



# Verificatie TAF en TREND

*Hans van Bruggen*

Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut



Technical report = technisch rapport; TR - 217

De Bilt, 1999

PO Box 201  
3730 AE De Bilt  
Wilhelminalaan 10  
De Bilt  
The Netherlands  
Telephone + 31(0)30-220 69 11  
Telefax + 31 (0)30-221 04 07

Author: H. van Bruggen  
KNMI Schiphol

UDC: 551.509.58  
551.509.15  
656.7

ISSN: 0169-1708

ISBN: 90-369-2155-4



# Verificatie TAF en TREND

Hans van Bruggen

Schiphol, oktober 1998

## INHOUD

1.	Inleiding	I
2.	Verificatiemethode	I
3.	Resultaten	6
	3.1. Verificatie LMD-stations	6
	3.1.1. TAF	7
	3.1.1.1. Zicht	7
	3.1.1.2. Wolkenbasis	18
	3.1.1.3. Windrichting	28
	3.1.1.4. Windsnelheid	35
	3.1.2. TREND	43
	3.1.2.1. Zicht	43
	3.1.2.2. Wolkenbasis	48
	3.1.3. Vergelijking korte TAF en TREND	53
	3.2. Verificatie buitenland	56
	3.2.1. Zicht	57
	3.2.2. Wolkenbasis	66
	3.3. Samenvatting en conclusies	74
4.	Vervolg	79
5.	Literatuur	79

## 1. INLEIDING

Er is geen twijfel over mogelijk dat kennis van de kwaliteit van de produkten die er binnen de LMD gemaakt worden zeer belangrijk is, zowel voor interne doeleinden als ook voor de klant. Tot voor kort is er slechts weinig of niets aan die verificatie gedaan. Om daar verandering in te brengen is er enkele jaren geleden het project "TAF/TREND verificatie" gestart om duidelijkheid te krijgen over de kwaliteit van de TAF (zowel de korte als de lange) en de TREND. Gekozen is voor deze produkten aangezien het om zeer belangrijke verwachtingen gaat en ze relatief makkelijk te verifiëren zijn in vergelijking met andere produkten die door de LMD worden geproduceerd.

De resultaten die in dit rapport beschreven zijn betreffen de verificatie van alle vliegvelden in Nederland waarvoor de LMD TAF's en TREND's maakt: Schiphol, Rotterdam, Groningen en Maastricht-Aachen. Van de weerselementen die in de TAF en de TREND genoemd worden zijn de belangrijkste geverifieerd. Het betreft het zicht, de wolkenbasis, de windrichting en de windsnelheid. Naast vergelijking tussen de LMD-stations onderling is ook gekeken naar de winst, oftewel de meerwaarde die de meteoroloog kan behalen ten opzichte van persistentie (=het weer verandert niet).

Om te zien hoe de resultaten van de LMD zich verhouden tot het buitenland zijn de resultaten ook vergeleken met TAF's en TREND's die voor een aantal vliegvelden in ons omringende landen worden gemaakt.

Het meeste dat in dit eindrapport besproken wordt is reeds tijdens de looptijd van het project verschenen op INTRANET en in de vorm van tussenrapporten. Via INTRANET zijn de verificatieresultaten te vinden onder WA --> Luchtvaartmeteorologische Dienst --> verificatie TAF/TREND.

In hetgeen hierna volgt zal allereerst de verificatiemethode uit de doeken gedaan worden die gebruikt is. In het daarop volgende hoofdstuk zullen de resultaten besproken worden. Tot slot worden conclusies gegeven en worden de belangrijkste bevindingen samengevat.

## 2. VERIFICATIEMETHODE

Een belangrijk onderdeel bij de verificatie is de bepaling van een goede verificatiemethode. Om een goede verificatiemethode te vinden is het noodzakelijk om eerst vast te stellen waaraan zo'n verificatiemethode moet voldoen en te bepalen waarvoor geverifieerd wordt.

Er kan een onderscheid gemaakt worden tussen verificatie voor interne doeleinden en verificatie ten behoeve van een klant. Aangezien elke gebruikersgroep anders omgaat met de TAF en de TREND zal in principe voor elke gebruikersgroep de verificatie apart moeten worden uitgevoerd. Daarbij is het nodig om te weten hoe de klant precies omgaat met de TAF en de TREND; het gaat daarbij in het bijzonder om de behandeling van veranderingsgroepen (BECMG, TEMPO).

Bij verificatie voor interne doeleinden moet nog de splitsing gemaakt worden tussen korte termijn en lange termijn verificatie. Als gesproken wordt over korte termijn verificatie dan moet gedacht worden aan verificatie over een periode van hooguit enkele dagen. Met zo'n systeem is het mogelijk voor de meteoroloog om op objectieve wijze te constateren hoe goed de TAF's waren die hij gisteren heeft opgesteld.

Lange termijn verificatie is verificatie over een periode van maanden of jaren. Aan de hand van deze verificatie is het mogelijk om verschillende vliegvelden met elkaar te vergelijken en om bijvoorbeeld het effect te zien van veranderingen in de dienstuitvoering. Ook valt hieruit te constateren op welke terreinen gewerkt moet worden om verbeteringen in de verwachting te realiseren. In de nabije toekomst zal deze methode ook gebruikt worden om de door de meteoroloog opgestelde TAF's te vergelijken met automatisch geproduceerde TAF's (first

guess TAF). De verificatie die in dit rapport wordt besproken betreft het laatstgenoemde type verificatie, oftewel de “lange termijn verificatie”.

De hier beschreven methode is in principe ook toepasbaar op afzonderlijke TAF's zodat deze methode ook gebruikt kan worden voor de “korte termijn verificatie”.

In tegenstelling tot veel andere verwachtingen die gemaakt worden binnen het KNMI is het in de TAF en TREND mogelijk om meerdere waarden te geven die geldig kunnen zijn op één tijdstip (met behulp van veranderingsgroepen). Verificatie van de TAF en TREND is dan ook veel minder eenvoudig dan verificatie van bijvoorbeeld de maximumtemperatuur of de windverwachting op K1 3. Simpel het berekenen van bijvoorbeeld de gemiddelde fout is bij de TAF niet mogelijk.

Aan welke eisen moet een verificatiesysteem voor de TAF en TREND bij voorkeur voldoen? Hieronder volgt een opsomming:

1. een klein verschil tussen verwachting en waarneming is minder erg dan een grote afwijking tussen waarneming en werkelijkheid. Bijvoorbeeld: indien 4000 meter wordt waargenomen dan is een verwachting van 2000 meter “minder fout” dan wanneer de verwachting 0800 meter was geweest.
2. de score mag niet beïnvloedbaar zijn door de TAF of TREND op een slimme manier op te schrijven, terwijl het produkt daardoor minder bruikbaar is voor de klant
3. bij zicht en wolkenbasis wordt eigenlijk een verwachting gegeven dat deze elementen zich in een bepaalde klasse bevinden. De klassegrenzen zijn opgelegd door nationale en internationale (ICAO) afspraken beschreven in het LMD document “Speci/Special/TAF/TREND criteria”. De score die berekend wordt uit de verificatiemethode moet zoveel mogelijk onafhankelijk zijn van de klasseindeling.
4. zowel de hoofdgroep als de veranderingsgroepen in de TAF (bv BECMG, PROB40) worden geverifieerd
5. op de juiste manier omgaan met de TEMPO-groep, zoals beschreven in ANNEX 3.

## RPS

Een verificatiemethode voor TAF en TREND die aan alle bovenstaande eisen voldoet bestaat (waarschijnlijk) niet. Een methode die nog het meest in aanmerking komt is de Ranked Probability Score (RPS), zoals is gebleken uit literatuurstudie. Deze methode is niet speciaal ontwikkeld voor de verificatie van de TAF maar is een algemeen bruikbare methode voor verwachtingen waarbij kansen worden gegeven op het optreden van klassen. Met een kleine aanpassing is deze methode ook bruikbaar voor elementen die niet in klassen zijn opgedeeld oftewel voor continue variabelen zoals de windsnelheid en de windrichting.

De RPS voldoet in ieder geval aan de eerste en de vierde eis zoals die hiervoor zijn opgesomd. Verder is de methode minder gevoelig voor verandering van de klasseindeling in vergelijking met een aantal andere methoden. Bovendien geldt voor de methode dat indien de meteoroloog bepaalde kansen voor elke categorie in gedachte heeft dat dan de beste lange termijn strategie is om die kansverdeling te verwachten in plaats van dat de meteoroloog zich gaat indekken of gaat gokken.

De RPS is als volgt gedefiniëerd:

$$RPS = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{1}{K-1} \left( \sum_{k=1}^K (F_{ik} - O_{ik})^2 \right)$$

waarin N = aantal verwachtingen (eigenlijk aantal waarnemingen gebruikt bij de verificatie)

K = aantal klassen

F = cumulatieve kans verwachting tot en met klasse k

O = cumulatieve kans waarneming tot en met klasse k

$$F_{ik} = \sum_{i=1}^k f_{in} \quad \text{waarin } f_{in} = \text{verwachting n: kans op klasse } i$$

$$O_{ik} = \sum_{i=1}^k o_{in} \quad \text{waarin } o_{in} = \text{waarneming n: kans op klasse } i \text{ (0 of 1)}$$

Formulering: De RPS is de genormeerde integraal van het kwadratische verschil tussen de verwachte en de waargenomen cumulatieve kansverdelingen. De waargenomen cumulatieve kans is 0 voor alle klassen kleiner dan de waargenomen klasse en gelijk aan 1 voor de waargenomen klasse en alle hogere klassen.

De lezer die voor het eerst kennismaat met de RPS zal het na het lezen van de formulering niet meteen duidelijk zijn wat de RPS nu precies inhoudt. Belangrijk is echter om het gedrag van de RPS te weten:

Indien de verwachting en het opgetreden weer zich in dezelfde klasse bevinden is de score 0. Indien de laagste klasse wordt verwacht en de hoogste klasse treedt op (of andersom) dan is de score maximaal, namelijk 1. Hoe beter de verwachting hoe lager de RPS.

Indien in de verwachting niet slechts aan 1 klasse een kans van 100% wordt toegekend, maar aan meerdere klassen kansen worden gegeven, dan is het niet meer mogelijk om een RPS van nul te behalen, ook niet als de waarneming zich in één van de klassen bevindt die de meteoroloog als mogelijkheid had aangegeven. Hoe groter de onzekerheid in de verwachting, des te groter zal ook de RPS worden.

Om een wat beter idee te geven van de RPS zijn in tabel 2.1 een aantal voorbeelden opgenomen voor de situatie dat de RPS wordt toegepast op de TAF of TREND. In dit geval gaat het om een zichtverwachting. Afhankelijk van de verwachting die op een bepaald tijdstip in de TAF geldig is worden de RPS waarden gegeven voor elke mogelijke zichtklasse die waargenomen kan worden. Indien op een bepaald moment in de TAF slechts één klasse wordt verwacht dan geeft de RPS aan hoeveel klassen de verwachting afwijkt van de waargenomen klasse. In de voorbeelden in de tabel is dat 0,2 per klasse. De maximale afwijking is 5 klassen oftewel een RPS van 1,0. De wijze waarop bij de berekening van de RPS wordt omgegaan met de veranderingsgroepen (bv BECMG, TEMPO) wordt hieronder vermeld.

### Veranderingsgroepen

Gebruik van RPS als verificatiemethode voor de TAF en de TREND betekent dat de verwachting omgezet moet worden naar een kansverwachting. In de tabel en bij de verificatie zijn de volgende veronderstellingen gedaan voor wat betreft de veranderingsgroepen.

- PROB40, PROB30  
Deze groepen leveren de minste problemen op. De klasse die betrekking heeft op deze groep krijgt een kans van 40, resp 30% toegewezen.

Tabel 2.1: RPS waarden afhankelijk van de waargenomen zichtklasse voor verschillende verwachtingen

verwachting	waarneming					
	0-700	800-1400	1500-2900	3000-4900	5000-7000	≥8000
9999	1,00	0,80	0,60	0,40	0,20	0,00
6000	0,80	0,60	0,40	0,20	0,00	0,20
9999 becmg 6000	0,85	0,65	0,45	0,25	0,05	0,05
9999 tempo 3500	0,83	0,63	0,43	0,23	0,13	0,03
9999 becmg 6000 tempo 3500	0,74	0,54	0,34	0,14	0,04	0,09
9999 becmg 6000 tempo 3500 prob30 tempo 1000	0,66	0,46	0,29	0,12	0,05	0,11
2000 prob40 0600	0,14	0,10	0,06	0,26	0,46	0,66

- TEMPO

Er moet een vast kanspercentage voor de TEMPO worden gekozen. Theoretisch als er in de TAF een TEMPO-groep wordt opgenomen dan maakt het niet uit of de in de TEMPO-groep genoemde waarden slechts 1 minuut voorkomen of 50% van de tijd (mits voldaan aan de eis dat de waarden in de TEMPO-groep steeds maximaal 1 uur onafgebroken voorkomt). In beide gevallen zou de TAF evengoed moeten scoren. Bij gebruik van de RPS als verificatiemethode is dat niet realiseerbaar. Bij de berekeningen is uitgegaan van een vast percentage, namelijk 25%.

Door de waarde voor het kanspercentage van TEMPO vast te leggen, liggen automatisch ook de kansen behorend bij PROB30 TEMPO en PROB40 TEMPO vast, respectievelijk 7,5% en 10%.

Indien gekeken wordt naar een lange periode zal deze waarde waarschijnlijk dichtbij het gemiddelde kanspercentage liggen. Verifiëren we over een lange periode (en dat doen we hier) dan blijkt bovendien de keuze van het percentage geen grote invloed te hebben op de resultaten.

- BECMG

Ook een BECMG-groep zal omgezet moeten worden naar een kansverwachting. Hier is gekozen om gedurende de periode dat een BECMG-groep geldig is gelijke kansen toe te kennen aan de klasse vóór de BECMG-groep, aan de klasse na de veranderingsgroep en aan de eventueel aanwezige tussenliggende klassen. Voorbeeld: in het geval van een zichtverwachting "9999 becmg 4000" geldt: 33,3% voor de klasse > 8 km, de klasse 5-8 km en de klasse 3-5 km. Indien op hetzelfde moment nog een andere groep geldig is dan resteert voor de klassen in de BECMG-groep een lager percentage. In bovenstaand voorbeeld met een PROB40-groep resteert voor de drie klassen elk 20%.

Om de RPS van de hele TAF of TREND te kunnen bepalen moeten in principe alle waarnemingen (zowel METAR's als SPECI's) die binnen de TAF/TREND-periode vallen gebruikt worden. Gebleken is dat het voor de verificatie over een lange termijn niets uitmaakt of de SPECI's wel of niet meegenomen worden. Aangezien het voor de berekening een stuk eenvoudiger is om de SPECI's niet bij de berekeningen te betrekken is alleen geverifieerd met behulp van de METAR's. Voor de resultaten van een afzonderlijke TAF of TREND maakt het uiteraard wel uit of de SPECI's wel of niet meegenomen worden.

### **Tijdsgrenzen veranderingsgroep**

In de TAF worden het begintijdstip en het eindtijdstip in hele uren aangegeven. Het is onbekend welk tijdstip uitgedrukt in minuten precies bedoeld wordt. Dit kan variëren van 30 minuten voor tot 30 minuten na het uur dat gegeven wordt in de veranderingsgroep. Bij de verificatie is daarom de tijdsperiode van de veranderingsgroep naar beide kanten "opgerekt" met een half uur. Vanwege de tijdstippen van de METAR's is gekozen voor 35 minuten voor het beginuur en 25 minuten na het einduur van de veranderingsgroep. Bij de TREND wordt dit niet gedaan aangezien daar wel in minuten nauwkeurig aangegeven kan worden in welke periode een verandering zal optreden.

Als in de TREND een BECMG-groep (zonder expliciete tijdsaanduiding) wordt gegeven dan wordt verondersteld dat tijdens de TREND-periode de kans op de klasse voor de veranderingsgroep even groot is als de kans op de klasse na de veranderingsgroep (en eventueel ook de kans op tussenliggende klassen indien aanwezig). Aan het eind van de periode (precies na 2 uur) wordt verondersteld dat de klasse die gegeven wordt na de veranderingsgroep bereikt is. Aan die klasse wordt 100% toegekend, aangenomen dat tegelijkertijd geen TEMPO-groep geldig is.

### **Persistentie en klimatologie**

Alleen de berekening van de gemiddelde RPS van de TAF of TREND over een bepaalde periode zegt niet zo veel. De waarden zullen bijvoorbeeld vergeleken moeten worden met een alternatieve verwachting. Een alternatieve verwachting die vaak gebruikt wordt is de persistentie. De meteoroloog zal op z'n minst beter moeten zijn dan de persistentie, anders



heeft het geen zin om een dure meteoroloog de verwachtingen te laten maken. Een persistentieverwachting kost immers niets. Voor elke TAF-periode is ook een persistentieverwachting gemaakt en geverifieerd met de METAR's die binnen de betreffende TAF vielen.

Een tweede mogelijkheid om de verwachting van de meteoroloog mee te vergelijken is de klimatologie. In dit rapport is alleen voor de korte TAF van Schiphol gedaan. Uitgangspunt is de klasse waarin het zicht zich bevindt op het moment dat de meteoroloog zijn verwachting opstelt. Afhankelijk van het tijdstip van de dag en de maand van het jaar kan dan uit klimatologische data berekend worden hoe groot de kans op elke zichtklasse over 1 uur, 2 uur etc is.

De kansverdeling van de klimatologie wordt voor ieder heel uur van de TAF bepaald. Van de kansverwachtingen wordt vervolgens de RPS berekend, door de kansverdelingen te vergelijken met de uurlijkse waarnemingen.

Wanneer deze verwachting vergeleken wordt met de verwachting van de meteoroloog in de vorm van een TAF of TREND dan moet wel enige voorzichtigheid betracht worden. Bij de klimatologie is het mogelijk om een zeer gedetailleerde kansverwachting te geven voor elke klasse en voor elk tijdstip. Bij de TAF en de TREND zijn die mogelijkheden veel beperkter, als gevolg van de code die gebruikt moet worden in die verwachtingen.

De vergelijking van de door de meteoroloog gemaakte TAF en TREND met persistentie en klimatologie vindt plaats door te berekenen wat de winst is van de TAF/TREND ten opzichte van persistentie, respectievelijk de klimatologie uitgedrukt in een percentage ( $1 - RPS_{TAF/TREND} / RPS_{PERS/KLIM}$ ).

## PWE

Bij de verificatie van de windrichting en de windsnelheid is het niet mogelijk om de RPS te gebruiken zoals bij zicht en wolkenbasis. De RPS is alleen toepasbaar indien er een kansverwachting wordt gegeven voor klassen. Bij de windrichting en de windsnelheid is daar geen sprake van. Voor die elementen worden kansen gegeven voor één of meerdere windrichtingen respectievelijk windsnelheden.

Voor deze weerselementen is daarom gekozen voor de PWE, de Probability Weighted Error. De PWE is afgeleid van de RPS.

Wiskundig gezien is de PWE af te leiden uit de RPS door het aantal klassen naar oneindig te laten gaan en niet te normeren. Normering bij de RPS houdt in dat de waarde slechts kan variëren tussen 0 en 1; bij de PWE is dat dus niet het geval. De eenheid van PWE berekend voor de windrichting en de windsnelheid is respectievelijk graden en knopen.

De eigenschappen die beschreven zijn voor de RPS zijn ook geldig voor de PWE.

Indien de verwachte windsnelheid overeenkomt met de waargenomen windsnelheid dan is de PWE gelijk aan nul. Hoe lager de PWE hoe beter. In het geval dat in de verwachting slechts één waarde wordt gegeven (met dus een kans van optreden van 100%) dan is de PWE niets anders dan het absolute verschil tussen verwachting en waarneming.

Indien meerdere waarden worden gegeven in de verwachting met bijbehorende kansen dan is het net als bij de RPS niet meer mogelijk om een score van nul te halen. Hoe groter de onzekerheid in de verwachting des te groter zal de PWE zijn indien de waarneming gelijk is aan één van de verwachte waarden.

Volgens de het LMD document "speci-/special-/taf-/trend-criteria" is het pas nodig om een veranderingsgroep in de windrichting te geven indien de windrichting minimaal 30 graden afwijkt. Voor de windsnelheid geldt een verandering van minimaal 10 knopen. In feite is er sprake van een klasseindeling afhankelijk van de gegeven waarden in de verwachting. Indien de meteoroloog een verandering verwacht van 20 graden in de windrichting dan zal hij die verandering vaak niet geven aangezien dat volgens de regels niet nodig is. Er valt dus wat voor te zeggen om een afwijking van 20 graden net zo goed te rekenen als geen afwijking, zoals dat ook bij het zicht gebeurt: indien 5000 meter wordt gegeven in de verwachting dan levert 7000 meter eenzelfde RPS op als 5000. In de huidige verificatie gebeurt dat dus niet. Vooral

bij de windsnelheid zou dit er toe leiden dat je vrijwel altijd goed scoort, immers een afwijking van 10 knopen is nog toegestaan. Om zoveel mogelijk één lijn te trekken is daar ook bij de windrichting van afgezien.

Bij het zicht en de wolkenbasis zijn bij het geven van BECMG in de TAF of TREND gelijke kansen toegekend aan de klasse voor de veranderingsgroep, aan de klasse na de veranderingsgroep en aan eventueel tussenliggende klassen. Bij de windrichting en windsnelheid is tijdens de BECMG-groep gekozen voor lineaire interpolatie tussen de waarde voor en de waarde na de veranderingsgroep. De belangrijkste reden hiervoor is dat indien slechts 1 waarde voor bijvoorbeeld windrichting wordt gegeven er ook geen kansen worden toegekend aan naastliggende windrichtingen. Het is dan niet voor de hand liggend om dat wel te doen indien een BECMG-groep wordt gegeven voor alle windrichtingen tussen de windrichting vóór de veranderingsgroep en de windrichting na de veranderingsgroep.

### 3. RESULTATEN

In dit hoofdstuk zullen de verificatieresultaten besproken worden. Allereerst worden de resultaten gegeven van de LMD-stations. Daarbij is een onderverdeling gemaakt in TAF verificatie (zowel korte als lange TAF), TREND verificatie en een vergelijking tussen de korte TAF en TREND. Van de LMD-stations zijn 4 elementen uit de TAF geverifieerd: zicht, wolkenbasis, windrichting en windsnelheid. Bij de verificatie van de TREND is alleen gekeken naar zicht en wolkenbasis.

Na bespreking van de resultaten van de LMD-stations volgt er een vergelijking tussen Schiphol en 3 buitenlandse vliegvelden. Bij die vergelijking is gekeken naar zicht en wolkenbasis van zowel TAF als TREND.

#### 3.1 VERIFICATIE LMD-STATIONS

Voor de verificatieresultaten die hier gegeven worden, geldt het volgende:

- verificatie is gedaan over de jaren 1996 en 1997.
- verificatie is alleen uitgevoerd door de verwachting te vergelijken met de METAR's. SPECI's zijn dus buiten beschouwing gelaten. Gebleken is dat indien lange perioden bekeken worden het effect op de resultaten van het wel of niet meenemen van SPECI's vrijwel nihil is: bij de verificatie van het zicht in de korte TAF van Schiphol maakte het niets uit of de SPECI's er bij betrokken werden of niet. Verondersteld wordt dat iets soortgelijks opgaat voor andere verwachtingen (TREND en lange TAF) en voor andere elementen, indien verificatie wordt uitgevoerd over een lange periode. Op de resultaten van 1 afzonderlijke TAF of TREND kan het wel of niet meenemen van de SPECI's wel zeer grote gevolgen hebben op de resultaten.
- geamendeerde TAF's zijn niet meegenomen in de verificatie, wel voor zover mogelijk de originele TAF's
- bij de verificatie van de korte TAF en de TREND zijn de nachturen buiten beschouwing gelaten om vergelijking tussen de verschillende LMD-stations beter mogelijk te maken. Voor EHGG worden sommige TAF's niet gemaakt. Voor de regionale luchthavens worden (of werden tot niet zo lang geleden) in de nacht geen TREND's gemaakt. Bij de korte TAF is gekozen voor de periode van 0355 utc tot 2055 utc. Bij de verificatie van de TREND zijn alleen de TREND's betrokken die opgesteld zijn tussen 06.55 en 19.55 utc. De tijden waarop een TREND beschikbaar is variëren per vliegveld. Bovendien zijn de tijden in de winter anders dan in de zomer. Bovengenoemde periode betreft het maximale tijdvak waarin op alle 4 LMD-stations gedurende het hele jaar TREND's worden gemaakt. Voor Maastricht-Aachen en Groningen gold nog wel een uitzondering. Tot niet zo lang geleden werden op die vliegvelden in de weekenden op afwijkende tijden of zelfs helemaal geen TREND's gegeven. Hiermee is geen rekening gehouden. Verondersteld wordt dat dit geen noemenswaardig effect heeft op de resultaten.

