en stationsgegevens zijn accumulaties van 0800 UTC op 7 november tot 0800 UTC op 8 november 2002.

1. Biascorrectie. Het gemiddelde van alle beschikbare RG waarden wordt gebruikt om de bias door bijvoorbeeld calibratiefouten te corrigeren. Bovendien wordt de berekende standaard afwijking gebruikt om een kwaliteitscontrole op de RG waarden, en dus op de radar- en stationswaarnemingen, uit te voeren.
2. Afstandscorrectie. De beschikbare RG waarden worden geanalyseerd als functie van de afstand tot de radar r en het verloop van RG met de afstand wordt gefit aan een parabool:

$$RG(r) = a + b \cdot r + c \cdot r^2 \quad (3.2)$$

waarbij a , b , en c de fit parameters zijn. Deze parabool wordt gebruikt om het effect van de hoogte boven het aardoppervlak van de radarbundel en de daarmee samenhangende onderschatting van de neerslag op grote afstand te corrigeren. Dit is over het algemeen de oorzaak van de grootste weersafhankelijke fout van ruwe radaraccumulaties. In figuur 3.1 is een voorbeeld van de afstandscorrectie weergegeven voor de radars in De Bilt en Den Helder. De systematische onderschatting van de neerslag als functie van de afstand door de radars is duidelijk zichtbaar en loopt op tot ongeveer 5 dB (factor 3) op 200 km afstand. Verder valt op dat de totale spreiding van de RG waardes rond de parabool ongeveer 3 dB (factor 2). Deze spreiding wordt voornamelijk veroorzaakt door de representativiteitsverschillen tussen de radar- en stationswaarnemingen. Na de afstandscorrectie worden de accumulaties per radar gecombineerd tot een neerslagcomposiet door middeling.

3. Ruimtelijke correctie. Een objectieve ruimtelijke analyse van de RG waarden wordt gebruikt om lokale effecten in het radarcomposiet te corrigeren. Voor de ruimtelijke analyse wordt een inverse-distance methode gebruikt, die een glad veld oplevert welke niet noodzakelijkerwijs door de gegeven punten gaat:

$$RG(i, j) = \frac{\sum_{n=1}^N RG_n \exp[-d_n^2(i, j)/\sigma^2]}{\sum_n \exp[-d_n^2(i, j)/\sigma^2]} \quad (3.3)$$

waarbij σ een maat is voor de ruimtelijke variabiliteit (gladheid) van het geïnterpoleerde veld, i, j de coördinaten van het radarbeeld zijn, en $d_n(i, j)$ de afstand van station n tot beeldpunt i, j voorstelt. De sommatie loopt over alle stations, oftewel over alle RG waardes. Voor de interpolatie van de RG velden is een σ van 12.5 km gekozen, zodat bij de gegeven dichtheid van handmatige neerslagstations voor ieder radarpixel meerdere neerslagstations worden meegenomen. Als de noemer van $RG(i, j)$ door afnemende dichtheid van neerslagstations kleiner wordt dan 0.3, wordt deze op 0.3 gezet. Op deze wijze convergeert het ruimtelijke correctieveld naar nul in de gebieden zonder neerslagstations. In figuur 3.2 is een voorbeeld van het ruimtelijke correctieveld weergegeven voor het composiet van de radars in De Bilt en Den Helder. Hoewel het een redelijk glad correctieveld is zijn er duidelijk gebieden zichtbaar waar de radar (na bias- en afstandscorrectie) de neerslag onderschat (rood) of overschat (blauw).

Voor iedere stap is een toelatingsdrempel op het aantal beschikbare RG waardes gedefinieerd. Deze toelatingsdrempel is het laagst voor de eerste stap en het hoogst voor de laatste stap. Dit betekent dat afhankelijk van het aantal beschikbare RG waardes alleen stap 1 (meer dan 15 waardes), stap 1 en 2 (meer dan 100 waardes), of alle stappen (meer dan 150 waardes) worden uitgevoerd tijdens de ruimtelijke analyse. Voor stap 2 en 3 wordt een afschatting gemaakt van de uiteindelijke standaard afwijking van het RG veld, en alleen als de stap een reductie van de standaard afwijking oplevert wordt deze daadwerkelijk uitgevoerd. Een voorbeeld van een dagelijkse neerslaganalyse is weergegeven in figuur 3.3 en boven Rotterdam zijn neerslagtoelen van meer dan 25 mm zichtbaar.

