



Ontwikkeling gidsvergelijkingen voor meerdaagse neerslagkansen

D. Vogelezang en K. Kok

Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut

Technical Report = Technisch Rapport; TR-241

De Bilt, 2002

PO Box 201, 3730 AE De Bilt
The Netherlands
Wilhelminalaan 10
<http://www.knmi.nl>
Telephone +31 30 22 06 911
Telefax +31 30 22 10 407

Authors: D. Vogelezang and K. Kok

UDC: 551.509.21
551.509.54

ISSN: 0169-1708

ISBN: 90-369-2205-4



Ontwikkeling gidsvergelijkingen voor meerdaagse neerslagkansen

D. Vogelesang en K. Kok

KNMI

INHOUD

	Pagina
1. Inleiding	3
2. Waarnemingen	5
2.1 Stratificatie	5
2.2 Tienjarige klimatologie	6
3. Afleiden regressievergelijkingen	7
3.1 Potentiële predictoren	7
3.2 Logistische regressie	8
3.3 De vergelijkingen	8
3.4 Consistentieafwegingen	8
4. Verificatie	11
4.1 Verificatie predictor P24B15	11
4.2 PoP24 De Bilt met en zonder EPS-predictoren	11
4.3 Vergelijking tussen 6 stations	16
4.4 Drie overschrijdingsdrempels	18
4.5 PoP12 verwachtingen	18
5. Vergelijking met andere modellen	21
6. Samenvatting en aanbevelingen	24
Literatuur	26
Appendix A	27
Appendix B	28
Appendix C	31

1 Inleiding

Gidsverwachtingen worden door de meteorologen van het KNMI gebruikt bij het opstellen van onder andere de meerdaagse weersverwachting voor het algemeen publiek. De meest recente gidsvergelijkingen voor kansen op neerslag voor de meerdaagse periode dateren uit 1990. Het betreft hier de kans in De Bilt op een hoeveelheid van 0.3 mm of meer in de periode 18-18 UTC (PoP24) en de kans op 0.3 mm of meer in de periode 06-18 UTC (PoP12).

Het ECMWF-model dat de basisgegevens voor de predictoren levert voor de neerslagkansen, heeft sinds 1990 echter een aantal grote veranderingen ondergaan, zoals een aanzienlijk verbeterd analyse-systeem, een veel hogere horizontale en verticale resolutie, veel uitgebreidere fysische parameterisaties, etc. Het lijkt daarom voor de hand te liggen dat de statistiek van de (potentiële) predictoren zodanig is veranderd dat ontwikkeling van nieuwe vergelijkingen betere verwachtingen op zal kunnen leveren.

Een tweede argument voor het vervangen van de oude gidsvergelijkingen is het feit dat sinds enige tijd de mogelijkheid bestaat om informatie uit het Ensemble Predictie Systeem (EPS) van het ECMWF te gebruiken als predictor in gidsvergelijkingen. De EPS dataset is inmiddels van dusdanige lengte dat de toegevoegde waarde van op EPS afgeleide predictoren in aanvulling op predictoren afgeleid op alleen de deterministische berekening van het operationele ECMWF model onderzocht kan worden. Echter, aangezien bij de ontwikkeling van de vergelijkingen de tijdige beschikbaarheid van EPS data (nog) niet gegarandeerd was, is tot een tweesporen aanpak besloten: Er worden nieuwe vergelijkingen voor de 6 hoofdstations in Nederland ontwikkeld waarbij predictoren met EPS informatie worden toegelaten, terwijl daarnaast alleen voor locatie De Bilt een extra set vergelijkingen ontwikkeld wordt die geen EPS-predictoren bevat. Inmiddels heeft het ECMWF de verzending van de EPS gegevens zodanig vervroegd dat gebruik ervan in gidsverwachtingen mogelijk is.

Enige jaren geleden is besloten de ruimtelijke resolutie van gidsverwachtingen voor de meerdaagse periode te verhogen. De oude meerdaagse gids (MDG) levert verwachtingen alleen voor station De Bilt met een interval van 24 uur. De Korte Termijn Gids (KTG) levert verwachtingen voor dag 0 en 1 (Kok et. al., 1993, Wijngaard et. al., 1998) met een resolutie van 6 uur en de Middellange Termijn Gids (MTG) verwachtingen voor dag 2 tot en met 5 met 12- of 24-uurs resolutie. Zowel KTG als MTG leveren verwachtingen voor 6 hoofdstations in Nederland (zie Fig. 1).

De nieuw ontwikkelde kansverwachtingen voor neerslag gelden voor 12- en 24-uurs perioden gecentreerd rond 12 UTC, i.e. respectievelijk de perioden 06-18 UTC en 00-24 UTC. Voor de verwachtingstermijnen van 1 t/m 5 dagen vooruit komt dat overeen met +48, +72, +96, +120 en +144 ten opzichte van de ECMWF analyse van 12 UTC. Er is dus een verschuiving van de accumulatieperiode van de etmaalneerslag ten opzichte van de MDG. In de MDG zijn de PoP24 verwachtingen geldig voor de periode 18-18 UTC. Achterliggende reden is dat voorheen de neerslagwaarnemingen alleen beschikbaar waren voor 12-uurlijkse periodes van 06-18 en 18-06 uur. Tegenwoordig zijn de neerslagwaarnemingen echter beschikbaar per 6 uren-interval. Ook van de gebruikerskant van de gidsverwachtingen kwamen signalen om deze verschuiving uit te voeren. De accumulatieperiode voor de neerslagkans overdag (PoP12) is onveranderd 06-18 UTC gebleven.

Naast de PoP12 en PoP24, waarvoor een overschrijdingsdrempel geldt van 0.3 mm neerslag worden ook kansverwachtingen ontwikkeld voor overschrijdings-

drempels van 1.5 en 5.0 mm. De nieuwe neerslagvergelijkingen worden ingepast in de MTG-structuur van de APL-omgeving van het KNMI. Vanwege de stappen van 24 uur van de nieuwe vergelijkingen is de keuze gemaakt om verwachtingen voor dag 1 ook in de MTG onder te brengen en niet zoals gebruikelijk in de KTG.

De neerslagkansvergelijkingen worden ontwikkeld met de methode van logistische regressie. We beschrijven allereerst de waarnemingen van neerslag (de predictand) en de modelgegevens (de predictoren) die hierbij zijn gebruikt. Alle predictoren zijn afgeleid op data van het ECMWF model. De selectie van de verschillende predictoren wordt behandeld in hoofdstuk 3. Een belangrijke randvoorwaarde hierbij vormt de onderlinge consistentie tussen de diverse vergelijkingen. In hoofdstuk 4 worden de resultaten besproken van de onafhankelijke verificatie van de nieuw ontwikkelde vergelijkingen. Vervolgens worden waar mogelijk de resultaten vergeleken met die van de oude meerdaagse gids en met de neerslagkansen welke direct uit het EPS kunnen worden bepaald. Deze verificatie was aanleiding om de vergelijkingen operationeel in te zetten. Hierbij zijn echter de vergelijkingen geüpdate, i.e. de data van de onafhankelijke periode zijn toegevoegd aan de set om de regressiecoëfficiënten opnieuw te berekenen, terwijl de predictorkeuze hierbij niet is gewijzigd. Verificatie van deze vergelijkingen voor één (onafhankelijke) winter is ook te vinden in hoofdstuk 4. Uiteindelijk volgen in hoofdstuk 6 nog conclusies en aanbevelingen voor toekomstig onderzoek.



Figuur 1. De 6 Nederlandse hoofdstations waar gidsvergelijkingen voor neerslagkansen voor zijn ontwikkeld.

2 Waarnemingen

2.1 Stratificatie

De waarnemingen van neerslag van de 6 hoofdstations zijn betrokken van de afdeling Klimatologische Dienst van het KNMI. Waarnemingen over 6-uurs perioden zijn geaccumuleerd tot neerslagsommen voor de periodes 00-24 UTC en 06-18 UTC.

In het neerslagklimaat wordt, vanwege hun verschillende meteorologische condities, vaak onderscheid gemaakt tussen convectieve neerslag en grootschalig geforceerde neerslag. Het Nederlandse neerslagklimaat kent duidelijke verschillen tussen de zomer en de winter voor wat betreft de onderlinge verhouding van deze twee neerslagtypes. Het aandeel convectieve neerslag is daarbij in de zomermaanden relatief het grootst. Daarom is ervoor gekozen de data te stratificeren in een warm en een koud “seizoen”, met de overgangen op 15/16 april en 15/16 oktober. Let wel dat in de waarnemingen geen onderscheid wordt gemaakt tussen convectieve en grootschalige neerslag. Er is een periode van drie jaar afhankelijke data gebruikt om de vergelijkingen af te leiden (16 okt. '96 t/m 15 okt. '99) en het daaropvolgende jaar als onafhankelijke data om de vergelijkingen te verifiëren. De uiteindelijke operationeel ingezette vergelijkingen zijn in veel gevallen berekend op data over de afhankelijke en onafhankelijke periode tesamen. In Appendix A wordt een overzicht gegeven van de gebruikte perioden.

Uit onderzoek is gebleken dat een jaarvergelijking van mindere kwaliteit was dan 2 aparte seizoensvergelijkingen. Een indicatie voor de juistheid van de gekozen stratificatie lag verder in het feit dat de predictorkeuze voor zomer en winter aanmerkelijk verschillend was. Een verdere opsplitsing naar 4 seizoenen is niet onderzocht omdat in dat geval de datasets waarschijnlijk te klein zouden worden om stabiele vergelijkingen te kunnen ontwikkelen. De optie om in dat geval de datasets te verlengen door extra jaren in de ontwikkeling mee te nemen is niet uitgevoerd.

Tabel 1 laat zien dat voor de door ons gebruikte periode 1997-1999 de neerslagfrequentie (≥ 0.3 mm in 24 uur) in de winter groter is dan in de zomer. De interjaarlijkse variatie is daarbij vrij groot. Uit Tabel 1 blijkt ook dat binnen een seizoen de onderlinge variatie tussen stations in opgetreden neerslagfrequentie gering is, vaak maar enige procenten. Er is niettemin besloten om aparte vergelijkingen te ontwikkelen voor de 6 stations, temeer daar dit ook in lijn is met de ontwikkeling van gidsvergelijkingen voor andere parameters in de MTG.

Zomerhalfjaar

	06235	06260	06280	06290	06310	06380
1997	39.9	44.8	44.3	43.2	40.4	41.0
1998	51.9	50.3	56.6	55.2	46.5	53.6
1999	40.4	43.2	41.0	43.2	42.1	39.9
'97-'99	44.1	46.1	46.6	47.2	43.0	44.6

Winterhalfjaar

	06235	06260	06280	06290	06310	06380
1997	37.4	39.6	40.1	41.8	39.0	40.7
1998	50.0	46.7	51.1	45.1	42.9	44.5
1999	66.5	63.2	64.8	59.9	63.7	61.0
'97-'99	53.1	51.2	53.8	52.1	50.2	50.8

Tabel 1. Opgetreden neerslagfrequentie, i.e. percentage dagen met ≥ 0.3 mm in 00-24 UTC, voor het zomer-(boven) en winterhalfjaar(onder) voor de jaren 1997-1999.

2.2 Tienjarige klimatologie

De waargenomen neerslagsommen over de periode 1990-1999 zijn gebruikt om maandgemiddelde "klimatologische" overschrijdingskansen voor neerslaghoeveelheden te construeren. Deze kansen worden bij de verificatie van de regressievergelijkingen gebruikt als referentieverwachting (zie hoofdstuk 4). Als voorbeeld geeft Tabel 2 de maandgemiddelde neerslagfrequentie voor De Bilt (PoP24 klimatologie), wederom uitgesplitst naar "seizoen".

Zomer

Apr	Mei	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Gem.
40	34	46	40	35	48	47	41.1

Winter

Okt	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	Gem.
47	55	51	46	47	44	40	47.8

Tabel 2. Maandgemiddelde neerslagfrequentie voor de jaren 1990-1999 voor station De Bilt uitgesplitst in Zomer (boven) en Winter (onder). Voor de berekening van het halfjaarlijkse gemiddelde (Gem.) tellen de maanden oktober en april voor de helft mee.

Buishand en Velds (1980) geven (in hun figuur 6.3) analoge informatie als getoond in Tabel 2 maar dan voor de periode 1911-1975. Ook in die periode blijkt de winter meer natte dagen te hebben dan de zomer. Opvallend verschil is wel de natte piek in juni voor de periode 1990-1999. De variabiliteit in neerslag is erg groot.

3 Afleiden regressievergelijkingen

3.1 Potentiële predictoren

De bruikbaarheid van circa honderd potentiële predictoren is onderzocht. Tabel B1 (Appendix B) toont alle 46 predictoren die uiteindelijk in minstens 1 regressievergelijking geselecteerd zijn. Behalve de “Speciale predictoren” zijn ze allen berekend op basis van ECMWF data afkomstig van zowel de operationele deterministische run van 12 UTC als van gegevens uit het EPS systeem van 12 UTC. Vanwege de verwachtingstermijn van de vergelijkingen zijn geen waarnemingen als potentiële predictor gebruikt.

We onderscheiden een zestal typen predictoren. De *directe model uitvoer* bestaat uit diverse modelparameters op een aantal drukvlakken tussen 1000 en 250 hPa aangevuld met een aantal oppervlakteparameters. De directe modeldata wordt geleverd op een rooster van 1.5x1.5 graad en wordt vervolgens bilineair geïnterpoleerd naar de betreffende stationsposities. Allerlei soorten bewerkingen die op de directe model uitvoer zijn uitgevoerd leiden tot de predictoren onder de noemer *afgeleide model uitvoer*. De *speciale predictoren* ($(\text{co})\sinus[n\text{DTG}]$) worden in een vergelijking opgenomen indien de resterende variantie niet meer fysisch verklaard kan worden, maar er nog wel een seizoensafhankelijk signaal in aanwezig is. De methode van *analogen* haalt uit een historische database van 500 hPa-velden (1949-1985) de 30 velden die het meest op de verwachte 500 hPa stroming lijken. De statistiek van het waargenomen weer op deze 30 dagen wordt als predictor gebruikt (Kruizinga en Murphy, 1983). De *P27-scores* geven een objectieve maat voor de mate van zonaliteit, meridionaliteit en cyclonaliteit (resp. SC1, SC2, SC3) van de 500 hPa stroming boven West-Europa (Kruizinga, 1979). De scores zijn geldig op 00 UTC, maar omdat de neerslagkansen gecentreerd liggen om 12 UTC worden de scores van zowel 12 uur eerder als later meegenomen in de analyse.