- klassegrenzen die gebruikt zijn bij de verificatie van het zicht zijn respectievelijk 800, 1500, 3000, 5000 en 8000 meter. De grenzen van 150, 350 en 600 meter die wel genoemd worden in de ANNEX 3 zijn vooralsnog niet meegenomen. De grenzen zijn meer een wens van de gebruiker dan dat we als meteorologen goed in staat zijn om een verwachting te geven met zo'n onderverdeling. Het feit dat bij mistsituaties veelal het zicht op Schiphol ruimtelijk gezien al sterk varieert spreekt wat dat betreft boekdelen.
- bij de verificatie van de wolkenbasis wordt de laagste BKN/OVC laag in de verwachting vergeleken met de laagste BKN/OVC laag in de waarnemingen. Indien in (een veranderingsgroep van) de TAF of de waarneming geen BKN of OVC laag voorkomt dan wordt als wolkenbasis de hoogste klasse verondersteld, in dit geval de klasse  $\geq 1500$  voet. Er bestaat dus geen onderscheid bij de verificatie tussen CAVOK, SKC, SCT007, SCT020 en bijvoorbeeld BKNo35.
- klassegrenzen die gebruikt zijn bij de wolkenbasis zijn respectievelijk 200, 500, 1000 en 1500 voet. De grens van 100 voet, genoemd in ANNEX 3, en de nationaal afgesproken grens van 300 voet zijn vooralsnog niet meegenomen. Hiervoor geldt eenzelfde argumentatie als bij het zicht.
- berekening van de PWE is bij de wind alleen gedaan voor de situaties waarin de waargenomen windsnelheid minstens 5 knopen bedraagt. De reden daarvoor is dat voor de vliegtuigen een tail-wind component tot 5 knopen is toegestaan. Het maakt bij die lage windsnelheden dus weinig of niets uit uit welke richting de wind waait. Indien die situaties wel zouden worden meegenomen dan hebben ze een onevenredig groot effect op de resultaten aangezien bij weinig wind de variatie in de windrichting groot is en het voor de meteoroloog daardoor ook zeer moeilijk is om in de verwachting een goede windrichting te geven.
- bij de verificatie van de windrichting doet zich een extra complicatie voor, namelijk de situatie dat in de verwachting een variabele wind voorkomt. Indien dat het geval is dan wordt aan elke windrichting een even grote kans gegeven. Zonder veranderingsgroepen komt dat neer op een kans van  $1/36$ . De situaties dat in de waarneming variabel wordt gegeven worden niet geverifieerd, gelet op het hiervoor genoemde punt. Variabel in de waarneming kan immers alleen maar worden gegeven indien de windsnelheid 3 knopen of minder bedraagt.
- alleen de TREND's die gekoppeld zijn aan de reguliere halfuurlijkse waarneming (METAR) zijn geverifieerd.

### 3.1.1 TAF

#### 3.1.1.1 Zicht

##### Gemiddelde RPS en procentuele verbetering ten opzichte van persistentie

In tabel 3.1 zijn de RPS waarden gegeven van de 4 vliegvelden: Schiphol, Rotterdam, Maastricht-Aachen en Groningen. Uit de tabel is af te lezen dat de RPS van Schiphol lager ligt dan van de andere LMD-stations, zowel voor de korte als voor de lange TAF. De zichtverwachting van Schiphol is dus beter dan die van Rotterdam, Maastricht-Aachen en Groningen. Kijken we naar de winst die te behalen is ten opzichte van persistentie dan scoort Schiphol minder goed. De meerwaarde van de meteoroloog voor de TAF van Rotterdam en Groningen ten opzichte van persistentie is groter dan bij de TAF van Schiphol en Maastricht-Aachen.

			waargenomen zicht < 3 km			zicht tijdens opsteltijd < 3 km	
	RPS	winst t.o.v. persistentie	RPS	winst t.o.v. persistentie	frequentie	RPS	winst t.o.v. persistentie
<b>KORTE TAF</b>							
Schiphol	0,053	39%	0,17	30%	7%	0,13	60%
Rotterdam	0,059	43%	0,19	27%	8%	0,13	62%
Beek	0,063	35%	0,20	19%	9%	0,14	52%
Groningen	0,059	46%	0,20	2%	9%	0,13	61%
<b>LANGE TAF</b>							
Schiphol	0,082	33%	0,30	28%	8%	0,17	60%
Rotterdam	0,091	38%	0,31	28%	9%	0,16	64%
Beek	0,097	32%	0,31	21%	10%	0,19	52%

Tabel 3.1 RPS zicht korte en lange TAF 1996 en 1997

Interessant is om te zien hoe hoog de RPS ligt in het geval van slecht-weer situaties. Dat zijn immers de situaties waar het belang van een goede verwachting voor de luchthaven groot is. In de tabel is weergegeven hoe hoog de gemiddelde RPS bedraagt als het waargenomen zicht minder dan 3 km is.

De RPS ligt duidelijk hoger (ongeveer een factor 3) ten opzichte van de situatie dat de hele TAF geverifieerd wordt.

Bij een zicht van minder dan 3 km is het ook Schiphol die de laagste RPS heeft. Opmerkelijk is dat Schiphol nu de grootste winst boekt ten opzichte van persistentie. De winst voor Groningen bij de korte TAF is maar gering.

In de figuren zicht.1 t/m zicht.4 is de RPS uitgezet tegen de waargenomen zichtklasse, respectievelijk de zichtklasse op het moment dat de meteoroloog de TAF opstelt (1 uur voordat de korte TAF ingaat, 7 uur voordat de lange TAF ingaat). Ook uit de grafieken blijkt overduidelijk dat lage zichtwaarden moeilijker te verwachten zijn dan goed zicht. In de figuren zicht.5 t/m zicht.8 is de winst ten opzichte van persistentie uitgezet tegen zowel de waargenomen zichtklasse als de zichtklasse op het moment dat de meteoroloog de TAF opstelt.

Wat direct opvalt bij de figuren met de winst afhankelijk van het waargenomen zicht is dat de winst het grootst is als het waargenomen zicht zich in de hoogste klasse bevindt. Opmerkelijk is bovendien dat bij de korte TAF voor Groningen de persistentieverwachting in de situaties met een zicht van minder dan 800 meter beduidend beter is dan de meteoroloog. Immers de winst ten opzichte van persistentie is in dit geval negatief. Bij de andere vliegvelden is de winst in die gevallen wel positief. De enige verklaring die hiervoor gegeven kan worden is dat de meteoroloog de neiging heeft om bij lage zichtwaarden voor Groningen sneller een verbetering te geven dan er in werkelijkheid optreedt. Mist handhaaft zich blijkbaar vaak langer dan voorzien.

Indien tijdens het opstellen van de korte en de lange TAF het zicht meer dan 8 km is (figuren zicht.7 en zicht.8) dan blijkt er voor de meteoroloog maar weinig winst te behalen ten opzichte van persistentie, zeker als je het vergelijkt met de meerwaarde die de meteoroloog heeft indien het zicht tijdens het opstellen van de verwachting minder dan 8 km is. De oorzaak hiervan ligt in het feit dat een zicht van meer dan 8 km zich relatief vaak voordoet en zich veel persistenter gedraagt dan de andere zichtklassen.

### RPS en winst ten opzichte van persistentie afhankelijk van verwachtingstermijn

Het ligt voor de hand om te veronderstellen dat de RPS ook sterk afhankelijk is van de verwachtingstermijn. Het begin van de TAF is beter dan het eind van de TAF. De figuren zicht. 9 en zicht. 10 illustreren dit. Aan het eind van de korte TAF (een verwachting voor 10 uur vooruit) ligt de RPS ruim twee maal zo hoog als aan het begin van de TAF (een verwachting voor 1 uur vooruit). Bij de lange TAF neemt de RPS in de loop van de lange TAF maar weinig toe, grofweg van 0,08 naar 0,10.

Figuren zicht. 11 en zicht. 12 laten het verschil tussen de persistentie en de TAF zien afhankelijk van de verwachtingstermijn voor de verschillende vliegvelden. Voor alle stations geldt dat aan het begin van de korte TAF de persistentie het vrijwel net zo goed doet als de verwachting die de meteoroloog maakt. Daarna wordt de meteoroloog snel beter dan de persistentieverwachting. Voor Schiphol is bij de korte TAF ook een vergelijking gemaakt met klimatologie. Het resultaat hiervan is eveneens te zien in figuur zicht. 12. Het blijkt dat de winst ten opzichte van klimatologie beduidend minder groot is dan ten opzichte van de persistentie. Tussen het eerste en het zesde uur van de korte TAF heeft de meteoroloog de meeste toegevoegde waarde. Aan het eind van de korte TAF is de toegevoegde waarde nog slechts zo'n 5%.

In de grafiek waarin de procentuele verbetering van de RPS ten opzichte van persistentie staat weergegeven voor de lange TAF valt op dat de meerwaarde van de meteoroloog eerst toeneemt tot ongeveer een verwachtingstermijn van 6 uur. In de tweede helft van de lange TAF neemt de winst weer af. De reden is dat er een dagelijkse gang aanwezig is in het zicht. In de nacht en vroege ochtend is het zicht gemiddeld aanzienlijk slechter dan in de tweede helft van de middag. Voor een lange TAF die in de nacht wordt opgesteld zal persistentie het dus gemiddeld slechter doen in de middag dan in de daarop volgende nacht (=eind van de lange TAF periode).

### **Verandering RPS in de tijd**

Om te zien of de kwaliteit van de verwachtingen in de loop van de tijd verandert is gekeken naar het voortschrijdend jaargemiddelde. In de figuren zicht. 13 en zicht. 14 is dit weergegeven voor de RPS. Voor de duidelijkheid: aan het begin van de grafiek staat de jaargemiddelde RPS van 1996, halverwege de grafiek staat de jaargemiddelde RPS over het jaar van juli 1996 t/m juni 1997.

Zowel bij de lange als de korte TAF zien we dat de jaargemiddelde RPS niet sterk varieert. Bij de lange TAF is er voor Beek en Rotterdam sprake van een licht dalende RPS. De verwachting voor Beek en Rotterdam zijn dus in de loop van 1997 iets beter geworden. Doordat de RPS van Schiphol ongeveer gelijk blijft is de gemiddelde RPS over 1997 van Rotterdam en Schiphol praktisch gelijk, terwijl de lange TAF van Schiphol in 1996 duidelijk beter is dan Rotterdam.

Bij de korte TAF zijn de variaties in de loop van de tijd eigenlijk nog kleiner. Alleen de gemiddelde RPS van Maastricht-Aachen wordt in de tweede helft van 1997 geleidelijk lager. De voortschrijdende jaargemiddelden van Groningen en Rotterdam zijn gedurende 1997 identiek.

Naast het voortschrijdend jaargemiddelde van de RPS is ook het voortschrijdend jaargemiddelde van de procentuele verbetering ten opzichte van persistentie berekend. Zie daarvoor de figuren zicht. 15 en zicht. 16.

Wat opvalt bij de lange TAF is dat de winst ten opzichte van persistentie voor Maastricht-Aachen in 1996 het hoogst is terwijl het een jaar later gezakt is tot onder de waarden van Rotterdam en Schiphol. De meerwaarde van de meteoroloog is dus in de loop van 1997 afgenomen. De lichte afname die we zoëven nog zagen voor de RPS van Maastricht-Aachen is dus geen gevolg van een betere verwachting van de meteoroloog, maar een gevolg van makkelijker weer. Het zicht varieerde in 1997 minder dan in 1996. Daardoor kon de persistentieverwachting beter scoren en nam de winst ten opzichte van persistentie af.

Ook bij de korte TAF zien we dat de winst ten opzichte van persistentie van Maastricht-Aachen in de loop van 1997 afneemt. Tegelijkertijd neemt de meerwaarde van de meteoroloog voor de verwachting van Schiphol toe en blijven de percentages van Groningen en Rotterdam ongeveer gelijk.

## RPS afhankelijk van maand en tijdstip van de dag

Om een idee te krijgen hoe de RPS per maand en afhankelijk van het tijdstip van de dag varieert zijn de figuren zicht. 17 en zicht. 18 toegevoegd. In figuur zicht. 17 staat de RPS gemiddeld over een maand weergegeven voor de korte TAF in 1996.

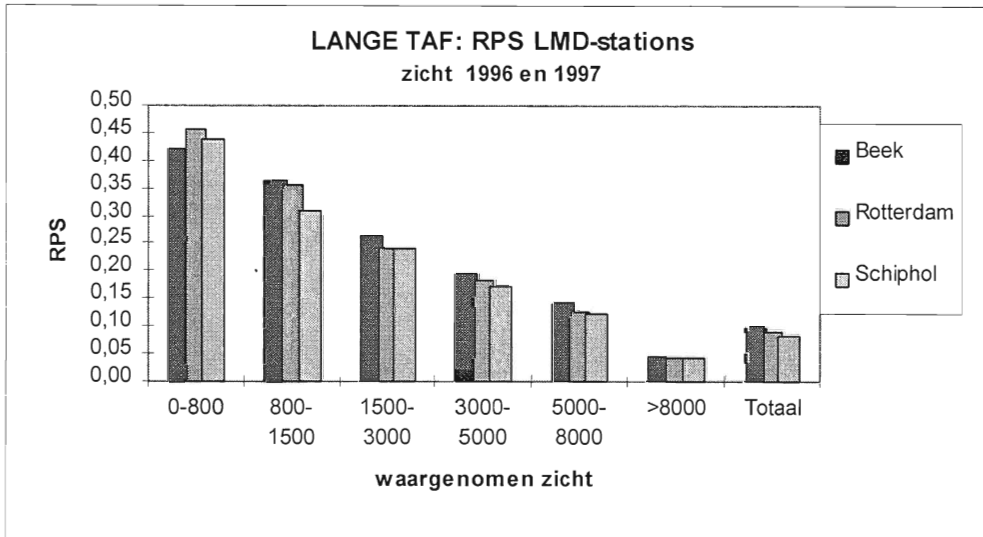
In de winter komt vaker slecht zicht voor dan in de zomer. Aangezien slecht zicht moeilijker te verwachten is dan goed zicht, valt te verwachten dat de RPS in de wintermaanden hoger ligt dan in de zomer.

Figuur zicht. 18 laat iets soortgelijks zien voor de RPS afhankelijk van het tijdstip van de dag. In de namiddag scoort de TAF het slechtst, in de namiddag scoort de TAF het best.

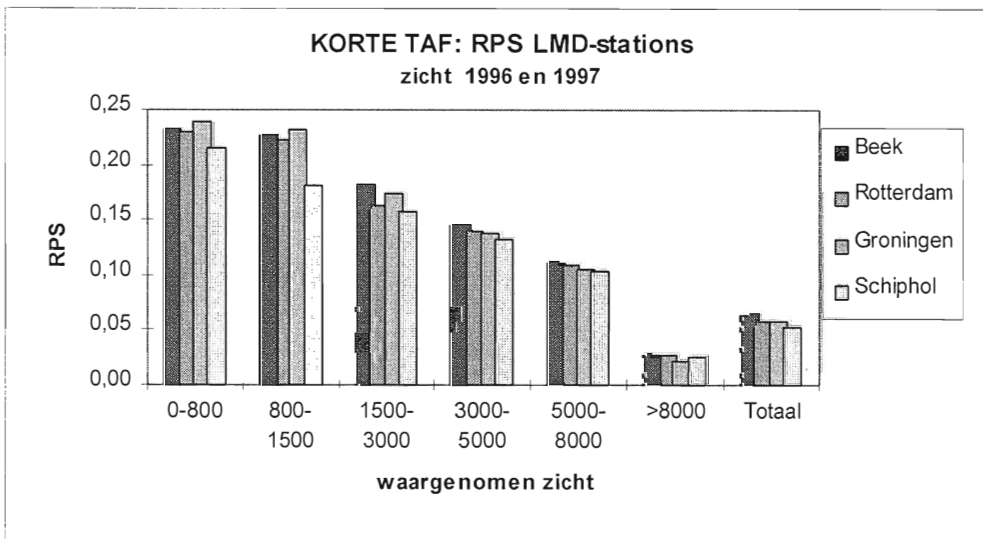
Per dag worden 4 lange TAF's opgesteld. Voor Schiphol is gekeken wat gemiddeld de verschillen zijn tussen de RPS van deze 4 TAF's afhankelijk van het tijdstip van de dag. Uit de vergelijking in 1996 blijkt dat de lange TAF die later opgesteld wordt gemiddeld niet altijd beter is dan de voorgaande TAF. Het gaat dan in het bijzonder om de TAF van 1206 in vergelijking met de TAF van 0624. Tussen 12 utc en 21 utc is de TAF die het eerst is opgesteld beter dan de TAF 1206. Een belangrijk deel van de oorzaak is waarschijnlijk te vinden in het feit dat in dat jaar de wachtmeteoroloog toen in de nachtdienst nog geen assistentie van de GA-meteoroloog had. De wachtmeteoroloog moest toen vooral in de tweede helft van de nachtdienst zeer veel produkten onder tijdsdruk afleveren. De TAF van 0624 wordt aan het eind van de late dienst of aan het begin van de nachtdienst gemaakt. De TAF van 1206 wordt aan het eind van de nachtdienst opgesteld, wanneer de werkdruk hoog is en de vermoeidheid toeslaat (figuur zicht. 19).

Als dit een verklaring voor de verschillen is dan zou het effect in 1997 verdwenen moeten zijn, aangezien toen een deel van de produktie overgenomen is door de GA-meteoroloog en de werkdruk van de wachtmeteoroloog minder is geworden. Dit blijkt inderdaad zo te zijn (figuur zicht. 20).

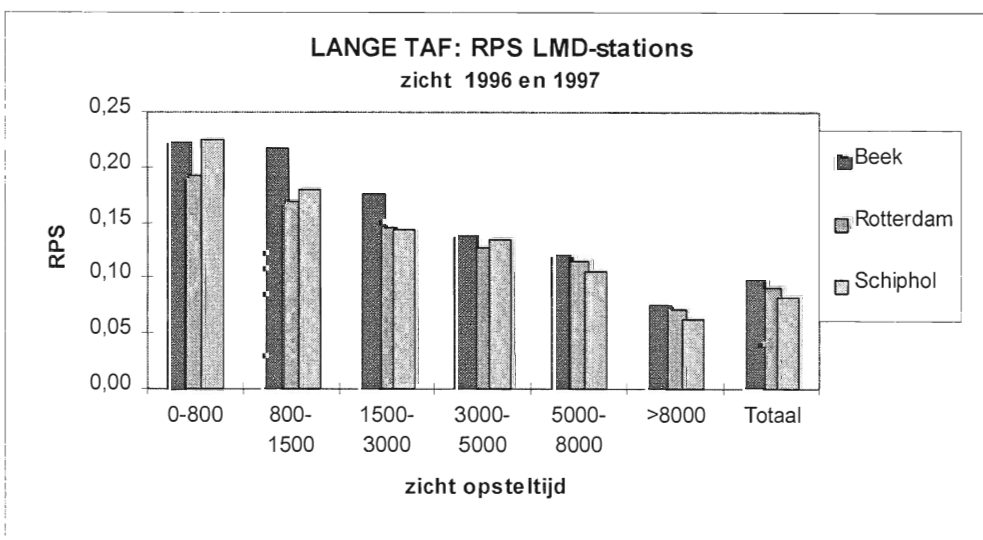
Voor de korte TAF blijkt het effect overigens niet aanwezig te zijn.