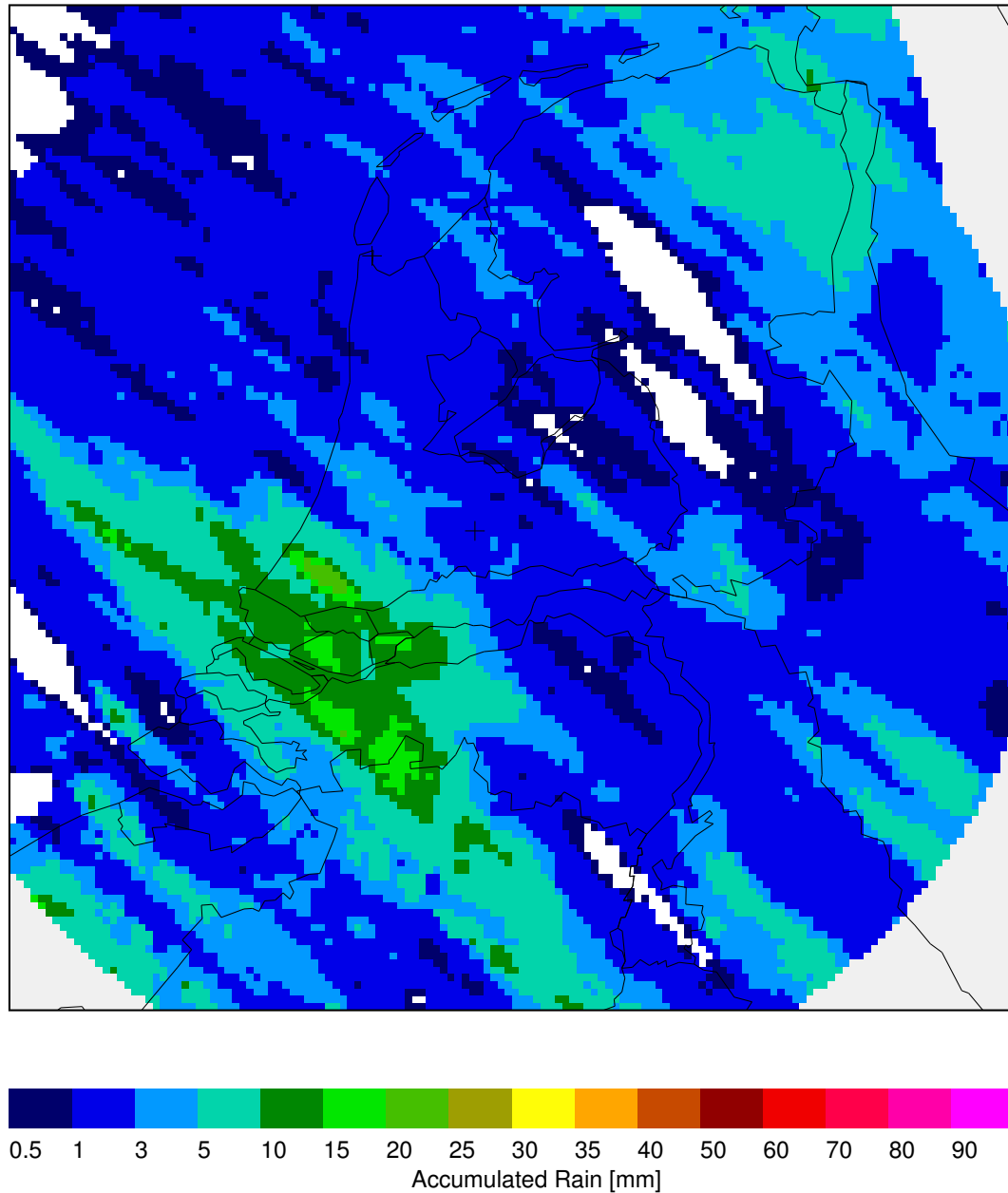


Figure 3.3: Een voorbeeld van een dagelijkse neerslaganalyse op basis van radar- en stationsgegevens. De geaccumuleerde neerslag tussen 0800 UTC op 7 november en 0800 UTC op 8 november is weergegeven. Neerslagtotalen tussen de 25 en 30 mm zijn zichtbaar boven Rotterdam.