De laatste en tevens nieuwe bron van potentiële predictoren is het *EPS-systeem*. Van EPS afgeleide predictoren bevatten impliciet al informatie over ruimtelijke en temporele onzekerheden in de modelberekening en representeren daarmee al “van nature” het probabilistische karakter van de operationele deterministische modelverwachting. Een andere manier om dit aspect te verdisconteren is door predictoren over naburige forecasttijden (gewogen) te middelen. Dat laatste is (behalve voor bewolking, predictor 24) nu niet meer gedaan. De EPS informatie wordt betrokken uit de zogenaamde “Weather Parameter Files”. Deze bevatten voor elk EPS-lid diverse weers-elementen op 12-uurs intervallen geïnterpoleerd naar stationsposities. Op de 51 berekeningen zijn diverse wiskundige bewerkingen toegepast om de data geschikt te maken als predictor. Denk hierbij aan gemiddelde, extremen, standaarddeviatie etc. Apart te noemen valt de “directe overschrijdingskans”, i.e. het percentage EPS-leden dat een bepaalde drempelwaarde overschrijdt. EPS-predictor 44 (P24B15, het percentage leden dat ≥ 1.5 mm neerslag tussen 00 en 24 UTC heeft) wordt in zeer veel regressies geselecteerd. Alleen EPS-data van na 19/12/1996 is gebruikt omdat het ensemble toen is vergroot van 32 naar 51 leden. Verder zijn voor station Twente (06290) vanwege de beperkte lengte van de EPS-dataset de EPS-predictoren van station De Bilt (06260) gebruikt.

3.2 Logistische Regressie

Het afleiden van de gidsvergelijkingen is gedaan met de methode van logistische regressie (Brelford and Jones, 1967). Bij de te ontwikkelen neerslagvergelijkingen hebben we te maken met een twee-klassenprobleem: het wel of niet overschrijden van een hoeveelheid neerslag in een bepaalde periode op een bepaalde plaats. De kans dat de drempel wordt overschreden wordt hierbij uitgedrukt als

$$P(ja) = 1/(1+\exp(fx)),$$

$$\text{met } fx = a_0+a_1X_1+a_2X_2+ \dots$$

De predictoren, X_i , worden in principe geselecteerd via de zogenaamde “forward stepwise” selectiemethode. Daarbij worden predictoren op volgorde van significantie aan de vergelijking toegevoegd totdat niet meer aan een te specificeren significantie criterium wordt voldaan. De regressiecoëfficiënten, a_i , worden bepaald met de “maximum likelihood” methode, een iteratieve methode die het produkt van alle berekende kansen op de opgetreden klassen in de afhankelijke dataset maximaliseert. Voor meer details wordt verwezen naar Glahn et al. (1991).

3.3 De vergelijkingen

In totaal zijn 380 nieuwe vergelijkingen ontwikkeld. Er zijn 360 vergelijkingen inclusief EPS-predictoren:

- 5 forecasttijden (+48, +72, +96,+120, +144) ,
- 6 stations (06235, 06260, 06280, 06290, 06310, 06380),
- 3 overschrijdingsdrempels (0.3, 1.5, 5.0 mm),
- 2 accumulatieperioden (06-18 UTC, 00-24 UTC),
- 2 seizoenen (zomer 16/4-15/10, winter 16/10-15/4).

De vergelijkingen zonder EPS (20 in totaal) zijn er alleen voor station De Bilt, voor 5 forecasttijden, voor 1 overschrijdingsdrempel (0.3 mm), voor beide accumulatieperioden en voor beide seizoenen.

3.4 Consistentie-afwegingen

Zoals gezegd is de predictorselectie in principe uitgevoerd via de objectieve “forward stepwise” methode. Daarbij worden de predictoren per vergelijking afzonderlijk bepaald en wordt de “beste” set afzonderlijke vergelijkingen verkregen. Echter, deze set is voor veel vergelijkingen handmatig aangepast om meer mathematische en fysische consistentie tussen de onderlinge vergelijkingen te forceren. De toegepaste consistentie-overwegingen worden in deze paragraaf besproken. Tabellen B2 en B3 (Appendix B) geven een overzicht van de uiteindelijk per vergelijking opgenomen predictoren.

Allereerst is besloten om in op drie na alle vergelijkingen de predictorset voor de 3 overschrijdingsdrempels gelijk te houden. Mathematisch gezien is het namelijk vereist dat de kans als functie van de drempelwaarde monotoon verloopt. De

kanswaarde voor een interval tussen drempels is daarmee groter dan of gelijk aan nul. In de praktijk dient men een inschatting te maken of er bij verschillende drempels wellicht andere (fysische) mechanismen een rol spelen. Achter bijvoorbeeld convectieve neerslag (veel in korte tijd) zit een ander atmosferisch mechanisme dan achter stratiforme neerslag (langdurig met lagere intensiteit). Bij de predictorkeuze dient men hier rekening mee te houden. Het zou misschien beter zijn om afzonderlijke kansen te genereren voor convectieve en stratiforme neerslag. Dit is echter nauwelijks haalbaar omdat in de praktijk beide neerslagtypes moeilijk te onderscheiden zijn.

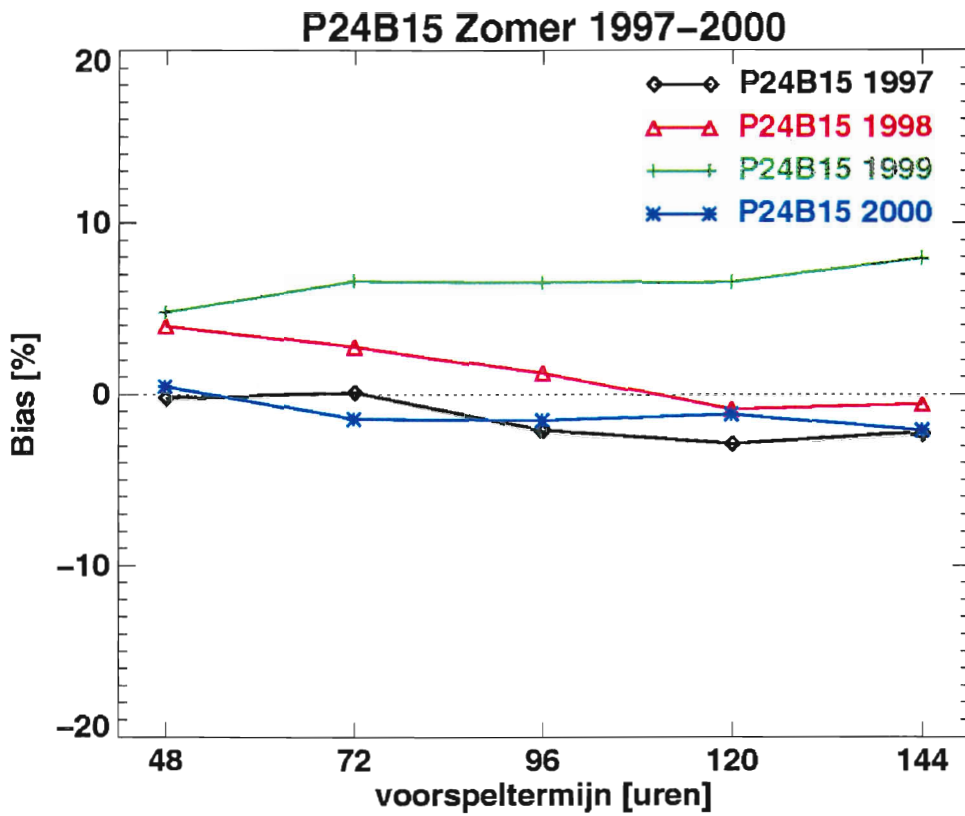
Na het consistent maken resteerde er nog slechts een handvol gevallen waarin de monotonie-eis werd geschonden met hooguit een paar procent (verificatie jul-nov 2000, alle 6 stations). Experimenten waarbij de predictoren niet helemaal gelijk werden gekozen resulteerde in onaanvaardbaar veel meer (6% van de gevallen) overtredingen van de monotonie-eis.

Eenzelfde voorwaarde van monotonie betreft de beide accumulatieperioden 00-24 UTC en 06-18 UTC. De overschrijdingskans op neerslag voor 00-24 UTC moet groter of gelijk zijn aan de kans over 06-18 UTC. Daartoe is altijd eerst de vergelijking voor de etmaalkans bepaald en vervolgens zijn met dezelfde predictoren andere coëfficiënten bepaald voor de kans op neerslag overdag. Verificatie toonde ook hier aan dat daarna in slechts een handvol gevallen de monotonie-eis werd geschonden. In al deze gevallen was sprake van erg kleine fouten van een paar tienden van procenten, en bovendien betrof het zeer lage kansen van hooguit 5 procent.

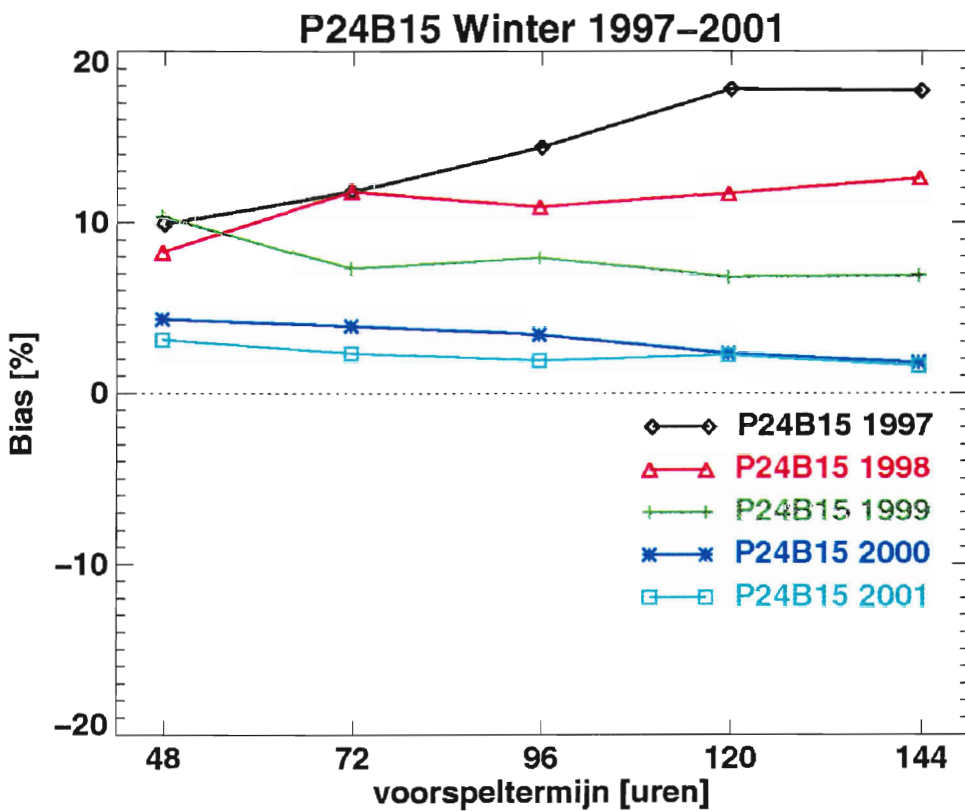
Een meer fysische vorm van consistentie die is aangebracht is de ruimtelijke consistentie. De achterliggende reden is dat eenzelfde meteorologische situatie voor verschillende stations min of meer dezelfde verwachtingen op dient te leveren (zie Kok en van Vliet, 1995). Neem als voorbeeld een front dat van west naar oost over Nederland beweegt zonder van intensiteit te veranderen: Dit zou moeten leiden tot vergelijkbare neerslagkansen over het hele land. Zo niet, dan kan de meteoroloog in verwarring worden gebracht en wellicht denken dat de intensiteit van het front verandert of dat het een andere richting op gaat bewegen. Vanwege die ruimtelijke consistentie is veel overlap aangebracht in de predictorsets voor de 4 landstations en die voor de 2 kuststations. Voor de predictorselectie voor de kuststations is een aparte forward-stepwise selectie toegepast, welke resulteerde in een predictorkeuze die afwijkt van de keuze voor de landstations.

Als laatste is consistentie aangaande opeenvolgende voorspeltermijnen aangebracht. Voor vrijwel elk station is vaak voor 2 en soms zelfs voor alle 5 (!) opeenvolgende voorspeltermijnen dezelfde predictorset gekozen.

De hierboven beschreven aanpak van de predictorkeuze bevat dus een subjectief element in die zin dat er een "optimale" balans is getracht te bereiken tussen onderlinge consistentie tussen de vergelijkingen en de individuele kwaliteit ervan. De uiteindelijke predictorkeuze staat gegeven in Appendix B, Tabellen B2 en B3.



Figuur 2a. Bias van EPS-predictor P24B15 (zie tekst) voor station De Bilt voor de zomerperioden 1997 t/m 2000 als functie van de voorspeltermijn.



Figuur 2b. Als figuur 2a voor de winters van 1997-2001.

4 Verificatie

Alle ontwikkelde vergelijkingen zijn geverifieerd op onafhankelijke data over een periode van ongeveer een half jaar: voor de zomerperiode 16/4/00 – 15/10/00 en voor de winterperiode 16/10/99 – 15/4/00. Gezien de verificatieresultaten is besloten de vergelijkingen operationeel in te zetten na updating met het winterseizoen dat inmiddels extra beschikbaar was. Deze operationele (geüdate) wintervergelijkingen zijn geverifieerd over de periode 16/10/00 – 15/4/01. Ook hiervan worden in dit hoofdstuk de resultaten besproken. Een overzicht van de verschillende verificatieperioden is gegeven in Appendix A.