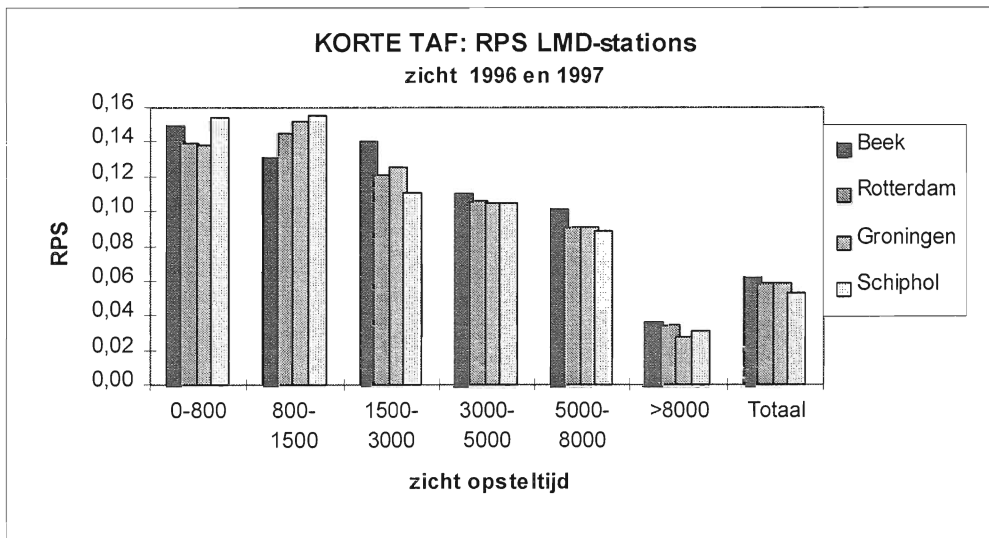
Figuur zicht.1



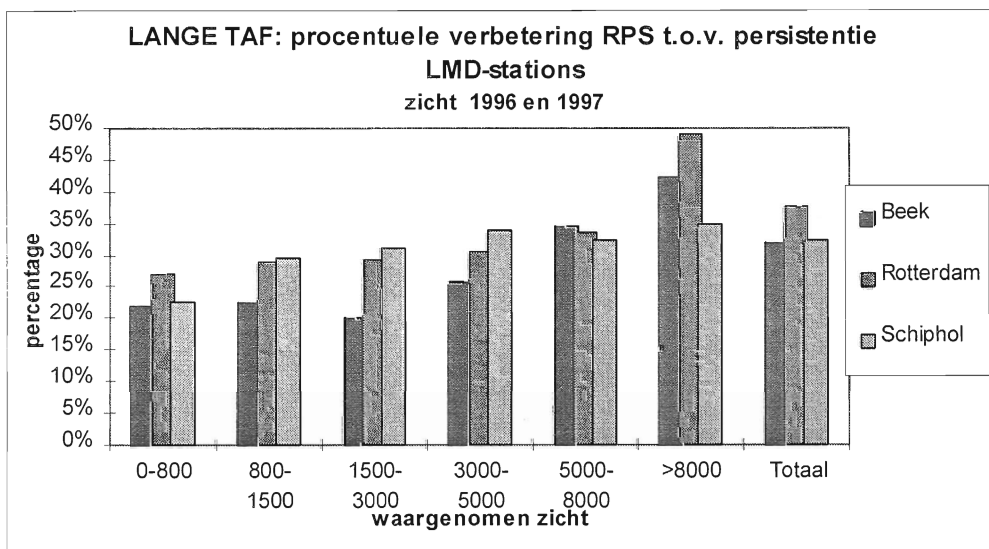
Figuur zicht.2



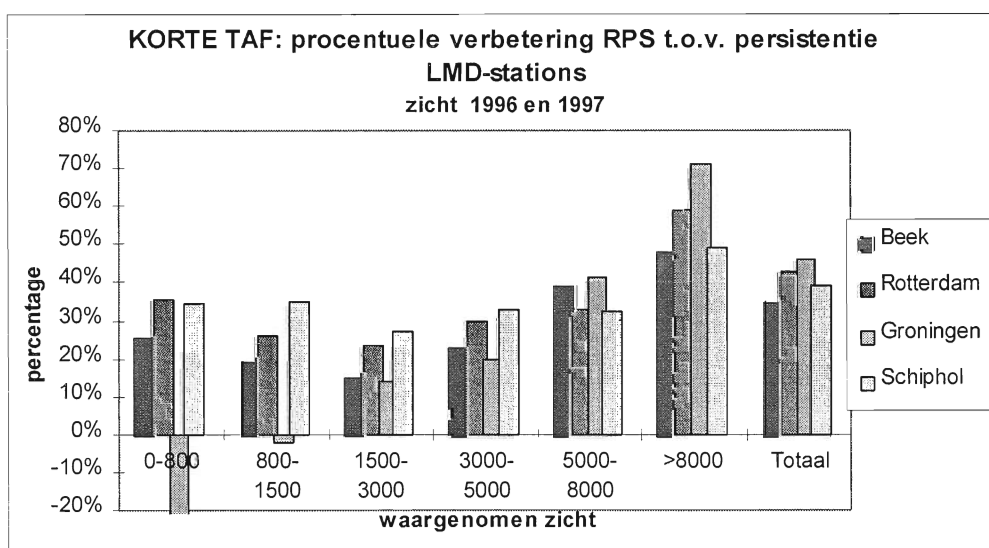
Figuur zicht.3



Figuur zicht.4

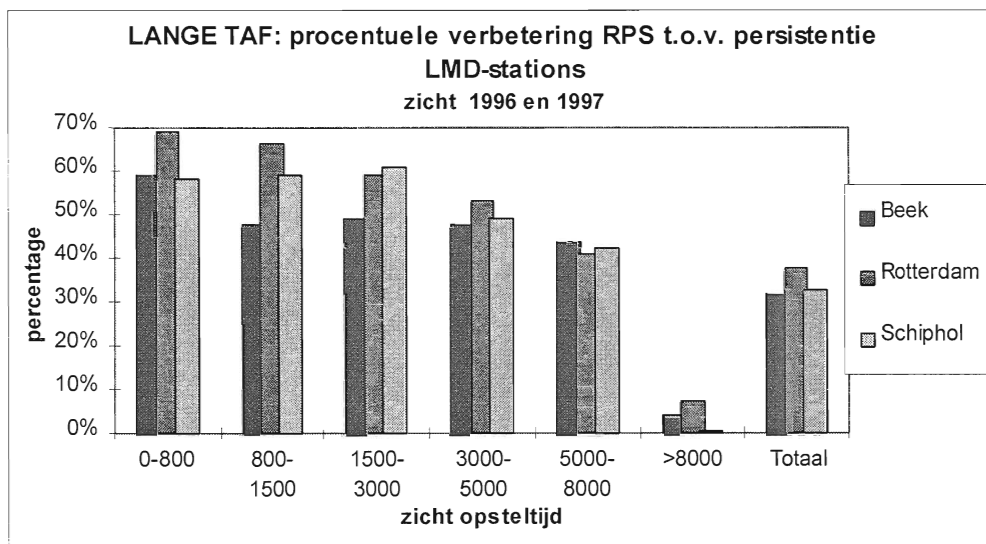


Figuur zicht.5

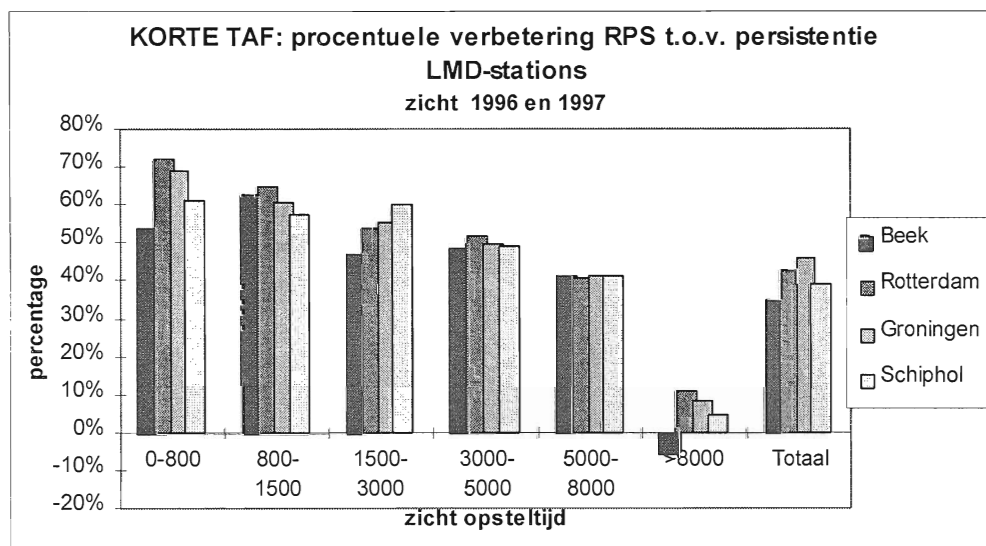


Figuur zicht.6

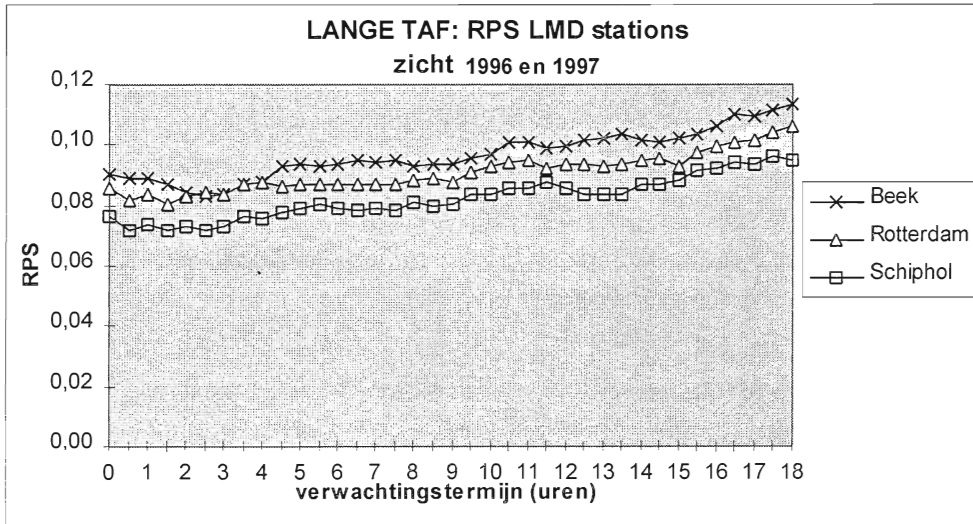




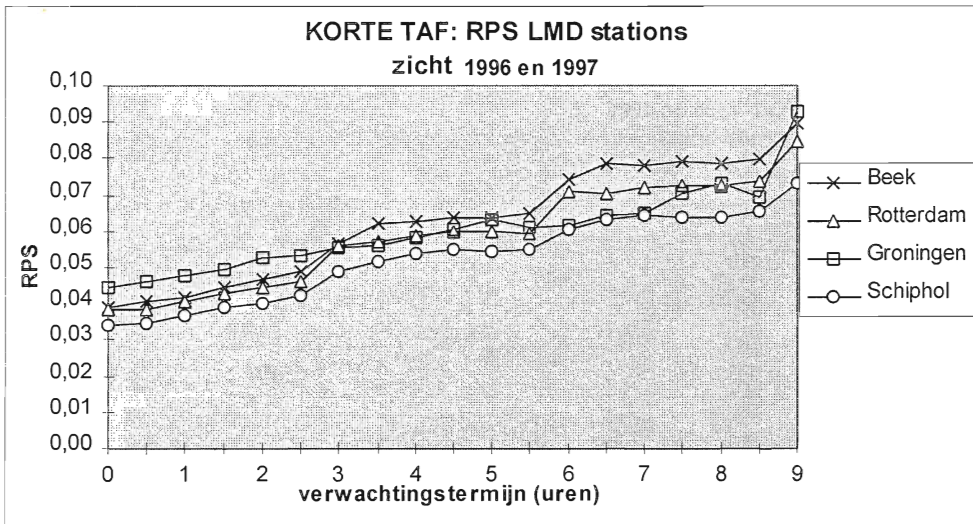
Figuur zicht.7



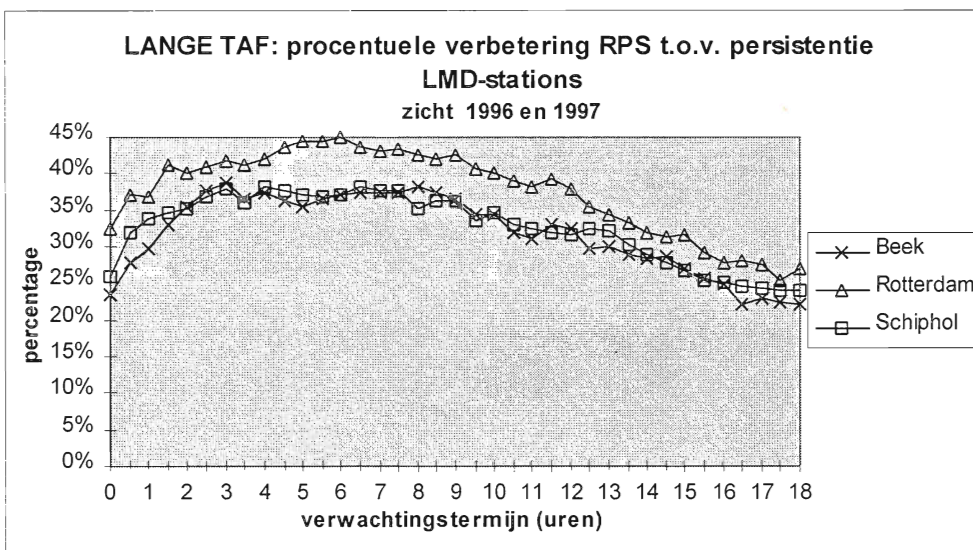
Figuur zicht.8



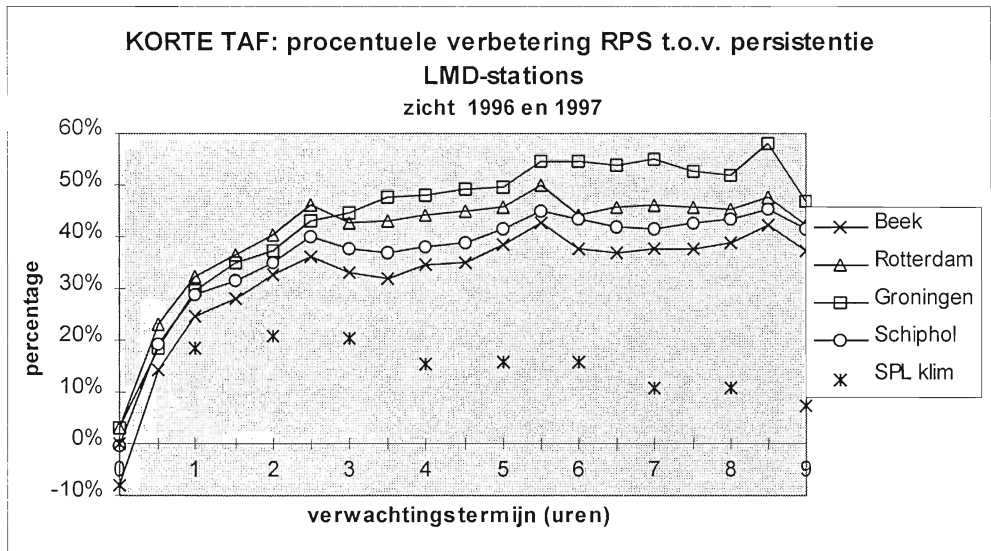
Figuur zicht.9



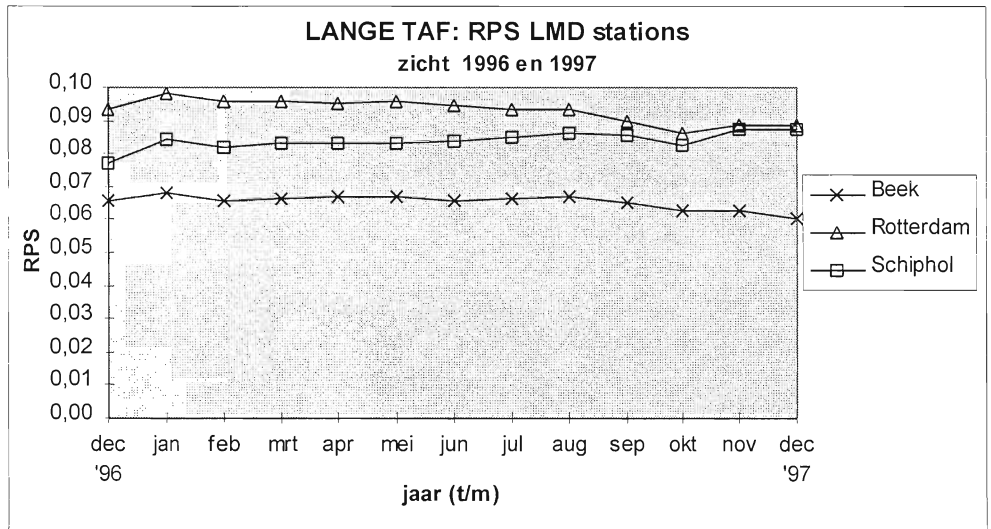
Figuur zicht.10



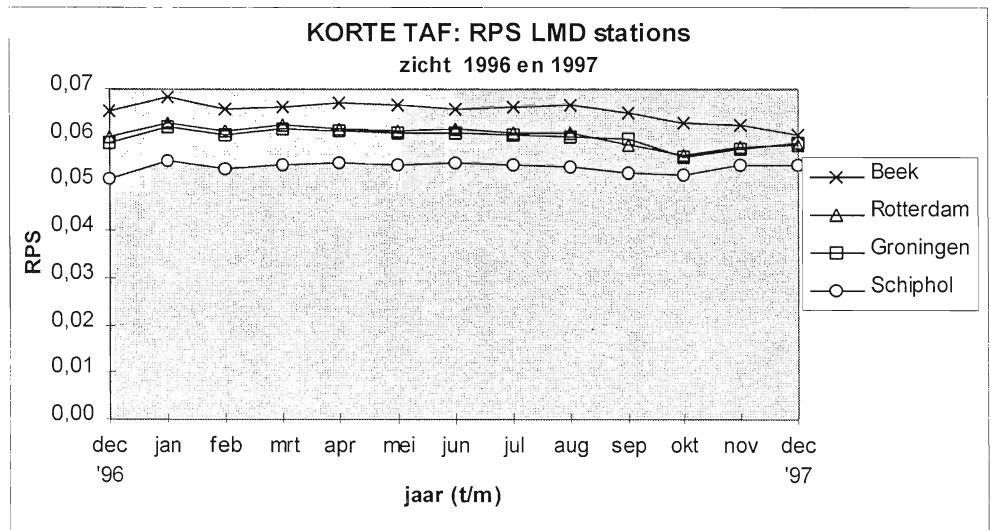
Figuur zicht.11



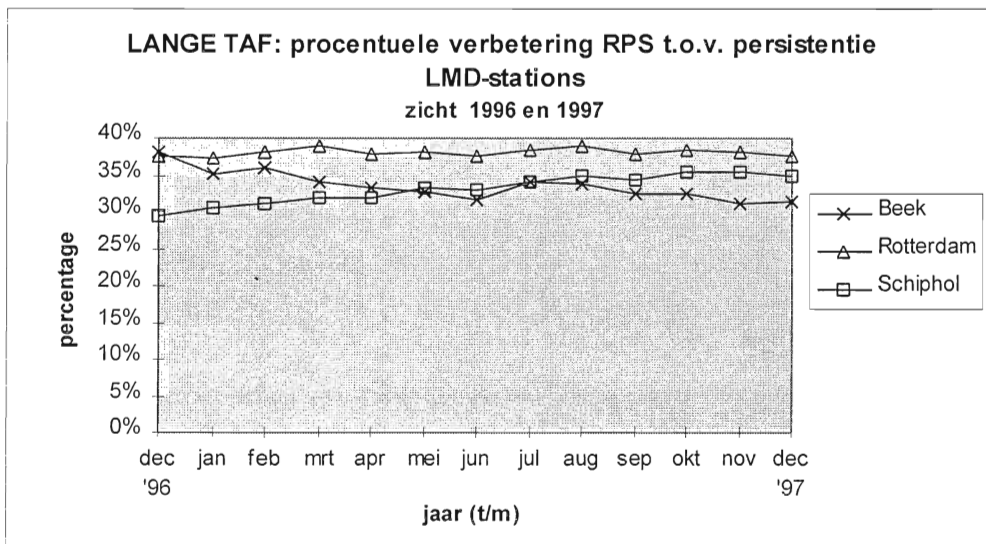
Figuur zicht. 1 2



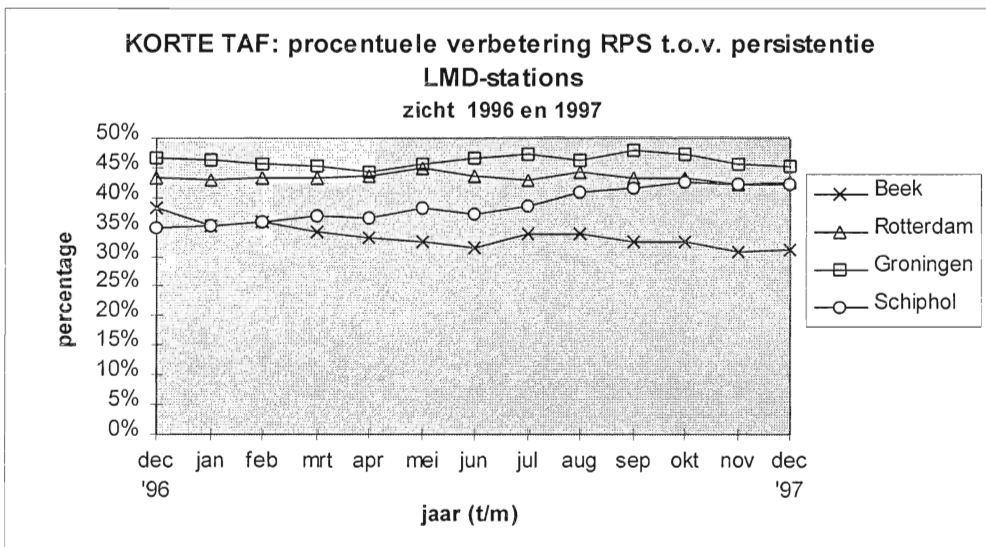
Figuur zicht. 1 3



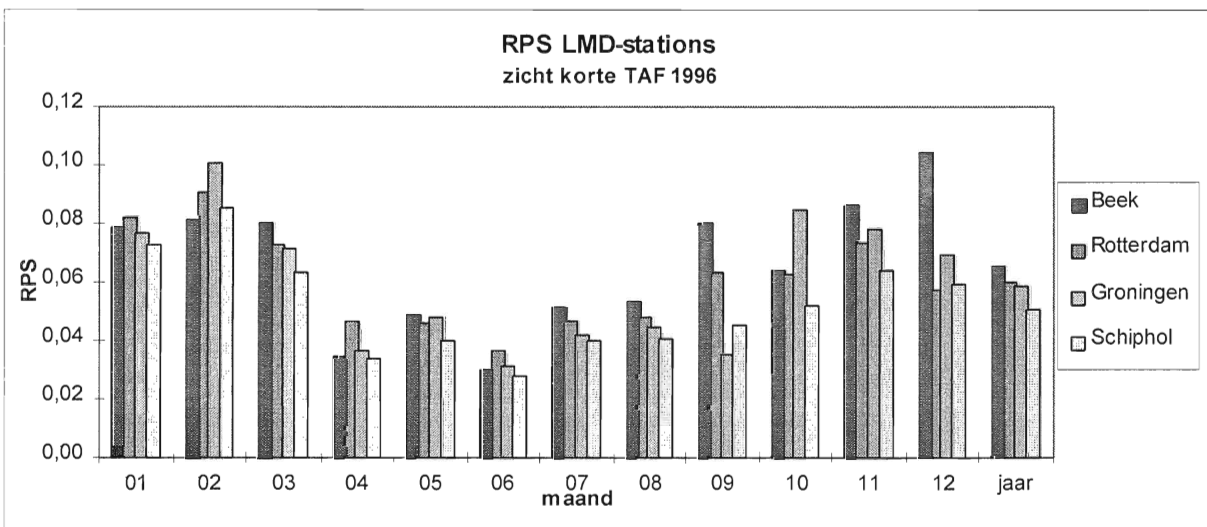
Figuur zicht. 1 4



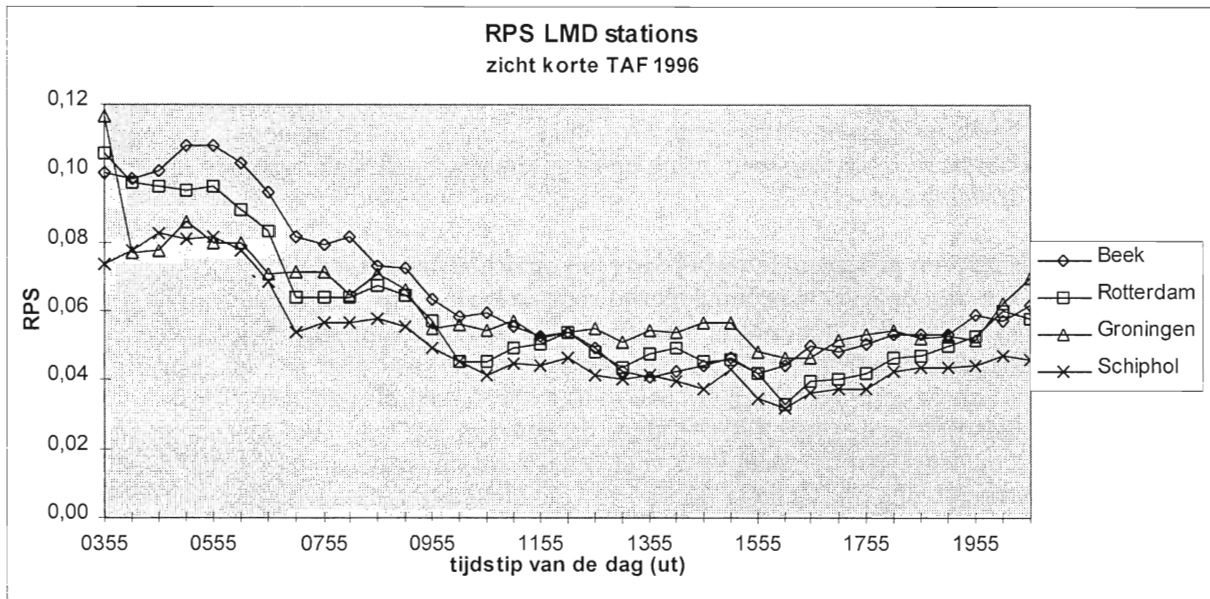
Figuur zicht. 1 5



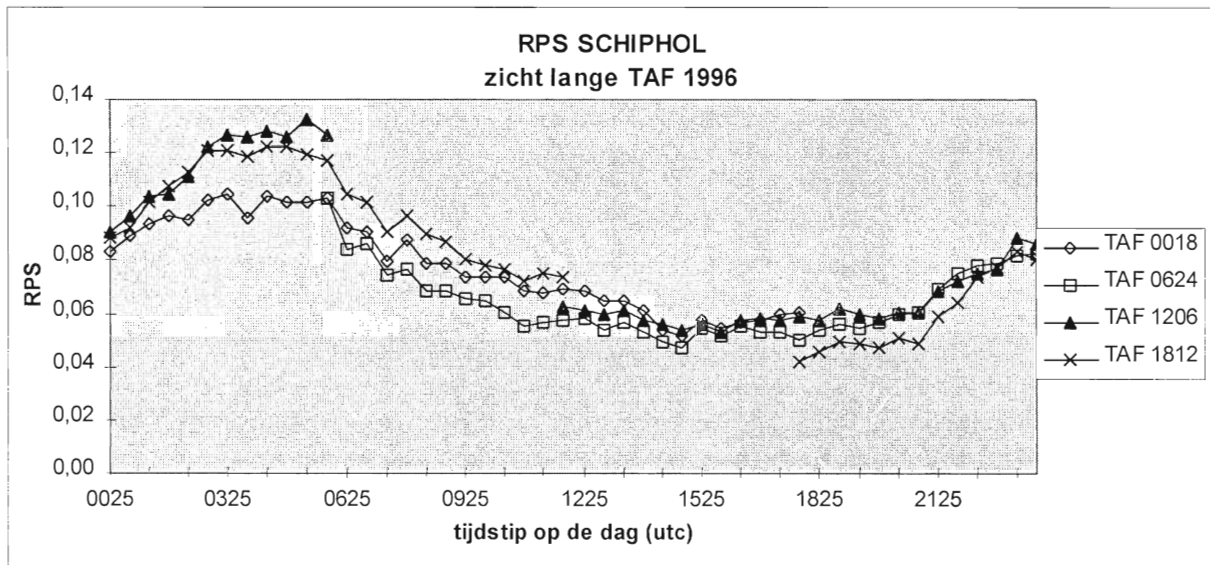
Figuur zicht. 1 6



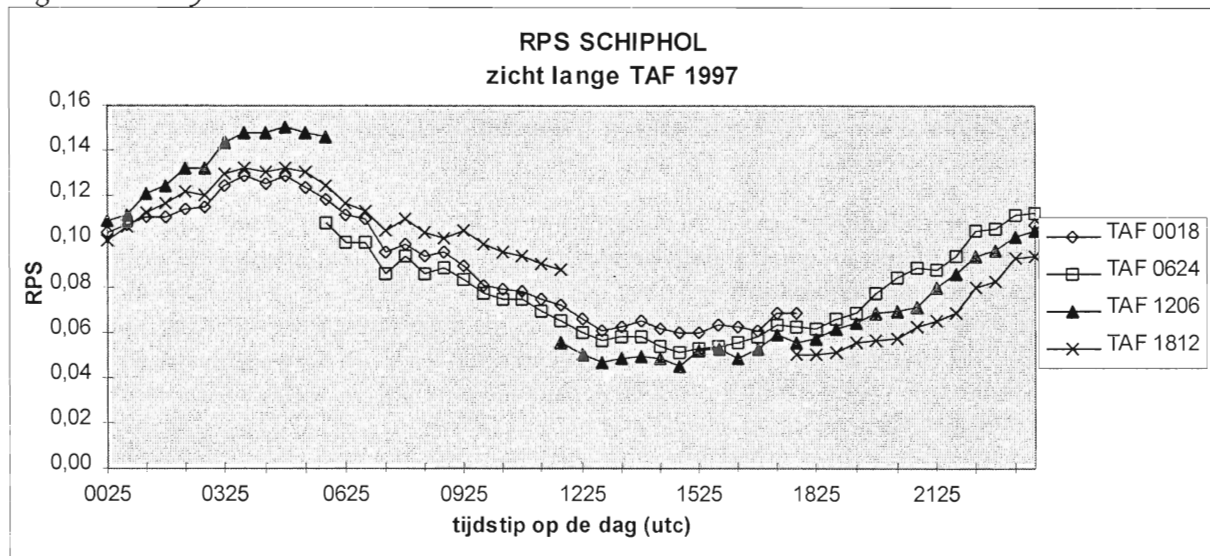
Figuur zicht. 1 7



Figuur zicht. 18



Figuur zicht. 19



Figuur zicht. 20

### 3.1.1.2 Wolkenbasis

De grafieken wolk.1 t/m wolk.16 geven een groot aantal resultaten weer van de verificatie van de wolkenbasis van de korte en de lange TAF. De grafieken spreken voor een belangrijk deel voor zich. Hieronder volgt een toelichting op de grafieken die de belangrijkste resultaten illustreren of weergeven.

#### Gemiddelde RPS en procentuele verbetering ten opzichte van persistentie

- In tabel 3.2 zijn de RPS waarden gegeven voor de korte en de lange TAF van de 4 vliegvelden: Schiphol, Rotterdam, Maastricht-Aachen en Groningen. Uit de tabel valt op te maken dat de RPS waarden van Schiphol en Rotterdam van de korte TAF lager zijn dan van Maastricht en Groningen. Dit geldt ook indien alleen naar situaties wordt gekeken dat de wolkenbasis tijdens de opsteltijd of tijdens de waarneming lager dan 1000 voet is. Ook de winst ten opzichte van persistentie is voor Maastricht en Groningen minder hoog. Bij een waargenomen wolkenbasis lager dan 1000 voet blijkt dat de meteoroloog voor Groningen nauwelijks winst boekt ten opzichte van persistentie.

			wolkenbasis tijdens opsteltijd < 1000 voet		waargenomen wolkenbasis < 1000 voet	
	RPS <sub>TAF</sub>	winst t.o.v. persistentie	RPS <sub>TAF</sub>	winst t.o.v. persistentie	RPS <sub>TAF</sub>	winst t.o.v. persistentie
<b>KORTE TAF:</b>						
Schiphol	0,039	39%	0,14	54%	0,21	25%
Rotterdam	0,040	38%	0,14	54%	0,21	24%
Maastricht-Aachen	0,048	32%	0,15	53%	0,26	19%
Groningen	0,046	37%	0,15	47%	0,22	5%
<b>LANGE TAF:</b>						
Schiphol	0,061	35%	0,15	65%	0,32	25%
Rotterdam	0,060	34%	0,15	63%	0,31	29%
Maastricht-Aachen	0,068	33%	0,17	63%	0,36	25%

Tabel 3.2. RPS wolkenbasis korte en lange TAF 1996 en 1997

De resultaten voor de lange TAF vertonen grote overeenkomsten met de korte TAF. Schiphol en Rotterdam scoren ook hier beter dan Maastricht, zij het dat het in percentages uitgedrukt ten opzichte van persistentie soms om hele kleine verschillen gaat. De RPS van de lange TAF ligt, zoals te verwachten valt, hoger dan voor de korte TAF. Een wolkenbasis tot 24 uur vooruit is moeilijker te voorspellen dan een wolkenbasis tot hooguit 10 uur vooruit.