Hoofdstuk 4

Verificatie van radaraccumulaties

De lange-termijn gecorrigeerde radaraccumulaties en de dagelijkse neerslaganalyses zijn geverifiëerd tegen de (onafhankelijke) neerslagwaarnemingen van de automatische stations. Voor de dagelijkse neerslaganalyse zijn de afzonderlijke correctie stappen, de afstandscorrectie en de ruimtelijke correctie, apart bekeken.

4.1 Verificatie van lange-termijn correctie

Tot voor kort (voor 17 juni 2003) werden de radar neerslagaccumulaties op semi-operationele wijze berekend en werd een lange-termijn correctie toegepast. Deze correctie methode is ontwikkeld door Westrhenen (2003) en maakt gebruik van correcties die zijn afgeleid over een voorafgaande periode met een lengte van een paar maanden tot een jaar. De radaraccumulaties met lange-termijn correctie zijn geverifiëerd tegen de neerslagwaarnemingen van de automatische stations.

In figuur 4.1 zijn de dagelijkse bias (boven) en standaard afwijking (onder) voor de lange-termijn gecorrigeerde accumulaties en die van de ruwe radaraccumulaties weergegeven. Het is duidelijk dat de variabiliteit van de bias op dagbasis niet is verminderd door de lange-termijn correctie. Het blijkt dat een negatieve bias wordt gereduceerd door de lange-termijn correctie, terwijl een positieve bias wordt versterkt. Dit is in overeenstemming met een opschaling van de radar neerslagaccumulatie met een constante factor. Bovendien blijkt dat de lange-termijn correctie de standaard afwijkingen zelden reduceert en in veel gevallen zelfs groter maakt.

Uit de verificatie op dagbasis blijkt dat de lange-termijn correctie geen verbetering oplevert en veel gevallen zelfs een verslechtering tot gevolg heeft. Dit komt door de grote verschillen van dag-tot-dag en deze kunnen niet effectief worden gecorrigeerd met een “lange-termijn methode”. Hoewel deze correcties gemiddeld over een lange periode een verbetering opleveren (Westrhenen, 2003), zijn de gebruikers van neerslaggegevens over het algemeen geïnteresseerd in accumulaties over periodes van 24 uur of korter. Voor deze gebruikers leidt de toepassing van deze lange-termijn correctie over het algemeen tot een verslechtering.