Als verificatiematen zijn de Brier Score, zijn decompositietermen reliability en resolutie, de Brier Skill Score (BSS, de skill t.o.v. de klimatologische kans per maand, zie Tabel 2) en de bias gehanteerd. Voor een uitvoerige beschrijving van deze verificatiematen wordt verwezen naar Appendix C.

Alvorens de verificatieresultaten te presenteren wordt eerst op de hele dataset het gedrag van predictor P24B15 nader onderzocht. Predictor P24B15 is het percentage leden van EPS met $RR \geq 1.5$ mm (00-24 UTC) en is opgenomen in zeer veel nieuwe gidsvergelijkingen waarin EPS-predictoren zijn toegelaten.

4.1 Verificatie predictor P24B15

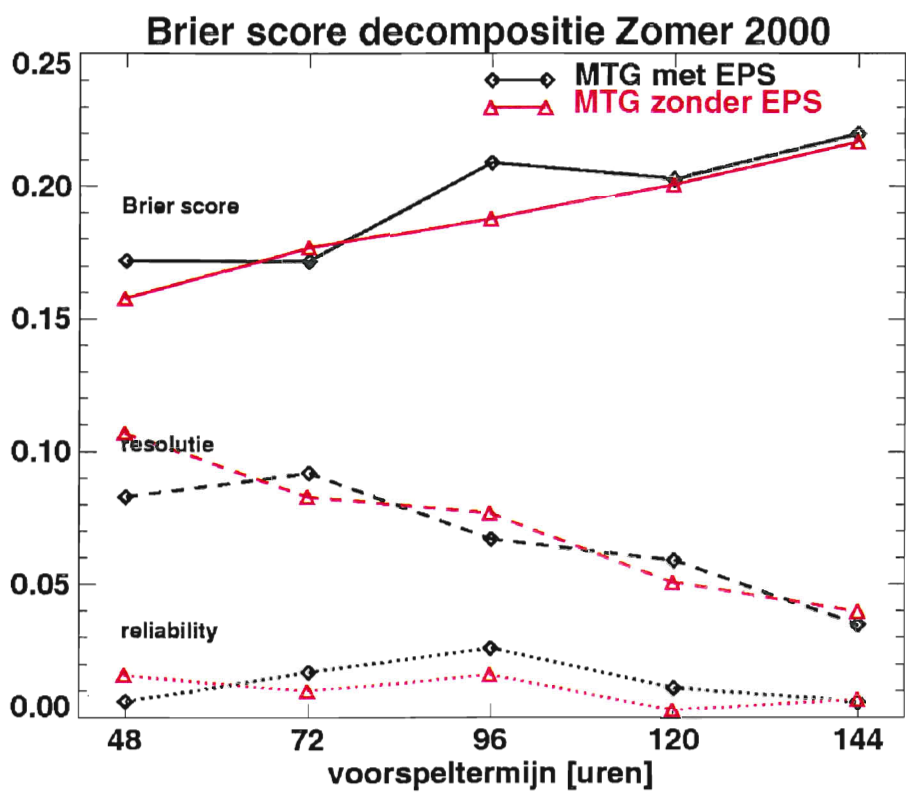
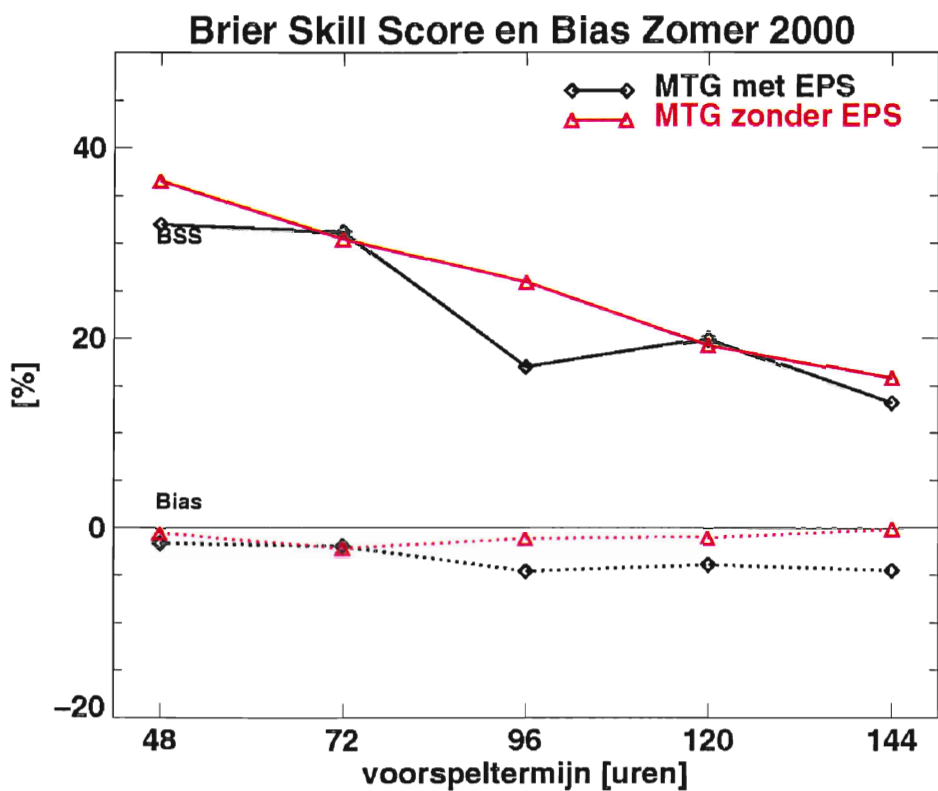
Figuur 2 toont de bias van P24B15 voor de zomer- en winterseizoenen. Meest opvallend is het verschil tussen zomer en winter van het verloop van jaar tot jaar. Voor de zomerperiode zien we een toename van de bias van 1997 tot 1999, gevolgd door een veel lagere waarde voor 2000. De winterseizoenen vertonen juist een dalende bias over de periode 1997-1999, welke doorzet in 2000 en daarna ongeveer gelijk blijft in 2001. Voor onze dataset geldt dat 1997-1999 als afhankelijke en 2000 als onafhankelijke periode is gebruikt (zie ook Appendix A). Het verschil in bias tussen de afhankelijke en de onafhankelijke data is aanzienlijk en kan een behoorlijke invloed hebben op de verificatieresultaten van de neerslagvergelijkingen. In het algemeen zorgt de logistische regressie methode er namelijk voor dat de bias in de afhankelijke data gecorrigeerd wordt. Nu de bias van de onafhankelijke data flink lager is, bestaat de mogelijkheid dat de vergelijkingen overcorrigeren, resulterend in een negatieve bias van de gidsvoorspellingen op de onafhankelijke periode. De invloed van dit nadelige effect wordt waarschijnlijk wel getemperd doordat in de uiteindelijke operationele vergelijkingen ook de data van 2000 zijn meegenomen.

Een eenduidige verklaring voor het trendverloop in de bias van P24B15 is moeilijk te geven. Jaarlijkse variabiliteit kan een reden zijn, maar ook veranderingen (verbeteringen) in het EPS systeem kunnen een rol spelen.

4.2 PoP24 De Bilt met en zonder EPS-predictoren

Zomervergelijkingen 2000

Fig. 3a laat zien dat voor station De Bilt de prestaties van de gidsen met en zonder EPS-predictoren vergelijkbaar zijn. Voor dag 1 is de BSS ongeveer 35%, teruglopend naar ongeveer 15% op dag 5. Beide gidsen onderschatten gemiddeld de neerslagkans licht (minder dan 5%), waarbij de bias van de gids met EPS iets groter is dan die zonder EPS. De grotere negatieve bias voor de gids met EPS kan te maken hebben



Figuur 3a Brier Skill Scores en bias van de PoP24 verwachtingen met en zonder EPS-predictoren voor de zomer van 2000 voor station De Bilt. [boven]

Figuur 3b. Decompositietermen van de Brier score (resolutie- en reliabilityterm) voor de PoP24 met en zonder EPS-predictoren. [onder]

met de overcorrectie van de bias van predictor P24B15 zoals genoemd in paragraaf 4.1. Opvallend is verder de slechte BSS van de +96 kansverwachtingen vergeleken met die van +72 en +120. Een mogelijke oorzaak kan zijn dat de predictoren van +96 (zie Appendix B, Tabel B3) flink verschillen met vooral die van +72. Op de afhankelijke data set zijn deze verschillen echter significant bevonden. Verificatie over latere jaren zal moeten uitwijzen of de slechtere score van toevallige of systematische aard is.

Fig. 3b toont de Brier Score (BS) en haar decompositietermen reliability en resolutie (zie Appendix C). De reliability varieert nauwelijks met de voorspeltermijn. De toename in de BS wordt daarom vooral bepaald door de afnemende resolutie. Anders gezegd: Voor langere voorspeltermijn brengen de verwachte kansen minder stratificatie aan in de waargenomen relatieve frequenties ten opzichte van de gemiddelde klimatologische kans. De reliability van de verwachte kansen blijft echter wel behouden, i.e. de verwachte kansen komen goed overeen met de corresponderende opgetreden neerslagfrequenties.

Dit kan ook geïllustreerd worden met behulp van reliabilitydiagrammen. Een voorbeeld is gegeven in Fig. 4 voor de dag 1 en dag 5 vergelijkingen met EPS predictoren. De relatieve forecast distributie in de rechterbovenhoek van Fig. 4a laat zien dat voor dag 1 redelijk veel extreme verwachtingen richting 0 en 100 % worden gemaakt. De verdeling is een beetje U-vormig; de buitenste bins zijn goed gevuld en dragen flink bij aan de resolutie. Op dag 5 (Fig. 4b) geeft de gids nog nauwelijks erg hoge of lage kansen. Veel kansen liggen rond de 20-70%, de bins van 0-10% en 80-100% zijn vrijwel leeg en de verdeling ziet er meer blokvormig uit. Desondanks is er weinig verschil in reliability tussen dag 1 en 5: voor beide liggen de punten redelijk in de buurt van de diagonaal. De gemiddeld licht negatieve bias (-4.2% op dag 5) wordt vooral bepaald doordat veel van de verwachte kansen tussen 20 en 70% gemiddeld licht worden onderschat vergeleken met de opgetreden frequentie. De paar extreme verwachtingen hebben nauwelijks invloed op de gemiddelde bias.

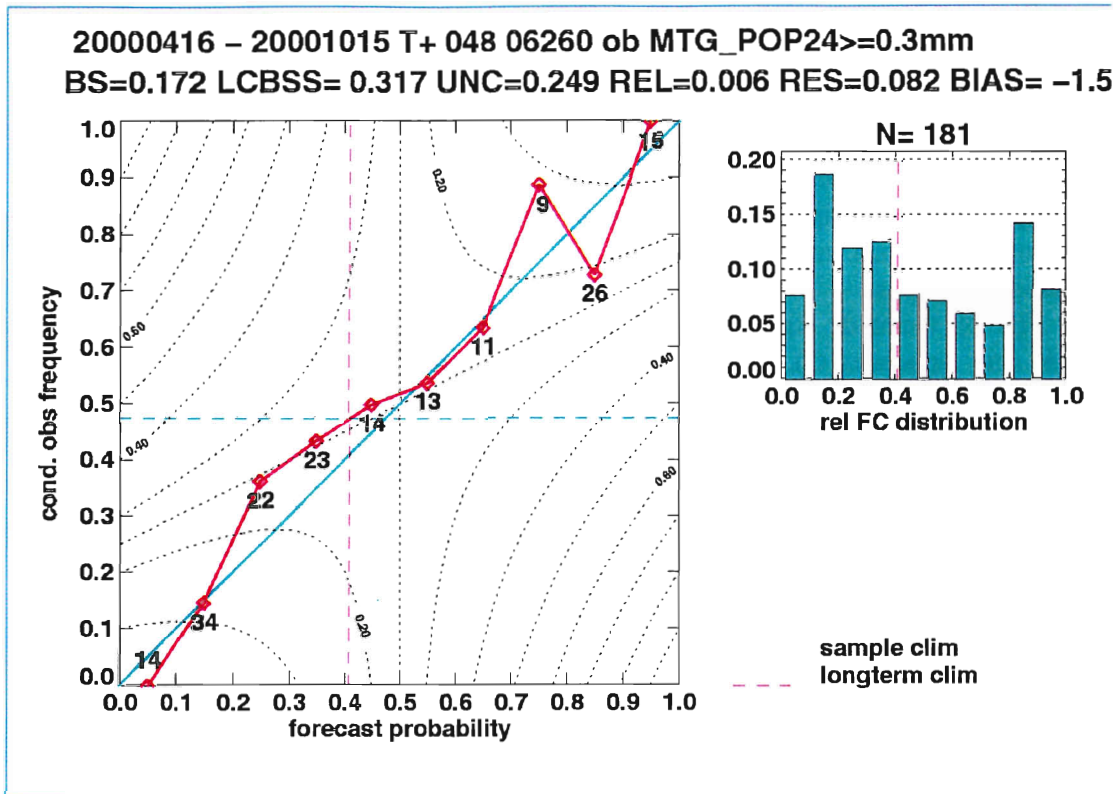
Wintervergelijkingen 1999/2000

Net als in het zomerhalfjaar zijn de verschillen in BSS en bias voor het winterhalfjaar 1999/2000 tussen de kansverwachtingen met en zonder EPS-predictoren klein (zie Fig. 5a). Beide gidsen hebben een negatieve bias, waarbij de bias voor de gids met EPS iets groter is. Ook de decompositietermen (Fig. 5b) laten geringe verschillen zien tussen beide gidsen.