De RPS in het geval van slecht-weer situaties (wolkenbasis lager dan 1000 voet) ligt een factor 4 a 5 hoger dan de RPS berekend over alle situaties. Een lage wolkenbasis blijkt moeilijker te verwachten dan slecht zicht. In de situaties dat het waargenomen zicht minder dan 3 km bedroeg was de RPS een factor 3 hoger ten opzichte van alle situaties.

Figuur wolk.1 t/m wolk.6

- Bekijken we de verbetering van de korte TAF die te behalen valt ten opzichte van persistentie dan blijkt de winst indien de waargenomen wolkenbasis laag is aanzienlijk kleiner dan indien de bewolking een hoge basis heeft. Voor Groningen geldt zelfs dat indien de wolkenbasis lager dan 200 voet bedraagt de verwachting voor die situaties aanzienlijk slechter was dan persistentie. Dit betekent dat indien de waargenomen basis zich onder de 200 voet bevindt in de TAF gemiddeld een hogere wolkenbasis wordt gegeven dan de waargenomen wolkenbasis op het moment dat de TAF werd opgesteld. De meteoroloog verwacht bijvoorbeeld in mistsituaties met lage stratus een snellere verbetering van de situatie dan er in werkelijkheid optreedt. Ook bij een waargenomen wolkenbasis van 200-400 voet is het effect nog zichtbaar: de winst ten opzichte van persistentie bij Groningen is veel kleiner dan bij de andere vliegvelden. Hetzelfde kwamen we tegen bij lage zichtwaarden. Figuur wolk.6

- Indien tijdens het opstellen van de lange TAF de wolkenbasis zich op 1500 voet of hoger bevindt dan blijkt er gemiddeld vrijwel geen winst te behalen ten opzichte van de persistentie. De wolkenbasis onveranderd laten doet het bijna even goed als het geven van veranderingsgroepen voor de bewolking. De situaties dat de bewolking onder de 1500 voet komt kunnen we als meteorologen blijkbaar slecht aangeven. De situaties dat we een lage wolkenbasis verwachten en dat het ook gebeurt worden vrijwel volledig gecompenseerd door de situaties dat we een lage wolkenbasis verwachten en het NIET gebeurt. We geven te vaak (een kans op) een wolkenbasis lager dan 1500 voet. Figuur wolk.7

### RPS afhankelijk van verwachtingstermijn

- Bij de korte TAF loopt de RPS naarmate de verwachtingstermijn langer wordt geleidelijk op. De RPS aan het eind van de korte TAF is ongeveer een factor 2 hoger dan aan het begin van de TAF. Figuur wolk.10
- Bij de lange TAF is de RPS aan het begin van de TAF nauwelijks lager dan aan het eind van de TAF. Een verwachting voor de wolkenbasis geven voor een periode van 24 uur vooruit kunnen we blijkbaar vrijwel even goed als een verwachting voor 7 uur vooruit. Figuur wolk.9
- De procentuele verbetering ten opzichte van persistentie is bij de korte TAF gedurende de eerste 2 uur van de TAF sterk stijgend, daarna nog slechts langzaam stijgend of gelijk blijvend.  
Aan het begin van de korte TAF van Maastricht is de meteoroloog slechter dan persistentie (de winst ten opzichte van persistentie is negatief). Voor Groningen en Rotterdam is de meteoroloog op dat moment ongeveer even goed als persistentie. Figuur wolk.12
- Bij de lange TAF stijgt de winst ten opzichte van persistentie tot een verwachtingstermijn van 3 uur van 25 naar 35%, daarna is de winst ongeveer constant. Aan het eind van de lange TAF daalt de winst ten opzichte van persistentie weer iets. Figuur wolk.11

### Verandering RPS in de tijd

Om eventuele veranderingen te kunnen constateren in de verwachting van de meteoroloog in het afgelopen jaar is gekeken naar het voortschrijdend jaargemiddelde van de RPS.

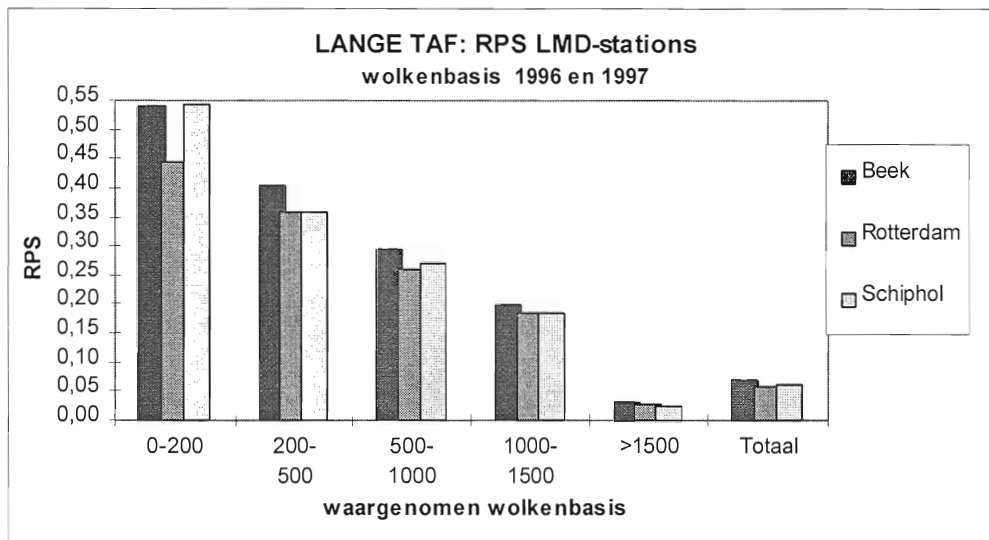
- Het voortschrijdend jaargemiddelde van de RPS van de korte TAF van Schiphol en Rotterdam verandert in de loop van 1997 nauwelijks. De RPS van Maastricht en Groningen zijn licht dalend; de verwachting van die vliegvelden is dus iets verbeterd. Figuur wolk.14
- Bekijken we het voortschrijdend jaargemiddelde van de winst ten opzichte van persistentie van de korte TAF dan kunnen we constateren dat de winst langzaam iets groter wordt van Schiphol en Rotterdam. De winst van Maastricht, die beduidend lager ligt dan de winst van de andere vliegvelden, neemt eerst af en herstelt zich daarna weer. Figuur wolk.16
- Het voortschrijdend jaargemiddelde van de RPS van de lange TAF wordt in de loop van 1997 voor Maastricht iets beter en voor Schiphol iets slechter. De RPS waarden van Schiphol en Rotterdam zijn aan het eind van 1996 gelijk terwijl aan het eind van 1997 de RPS van Rotterdam lager is dan van Schiphol. Aanvankelijk is Maastricht slechter dan Schiphol, aan het eind van de periode is de jaargemiddelde RPS van Maastricht gelijk aan die van Schiphol. Figuur wolk.13

- De winst ten opzichte van persistentie van de lange TAF vertoont in de loop van 1997 wel wat fluctuaties. Er is echter geen duidelijke tendens waarneembaar. Figuur wolk.15

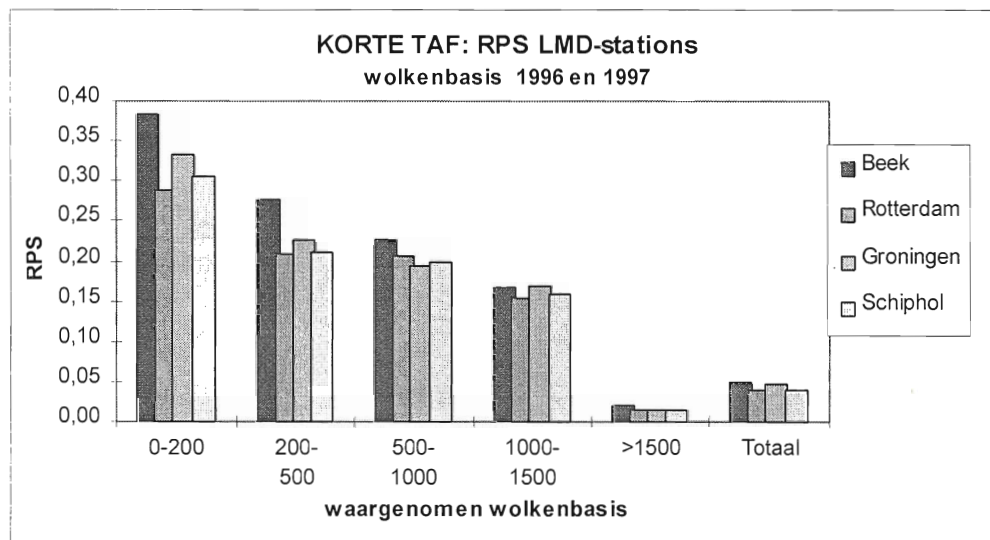
#### **RPS afhankelijk van tijdstip van de dag**

Bij het element zicht bleek dat voor de lange TAF van Schiphol de TAF van 1206 in 1996 niet beter was dan de TAF 0624 terwijl de laatste eerder wordt opgesteld. Voor de verwachting van de wolkenbasis is hier ook naar gekeken. In de figuren wolk.17 en wolk.18 is de RPS van de verschillende lange TAF's uitgezet tegen het tijdstip van de dag. De figuren laten zien dat het effect zich bij de wolkenbasis niet voordoet. TAF's die later zijn opgesteld zijn beter dan de voorgaande TAF's.