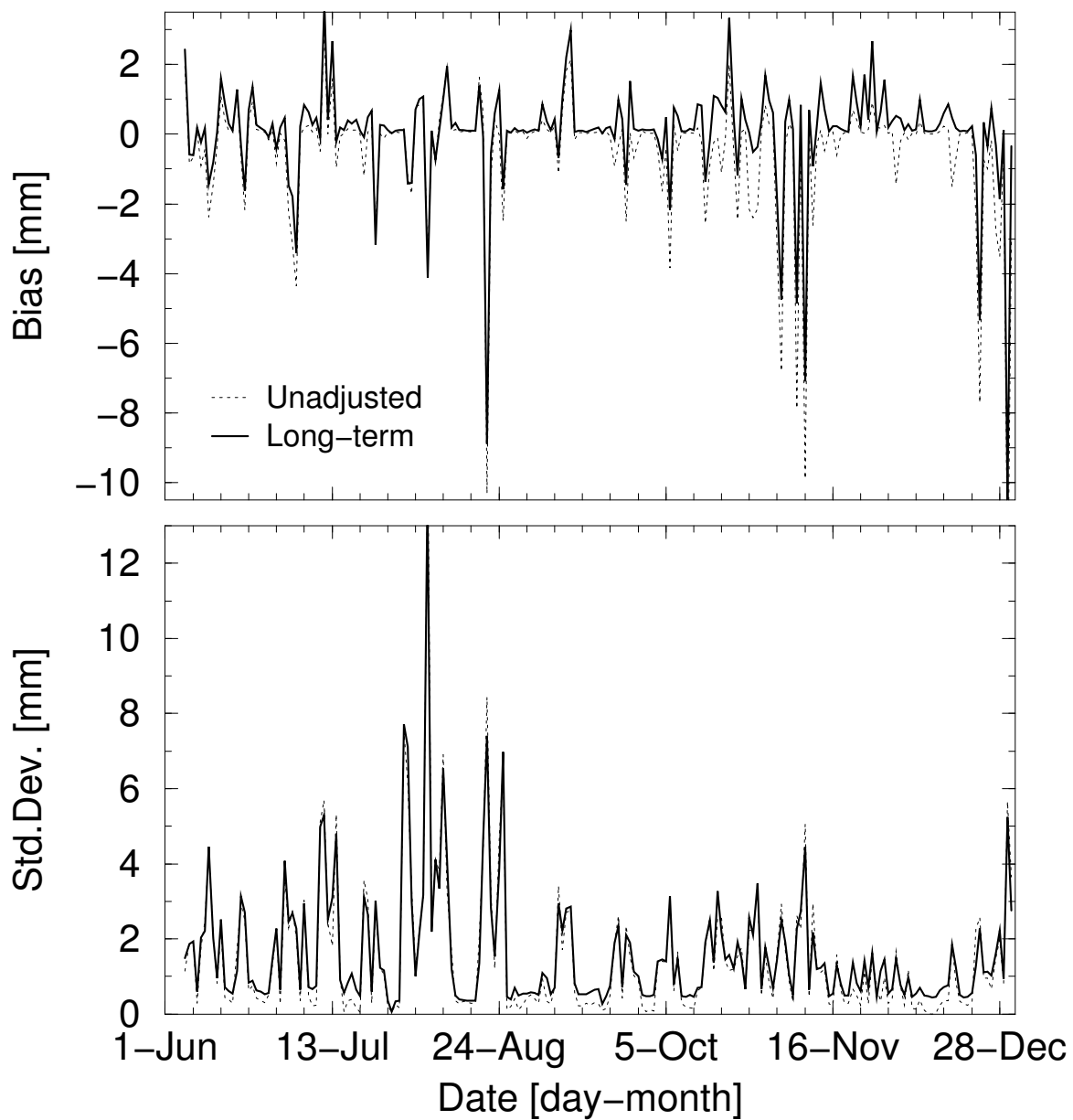


Figure 4.1: Verificatie resultaten (bias boven en standaard afwijking onder) voor de lange-termijn gecorrigeerde accumulaties en de ruwe radaraccumulaties tegen de neerslagwaarnemingen van de automatische stations.

4.2 Verificatie van dagelijkse neerslaganalyse

De dagelijkse neerslaganalyse is berekend op basis van de ruwe radaraccumulaties en de gegevens van de handmatige neerslagstations. De neerslaggegevens van de automatische stations zijn gebruikt voor een onafhankelijke, gelijktijdige verificatie. Bij de verificatie is het effect van de ruimtelijke correctie apart bekeken door neerslaganalyses met en zonder toepassing van deze correctie te beschouwen. In figuur 4.2 zijn dagelijkse bias en standaard afwijking voor de neerslaganalyses zonder ruimtelijke correctie en die van de ruwe radaraccumulaties zijn weergegeven, en in figuur 4.3 hetzelfde voor de neerslaganalyses met de ruimtelijke correctie.

Deze onafhankelijke verificatie laat duidelijk zien dat de dagelijkse neerslaganalyse de dagelijkse bias zeer effectief reduceert. Een (absolute) bias groter dan 0.5 mm komt slechts een enkele keer voor. Tevens wordt de standaard afwijking nooit groter dan die van de ruwe radaraccumulaties en wordt deze vaak gereduceerd met een factor 2 of meer. Een vergelijking tussen figuur 4.2 en 4.3 laat zien dat de reductie van de bias puur is toe te schrijven aan de bias- en afstandscorrecties en dat de ruimtelijke correctie geen invloed heeft op de bias van de neerslaganalyse. Bovendien blijkt dat de afstandscorrectie soms ook een (geringe) reductie van de standaard afwijking tot gevolg heeft. Dit gebeurt alleen op dagen met een sterke afstand-safhankelijkheid in de bias waardoor de spreiding in de RG waarden wordt teruggebracht door de afstandscorrectie. De reductie van de standaard afwijking van de neerslaganalyses is echter voornamelijk toe te schrijven aan de ruimtelijke correctie.