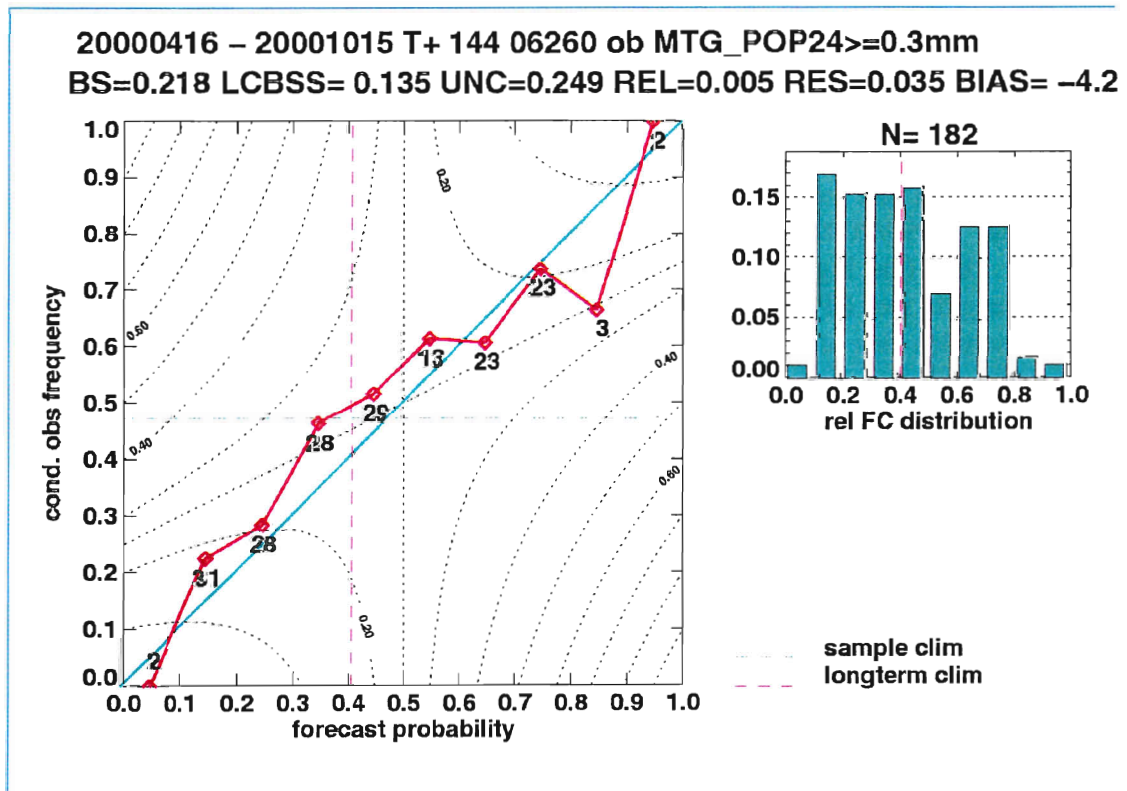
Wintervergelijkingen 2000/2001

Zoals gezegd, waren de verificatieresultaten zoals hierboven beschreven aanleiding om de vergelijkingen na updating operationeel in te zetten. Deze laatste vergelijkingen zijn op de winter 2000/2001 geverifieerd. Zie ook hoofdstuk 5.

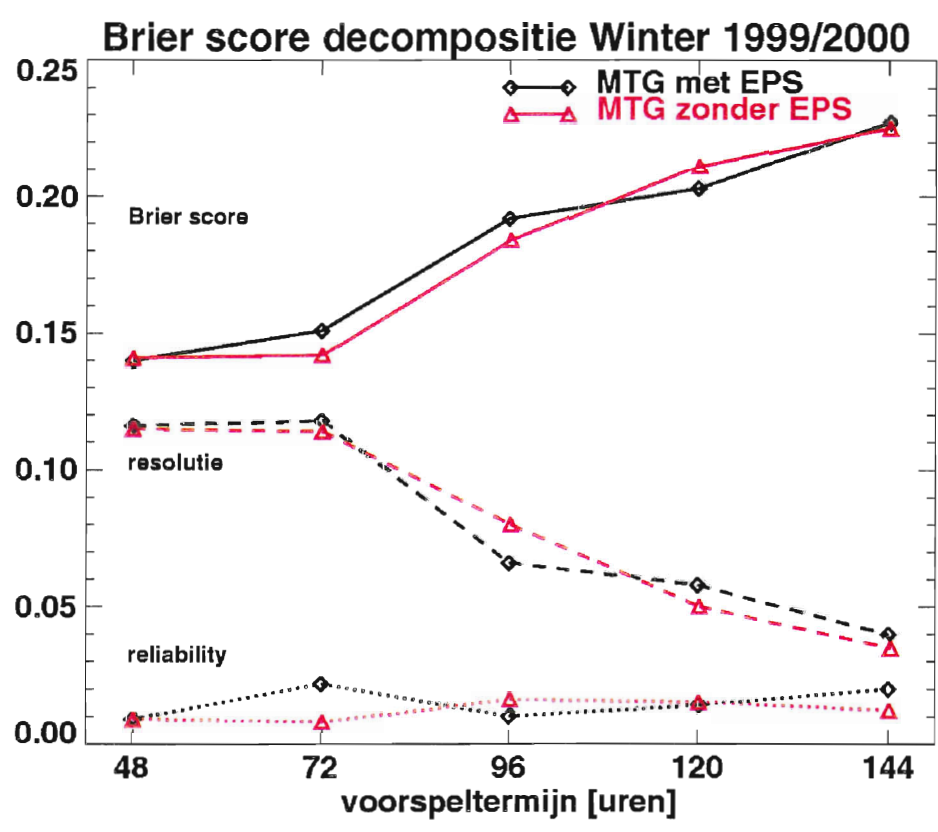
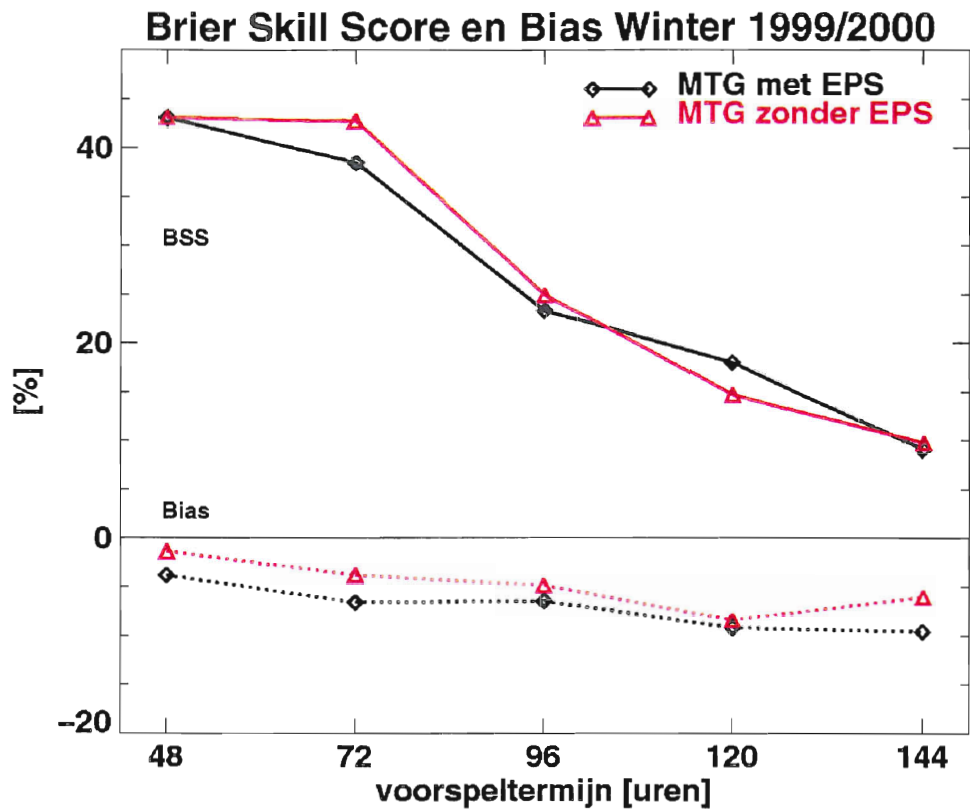
Uit de figuren 9c en 9d zien we dat voor de winter 2000/2001 de vergelijkingen zonder EPS nu flink slechter scoren dan die met EPS-predictoren. De bias van de verwachtingen zonder EPS is fors negatiever dan in de winter daarvoor en bedraagt ongeveer -15% gemiddeld over de 5 dagen. Een gevolg van de toegenomen bias is dat ook de BSS's van de vergelijkingen zonder EPS flink slechter zijn dan die van de vergelijkingen met EPS. Alleen de +96 vormt hier een uitzondering op.



Figuur 4a. Reliabilitydiagram van de dag 1 (+48) PoP24 kansverwachtingen voor De Bilt (vergelijkingen met EPS-predictoren). De verificatieperiode is zomer 2000. Zie Appendix C voor uitleg over het reliabilitydiagram.



Figuur 4b. Als figuur 4a voor dag 5 (+144).



Figuur 5a. Als figuur 3a voor de winter 2000. [boven]

Figuur 5b. Als figuur 3b voor de winter 2000. [onder]

4.3 Vergelijking tussen 6 stations

In de vorige paragraaf is gekeken naar verschillen in de kwaliteit van vergelijkingen met en zonder EPS-predictoren voor station De Bilt. Voor de andere stations zijn alle vergelijkingen inclusief EPS-predictoren ontwikkeld. Ook voor deze stations geldt dat in de meeste gevallen een EPS-predictor als eerste, meest verklarende, predictor in de vergelijkingen werd geselecteerd.

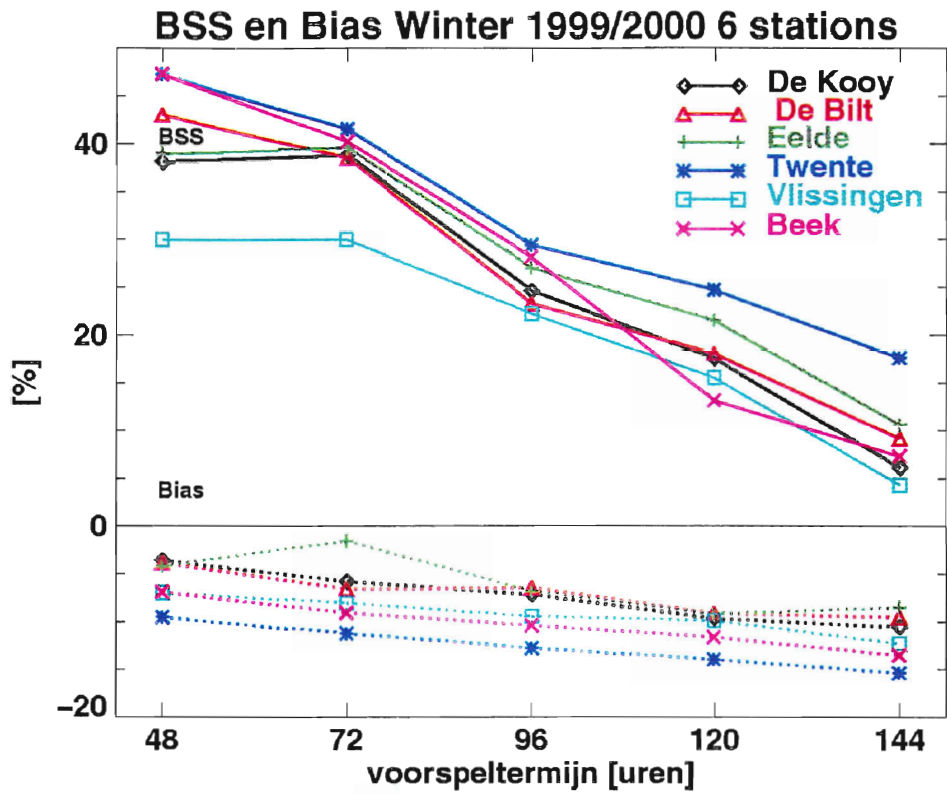
Verificatie over de winter van 1999/2000 (zie Fig. 6a) laat zien dat op één na alle stations voor dag 1 en 2 voor de PoP24 een BSS hebben van rond de 40%, aflopend tot omstreeks 10% op dag 5. Globaal gesproken varieert de BSS tussen de stations met ongeveer 15%. Het kuststation Vlissingen springt er echter in negatief opzicht uit met een BSS van 30% op dag 1 en 2. Ook het andere kuststation, De Kooy, heeft een relatief lagere BSS. De hoogste scores heeft station Twente met 47% op dag 1 en nog bijna 20% op dag 5. Dit ondanks het feit dat Twente ook de grootste negatieve bias heeft (van 10% op dag 1 oplopend tot ruim 15% op dag 5). De bias is voor alle stations negatief, ongeveer 5-10%. Voor station Beek valt op dat de BSS voor de lage forecasttijden relatief goed scoort, maar bij de hogere forecasttijden relatief slecht. Dit blijkt ook uit de BS-decompositie (niet getoond): Tot en met dag 3 heeft Beek de hoogste resolutie, maar op dag 4 en 5 de laagste. Voor station Twente daarentegen blijft gedurende alle dagen de resolutie relatief hoog. Het verschil in prestatie van de kust- en landstations kan verschillende redenen hebben. Een oorzaak kan het verschil in representativiteit van de predictoren zijn tussen land- en zeestations. Ook kan het verschil in klimatologie van de neerslag van belang zijn; de moeilijkheidsgraad van neerslagverwachtingen verschilt per definitie van plaats tot plaats.

Ook voor de zomer van 2000 (Fig. 6b) geldt dat de landstations (met name Twente, Beek en De Bilt) i.h.a. beter scoren dan de kuststations. Vooral de BSS voor De Kooy is een stuk slechter dan die voor de andere 5 stations. Ook de bias toont een onderscheid tussen land- en kuststations: de vier landstations vertonen een lichte onderschatting van de PoP24, terwijl voor de beide kuststations de bias minder negatief is en voor Vlissingen zelfs meestal positief.