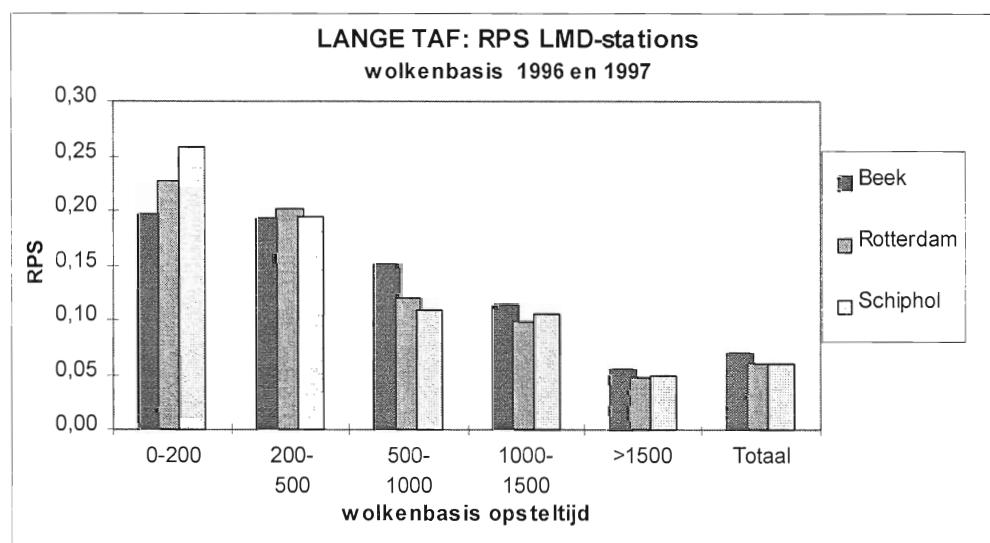




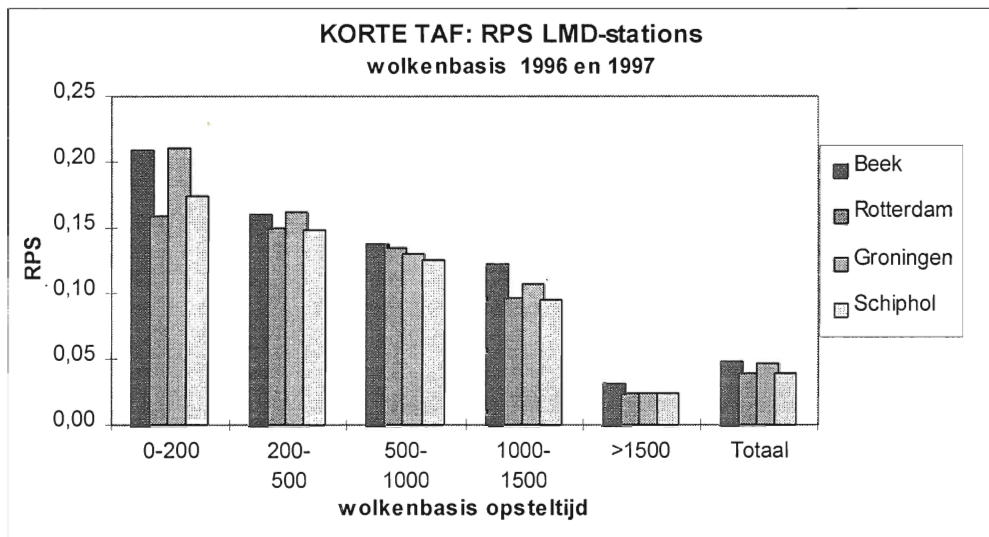
Figuur wolk.1



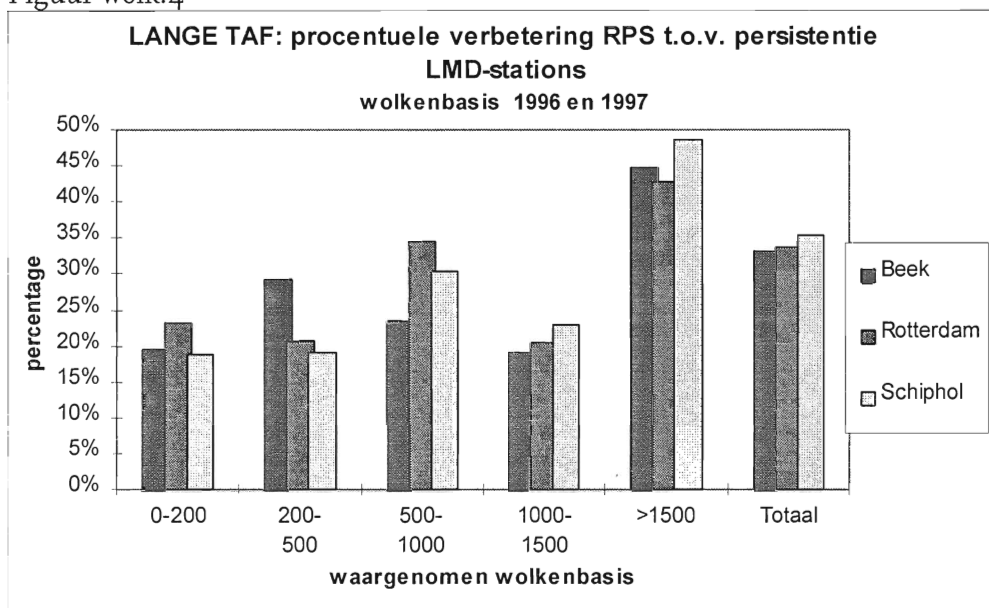
Figuur wolk.2



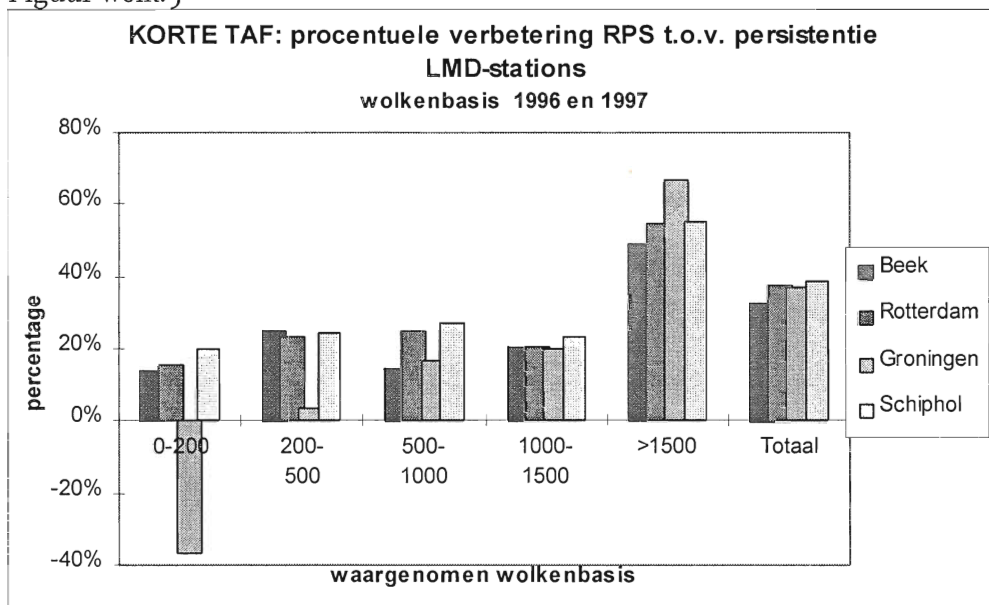
Figuur wolk.3



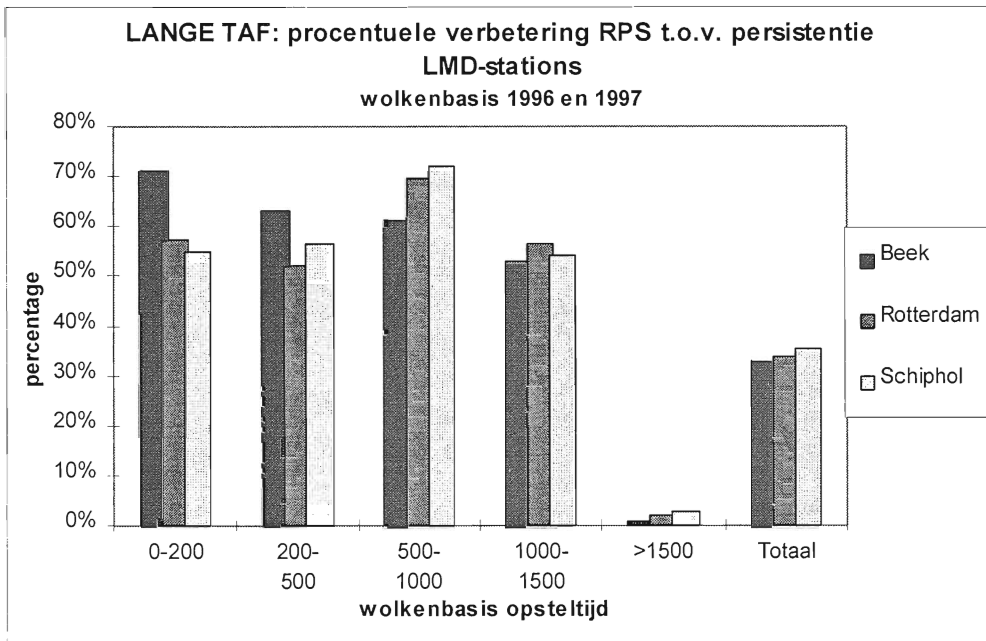
Figuur wolk.4



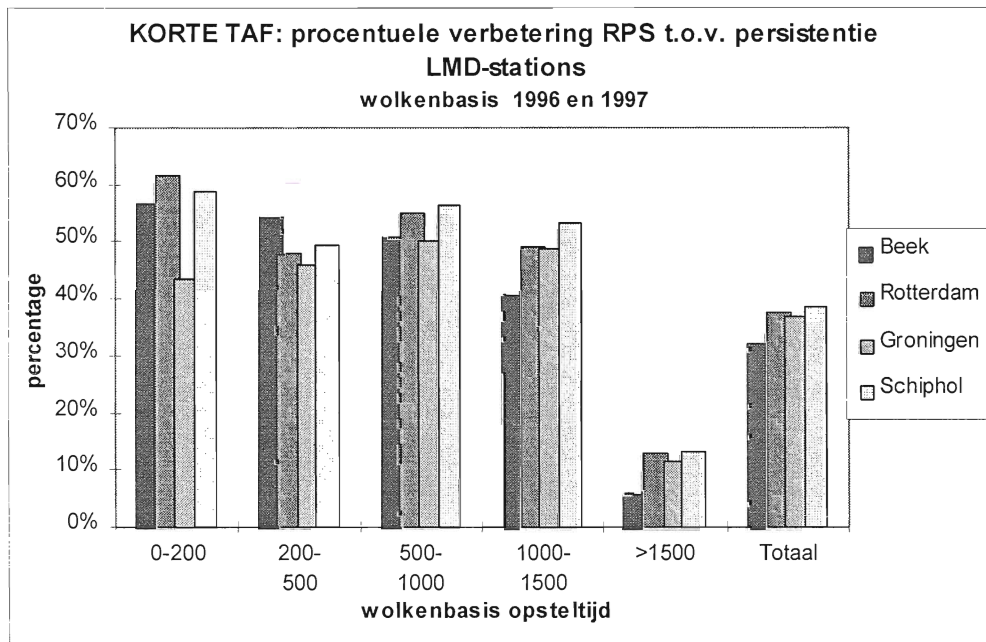
Figuur wolk.5



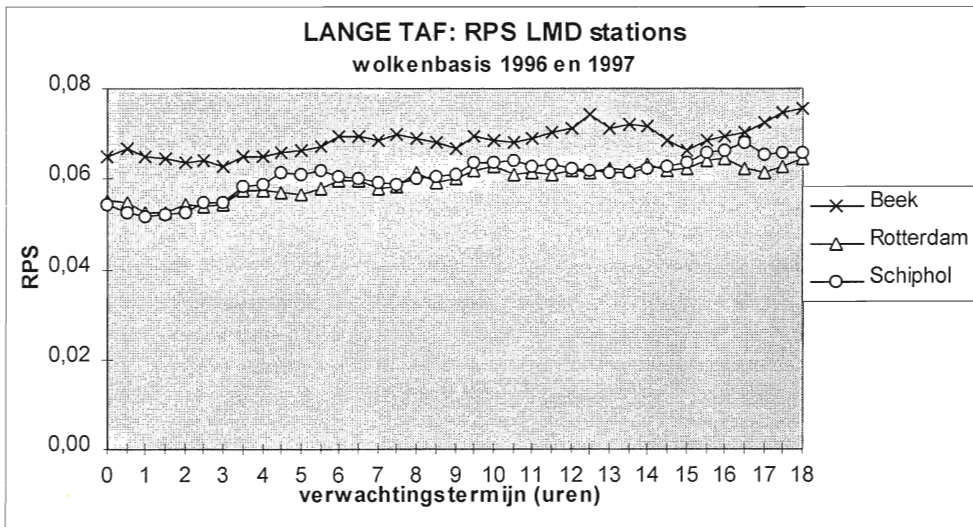
Figuur wolk.6



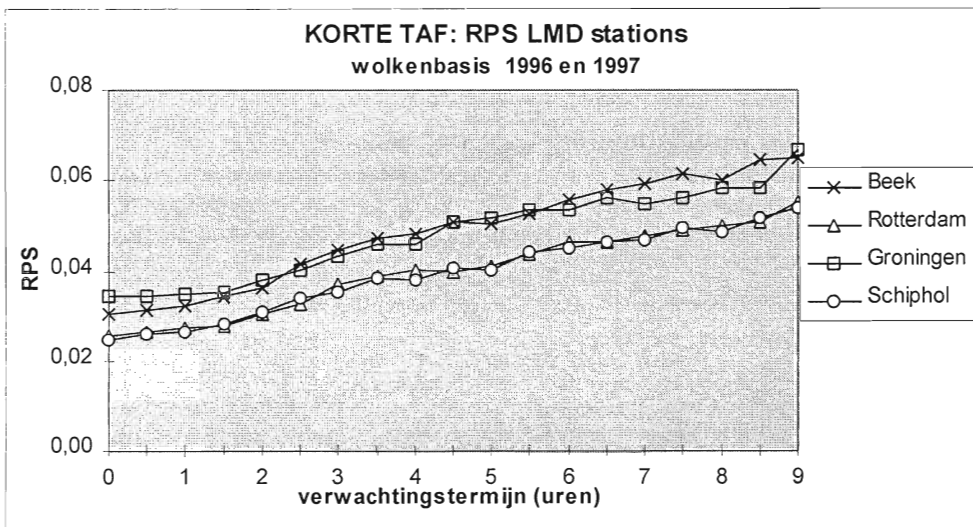
Figuur wolk.7



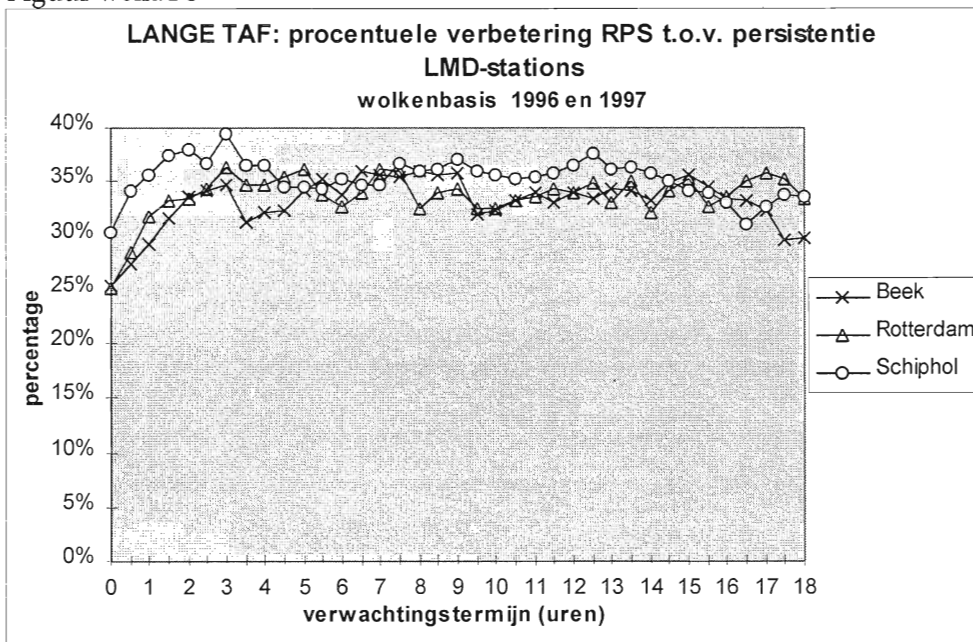
Figuur wolk.8



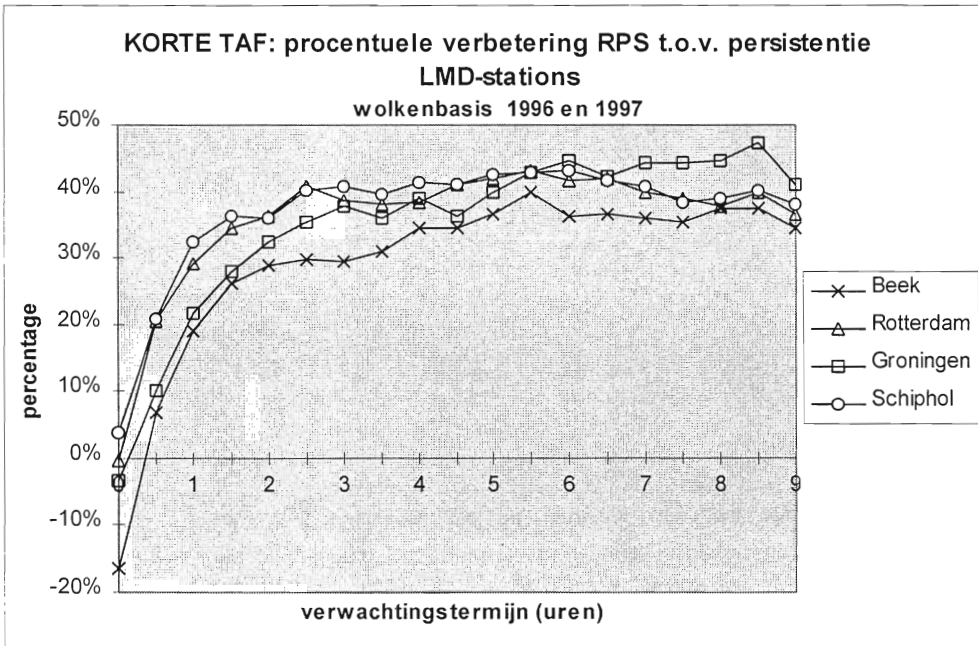
Figuur wolk.9



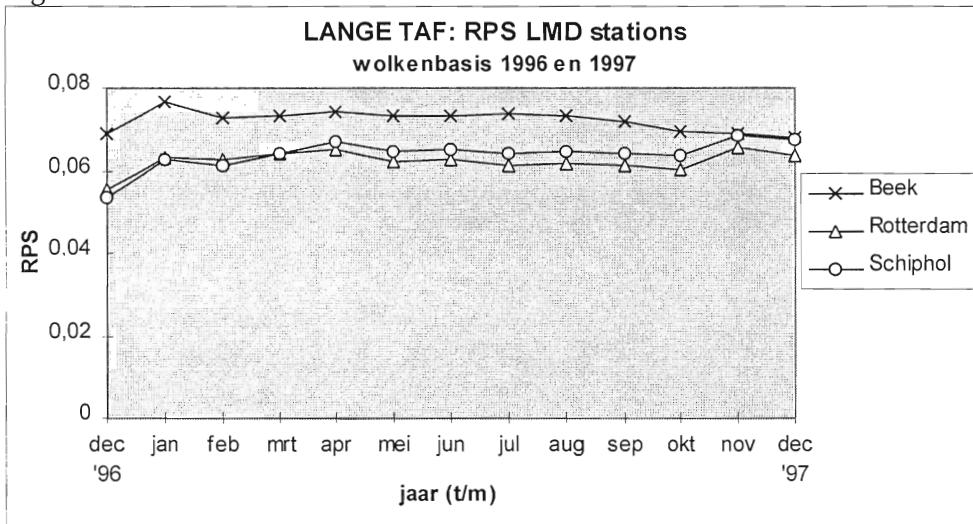
Figuur wolk.10



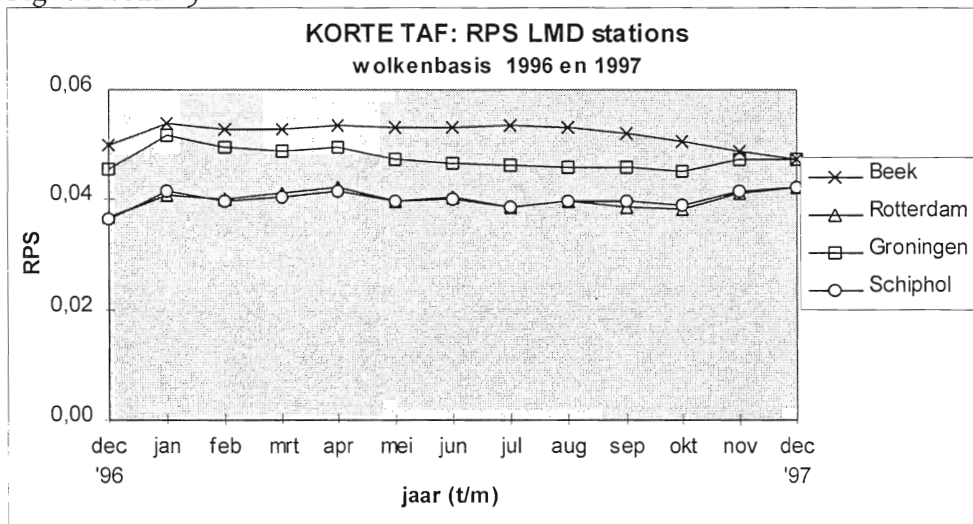
Figuur wolk.11



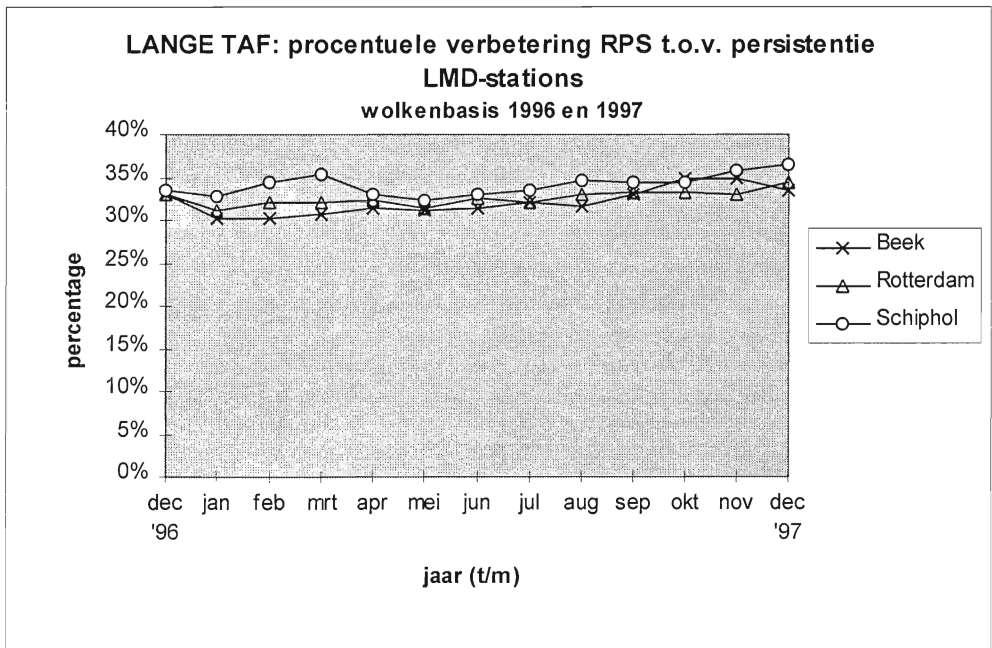
Figuur wolk. I 2



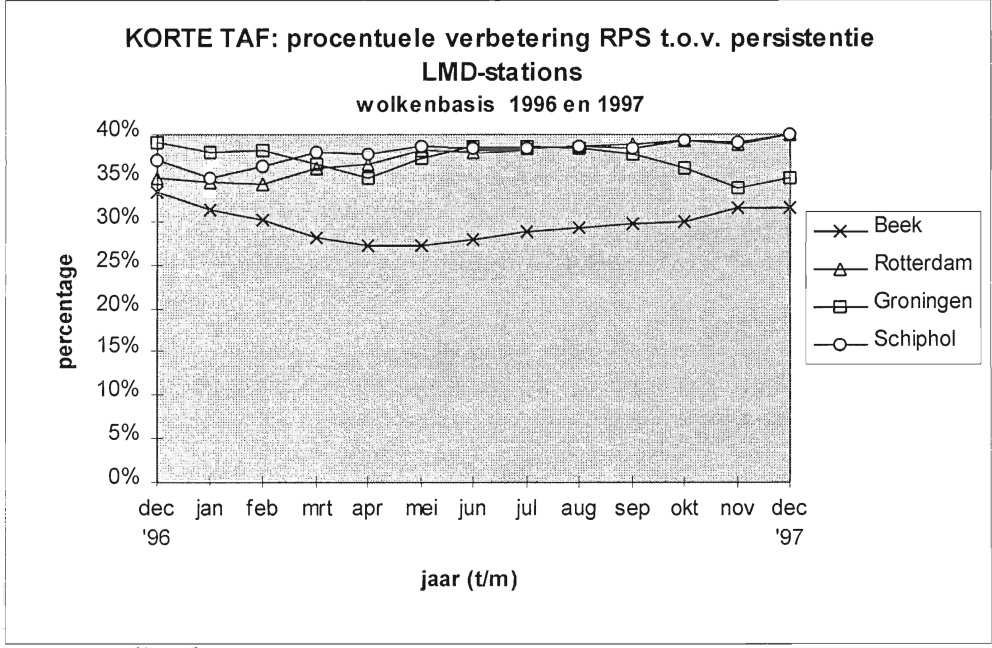
Figuur wolk. I 3



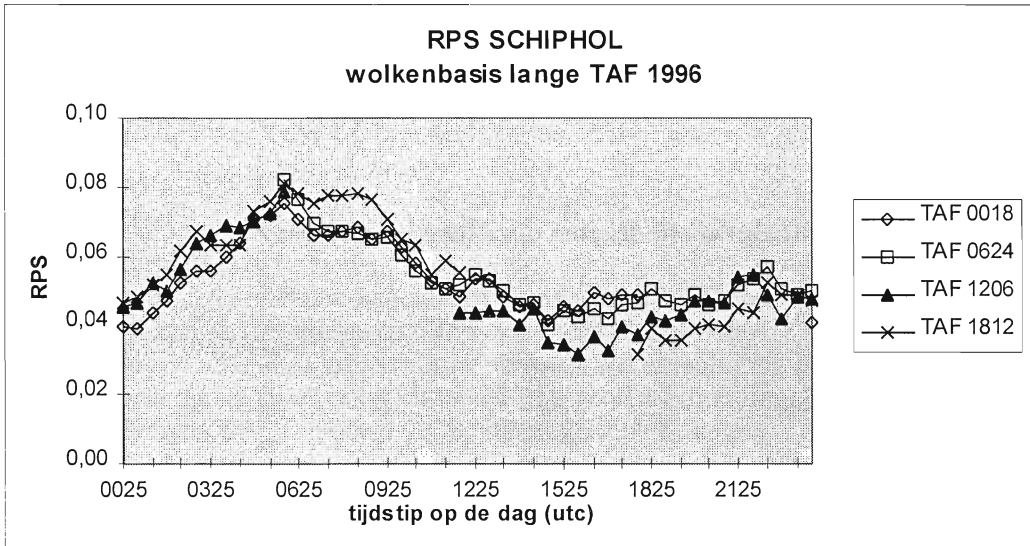
Figuur wolk. I 4



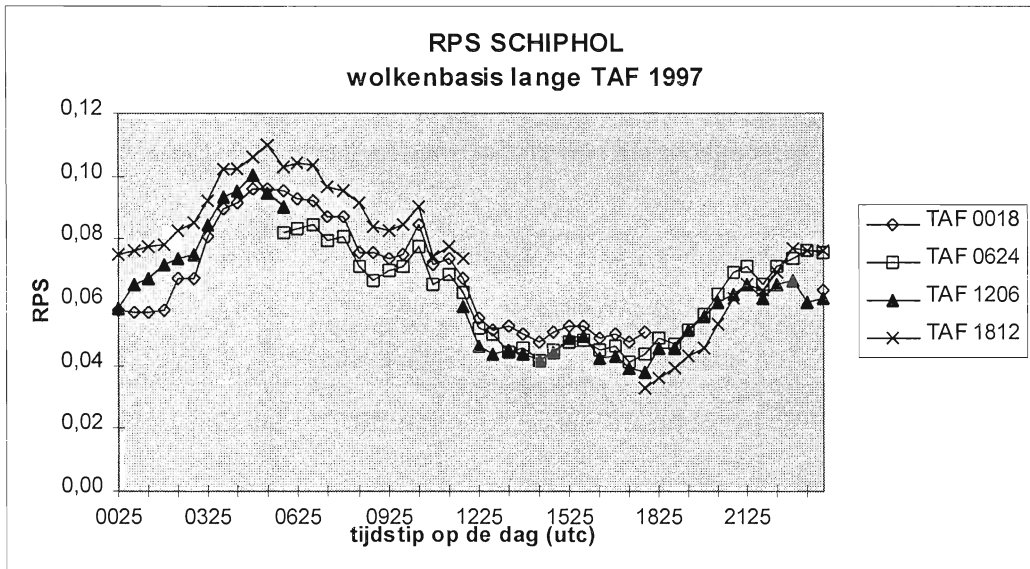
Figuur wolk. 1 5



Figuur wolk. 1 6



Figuur wolk. 17



Figuur wolk. 18

### 3.1.1.3 Windrichting

In de grafieken dd. 1 t/m dd. 12 en in onderstaande tabel zijn de resultaten weergegeven van de verificatie van de windrichting van de 4 LMD-stations. Hieronder volgt een toelichting op die grafieken en de tabel.

#### Gemiddelde PWE en procentuele verbetering ten opzichte van persistentie

Uit tabel 3.3 is op te maken dat de PWE van de windrichting van de korte TAF wat lager is dan van de lange TAF. Dit is niet vreemd, immers de verwachtingstermijn van de lange TAF is langer dan die van de korte TAF. De gemiddelde PWE van de windrichting indien de windsnelheid groter of gelijk aan 15 bedraagt is minder hoog dan de gemiddelde PWE indien de situaties worden bekeken wanneer de waargenomen windsnelheid  $\geq 5$  knopen is. Bij hoge windsnelheden is dus de fout in de windrichting minder groot dan bij lage windsnelheden. Een kleine windvector gesuperponeerd op een zwakke wind kan veel grotere gevolgen hebben voor de windrichting dan dezelfde windvector opgeteld bij een harde wind.

Van de 4 luchthavens zijn de verschillen tussen Schiphol, Rotterdam en Groningen klein. Vooral Maastricht-Aachen springt er in negatieve zin uit. Zowel de PWE als ook de winst ten opzichte van persistentie zijn voor dat vliegveld slechter dan voor de andere vliegvelden. Het maakt daarbij geen verschil of het hard waait of niet.

De winst ten opzichte van persistentie is bij hoge windsnelheden groter dan bij lage windsnelheden.

De gegevens die in de tabel zijn opgenomen zijn grafisch weergegeven in de figuren dd. 1 t/m dd.4.

	waargenomen $ff \geq 5$ kt		waargenomen $ff \geq 15$ kt		waargenomen $ff \geq 25$ kt	
	$PWE_{TAF}$	winst t.o.v. persistentie	$PWE_{TAF}$	winst t.o.v. persistentie	$PWE_{TAF}$	winst t.o.v. persistentie
<b>KORTE TAF:</b>						
Schiphol	17	33%	10	39%	8	45%
Rotterdam	16	31%	10	40%	10	40%
Maastricht-Aachen	19	22%	11	25%	10	22%
Groningen	17	28%	10	39%	8	52%
<b>LANGE TAF:</b>						
Schiphol	21	52%	13	60%	10	66%
Rotterdam	20	52%	13	62%	12	60%
Maastricht-Aachen	23	44%	15	45%	14	33%

Tabel 3.3. PWE windrichting korte en lange TAF 1996 en 1997

#### PWE afhankelijk van verwachtingstermijn

De PWE afhankelijk van de verwachtingstermijn is weergegeven in de grafieken dd.5 en dd.6. Grofweg kan gezegd worden dat de PWE bij de lange TAF in de loop van de TAF-periode langzaam toeneemt van 19 naar 24 graden. Bij de korte TAF gaat de toename van de PWE sneller dan bij de lange TAF. Voor Schiphol neemt de PWE in 9 uur tijd toe van 12 naar 20 graden.

De winst ten opzichte van persistentie in relatie tot de verwachtingstermijn is te zien in de figuren dd.7 en dd.8. In de eerste helft van de lange TAF neemt de winst ten opzichte van persistentie duidelijk nog toe. In de tweede helft van de lange TAF is de winst ten opzichte van persistentie vrijwel constant.

Bij de korte TAF is de winst ten opzichte van persistentie aan het begin van de TAF negatief. Dat betekent dat de meteoroloog het aan het begin van de TAF slechter doet dan persistentie. Vooral bij de vliegvelden Groningen en Maastricht-Aachen is dit het geval. Een belangrijk deel kan verklaard worden uit de situaties dat de meteoroloog aan het begin van de TAF een winddraaiing

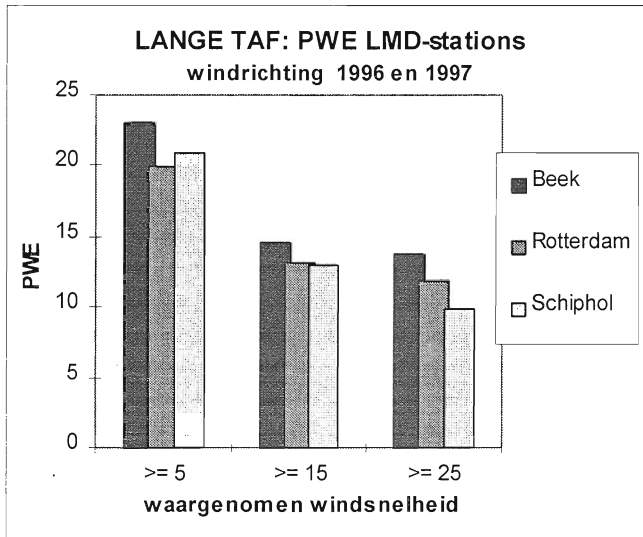


verwacht en om een veranderingsgroep te vermijden een gemiddelde windrichting geeft. Zolang de werkelijke windrichting minder dan 30 graden afwijkt van die windrichting is dat volgens de regelgeving niet fout, alleen in de huidige verificatie scoort dit wel slechter dan persistentie.

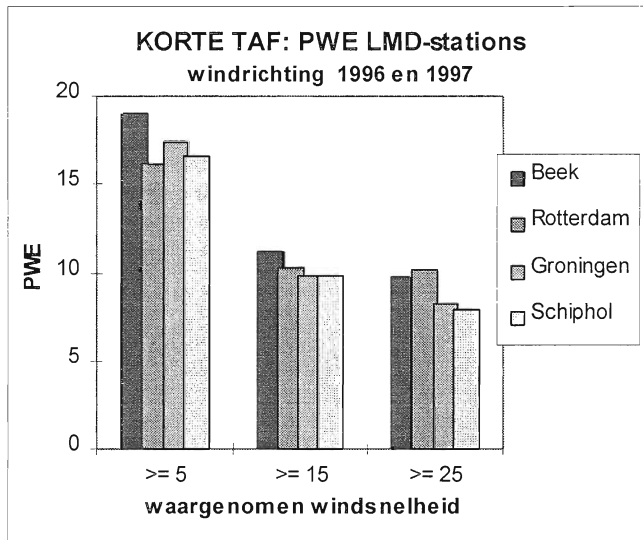
### **Verandering PWE in de tijd**

Evenals bij zicht en wolkenbasis is gekeken naar het voortschrijdend jaargemiddelde van de PWE om een verloop van de kwaliteit van de verwachtingen in het voorbije jaar te kunnen constateren. De grafieken dd.9 t/m dd.12 geven de resultaten daarvan weer. De verandering van de PWE in de loop van 1997 is niet groot. Als er al sprake is van een verandering dan is het een verandering in positieve zin. De PWE van de windrichting van vooral Groningen en Maastricht-Aachen is licht gedaald, oftewel de verwachting is iets verbeterd. Voor Maastricht-Aachen is die tendens zowel bij de lange als bij de korte TAF terug te vinden.

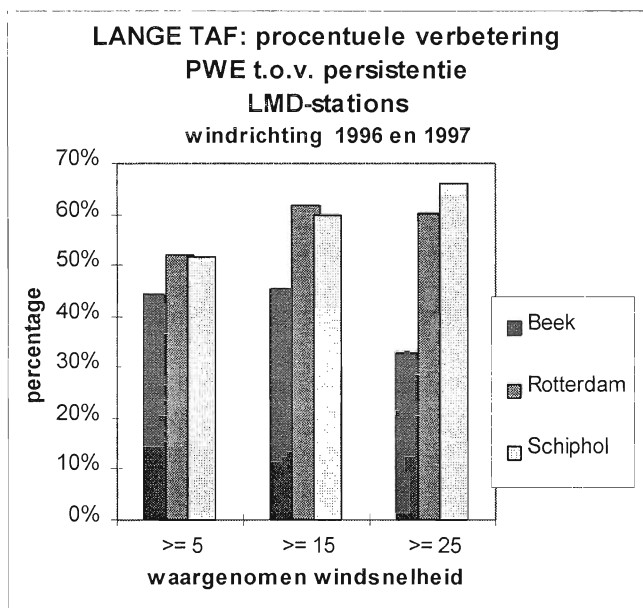
Bij de winst ten opzichte van persistentie is de lichte verbetering ook terug te vinden voor Groningen en Maastricht-Aachen. De winst ten opzichte van persistentie is voor beide vliegvelden gestegen.