Samenvattend blijkt uit deze verificatie dat de bias- en afstandscorrecties zeer effectief de bias uit de ruwe radaraccumulaties verwijderen. Bovendien heeft de ruimtelijke correctie nauwelijks invloed op de bias, maar wordt de standaard afwijking van de neerslaganalyses met soms een factor 2 of meer teruggebracht.

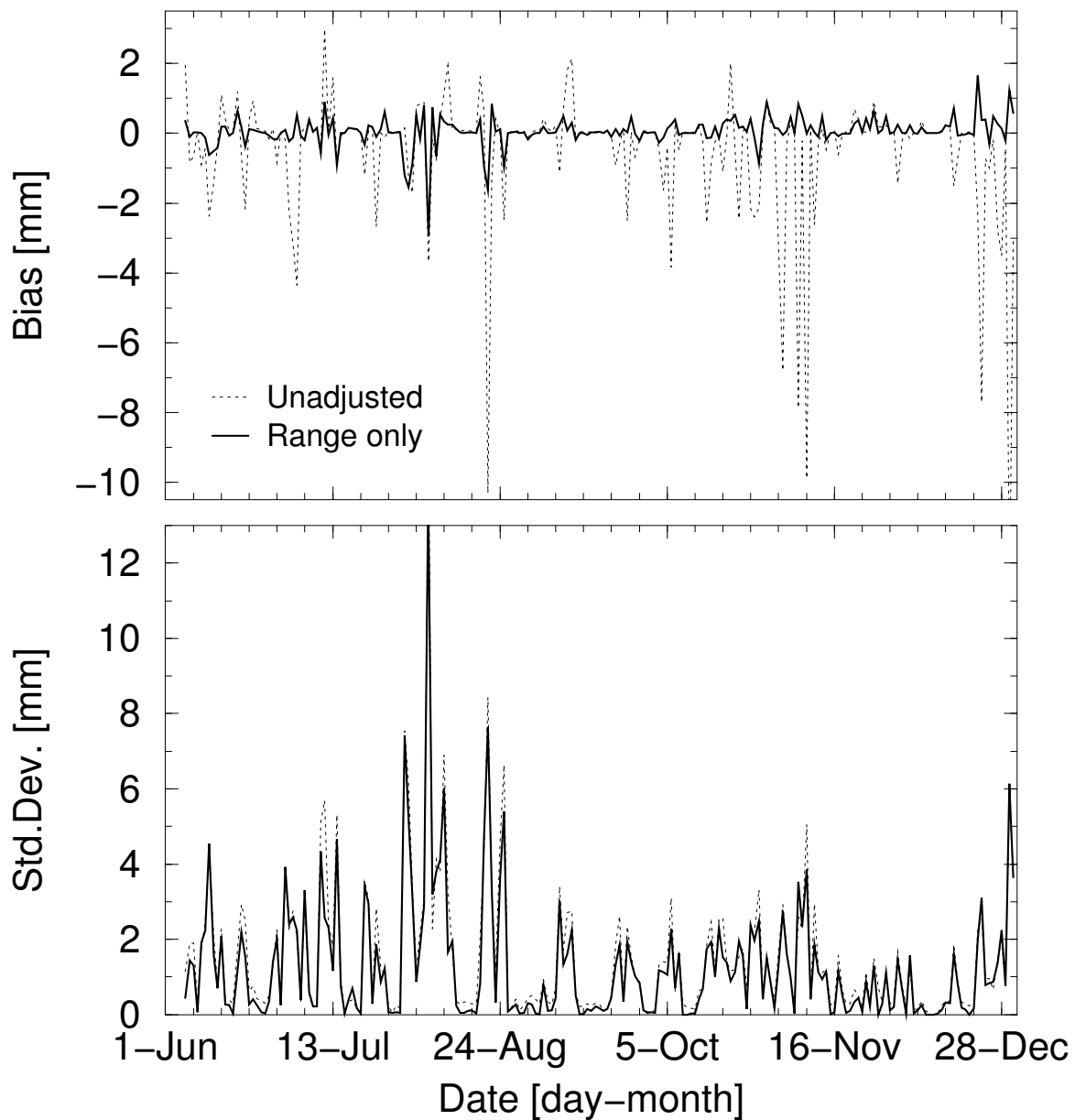


Figure 4.2: Verificatie resultaten (bias boven en standaard afwijking onder) voor de dagelijkse neerslaganalyses en de ruwe radaraccumulaties tegen de neerslagwaarnemingen van de automatische stations. Bij deze neerslaganalyses zijn alleen de bias- en afstandscorrecties toegepast.