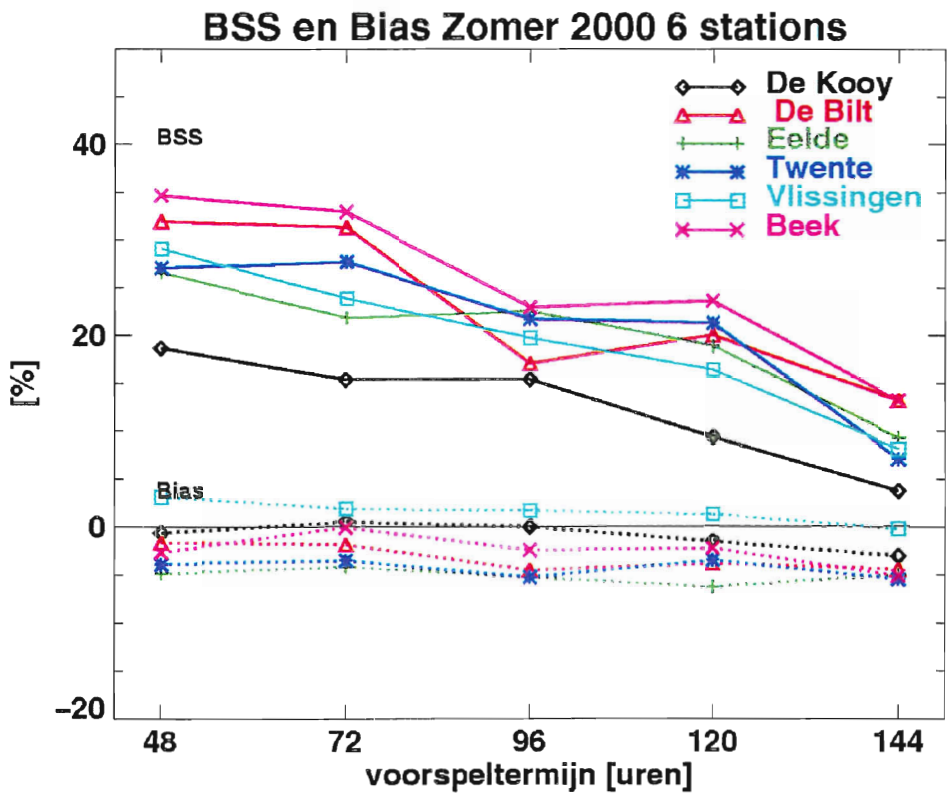
Voor alle stations geldt dat de winter beter scoort dan de zomer. De BSS's komen in de zomer bij dag 1 niet meer boven de 35%. Overigens zijn de verschillen in BSS tussen zomer en winter rond dag 5 nagenoeg verdwenen. Verder valt nog op dat de "dip" in de BSS op +96 voor De Bilt ook voorkomt bij Twente en Beek maar juist niet bij Eelde. Dit is verrassend aangezien de predictoren voor De Bilt en Eelde identiek zijn voor de zomervergelijkingen (zie Appendix B, Tabel B3). Een verklaring voor het gedrag van de scores op +96 is niet gevonden.

Kruizinga (2000) heeft de verwachtingen van de oude meerdaagse gids geverifieerd met neerslagwaarnemingen van de 5 andere stations en laat zien dat de neerslagkansen voor De Bilt vaak als behoorlijk representatief voor heel Nederland kunnen worden beschouwd. Alleen voor de kuststations Vlissingen en De Kooy is voor dag 1 en 2 de verwachting voor De Bilt niet goed bruikbaar.

Onze verificatie van de 6 stations laat zien dat er tussen de neerslagkansverwachtingen behoorlijke systematische kwaliteitsverschillen bestaan. Ook bij de nieuwe, specifiek per station ontwikkelde, vergelijkingen scoren de landstations beter dan de kuststations. De vergelijkingen zijn niet geverifieerd tegen waarnemingen van andere stations.



Figuur 6a. Brier Skill Scores en Bias van de PoP24 verwachtingen voor de 6 hoofdstations, winter 2000.



Figuur 6b. Als figuur 6a voor de zomer 2000.

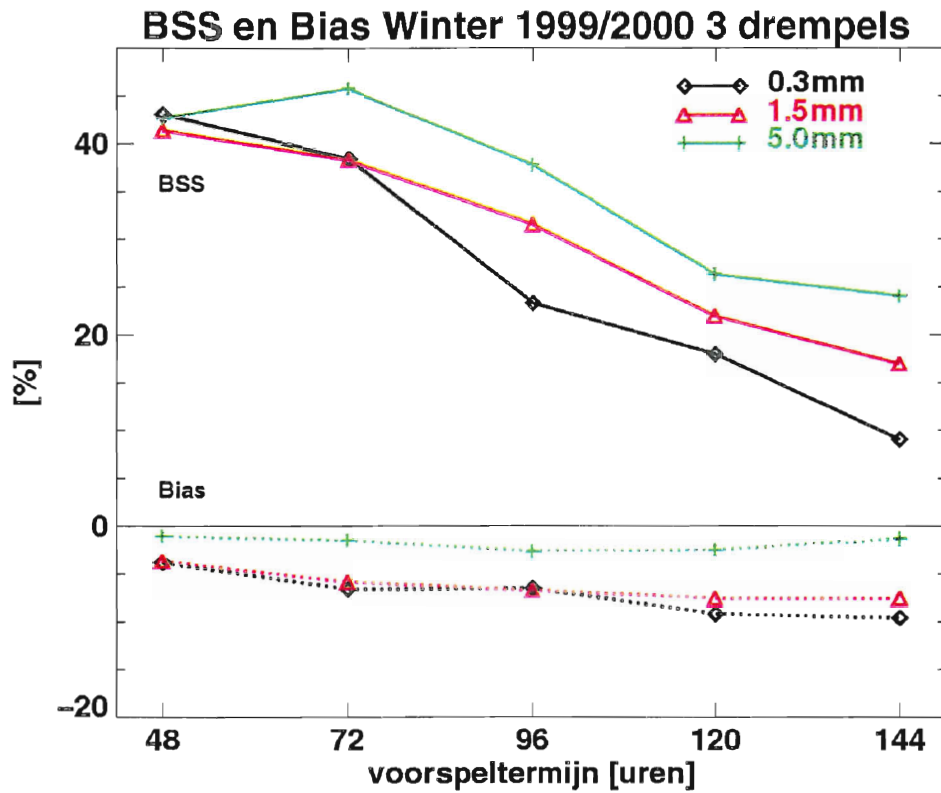
4.4 Drie overschrijdingsdrempels

De BSS en bias over de winter 1999/2000 en de zomer van 2000 voor de 3 overschrijdingsdrempels (0.3, 1.5, en 5.0 mm) worden getoond in Fig. 7. Vaak wordt gezien dat gidsverwachtingen slechter gaan presteren als het verschijnsel extremer wordt. Voor de winter van 2000 zien we dat dit niet opgaat. De skill van de verwachtingen voor neerslag ≥ 5.0 mm is het hoogst, terwijl de kans op ≥ 0.3 mm de laagste BSS heeft. Ook de bias van de verwachtingen voor ≥ 5.0 mm is het best. Er hoort een kanttekening bij het vergelijken van resultaten bij de drie drempels. Alle drie hebben ze namelijk een andere klimatologische frequentie die als referentie-verwachting geldt. Onderlinge verschillen in skill kunnen daarom niet als beter of slechter worden geïnterpreteerd.

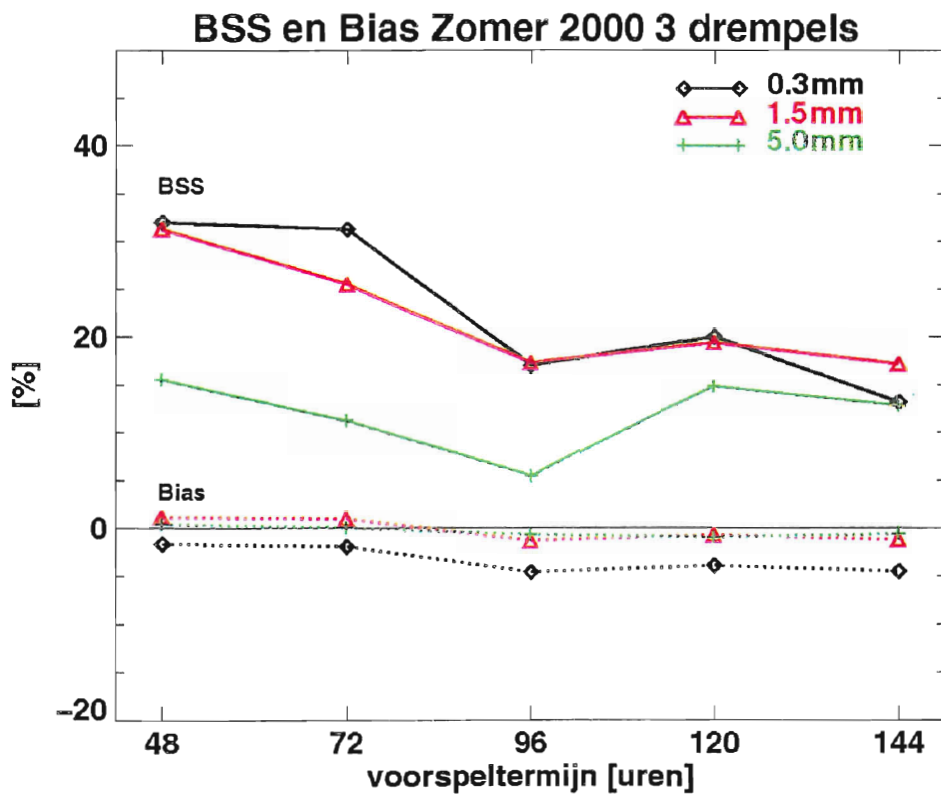
Voor de zomer van 2000 is de skill het hoogst bij de grens van 0.3 mm en het laagst voor 5.0 mm. Opmerkelijk is het grote verschil in BSS tussen zomer en winter voor de 5.0 mm drempel. Dit verschil kan zijn veroorzaakt doordat juist in de zomer grote neerslaghoeveelheden voor het grootste deel afkomstig zijn uit (slechter voorspelbare) convectieve processen, terwijl in de winter langduriger grootschalige neerslag een redelijk aantal van de 24-uurssommen van meer dan 5 mm kan hebben veroorzaakt.

4.5 PoP12 verwachtingen

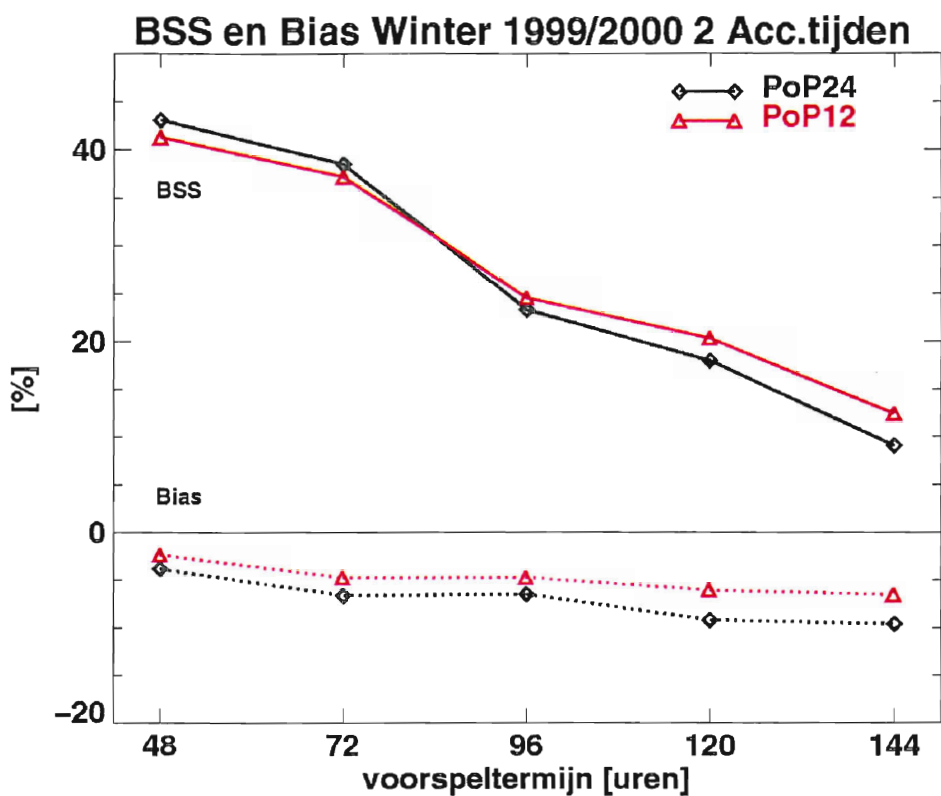
In Fig. 8 zijn de resultaten voor de PoP12 voor De Bilt uitgezet samen met die van de PoP24 verwachtingen. Voor de winter van 1999/2000 zijn de BSS voor de PoP24 en PoP12 vergelijkbaar. Voor de zomer scoort de PoP24 duidelijk hoger dan de PoP12. Het meer convectieve karakter van de neerslag overdag kan een reden zijn voor de verschillen. In de zomer is het aandeel van de convectieve neerslag groter dan in de winter en bovendien zal vooral in de zomer het relatieve aandeel convectieve neerslag gedurende de PoP12 periode groter zijn dan gedurende de PoP24 periode.