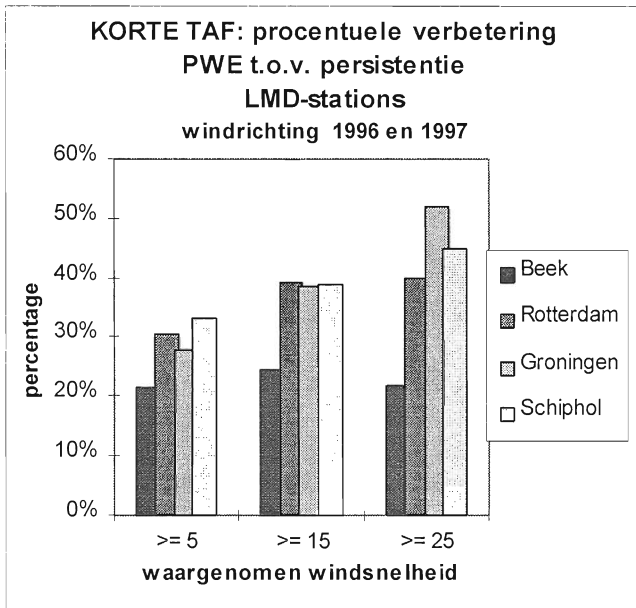
Figuur dd.1



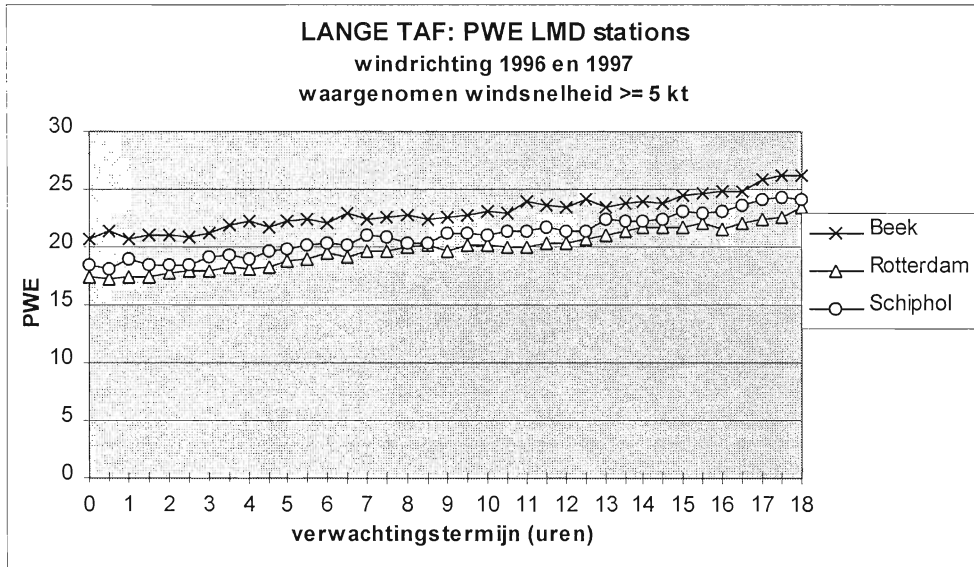
Figuur dd.2



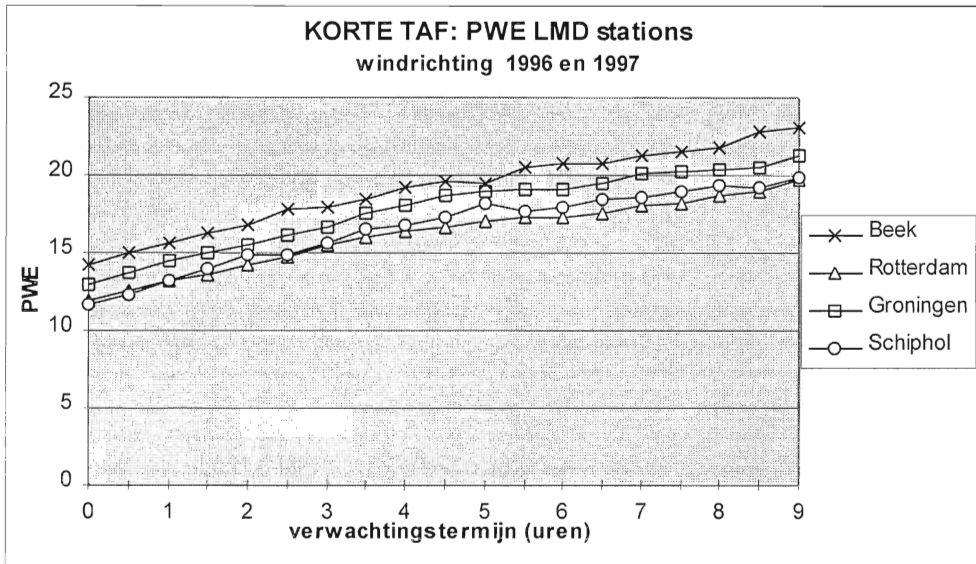
Figuur dd.3



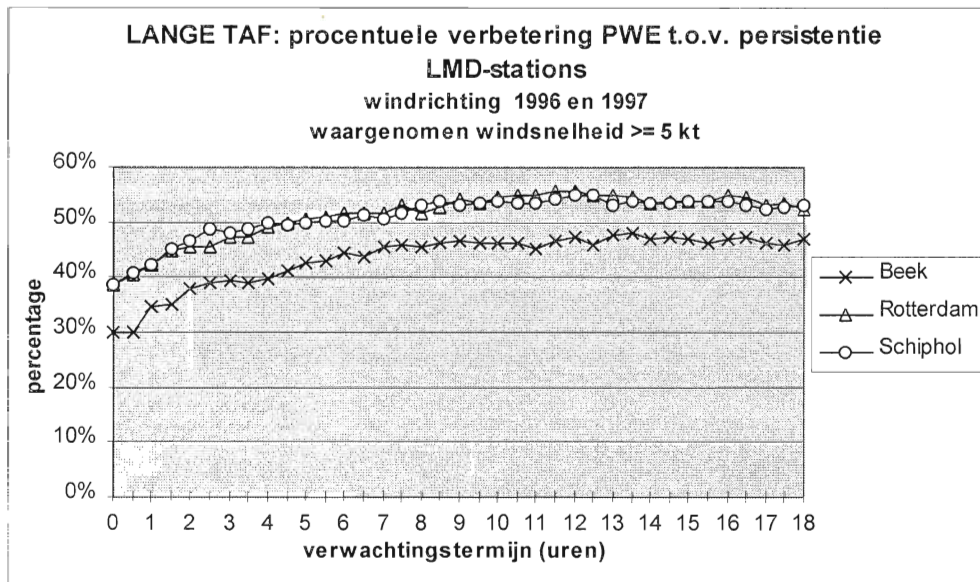
Figuur dd.4



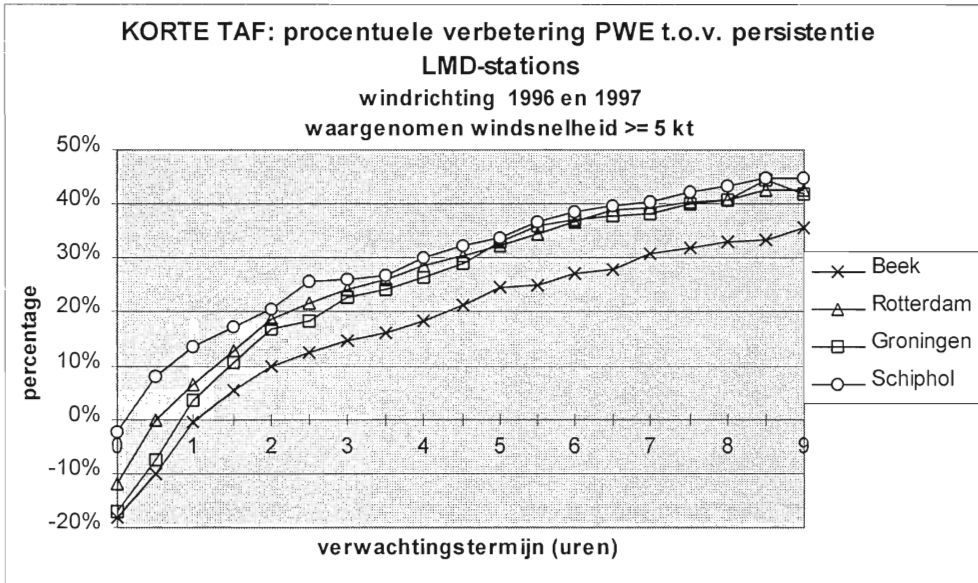
Figuur dd.5



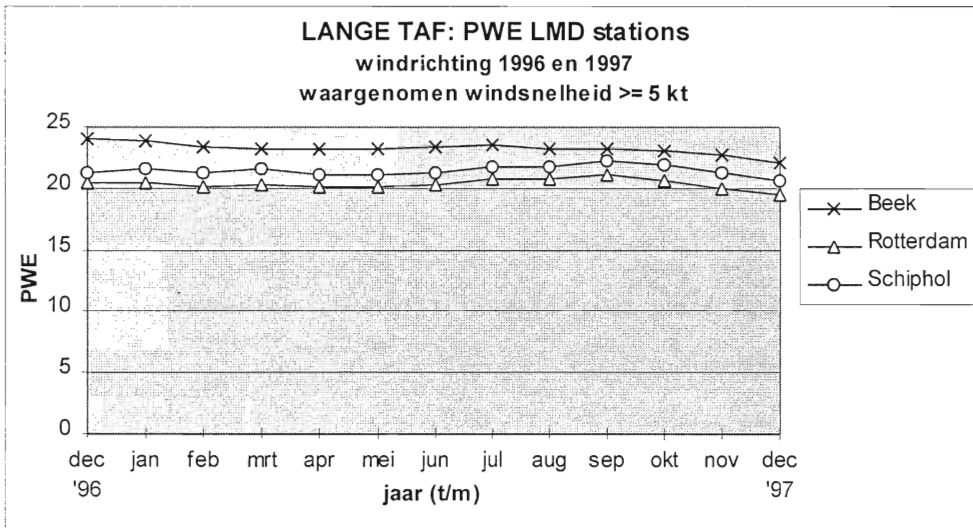
Figuur dd.6



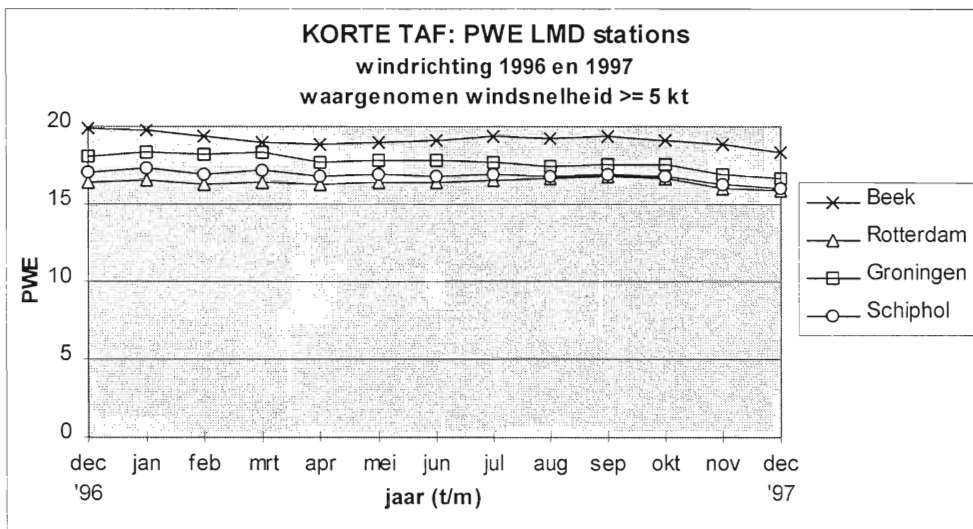
Figuur dd.7



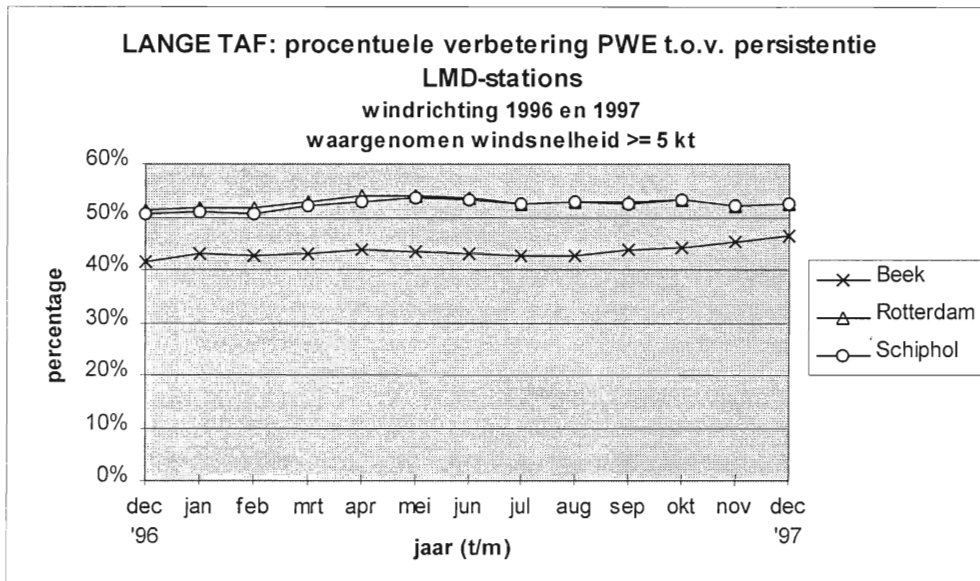
Figuur dd.8



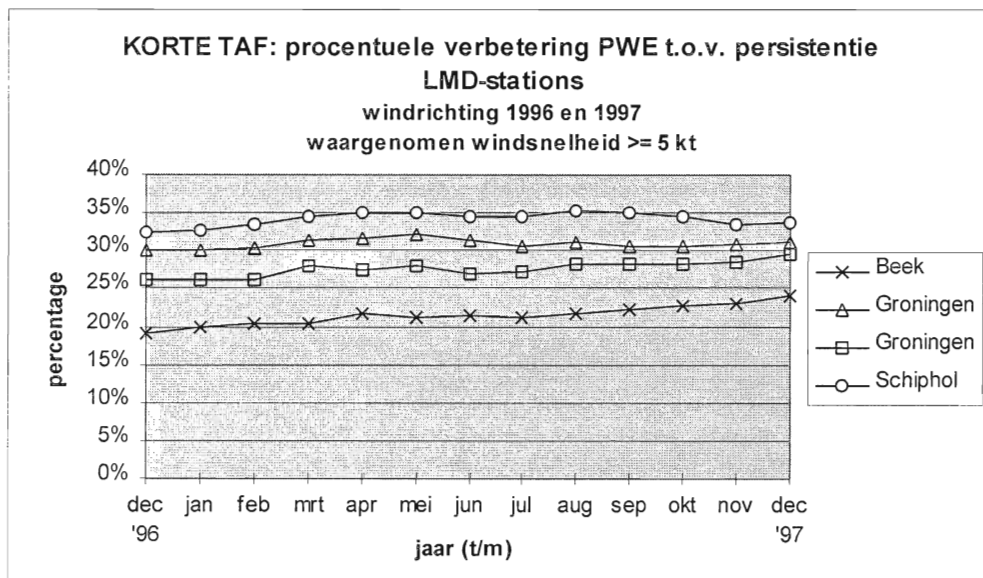
Figuur dd.9



Figuur dd.10



Figuur dd.1 1



Figuur dd.1 2

### 3.1.1.4 Windsnelheid

Voor de windsnelheid zijn vergelijkbare grafieken gemaakt als voor de windrichting. De figuren ff.1 t/m ff.12 geven de resultaten weer.

#### Gemiddelde PWE en procentuele verbetering ten opzichte van persistentie

In tabel 3.4 is de gemiddelde PWE gegeven van de 4 LMD-stations, zowel van de lange als van de korte TAF. Als de windsnelheid groter is dan mag verwacht worden dat ook de gemiddelde fout groter zal zijn. In de tabel is de PWE gegeven afhankelijk van de waargenomen windsnelheid: situaties met een windsnelheid groter of gelijk aan 5 knopen, groter of gelijk aan 15 knopen en groter of gelijk aan 25 knopen. Duidelijk is dat indien alleen hoge windsnelheden worden bekeken de PWE inderdaad beduidend hoger is dan wanneer ook lage windsnelheden worden meegenomen bij de berekening van de gemiddelde PWE. De lange TAF scoort ook bij de windsnelheid minder goed dan de korte TAF: een verwachting voor 6 tot 24 uur vooruit is moeilijker dan een verwachting voor 1 tot 10 uur vooruit.

De verschillen tussen de 4 LMD stations zijn opmerkelijk gering. Alle vliegvelden hebben een nauwelijks van elkaar afwijkende PWE indien alle situaties worden beschouwd waarin de waargenomen windsnelheid  $\geq 5$  knopen is. Wel zijn er duidelijke verschillen als gekeken wordt naar de winst die te behalen is ten opzichte van persistentie. Schiphol doet het dan het best. Rotterdam en Groningen presteren iets minder en Maastricht-Aachen scoort opnieuw het slechtst. De PWE die behaald wordt door uit te gaan van persistentie is voor Schiphol dus aanmerkelijk hoger dan voor Maastricht-Aachen. De windsnelheid op Schiphol varieert sterker dan op Maastricht-Aachen.

Indien alleen de gevallen bekeken worden waarin de waargenomen windsnelheid  $\geq 15$  knopen of  $\geq 25$  knopen bedraagt dan zijn er ook verschillen in de PWE tussen de LMD-stations. Rotterdam en Groningen hebben dan een iets lagere PWE dan Schiphol. Maastricht-Aachen heeft een hogere PWE.

De gegevens die in de tabel genoemd staan zijn ook weergegeven in de figuren ff.1 t/m ff.4.

	waargenomen ff $\geq 5$ kt		waargenomen ff $\geq 15$ kt		waargenomen ff $\geq 25$ kt	
	PWE <sub>TAF</sub>	winst t.o.v. persistentie	PWE <sub>TAF</sub>	winst t.o.v. persistentie	PWE <sub>TAF</sub>	winst t.o.v. persistentie
<b>KORTE TAF:</b>						
Schiphol	2,2	31%	2,6	38%	4,0	28%
Rotterdam	2,2	27%	2,5	38%	3,8	32%
Maastricht-Aachen	2,3	18%	2,9	26%	4,5	17%
Groningen	2,2	26%	2,5	42%	3,8	35%
<b>LANGE TAF:</b>						
Schiphol	2,6	41%	3,2	49%	5,5	41%
Rotterdam	2,7	32%	2,9	52%	4,3	53%
Maastricht-Aachen	2,6	30%	3,7	37%	6,6	39%

Tabel 3.4. PWE windsnelheid korte en lange TAF 1996 en 1997

#### PWE afhankelijk van verwachtingstermijn

In de figuren ff.5 t/m ff.8 is het verloop van de PWE en de winst ten opzichte van persistentie uitgezet tegen de verwachtingstermijn van de lange en de korte TAF. De PWE neemt gedurende de looptijd van de lange TAF langzaam toe van ongeveer 2,4 naar 3,0 knopen. Opmerkelijk is dat de PWE van Maastricht-Aachen aan het eind van de lange TAF lager is dan voor Rotterdam en

Schiphol. De verwachting voor Maastricht-Aachen is dus beter dan de verwachting voor Rotterdam en Schiphol.

Tijdens de looptijd van de korte TAF neemt de PWE toe van 1,8 naar 2,7 knopen. De toename is groter dan bij de lange TAF het geval is.

Bij de lange TAF doet zich het fenomeen voor dat de winst ten opzichte van persistentie eerst nog toeneemt en in de tweede helft van de periode weer duidelijk minder wordt. Een verklaring hiervoor is de dagelijkse gang van de windsnelheid. Voor de lange TAF van bijvoorbeeld 1206 geldt de wind om 5 UTC als persistentieverwachting. Op de meeste dagen zal de windsnelheid in de loop van de ochtend toenemen, de persistentieverwachting zal slechter worden. In de tweede helft van de middag is die persistentieverwachting het slechtst. Daarna gaat de wind afnemen en in de tweede helft van de avond en in de nacht wordt de persistentieverwachting weer beter.

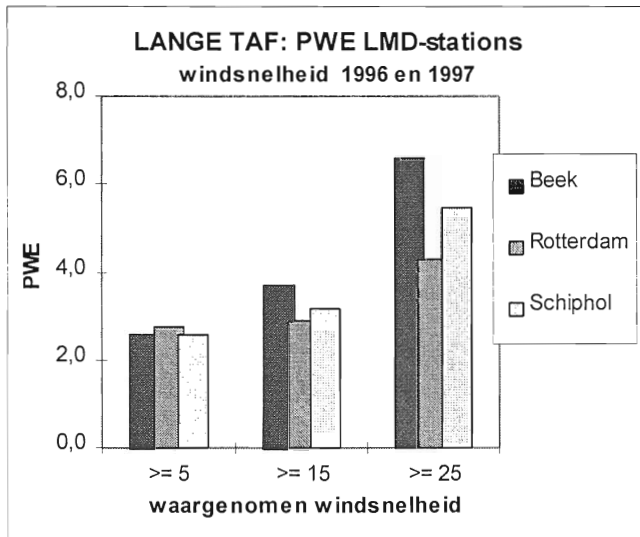
Met uitzondering van Schiphol is de winst ten opzichte van persistentie aan het begin van de korte TAF duidelijk negatief. Persistentie doet het het eerste half uur van de TAF beter dan de meteoroloog. Deels kan dit op dezelfde manier verklaard worden als bij de windrichting. Bijvoorbeeld bij een verwachte windtoename tijdens de eerste uren van de TAF kan de meteoroloog in plaats van een veranderingsgroep te geven besluiten om de gemiddelde windsnelheid te geven. Het verschil tussen de werkelijke windsnelheid en de windsnelheid gegeven in de TAF overschrijdt dan geen kritische grenzen. Persistentie doet het dan aan het begin van de TAF soms beter dan de meteoroloog aangezien de afwijking tussen TAF-wind en gemeten wind in het huidige verificatiesysteem toch een PWE oplevert ongelijk aan nul.

De winst ten opzichte van persistentie van Maastricht-Aachen is aan het begin van de korte TAF vrijwel gelijk aan de winst voor Groningen en Rotterdam. In het tweede gedeelte van de TAF daarentegen is de winst van Maastricht-Aachen beduidend minder dan van de andere twee genoemde vliegvelden.

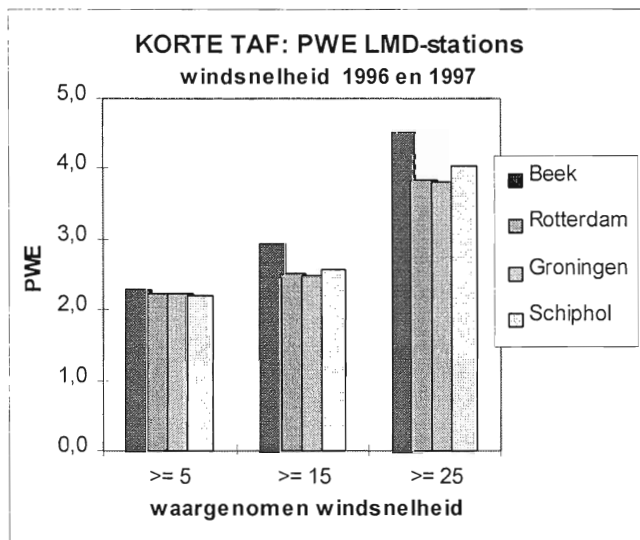
### **Verandering PWE in de tijd**

In het voortschrijdend jaargemiddelde van de PWE is gedurende 1997 geen tendens bespeurbaar (figuren ff.9 en ff.10). Alleen in de lange TAF neemt het verschil tussen Schiphol en Maastricht-Aachen aan de ene kant en Rotterdam aan de andere kant iets toe, in het nadeel van Rotterdam. Het voortschrijdend jaargemiddelde van de winst ten opzichte van persistentie laat wel wat fluctuaties zien (figuren ff.11 en ff.12). De winst in de lange TAF neemt voor Schiphol en Maastricht-Aachen in de loop van 1997 met ongeveer 5% toe. Voor de korte TAF neemt de winst voor Rotterdam in de tweede helft van 1997 met zo'n 5% af. De andere vliegvelden geven echter niet zo'n verloop te zien.