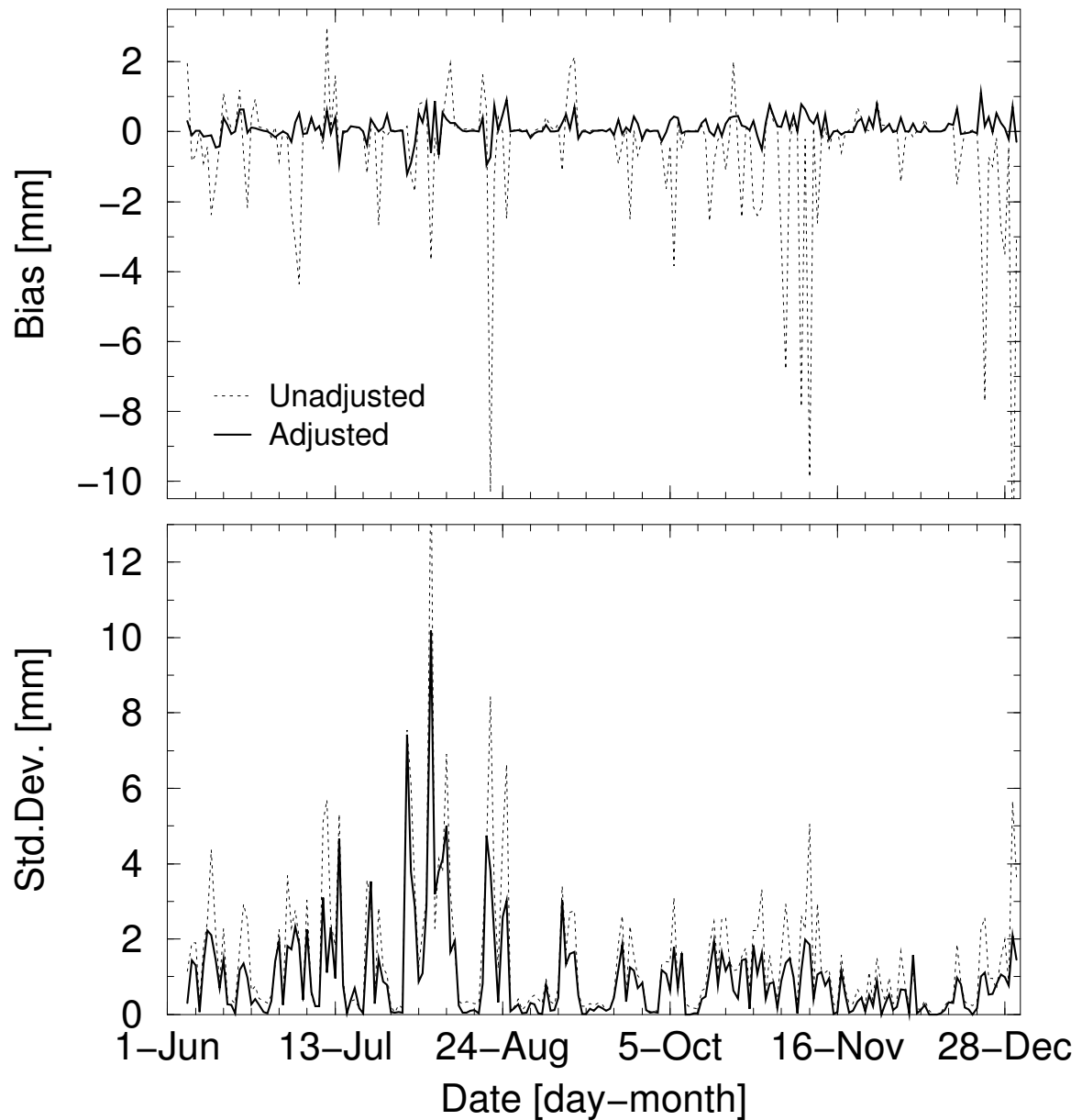


Figure 4.3: Verificatie resultaten (bias boven en standaard afwijking onder) voor de dagelijkse neerslaganalyses en de ruwe radaraccumulaties tegen de neerslagwaarnemingen van de automatische stations. Bij deze neerslaganalyses zijn alle correcties, inclusief de ruimtelijke correctie, toegepast.

Hoofdstuk 5

Conclusies en aanbevelingen

De verificatie op dagbasis van de lange-termijn gecorrigeerde radaraccumulaties laat zien dat deze correctie de kwaliteit de neerslagbeelden niet ten goede komt. Dit komt door de grote verschillen van dag-tot-dag en deze kunnen niet effectief worden gecorrigeerd met een “lange-termijn methode”. Er is een methode voor de combinatie van neerslaggegevens uit de weerradars en de handmatige stations ontwikkeld die wel een kwaliteitsverbetering van de neerslaganalyses op dagbasis oplevert. Uit de verificatie van de dagelijkse neerslaganalyses tegen de automatische neerslagstations blijkt dat de bias- en afstandscorrecties zeer effectief de bias uit de ruwe radaraccumulaties verwijderen dat de standaard afwijking van de neerslaganalyses met soms een factor 2 of meer wordt teruggebracht door de ruimtelijke correctie.

Deze conclusies leiden tot de volgende aanbevelingen:

- Uitmaken van de semi-operationele module voor de lange-termijn correctie van ruwe radaraccumulaties. Praktisch gezien betekent dit dat er geen energie moet worden gestoken in het omzetten van deze module naar HDF5 en OMBE.
- Operationeel invoeren van de module voor het berekenen van ruwe radaraccumulaties (3-uurlijks en dagelijks) op basis van HDF5 en OMBE (is gebeurd op 17 juni 2003).
- Operationeel invoeren van de module voor de dagelijkse neerslaganalyse op basis van de weerradars en de handmatige stations (is gebeurd op 17 juni 2003).