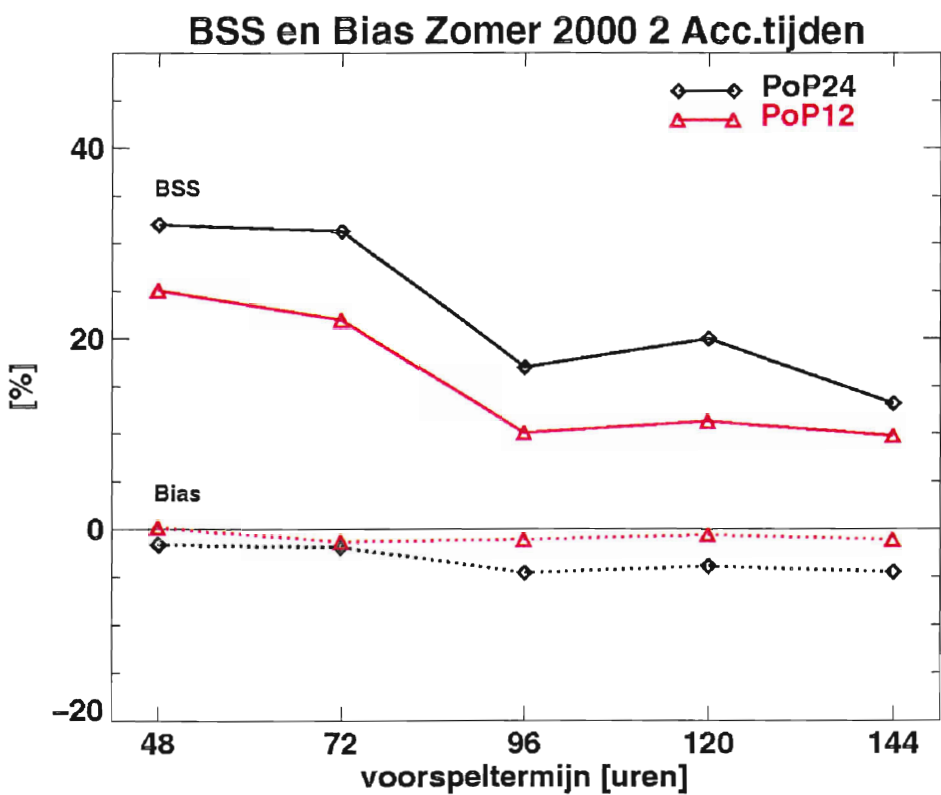
Figuur 7a. Brier Skill Scores en bias van de PoP24 verwachtingen voor De Bilt voor de drie overschrijdingsdrempels, winter 2000.



Figuur 7b. Als figuur 7a voor de zomer 2000.



Figuur 8a. Brier Skill Scores en bias van de PoP24 en PoP12 verwachtingen voor De Bilt, winter 2000.



Figuur 8b. Als figuur 8a voor de zomer 2000.

5 Vergelijking met andere modellen

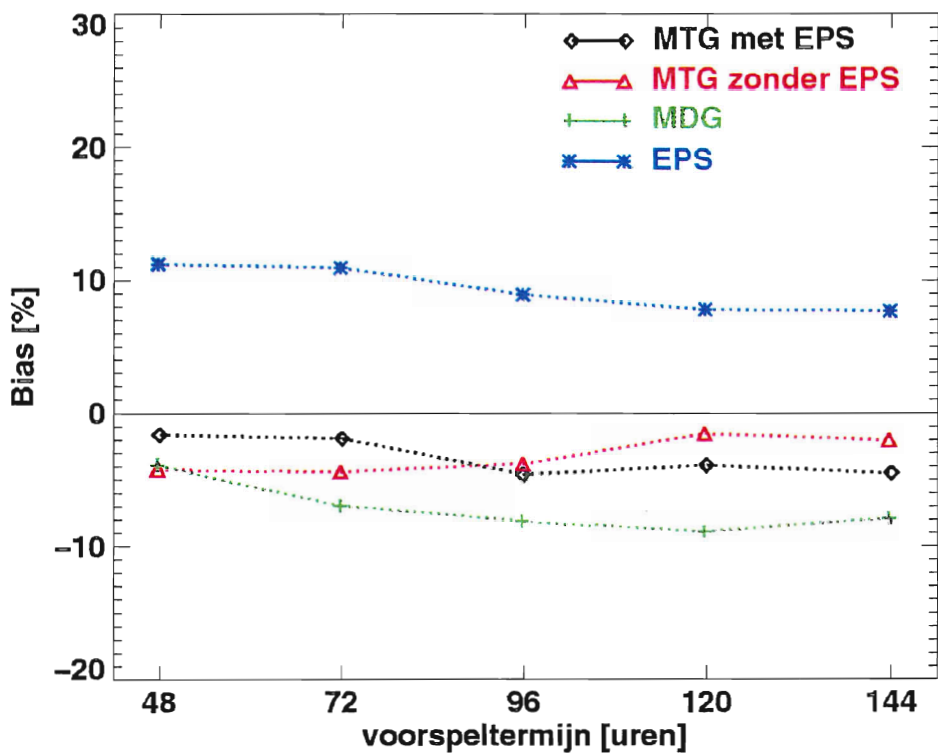
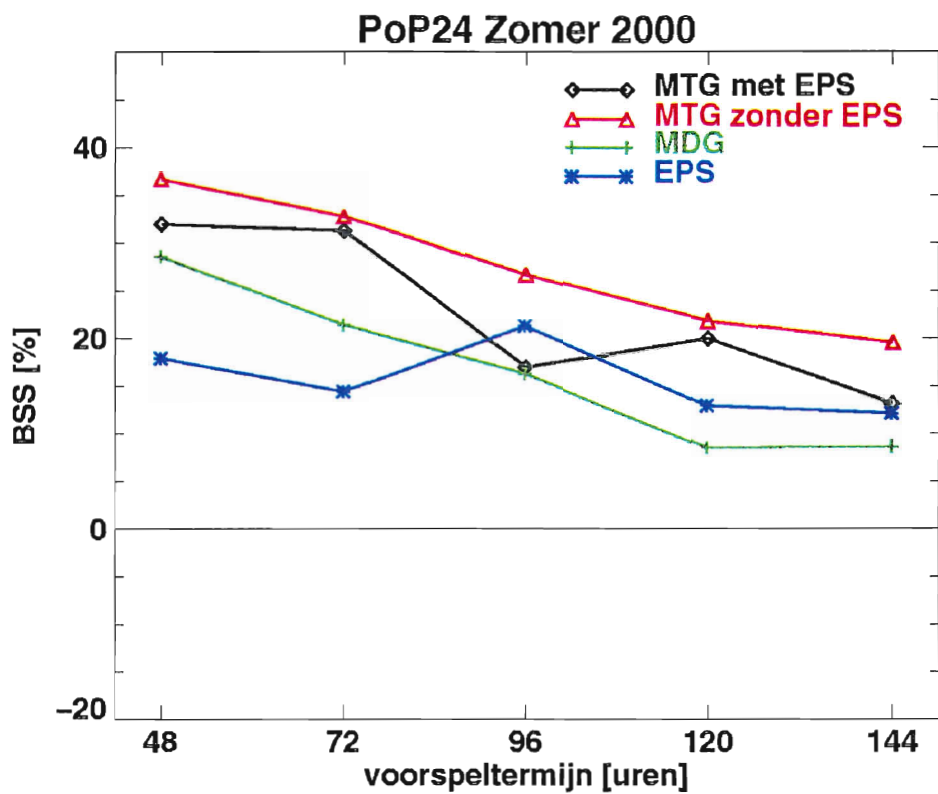
In dit hoofdstuk vergelijken we de operationele gidsverwachtingen met en zonder EPS-predictoren met de resultaten van andere modellen. Voor de zomer van 2000 en de winter van 2000/2001 vergelijken we de PoP24 voor De Bilt voor dag 1-5 met de PoP24 van de oude meerdaagse gids en met de directe kans uit EPS. Merk op dat in de rest van dit rapport de winter-verificaties hoofdzakelijk de periode 1999/2000 betreffen. (Zie ook Appendix A).

Verder moet opgemerkt worden dat de neerslagkansvergelijking in de oude meerdaagse het gehele jaar dezelfde is (de nieuwe gidsen zijn in twee seizoenen verdeeld) en dat deze kansen levert voor de periode 18-18 UTC. We verifiëren echter met de waargenomen neerslag over 00-24 UTC. Kruizinga (2000) laat zien dat deze 6 uur verschuiving slechts een geringe verslechtering van de BSS van de neerslagkansen tot gevolg heeft. De verwachtingen van EPS bestaan uit naar stationspositie geïnterpoleerde kanswaarden. De hiermee verkregen frequentieverdeling van neerslag voor De Bilt is daarmee anders (smaller) dan die van de originele omliggende roosterpunten. De invloed van deze interpolatie op de kans op 0.3 mm neerslag is echter niet bekend.

In de zomer is voor de gehele forecastperiode de BSS van de nieuw ontwikkelde gidsen hoger dan die van de oude gids en EPS (Fig. 9a). Alleen bij de “dip” op +96 zit de nieuwe gids met EPS predictoren onder EPS. De BSS van de drie gidsen neemt zoals verwacht min of meer af met de voorspeltermijn, terwijl EPS zijn hoogste BSS heeft op dag 3. Het feit dat de BSS van EPS niet monotoon afneemt kan worden verklaard doordat in de eerste paar dagen de spreiding van de leden van het EPS nog erg klein is; EPS gedraagt zich dan nog als een min of meer deterministisch systeem: er worden vrijwel alleen maar kansen dicht bij 0% en 100% verwacht. Gezien het feit dat in de Brier Score het verschil tussen verwachte kans en opgetreden waarde kwadratisch wordt meegeteld resulteert dat in lage scores. Verder blijkt de neerslagkans door EPS systematisch ongeveer 10% te worden overschat (Fig. 9b) en door de drie gidsen licht te worden onderschat. Merk op dat er kleine verschillen bestaan tussen de MTG-lijnen in Fig. 3a en 9a. Dit wordt veroorzaakt doordat in Fig. 9a enkele dagen minder zijn meegenomen om de vergelijking met de andere lijnen op dezelfde data te kunnen baseren.

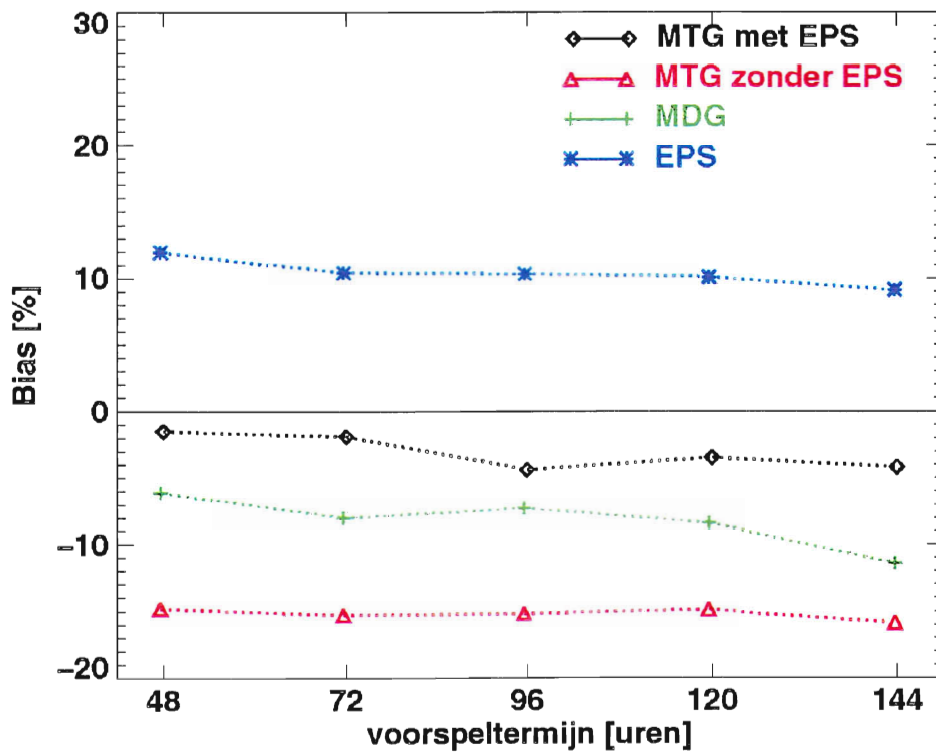
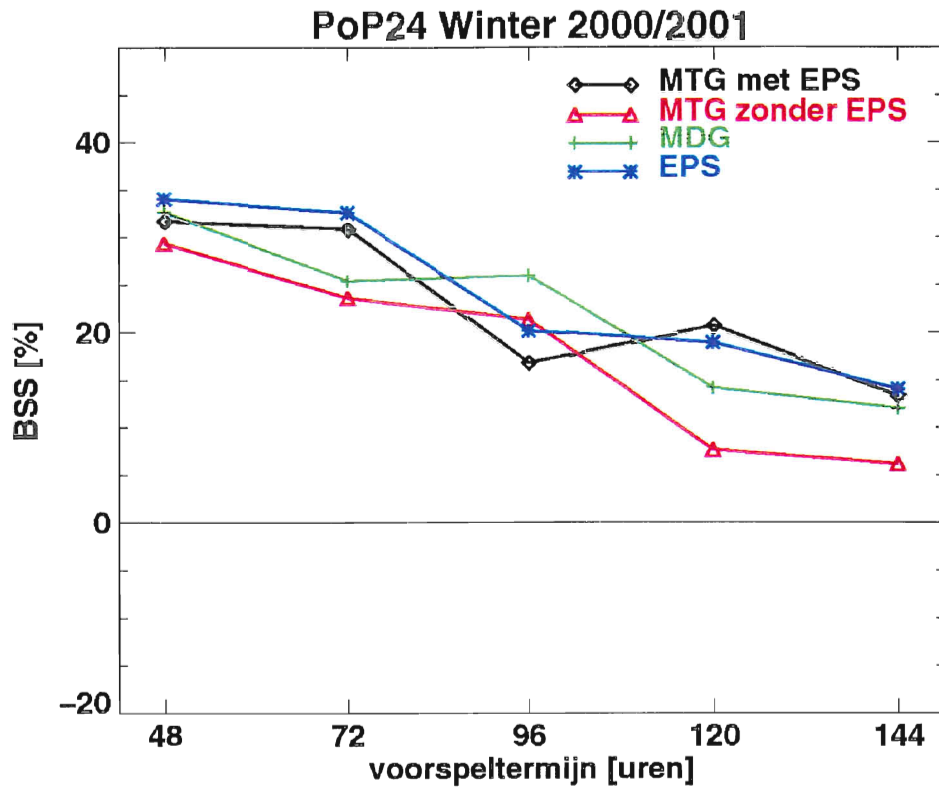
In de winterperiode 2000-2001 (Fig. 9c) zijn de verschillen in BSS tussen de 4 systemen veel kleiner dan in de zomer. De eerste twee dagen lijken beide nieuwe gidsen toch iets beter te scoren. Vergeleken met de zomer is de bias in de winter groter (zie Fig. 9d). Zowel de overschatting van de neerslagkansen in EPS als de onderschatting door de gidsen is toegenomen. De forse bias heeft een behoorlijk effect op de BSS van de vier systemen. Naar de oorzaak van de grote bias is niet gezocht. Verificatie over een langere periode zal moeten uitwijzen of de slechte bias systematisch of toevallig is.