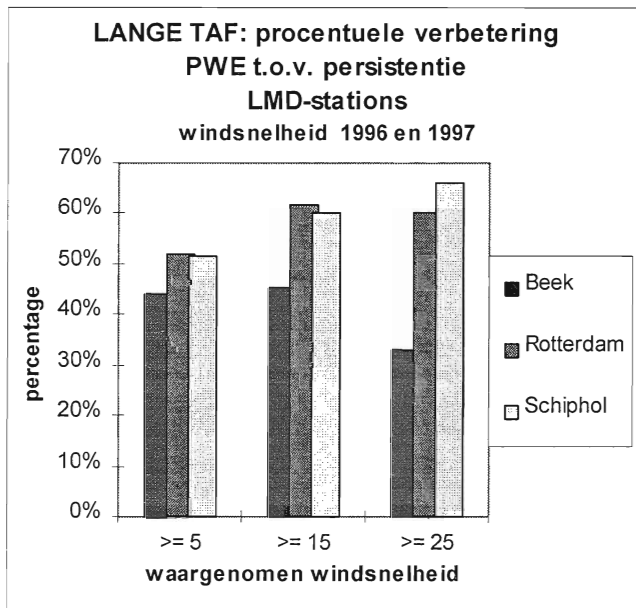




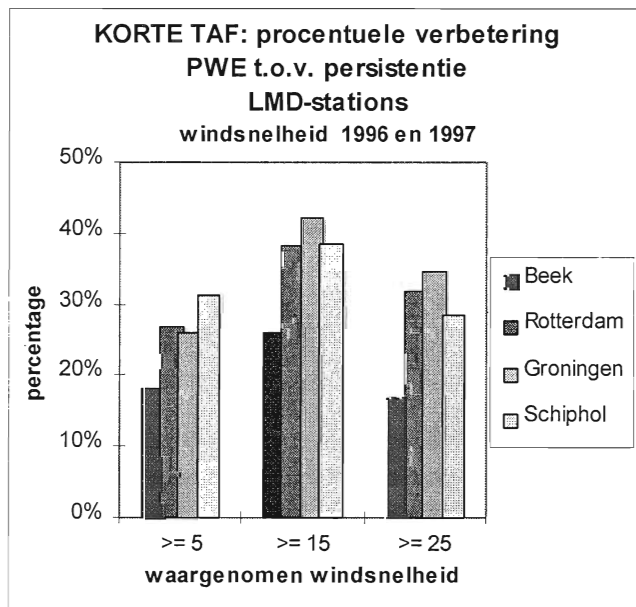
Figuur ff.1



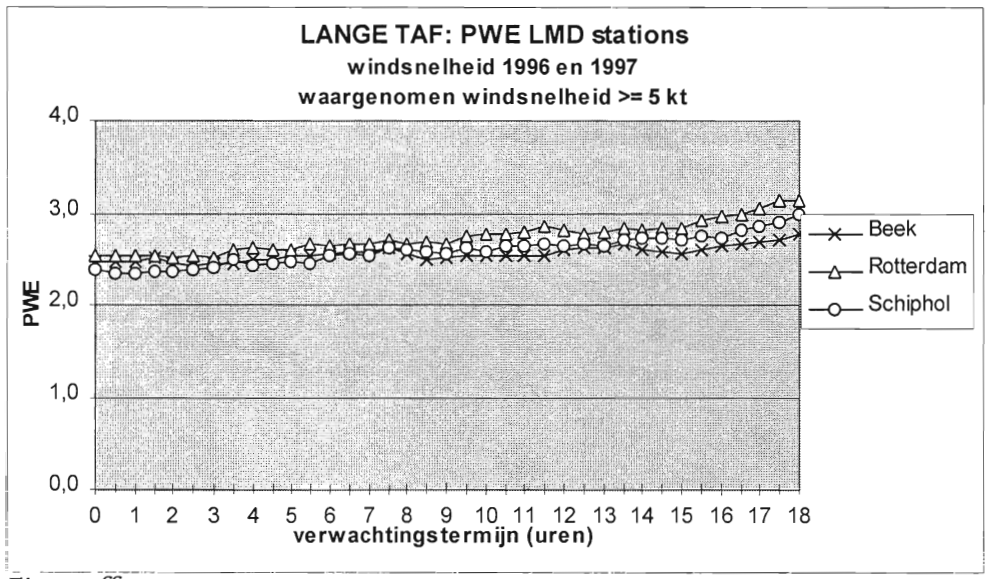
Figuur ff.2



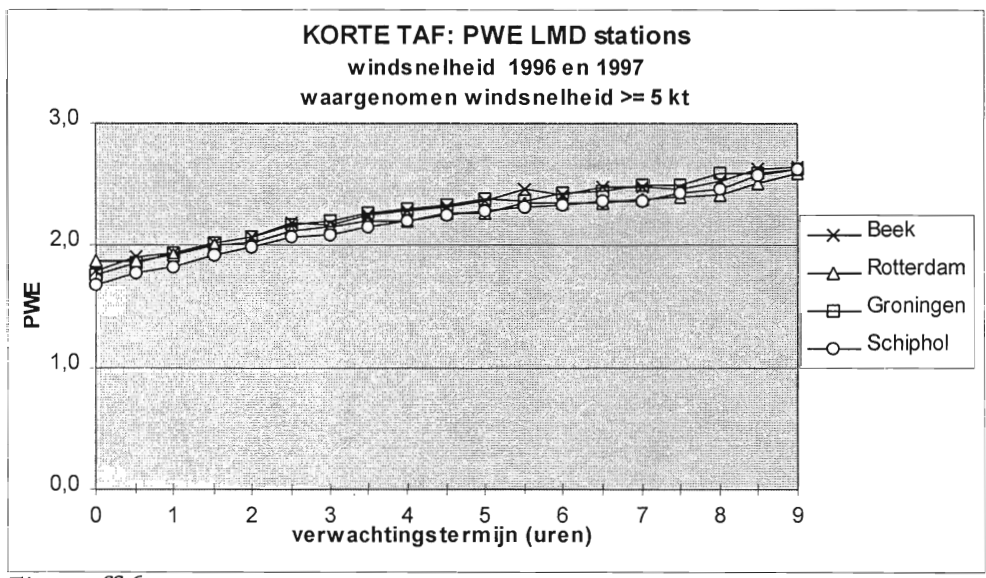
Figuur ff.3



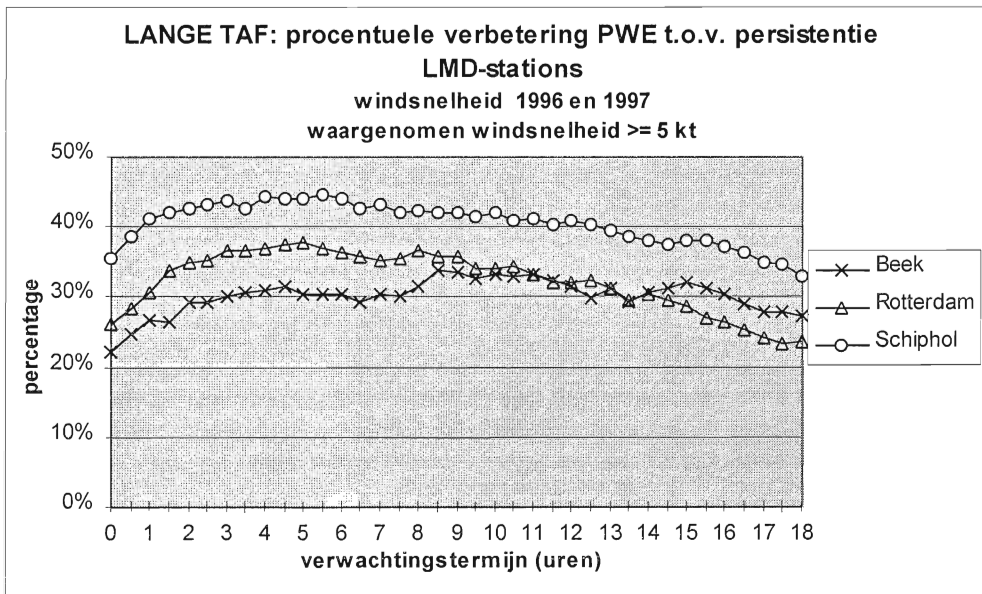
Figuur ff.4



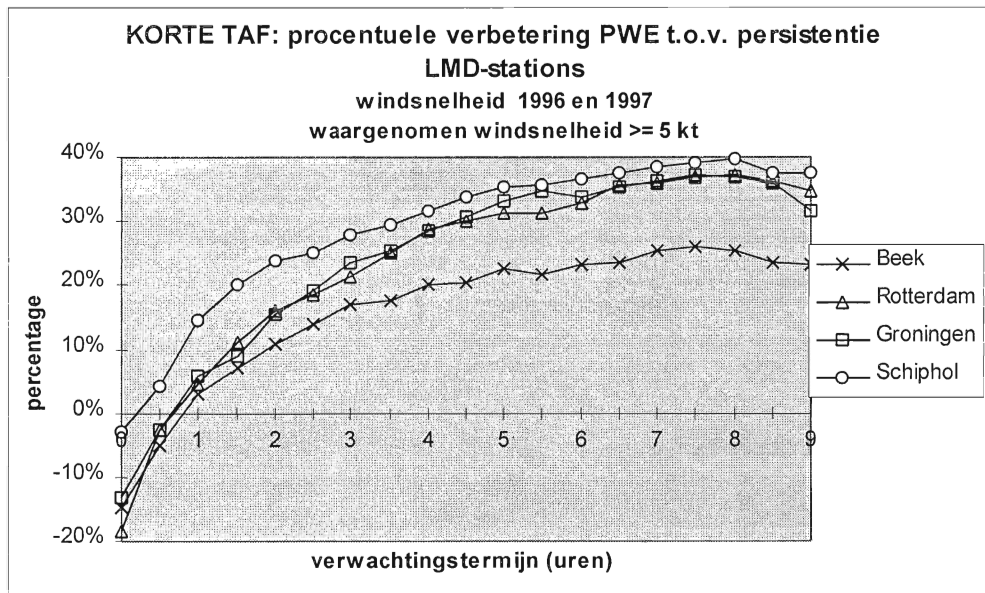
Figuur ff.5



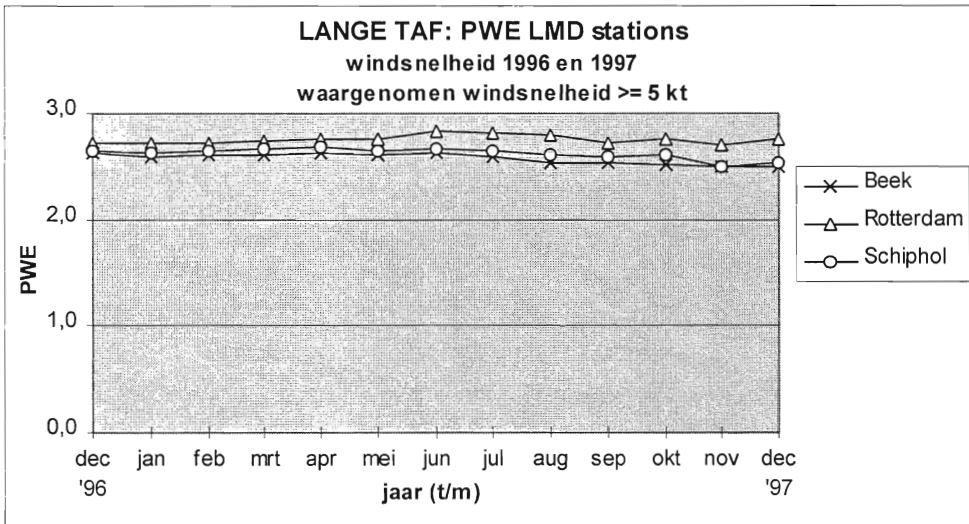
Figuur ff.6



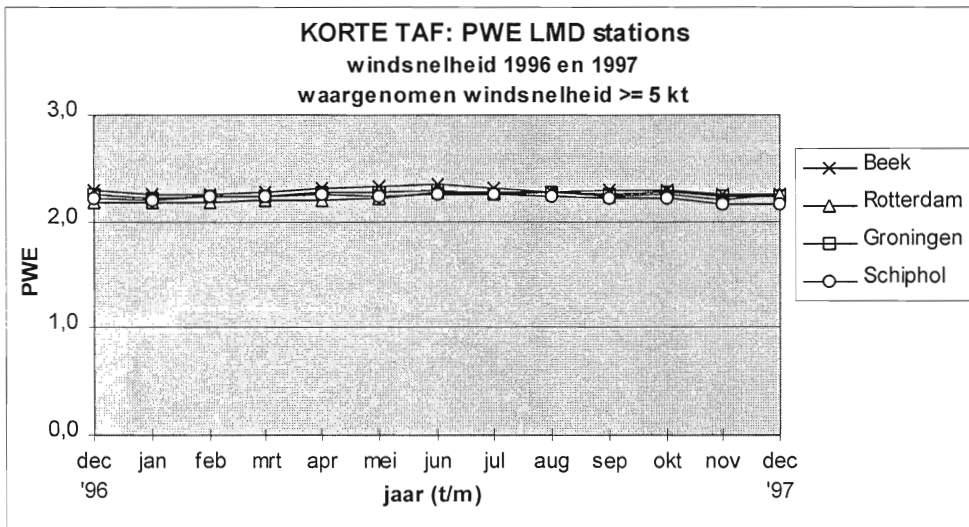
Figuur ff.7



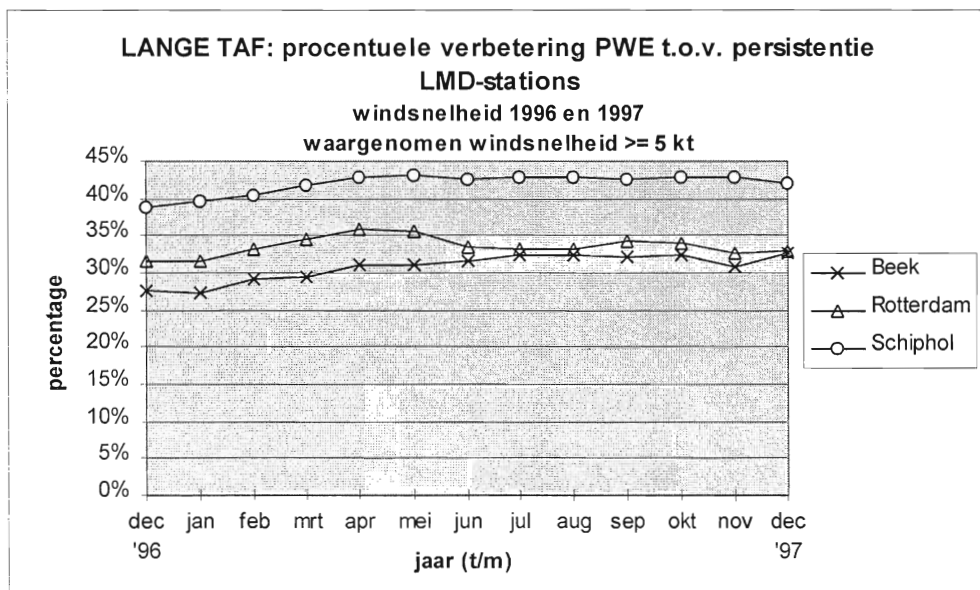
Figuur ff.8



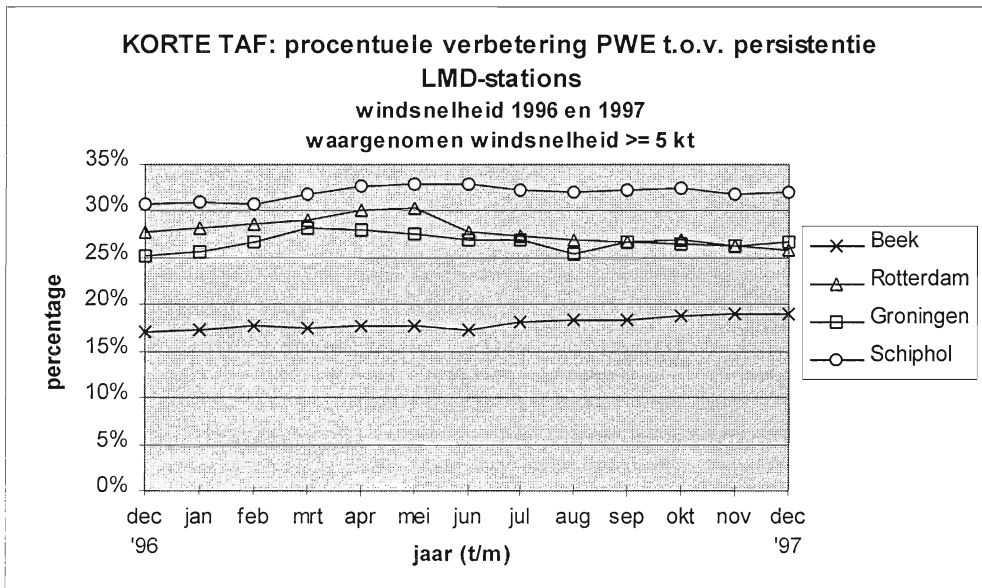
Figuur ff.9



Figuur ff.10



Figuur ff.11



Figuur ff. I 2

### 3.1.2 TREND

#### 3.1.2.1 Zicht

In de grafieken trend.1 t/m trend.8 zijn de resultaten weergegeven van de verificatie van het zicht in de TREND van de 4 LMD-stations.

#### Gemiddelde RPS en procentuele verbetering ten opzichte van persistentie

Uit tabel 3.5 valt op te maken dat de RPS van Schiphol wat lager uitvalt dan van de andere vliegvelden. Het maakt daarbij niet uit of naar alle situaties wordt gekeken of dat een selectie wordt gemaakt van "slecht-weer" situaties. Groningen is het vliegveld met de hoogste RPS voor het zicht in de TREND. Kijken we naar de winst ten opzichte van persistentie dan bedragen de verschillen tussen Schiphol en de andere LMD-stations hooguit 1 procent. Bij een waargenomen zicht van minder dan 3 km zijn de verschillen iets groter. Maastricht-Aachen en Groningen scoren in die situaties minder goed dan Schiphol en Rotterdam.

Ook is te zien dat bij slecht-weer situaties de winst ten opzichte van persistentie op alle vliegvelden aanzienlijk minder is in vergelijking met de situatie waarbij alle weersituaties worden bekeken.

De frequentie waarmee het waargenomen zicht minder dan 3 km bedraagt staat vermeld in de laatste kolom.

			waargenomen zicht < 3 km		
	RPS	winst t.o.v. persistentie	RPS	winst t.o.v. persistentie	aantal in procenten
Schiphol	0,023	14%	0,073	7%	5%
Rotterdam	0,025	15%	0,081	7%	6%
Maastricht-Aachen	0,026	13%	0,083	3%	8%
Groningen	0,028	15%	0,084	4%	8%

Tabel 3.5. RPS zicht TREND 1996 en 1997

In de figuren trend.1 en trend.2 zijn de RPS-waarden weergegeven afhankelijk van respectievelijk de waargenomen zichtklasse en de zichtklasse tijdens de opsteltijd, oftewel de klasse waarin het zicht viel in de METAR waarvan de geverifieerde TREND onderdeel uitmaakte. Duidelijk is te zien dat er een zeer sterk verband is tussen beide grafieken. Voor zichten boven de 1500 meter zijn de grafieken zelfs vrijwel identiek. Op zich is dat niet zo vreemd, immers zolang het waargenomen zicht gedurende de TREND-periode niet zal veranderen zal ook de berekende RPS-waarde gelijk zijn en voor beide grafieken in dezelfde klasse ondergebracht worden. Wel zijn er wat verschillen indien het zicht minder dan 1500 meter bedraagt. Blijkbaar gedraagt slecht zicht zich minder persistent dan "goed" zicht.

In de figuren trend.3 en trend.4 is de procentuele verbetering ten opzichte van persistentie aangegeven, afhankelijk van waargenomen zicht en zicht tijdens opsteltijd. Hier zijn de verschillen tussen beide grafieken veel groter. Opmerkelijk is dat voor Beek en Groningen indien het waargenomen zicht in de laagste klasse valt persistentie het beter doet dan de verwachting van de meteoroloog (figuur trend.3). Het betekent dat de meteoroloog regelmatig een verbetering verwacht en dat deze verbetering dan in werkelijkheid niet optreedt. Bijvoorbeeld: het zicht is 1300 meter, de meteoroloog geeft BECMG 2500. Als dan tijdens de TREND-periode het zicht (tijdelijk) terugzakt naar 0600 meter dan doet persistentie het op die momenten beter dan de meteoroloog. Uit figuur trend.4 blijkt dat indien het zicht in de waarneming 8 km of meer bedraagt persistentie het ongeveer even goed doet als de meteoroloog, terwijl indien het zicht tijdens de opsteltijd minder dan 8 km is er wel een duidelijk winst valt te behalen ten opzichte van persistentie. Voor Beek is de winst bij zichten van 8 km of meer zelfs negatief. Het feit dat bij goed zicht tijdens de opsteltijd van de TREND zo weinig winst valt te behalen wordt in belangrijke

mate veroorzaakt doordat die zichtklasse vrij persistent is. Relatief weinig treedt er binnen de TREND-periode een wijziging op in het goede zicht. Wordt daarnaast ook nog af en toe een verandering gegeven in de TREND die in werkelijkheid niet optreedt, dan is er van winst ten opzichte van persistentie nog nauwelijks sprake.

### **RPS afhankelijk van verwachtingstermijn**

Figuren trend.5 en trend.6 laten zien dat de RPS toeneemt bij een langere verwachtingstermijn. Aan het begin van de TREND is de RPS van alle LMD-stations vrijwel gelijk, daarna neemt vooral de RPS van Groningen sterker toe dan de RPS van Schiphol. De afwijking tussen Schiphol en Groningen van de gemiddelde RPS van de TREND wordt dus vooral veroorzaakt door het verschil tussen beide stations in het tweede deel van de TREND-periode. Rotterdam en Maastricht-Aachen ontlopen elkaar nauwelijks.

De winst ten opzichte van persistentie is afhankelijk van de verwachtingstermijn. Tot anderhalf uur neemt de winst toe. Aan het eind neemt de verbetering ten opzichte van persistentie weer af, het sterkst op Schiphol. Dit is opmerkelijk, want bij de korte TAF nam de winst ten opzichte van persistentie op alle vliegvelden toe tot een verwachtingstermijn van 2,5 uur (= 3,5 uur na opsteltijd). Hieruit blijkt dat de TREND niet altijd wordt gezien als een verwachting tot 2 uur vooruit. Vaak wordt in een TREND alleen datgene gegeven dat als eerste zal optreden en niet het volledige weerbeeld voor de komende 2 uur. De achterliggende gedachte bij velen is dat indien het volledige weer beschreven moet worden de TREND veel te lang wordt en daardoor voor een klant onduidelijker.

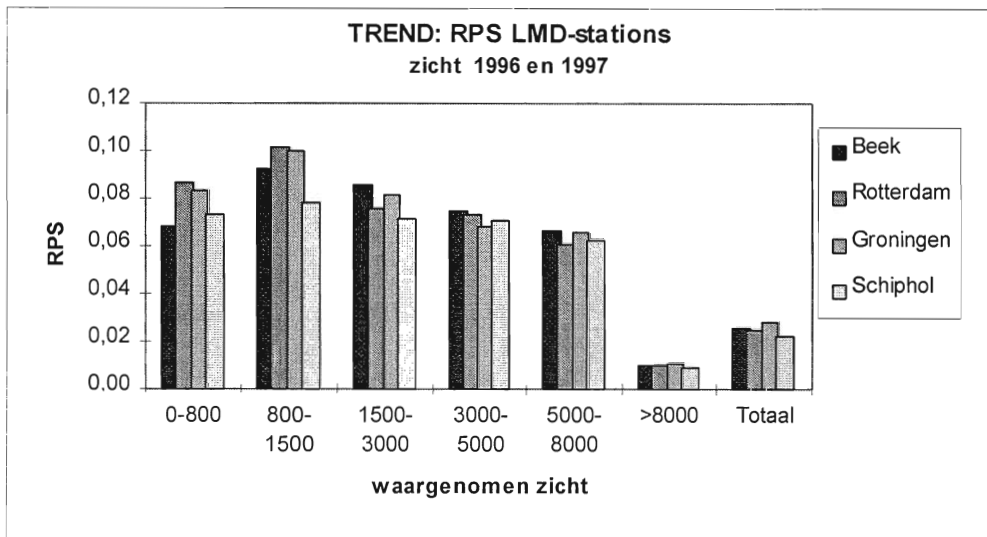
### **Verandering RPS in de tijd**

Het verloop van het voortschrijdend jaargemiddelde van de RPS en de winst ten opzichte van persistentie gedurende het jaar 1997 zijn weergegeven in de figuren trend.7 en trend.8.

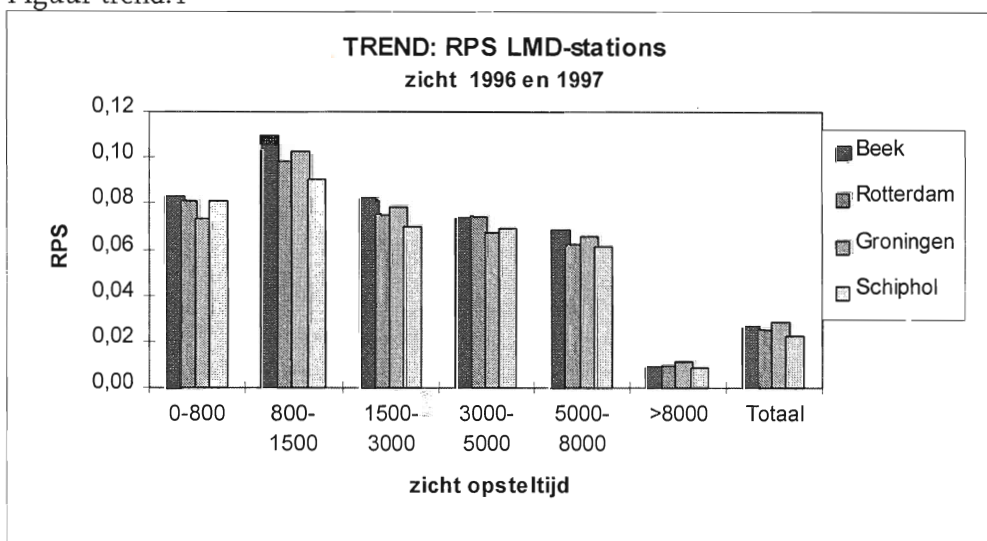
De RPS van Schiphol is vrijwel gelijk gebleven, de RPS van de andere vliegvelden is langzaam wat gezakt, vooral in de tweede helft van 1997. In 1996 waren de TREND's van Rotterdam en Maastricht-Aachen slechter dan die van Schiphol, terwijl gemiddeld over 1997 (eind van grafiek) de TREND's van de drie vliegvelden nagenoeg gelijk zijn. De verschillen die genoemd zijn in de tabel voor de gemiddelde RPS van de TREND worden dus vooral veroorzaakt door de TREND's die gemaakt zijn in 1996.

De grafiek waarin de procentuele verbetering ten opzichte van persistentie is uitgezet tegen de tijd laat een iets ander beeld zien. De TREND's van Rotterdam, Groningen en ook Schiphol zijn in de loop van 1997 iets verbeterd ten opzichte van persistentie. Dat Schiphol in dat rijtje voorkomt is enigszins opmerkelijk, immers de RPS is in de loop van 1997 niet gedaald. Blijkbaar is de RPS van de persistentieverwachting iets gestegen: het zicht gedroeg zich in 1997 minder "persistent" dan in 1996. Bij Maastricht-Aachen valt op dat de winst ten opzichte van persistentie in de eerste helft van 1997 duidelijk afnam om vervolgens in de tweede helft van dat jaar weer voor een belangrijk deel te herstellen. In de eerste helft van 1997 nam tegelijkertijd de RPS iets af. De jaargemiddelde RPS berekend op basis van de persistentieverwachting moet in dezelfde periode veel sterker zijn gedaald: het zicht was persistenter.