- Bestuderen van mogelijke automatische validatie van handmatige neerslagstations met behulp van de nieuwe neerslaganalyse.
- Voor 3-uurlijkse periodes: een voorlopige levering van ruwe radaraccumulaties en tegelijkertijd een project opstarten voor de ontwikkeling van een sub-dagelijkse neerslaganalyse. In dit project moeten de volgende zaken aan de orde komen:
 - Opschonen van de radarbeelden met MSG wolkenmaskers voor ze geaccumuleerd worden.

- Gebruik van real-time neerslaggegevens uit de automatische stations.
- Verzamelen van extra real-time neerslaggegevens in samenwerking met de Waterschappen.
- Correctie van ruwe accumulaties als functie van hoogte in plaats van als functie van afstand.
- Afleiden van verticale gradiënten in waargenomen, geaccumuleerde neerslag uit radarbeelden op verschillende hoogtes (pseudoCAPPI's op 800 m en 1800 m).

In het komende jaar (2004) zal gewerkt worden aan de ontwikkeling van de 3-uurlijkse neerslaganalyses en aan eventuele verbetering van de dagelijkse neerslaganalyses.

Bibliografie

Klein-Tank, A.: 2000, Intranet presentation of precipitation data from stations and radar. Memorandum WM 00-06, KNMI.

Koistinen, J. and T. Puhakka: 1981, An Improved Spatial Gauge-Radar Adjustment Technique. *20th conference on Radar Meteorology*, AMS, 179–186.

Michelson, D. B., T. Andersson, J. Koistinen, C. G. Collier, J. Riedl, J. Szturc, U. Gjertsen, A. Nielsen, and S. Overgaard: 2000, BALTEX Radar Data Centre Products and their Methodologies. Report RMK No. 90, Swedish Meteorological and Hydrological Institute (SMHI).

Westrhenen, R. M. v.: 2003, Het berekenen, verifiëren en corrigeren van radarneerslagsommen. Technical report TR-253, KNMI.