Merk op dat EPS in de winter zijn maximale BSS op dag 1 en 2 heeft terwijl dat in de zomer dag 3 was. Dit zou kunnen worden veroorzaakt door een systematisch verschil in de toename van de spreiding in EPS tussen zomer en winter.



Figuur 9a. Brier Skill Scores van de PoP24 voor De Bilt als functie van de voorspeltermijn voor de vier beschikbare verwachtingsmethoden (zomer 2000). [boven]

Figuur 9b. Als figuur 9a voor de bias. [onder]



Figuur 9c. Als figuur 9a voor de winter 2001. Dit betreffen de operationele vergelijkingen. [boven]

Figuur 9d. Als figuur 9b voor de winter 2001. [onder]

6 Samenvatting en aanbevelingen

Dit rapport beschrijft de ontwikkeling van nieuwe overschrijdingskansen voor neerslag ten behoeve van de meerdaagse gidsverwachting. Naast het feit dat de vergelijkingen afgeleid zijn op een veel recentere data set is er ten opzichte van de oude meerdaagse neerslagkansverwachtingen een aantal veranderingen doorgevoerd. Allereerst zijn er nu aparte gidsvergelijkingen voor de 6 hoofdstations, vergeleken met alleen voor De Bilt in de oude situatie. Daarnaast geldt de PoP24 verwachting nu voor de periode van 00-24 UTC i.p.v. voor 18-18 UTC. Ten slotte is er een groot verschil wat betreft de keuze van de predictoren. Omdat de EPS data inmiddels veel eerder in de nacht gedissemineerd worden hebben we bij de afleiding van de vergelijkingen uitgebreid gebruik kunnen maken van EPS-predictoren. Hiermee is dus de situatie ondervangen dat er soms een discrepantie bleek te ontstaan tussen de gidsverwachting en de EPS pluim voor de neerslag. Voor de nieuwe gids geldt dus dat relevante informatie uit de neerslagpluim, voor zover significant, geïncorporeerd is in de gids. Naast de gidsvergelijkingen met EPS-predictoren is er alleen voor De Bilt ook een set vergelijkingen afgeleid zonder EPS-predictoren. Deze set dient als backup in het geval EPS niet of te laat binnenkomt.

De hier beschreven gids is afgeleid op de periode half december 1996 tot half oktober 1999 en gestratificeerd in een “zomer-” en een “winter”halfjaar. De vergelijkingen zijn getest op de corresponderende “seizoenen” in het daaropvolgende jaar. De meeste verificatieresultaten die hier gepresenteerd zijn hebben betrekking op dit jaar. Deze verificatie was van dien aard dat besloten is de vergelijkingen operationeel te maken. Alvorens dat te doen zijn de coëfficiënten geüpdate (zonder de keuze van de predictoren te veranderen) op de periode half december 1997 tot half oktober 2000. Inmiddels is van deze “operationele” vergelijkingen de winter geverifieerd op 2000/2001. Ook hiervan zijn enkele resultaten gepresenteerd.

Bij het afleiden van de vergelijkingen bleek in alle gevallen dat het toelaten van predictoren uit de EPS-run een toegevoegde waarde biedt boven het toelaten van predictoren uit alleen de deterministische run van ECMWF: Tests op de afhankelijke dataset resulteerden in hogere Brier Skill Scores (BSS) voor de gidsvergelijkingen met EPS-predictoren. In veel vergelijkingen werd een EPS-predictor als eerste, meest belangrijke, predictor opgenomen. De onafhankelijke verificatiecijfers laten maar kleine verschillen zien tussen de vergelijkingen met en zonder EPS-predictoren. Wat hierbij een rol kan spelen is dat overcorrectie van de positieve bias van EPS kan hebben geresulteerd in een negatieve bias over de verificatieperiode. In de uiteindelijke operationele vergelijkingen is ook de data van het verificatiejaar opgenomen (niet voor de zomer) waardoor dit nadelige effect waarschijnlijk minder zal zijn. Verificatie van de operationele verwachtingen op de winter 2000/2001 gaf aanzienlijk betere resultaten dan de vergelijkingen zonder EPS-predictoren.

De nieuw ontwikkelde gidsen lijken een beter bruikbare PoP24 voor De Bilt te berekenen vergeleken met de neerslagkans uit de oude meerdaagse gids en de kans direct bepaald uit EPS. Voor de zomer van 2000 geldt dat de nieuwe gidsen beter scoren dan de oude gids en EPS. Gemiddeld gesproken worden de neerslagkansen iets onderschat door de drie gidsen en iets overschat door EPS. Voor de winter van 2001 zijn de onderlinge verschillen in BSS vrij klein. De onderschatting van de kans door de gidsen en de overschatting door EPS zijn echter groter dan in de zomer ervoor. Verificatiecijfers laten zien dat de kansverwachtingen voor de kuststations Vlissingen en De Kooy van mindere kwaliteit zijn dan die voor de landstations.

Het gegeven dat convectieve neerslag minder goed voorspelbaar is dan grootschalige neerslag heeft ook zijn weerslag op de verificatiecijfers. Verwachtingen voor de winter scoren i.h.a. hoger dan verwachtingen voor de zomer.

Het regionaliseren van de neerslagkansverwachting voor de meerdaagse termijn wordt als zinvol beschouwd. De predictorsets van de landstations en de kuststations blijken behoorlijk te verschillen. Ook voor de landstations onderling blijken de predictorsets soms behoorlijk te verschillen.

Met name de predictoren afkomstig uit het EPS zijn de laatste jaren nogal onderhevig geweest aan grote veranderingen. Maar ook andere predictoren ondergaan wijzigingen bij de introductie van nieuwe modelversies. Daarom is het aan te raden om de vergelijkingen, liefst jaarlijks, te “updaten”.

Dankbetuiging

Veel dank is verschuldigd aan Jeanette Onvlee, Cisco de Bruijn en Janet Wijngaard voor het kritisch doorlezen van een eerdere versie van dit manuscript.

Literatuur

Brelsford, W.M. and R.H. Jones, 1967: *Estimating probabilities*. Monthly Weather Review, Vol. 95, 570-576.

Buishand, T.A. en C.A. Velds, 1980: *Neerslag en Verdamping*. Klimaat van Nederland deel 1. KNMI publicatie.

Glahn, H.R., A.H. Murphy, L.J. Wilson, J.S. Jensenius jr, 1991: *Lectures presented at the WMO training workshop on the interpretation of NWP products in terms of local weather phenomena and their verification*. PSMP Report no. 34.

Kok, C.J., C.L.M. van Vliet, S. Kruizinga en H.G. Theihzen, 1993.: *Gidsverwachtingen*. KNMI rapport.

Kok, C.J. and C.L.M. van Vliet, 1995: *Specific Problems related to short term statistical guidance*. Extended abstracts of the first workshop on Statistical Adaptation Research, Wenen, 18-19 September 1995.

Kruizinga, S., 1979: *Objective classification of daily 500 mbar patterns*. In: Sixth conference on probability and statistics in atmospheric sciences., Banff, Alberta, Canada, AMS, 126-129.

Kruizinga, S. en A.H. Murphy, 1983: *Use of an Analogue procedure to formulate objective probabilistic temperature forecasts in the Netherlands*. Monthly Weather Review, Vol. 111, 2244-2254.

Kruizinga, S., 2000: *Toepasbaarheid van de neerslagkansen uit de Meerdaagse Gids voor waarneemperiode 00-24 UTC en voor andere locaties binnen Nederland*. Niet gepubliceerd document. KNMI.

Murphy, A.H., 1973: *A new vector partition of the probability score*. J. Appl. Meteorol., 12, 595-600.

Wijngaard, J., K. Kok en D. Vogelezang, 1998: *Introductie van nieuwe temperatuurvergelijkingen in de Korte Termijn Gids*. KNMI memorandum WM 98-10.

Wilks, D. 1995: *Statistical Methods in the Atmospheric Sciences*. Academic Press.

APPENDIX A

Tabel A geeft een overzicht van de periodes die zijn gebruikt voor de ontwikkeling en onafhankelijke verificatie van de regressievergelijkingen. Hierbij is onderscheid gemaakt tussen zomer- en winterperiode en tussen de vergelijkingen waarin wel/geen predictoren gebaseerd op EPS zijn toegelaten.

Wintervergelijkingen met EPS

	Begindatum	Einddatum	# gevallen	# halve jaren
Afhankelijk	20/12/1996	15/4/1999	481	3
Onafhankelijk	16/10/1999	15/4/2000	183	1
Operationeel	20/12/1996	15/4/2000	664	4
Onafhankelijk	16/10/2000	15/4/2001	183	1*

Wintervergelijkingen zonder EPS

	Begindatum	Einddatum	# gevallen	# halve jaren
Afhankelijk	16/10/1996	15/4/1999	546	3
Onafhankelijk	16/10/1999	15/4/2000	183	1
Operationeel	16/10/1996	15/4/2000	729	4
Onafhankelijk	16/10/2000	15/4/2001	183	1*

*) Alleen gebruikt voor de verificatie van de operationele vergelijkingen, zie ook hoofdstuk 5.

Zomervergelijkingen met EPS

	Begindatum	Einddatum	# gevallen	# halve jaren
Afhankelijk	16/4/1997	15/10/1999	549	3
Onafhankelijk	16/4/2000	15/10/2000	183	1
Operationeel	16/4/1997	15/10/1999	549	3

Zomervergelijkingen zonder EPS

	Begindatum	Einddatum	# gevallen	# halve jaren
Afhankelijk	16/4/1997	15/10/1999	549	3
Onafhankelijk	16/4/2000	15/10/2000	183	1
Operationeel	16/4/1997	15/10/2000	729	4

Tabel A. Specificatie van gebruikte periodes voor de ontwikkeling en verificatie van de regressievergelijkingen.

APPENDIX B

Predictor type	Nr.	Code	Beschrijving	
Directe model uitvoer	1	GH500	Geopotentiële hoogte 500 hPa	
	2	GH700	Geopotentiële hoogte 700 hPa	
	3	GH850	Geopotentiële hoogte 850 hPa	
	4	R500	Relatieve vochtigheid 500 hPa	
	5	R700	Relatieve vochtigheid 700 hPa	
	6	VO500	Vorticiteit 500 hPa	
	7	VO925	Vorticiteit 925 hPa	
	8	DIV500	Divergentie 500 hPa	
	9	U850	U-component 850 hPa	
	10	V500	V-component 500 hPa	
	11	V10m	V-component 10meter	
	12	CP	Convectieve neerslag (12uur accumulatie)	
Afgeleide model uitvoer	13	FF250	Windsnelheid 250 hPa	
	14	FF300	Windsnelheid 300 hPa	
	15	FF850	Windsnelheid 850 hPa	
	16	ABSV500	Absolute waarde V-component 500 hPa	
	17	ABSV850	Absolute waarde V-component 850 hPa	
	18	ABSV10	Absolute waarde V-component 10meter	
	19	AW1008	Warmte advectie 1000-850 hPa	
	20	AW1005	Warmte advectie 1000-500 hPa	
	21	TA3050	Temperatuuradvectie 300-500 hPa (APL+)	
	22	SQTF250	Square-root (FF250)	
	23	SQRTTP	Square-root (Total precipitation)	
	24	TCCTWA	$(X(T-12)+2X(T)+X(T+12))/4$ X=Tot.cid.cover	
	25	LCL850	Lifting condensation lvl vanaf 850hPa (APL+)	
	26	BOYDEN	Boydenindex (APL+)	
	27	SVO300	Shear vorticiteit 300 hPa (APL+)	
	28	DF8570C	Gecategoriseerd vochtdeficiet * (APL++)	
	29	DFBIN	Vochtdeficietparameter ** (APL++)	
	Speciale predictoren	30	SIN1	SIN(1*DTG)
		31	SIN2	SIN(2*DTG)
32		COS2	COS(2*DTG)	
Analogen	33	ANW010	Percentage wind ≥ 4 Bft	
	34	ANW018	Aantal keer $1.5 \leq RR1818 < 4.5$ mm	
	35	ANW022	Aantal keer RSD $> 0\%$	
P27 scores ***	36	SC1_1	P27 Score1 -12	
	37	SC1_2	P27 Score1 +12	
	38	SC2_1	P27 Score2 -12	
	39	SC2_2	P27 Score2 +12	
	40	SC3_1	P27 Score3 -12	
	41	SC3_2	P27 Score3 +12	
EPS	42	RRGE50	Percentage leden ≥ 5.0 mm (12 uursom)	
	43	P24B00	Percentage leden > 0.0 mm (00-24 UTC)	
	44	P24B15	Percentage leden ≥ 1.5 mm (00-24 UTC)	
	45	P24B50	Percentage leden ≥ 5.0 mm (00-24 UTC)	
	46	SQRRENS	Square-root (RRENS) ****	

Tabel B1. Overzicht van predictoren welke in minstens 1 regressievergelijking worden gebruikt.

*** DF8570C**

DF8570 is het vochtdeficiet in kg/m^3 tussen 850 en 700 hPa. Vervolgens wordt dat als volgt gecategoriseerd ter bepaling van DF8570C:

$$0 < \text{DF8570} < 2 \quad \rightarrow \text{DF8570C}=0$$

$$2 \leq \text{DF8570} < 4 \quad \rightarrow \text{DF8570C}=1$$

$$4 \leq \text{DF8570} < 6 \quad \rightarrow \text{DF8570C}=2$$

$$6 \leq \text{DF8570} < 8 \quad \rightarrow \text{DF8570C}=3$$

$$8 \leq \text{DF8570} < 10 \quad \rightarrow \text{DF8570C}=4$$

$$10 \leq \text{DF8570} < 12 \quad \rightarrow \text{DF8570C}=5$$

$$12 \leq \text{DF8570} \quad \rightarrow \text{DF8570C}=6$$

**** DFBIN**

$$\ln(\text{DF8570} + 1) \geq 1.5 \quad \rightarrow \text{DFBIN}=0$$

$$\ln(\text{DF8570} + 1) < 1.5 \quad \rightarrow \text{DFBIN}=1$$

*** De P27 scores zijn geldig voor 00UTC. De gidsvergelijkingen zijn geldig rondom 12 UTC. De toevoegingen -12 en +12 geven aan of de score van 12 uur eerder of later is gebruikt.

****** RRENS**

Gemiddelde neerslag (12h-som) over 50 leden plus controle-run (in 0.1mm)

WINTER

	+48	+72	+96	+120	+144
235	24 34 39 44 45	24 34 39 44 45	24 34 39 44 45	24 34 39 44 45	24 34 39 44 45
260	1 15 23 24 34 44	24 25 34 44 45	24 25 33 44 45	24 31 33 44 *	22 26 36 40 41 45
260*	4 6 19 23 24 34	4 6 19 23 24 34	6 19 23 24 34	4 6 19 23 24 34	14 16 34 36 38
280	1 15 23 24 34 44	24 25 34 44 45	24 25 34 44 45	24 25 34 44 45	24 25 34 44 45
290	1 15 23 44	24 25 34 44 45	24 25 34 44 45	15 25 31 33 37 44	9 27 31 44
310	18 30 34 44 45	18 25 30 33 44	9 20 23 34 44	24 31 34 44	34 39 44 45
380	1 9 19 23 44	1 9 19 23 44	1 9 19 23 44	9 24 44 45	19 40 44

* $\geq 5.0\text{mm}$: 9 34 44 45

* geen EPS predictoren

Tabel B2. Opgenomen predictoren per station en forecasttijd voor de wintervergelijkingen. Voor de betekenis van de getallen wordt verwezen naar Tabel B1. De predictoren zijn hetzelfde voor alle overschrijdingskansen tenzij anders is aangegeven.

ZOMER

	+48	+72	+96	+120	+144
235	23 24 31 38 44	24 38 44 45	32 34 36 44 46	10 31 32 35 44 45	16 31 32 34 42 44
260	24 34 39 44	24 31 34 39 44 46	24 34 44	31 34 44	31 34 44
260*	3 5 9 12 23	3 5 7 9 23	3 5 9 23 39	3 9 28 33 39	3 9 28 33 39
280	24 34 39 44	24 31 34 39 44 46	24 34 44	31 34 44	31 34 44
290	24 34 49 44	24 31 34 39 44 46	31 32 34 41 44	31 34 44	31 34 44
310	1 17 24 44	2 13 16 26 34 44	2 13 16 26 34 44	2 13 31 34 44	2 13 31 34 44
380	16 20 24 34 45	21 24 29 34 44	21 24 29 34 44	11 17 20 24 34 44 *	11 17 20 24 34 44 *

* geen EPS predictoren

* $\geq 5.0\text{mm}$: 20 24 31 34
37 45

Tabel B3. Als Tabel B2, maar dan voor de zomervergelijkingen.

APPENDIX C

In deze Appendix worden kort de verificatiegrootheden welke in dit rapport zijn gebruikt beschreven.

Bias

De bias is gedefinieerd als het verschil tussen de gemiddelde verwachte kans en de opgetreden frequentie

$$Bias = \overline{p_f} - \overline{p_o}$$

Hierin is p_f de verwachte kans en p_o de waarneming van de gebeurtenis. De gebeurtenis treedt wel ($p_o=1$) of niet ($p_o=0$) op. De bias geeft aan of het model gemiddeld gesproken de kans op een gebeurtenis overschat ($Bias > 0$) of onderschat ($Bias < 0$) t.o.v. de opgetreden frequentie.

Brier Score

Een veel gebruikte maat om kansen op een gebeurtenis te verifiëren is de Brier Score (BS). De Brier Score is de gemiddelde kwadratische fout van alle verwachte kansen op een gebeurtenis, analoog aan de Mean Square Error voor deterministische verwachtingen.

$$BS = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N (p_f - p_o)^2$$

De BS is negatief georiënteerd met $BS=0$ voor een perfecte verwachting en $BS=1$ voor de slechtst mogelijke verwachting.

Brier Score decompositie

De Brier Score kan worden uiteengehaald in drie termen die gezamenlijk meer specifieke informatie kunnen geven over de kwaliteit van de kansverwachting (Murphy, 1973). Let wel dat deze drie termen afhankelijk zijn van het aantal bins waarin men de kansverwachting heeft opgesplitst om te verifiëren.

$$BS = \text{Reliability} - \text{Resolutie} + \text{Uncertainty}$$

De *reliability* (betrouwbaarheid) heeft een negatieve oriëntatie en geeft aan in hoeverre de verwachte kansen (gewogen per bin) overeen komen met de opgetreden frequentie van de gebeurtenis. Indien voor alle bins deze twee hetzelfde zijn geeft dat de beste reliability (i.e. gelijk aan 0).

De *resolutie*-term heeft een positieve oriëntatie en meet het “oplossend vermogen” van het kansverwachtingsmodel. De resolutie waardeert het vermogen van het model om subsets te genereren die waargenomen frequenties te zien geven die veel afwijken van de klimatologie van de totale set.

De derde term tenslotte is de *uncertainty*, welke is gerelateerd aan de sample-klimatologie. Als de gebeurtenis nooit of altijd optreedt is de onzekerheid het kleinst

(i.e. gelijk aan 0). Is de sample-klimatologische kans echter 50% dan is de onzekerheidsterm maximaal (i.e. gelijk aan 0.25). Merk op dat de uncertainty alleen bepaald wordt door de waarnemingen; het model heeft er geen invloed op! De Brier Score decompositie wordt uitvoerig besproken in Wilks (1995).

Brier Skill Score

De Brier Score van een verwachtingssysteem wordt vaak vergeleken met die van een referentiesysteem en uitgedrukt in een skill score. Voor de BS is dit de Brier Skill Score (BSS):

$$BSS = \frac{BS - BS_{ref}}{BS_{perf} - BS_{ref}} = 1 - \frac{BS}{BS_{ref}},$$

aangezien $BS_{perf} = 0$. Gewoonlijk wordt voor de referentieverwachting de klimatologische kans op de gebeurtenis gebruikt. Een positieve skill houdt dan in dat het model beter scoort dan de klimatologie. De BSS wordt meestal in procenten uitgedrukt en is maximaal 100%.

Reliabilitydiagram

Het reliabilitydiagram is een veel gebruikte manier om een kansverwachting te verifiëren/analyseren. Het is vergelijkbaar met een gewoon scatterdiagram, maar dan speciaal voor kansen. Het biedt in grote mate van detail inzicht in de prestaties van het kansverwachtingssysteem. In een reliabilitydiagram worden alle verwachte kansen in bins gegroepeerd (op de x-as). Per bin wordt dan het percentage berekend hoe vaak er daadwerkelijk de gebeurtenis is opgetreden (op de y-as). In het ideale geval liggen de punten voor alle bins op de diagonaal. Bijvoorbeeld bij een verwachting van 30% zal dan ook daadwerkelijk in 30% van die verwachtingen neerslag optreden. Is dit niet het geval dan is er sprake van over- of onderschatting van de gebeurtenis voor die bin. De getallen bij de punten in het diagram geven het aantal verwachtingen dat de desbetreffende bin bevat. Het diagram bevat verder vaak een horizontale stippellijn die de gemiddelde kans van alle verwachtingen representeert (sample klimatologie) en soms ook een verticale stippellijn die de langjarige klimatologische kans weergeeft. Een reliabilitydiagram wordt meestal gebruikt in combinatie met een relatieve forecast distributie (RFD), de figuur in de rechterbovenhoek. Deze toont de verdeling van de verwachtingen over de bins (de getallen bij de punten in het diagram geven overigens dezelfde informatie). Verder geeft de verticale stippellijn in de RFD de langjarige klimatologische kans weer.

Een gebruiker van de gids kan met een reliabilitydiagram dus specifieker bepalen wat hij/zij vindt van de kwaliteit van het systeem dan wanneer alleen een bias en een Brier Skill Score worden gegeven.

OVERZICHT VAN KNMI-PUBLICATIES, VERSCHENEN SEDERT 2000

KNMI-PUBLICATIE MET NUMMER

- 186-II Rainfall generator for the Rhine Basin: multi-site generation of weather variables by nearest-neighbour resampling / T. Brandsma a.o.
- 186-III Rainfall generator for the Rhine Basin: nearest-neighbour resampling of daily circulation indices and conditional generation of weather variables / Jules J. Beersma and T. Adri Buishand
- 186-IV Rainfall generator for the Rhine Basin: multi-site generation of weather variables for the entire drainage area / Rafal Wójcik, Jules J. Beersma and T. Adri Buishand
- 188 SODA workshop on chemical data assimilation: proceedings; 9-10 December 1998, KNMI, De Bilt, The Netherlands
- 189 Aardbevingen in Noord-Nederland in 1998: met overzichten over de periode 1986-1998 / [Afdeling SO]
- 190 Seismisch netwerk Noord-Nederland / [afdeling Seismologie]
- 191 Het KNMI-programma HISKLIM (HIStorisch KLIMAat) / T. Brandsma, F. Koek, H. Wallbrink, G. Können
- 192 Gang van zaken 1940-48 rond de 20.000 zoekgeraakte scheepsjournalen / Hendrik Wallbrink en Frits Koek
- 193 Science requirements document for OMI-EOS / contr. by R. van der A .. [et al.] **(limited distribution)**
- 194-1 De zonsverduistering van 11 augustus 1999, deel 1: de waarnemingen van het gedrag van flora en fauna / J. Kuiper, m.m.v. Guus Kauffeld
- 195 An optimal infrasound array at Apatity (Russian Federation) / Láslo Evers and Hein Haak **(limited distribution)**
- 196-I Rainfall Generator for the Meuse Basin: simulation of 6-hourly rainfall and temperature for the Ourthe catchment / Rafal Wójcik and T. Adri Buishand

TECHNISCH RAPPORT = TECHNICAL REPORT (TR)

- 222 NPK-TIG oefendag 16 december 1998 / G.T. Geertsema, H. van Dorp e.a.
- 223 Golfhoogteverwachtingen voor de Zuidelijke Noordzee: een korte vergelijking van het ECMWF-golfmodel (EPS en operationeel), de nautische gidsverwachting, Nedwam en meteoroloog / D.H.P. Vogelezang, C.J. Kok
- 224 HDFg library and some hdf utilities: an extention to the NCSA HDF library user's manual & reference guide / Han The
- 225 The Deelen Infrasound Array: on the detection and identification of infrasound / L.G. Evers and H.W. Haak
- 226 2D Variational Ambiguity Removal / J.C.W. de Vries and A.C.M. Stoffelen
- 227 Seismo-akoestische analyse van de explosies bij *S.E. Fireworks*; Enschede 13 mei 2000 / L.G. Evers e.a.
- 228 Evaluation of modified soil parameterization in the ECMWF landsurface scheme / R.J.M. Ijpelaar
- 229 Evaluation of humidity and temperature measurements of Vaisala's HMP243 plus PT100 with two reference psychrometers / E.M.J. Meijer
- 230 KNMI contribution to the European project WRINCLE: downscaling relationships for precipitation for several European sites / B.-R. Beckmann and T.A. Buishand
- 231 The Conveyor Belt in the OCCAM model: tracing water masses by a Lagrangian methodology / Trémour Balbous and Sybren Drijfhout
- 232 Analysis of the Rijkooort-Weibull model / Ilja Smits
- 233 Vectorization of the ECBilt model / X. Wang and R.J. Haarsma
- 234 Evaluation of a plant physiological canopy conductance model in the ECMWF land surface scheme / J. van de Kasstele
- 235 Uncertainty in pyranometer and pyrhelimeter measurements at KNMI in De Bilt / J.S. Henzing and W.H. Knap
- 236 Recalibration of GOME spectra for the purpose of ozone profile retrieval / Ronald van der A
- 237 Tracing water masses in the Atlantic / Yann Friocourt and Siebren Drijfhout
- 238 Klimaat voor Amsterdam Airport Schiphol / A. Smits
- 239 Seismische analyse van de aardbevingen bij Alkmaar op 9 en 10 september en Bergen aan Zee op 10 oktober 2001 / H.W. Haak, B. Dost, F.H. Goutbeek
- 240 EBEX-2000: the KNMI/WAU contribution / W. Kohsiek, E.W. Meijer, P.J.B. Versteeg, O.K. Hartogensis, a.o.
- 241 Ontwikkeling gidsvergelijkingen voor meerdaagse neerslagkansen / D. Vogelezang en K. Kok

WETENSCHAPPELIJK RAPPORT = SCIENTIFIC REPORT (WR)

- 00-01 A model of wind transformation over water-land surfaces / V.N. Kudryavtsev et al.
- 00-02 On the air-sea coupling in the WAM wave model / D.F. Doortmont and V.K. Makin.
- 00-03 Salmon's Hamiltonian approach to balanced flow applied to a one-layer isentropic model of the atmosphere / W.T.M. Verkley
- 00-04 On the behaviour of a few popular verification scores in yes-no forecasting / C.J. Kok
- 01-01 Hail detection using single-polarization radar / Iwan Holleman
- 01-02 Comparison of modeled ozone distributions with ozonesonde observations in the tropics / Rob Put
- 01-03 Impact assessment of a doppler wind lidar in space on atmospheric analyses and numerical weather prediction / G.J. Marseille, A. Stoffelen, F. Bouttier, C. Cardinali, S. de Haan and D. Vasiljevic.