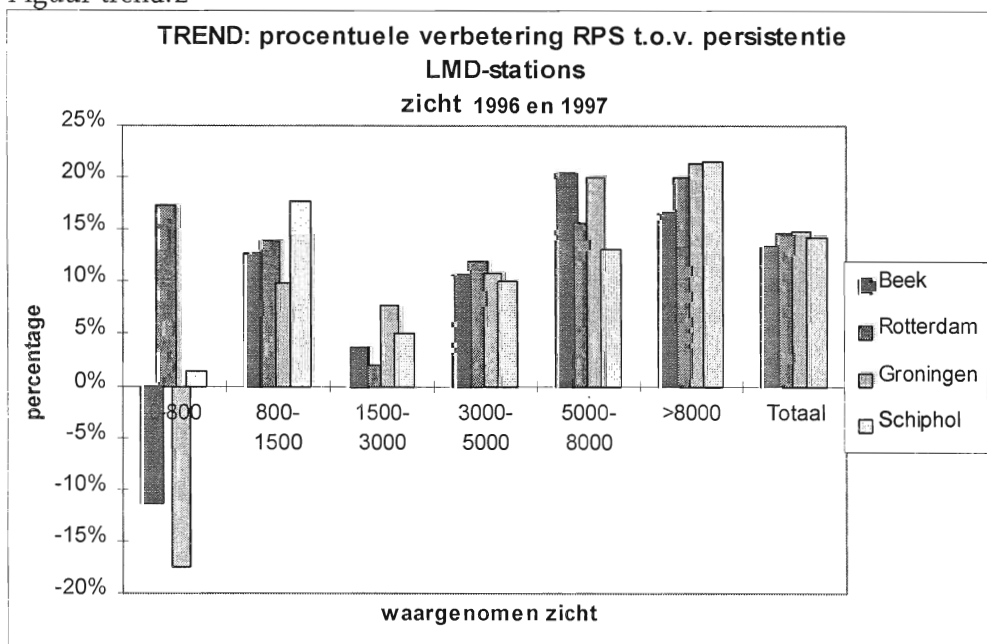




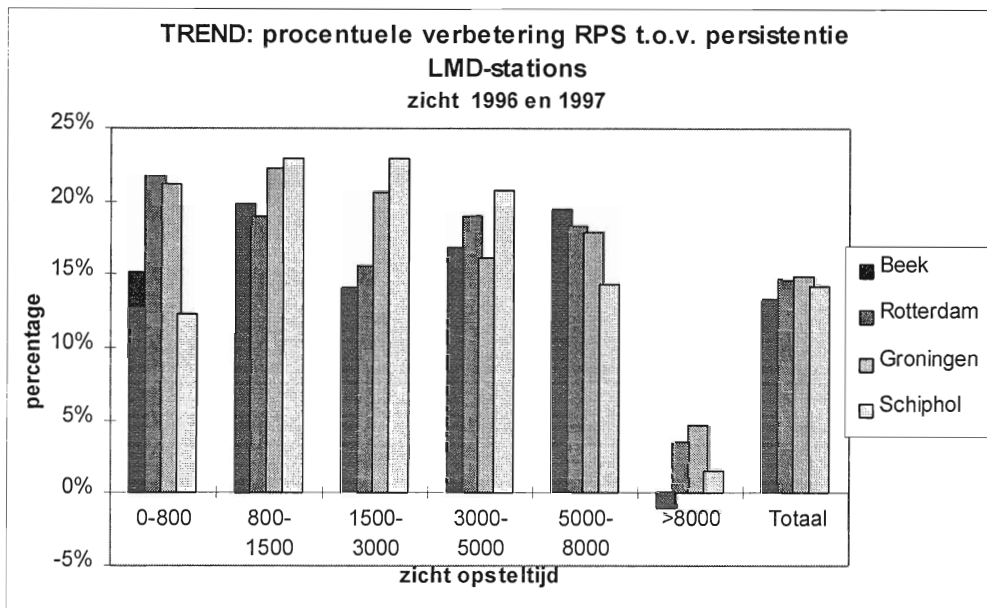
Figuur trend.1



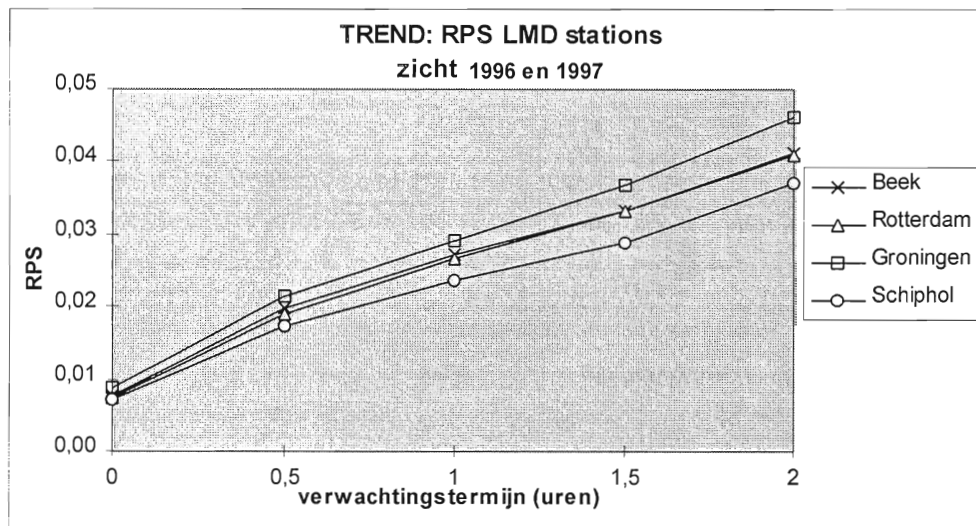
Figuur trend.2



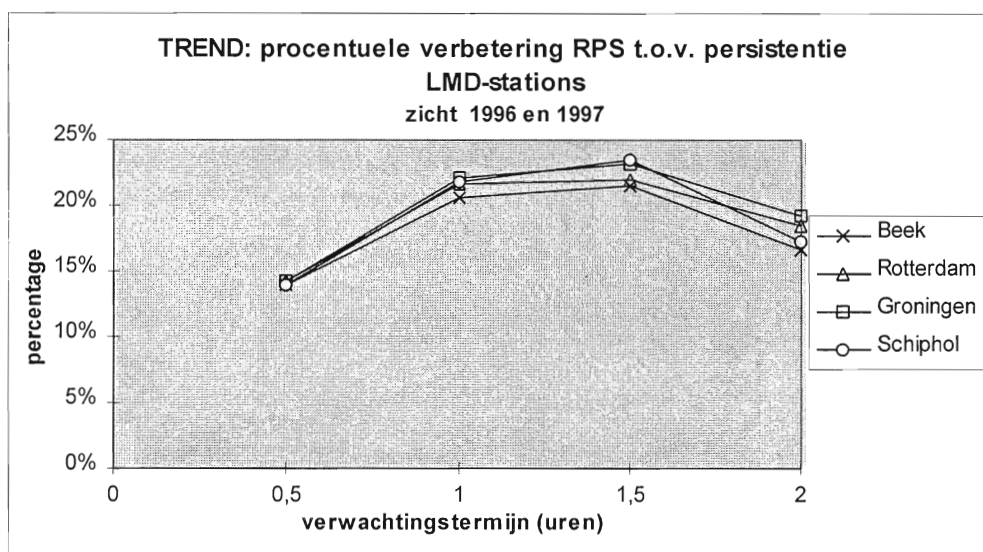
Figuur trend.3



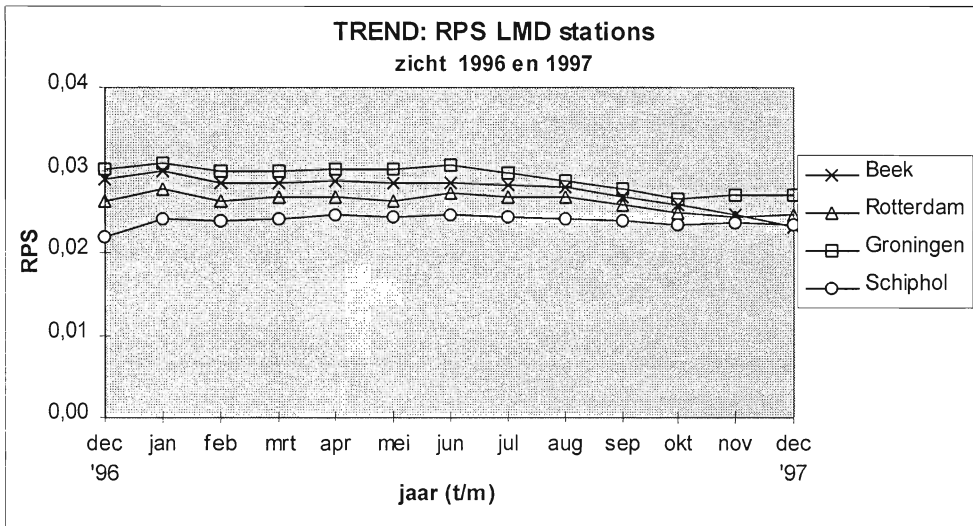
Figuur trend.4



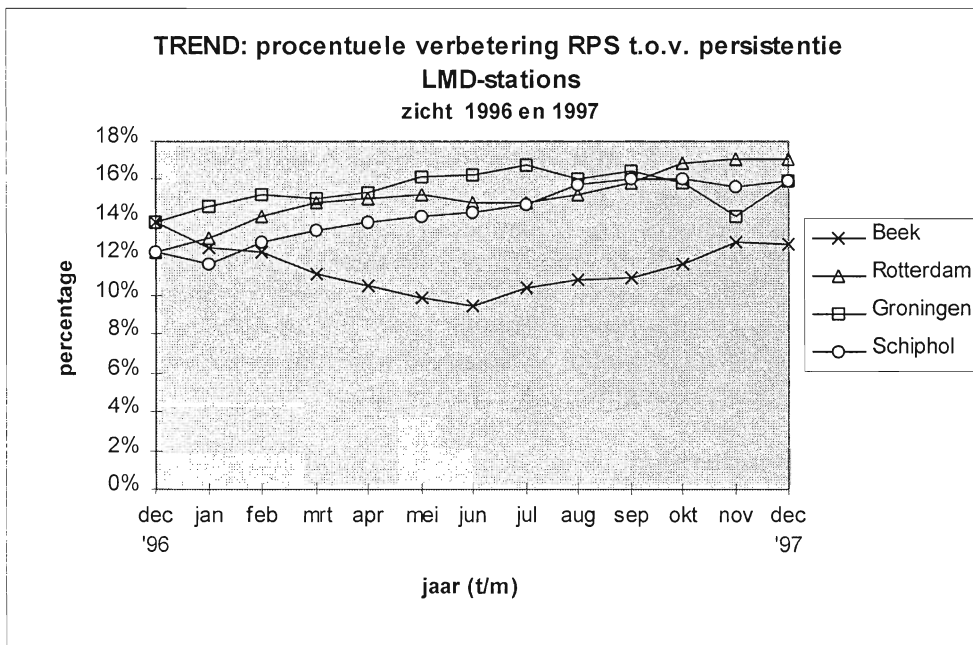
Figuur trend.5



Figuur trend.6



Figuur trend.7



Figuur trend.8

### 3.1.2.2 Wolkenbasis

In de grafieken trend.9 t/m trend.16 zijn de resultaten weergegeven van de verificatie van de wolkenbasis in de TREND van de 4 LMD-stations.

#### Gemiddelde RPS en procentuele verbetering ten opzichte van persistentie

Een overzicht van de gemiddelde RPS en de winst ten opzichte van persistentie voor de wolkenbasis zijn ook hier weergegeven in tabel 3.6.

	waargenomen wolkenbasis < 1000 voet				
	RPS	winst t.o.v. persistentie	RPS	winst t.o.v. persistentie	aantal in procenten
Schiphol	0,019	13%	0,096	4%	9%
Rotterdam	0,018	11%	0,085	7%	8%
Maastricht-Aachen	0,019	11%	0,088	3%	8%
Groningen	0,020	15%	0,080	8%	12%

Tabel 3.6. RPS wolkenbasis TREND 1996 en 1997

De verschillen in de RPS tussen de 4 LMD stations zijn, zoals uit de tabel blijkt, erg gering. In de winst ten opzichte van persistentie zit iets meer variatie. Groningen scoort dan het best, ondanks dat de RPS van dit vliegveld het hoogst is. Blijkbaar is de RPS die behaald wordt door middel van een persistentieverwachting relatief gezien nog hoger. Bekijken we alleen de situaties waarin de waargenomen wolkenbasis zich onder de 1000 voet bevond dan zijn ook de verschillen in RPS tussen de vliegvelden groter. Schiphol komt er nu als slechtste vanaf, alle andere vliegvelden hebben een lagere gemiddelde RPS. Op het vliegveld Groningen wordt een waargenomen wolkenbasis lager dan 1000 voet het best verwacht in de TREND. Ook de winst ten opzichte van persistentie is daar het hoogst. Vooral Schiphol en Maastricht-Aachen boeken met 3 a 4 % nauwelijks winst ten opzichte van persistentie.

#### RPS afhankelijk van verwachtingstermijn

De figuren trend.9 t/m trend.12 laten de RPS en de winst ten opzichte van persistentie zien afhankelijk van de waargenomen wolkenbasisklasse en de klasse tijdens het opstellen van de TREND. Uit figuur trend.11 blijkt dat voor de vliegvelden Maastricht-Aachen en Groningen bij een waargenomen wolkenbasis lager dan 200 respectievelijk 500 voet er geen verbetering valt te behalen ten opzichte van persistentie. Indien de waargenomen wolkenbasis op Maastricht-Aachen lager dan 200 voet is dan doet persistentie het aanzienlijk beter dan de meteoroloog. De meteoroloog verwacht bij een lage wolkenbasis regelmatig (te vroeg) een verbetering, terwijl NOSIG verwachten het beter zou hebben gedaan.

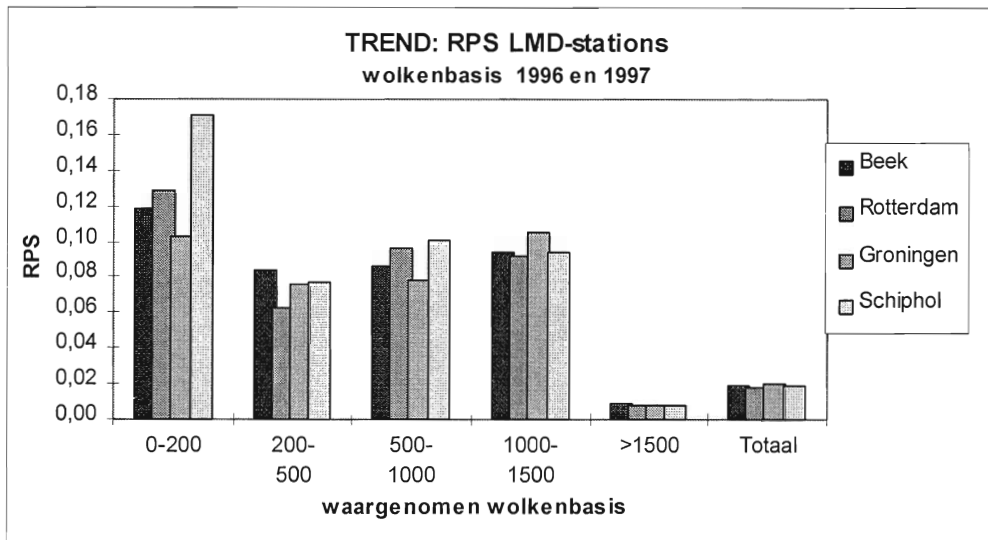
Opmerkelijk is dat Groningen in situaties dat de wolkenbasis lager dan 500 voet slecht doet, terwijl we hiervoor nog hadden geconstateerd dat de TREND van Groningen in situaties met een waargenomen wolkenbasis lager dan 1000 voet de meeste winst boekt ten opzichte van persistentie. Dit kan alleen veroorzaakt worden (en dat blijkt ook uit de figuur) door een relatief grote winst ten opzichte van persistentie indien de waargenomen wolkenbasis zich tussen 500 en 1000 voet bevindt.

In de figuren trend.13 en trend.14 is de RPS en de winst ten opzichte van persistentie weergegeven ten opzichte van de verwachtingstermijn. Duidelijk is te zien dat de RPS naarmate de verwachtingstermijn groter wordt toeneemt en dat de verschillen tussen de vliegvelden minimaal zijn. Evenals bij het zicht het geval is, neemt ook bij de wolkenbasis de winst ten opzichte van persistentie aan het eind van de TREND af. In de TREND wordt voor de wolkenbasis vooral die verandering gegeven die het eerst zal optreden en er wordt niet altijd een beschrijving gegeven van de wolkenbasis gedurende een periode van 2 uur.

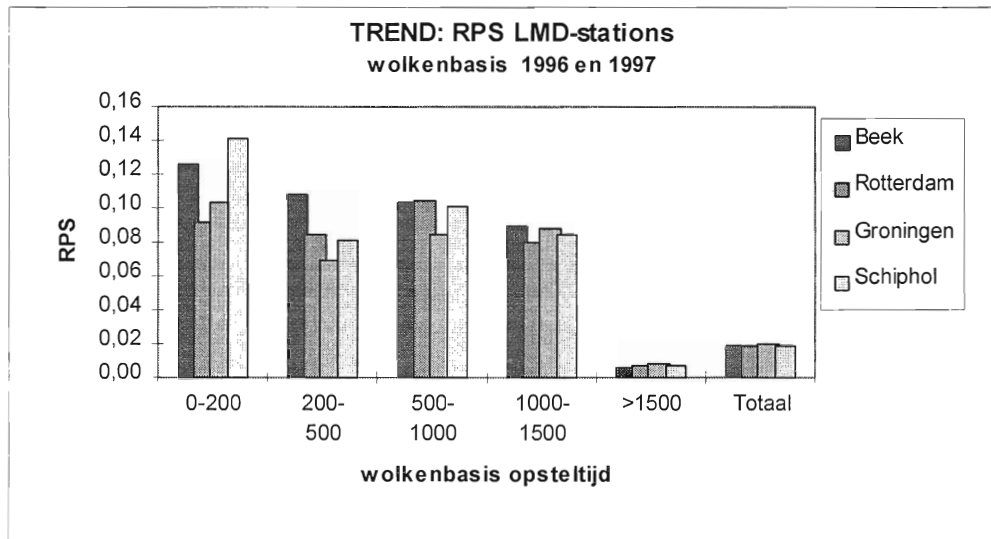
## Verandering RPS in de tijd

In de figuur met de het verloop van het voortschrijdend jaargemiddelde van de RPS valt op dat de jaargemiddelde RPS van de vliegvelden Groningen en Maastricht-Aachen in de loop van 1997 iets is gedaald, terwijl de RPS van Schiphol iets is gestegen (figuur trend.15). Gemiddeld over 1997 scoorde de TREND van Schiphol iets slechter dan de TREND van de regionale luchthavens voor wat betreft de wolkenbasis.

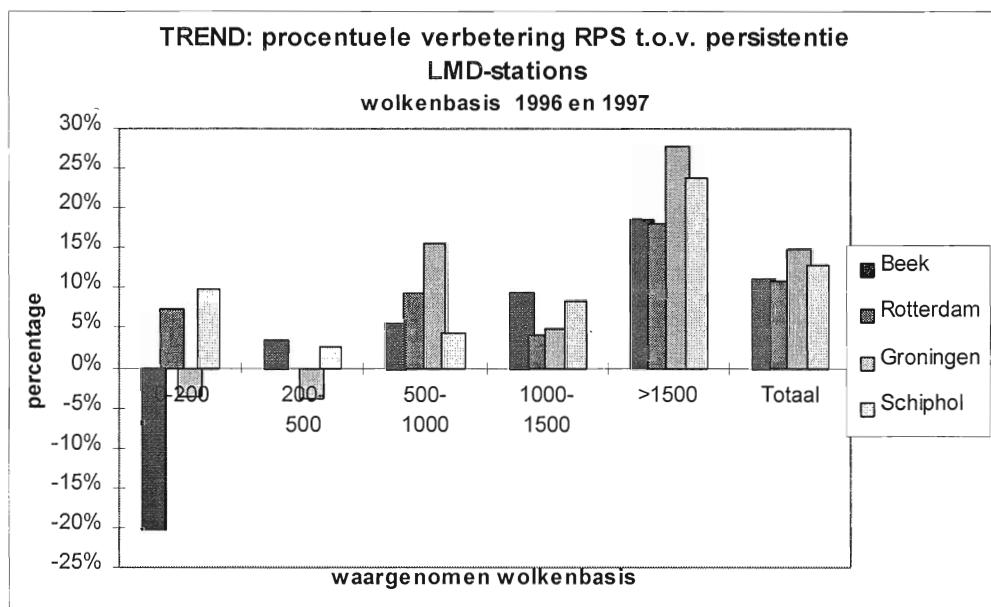
Het voortschrijdend jaargemiddelde van de winst ten opzichte van persistentie laat een grillig beeld zien (figuur trend.16). De winst is voor Rotterdam over 1996 lager dan bij de andere 3 luchthavens, maar neemt wel in de loop van 1997 duidelijk toe van 8% naar 12%. Evenals bij het zicht is ook bij Maastricht-Aachen in de eerste helft van 1997 een daling te zien van de winst ten opzichte van persistentie, zij het minder sterk. In de tweede helft van de periode neemt de winst ook bij de wolkenbasis weer toe.



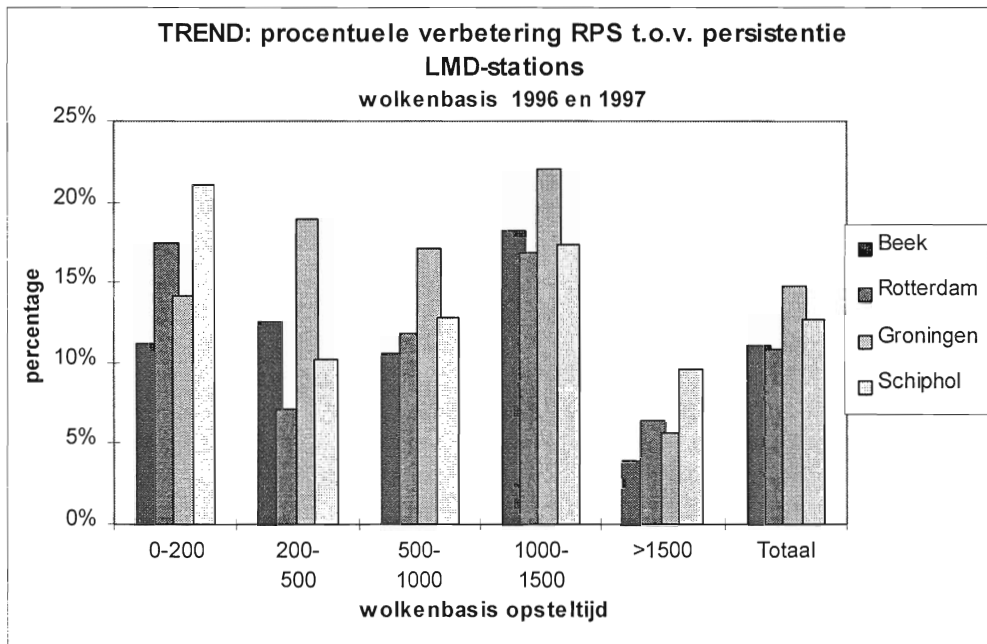
Figuur trend.9



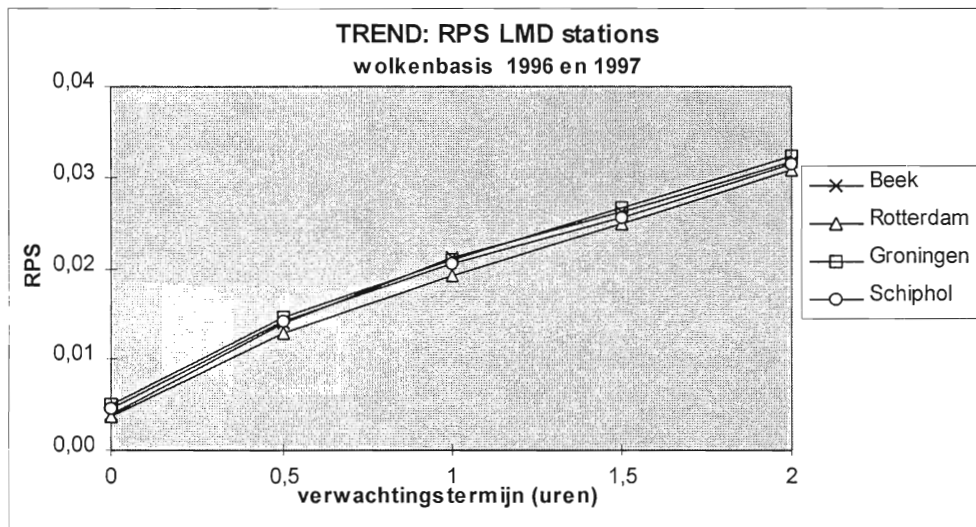
Figuur trend.10



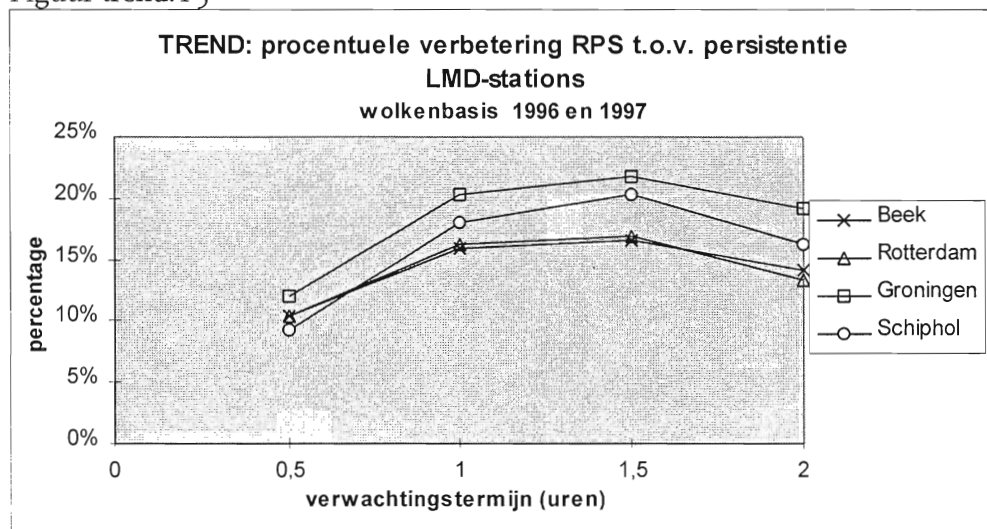
Figuur trend.11



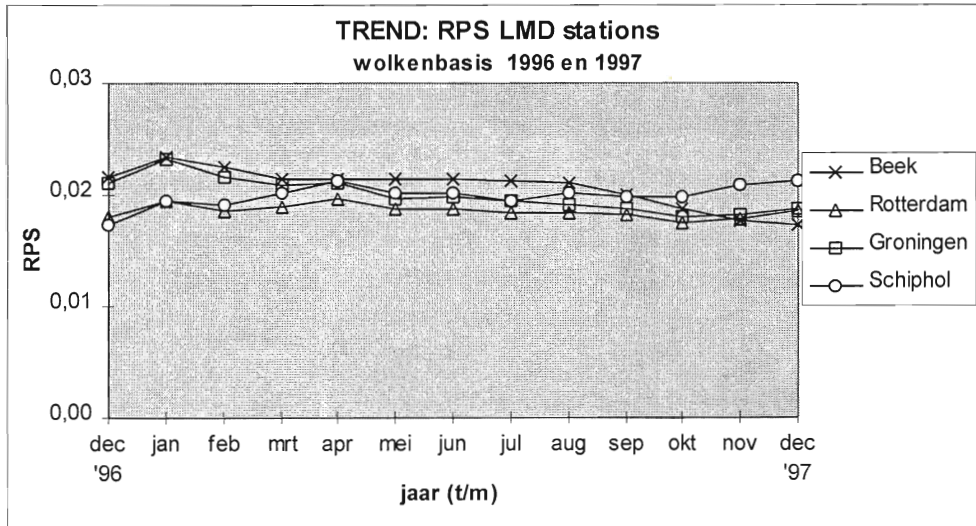
Figuur trend.1 2



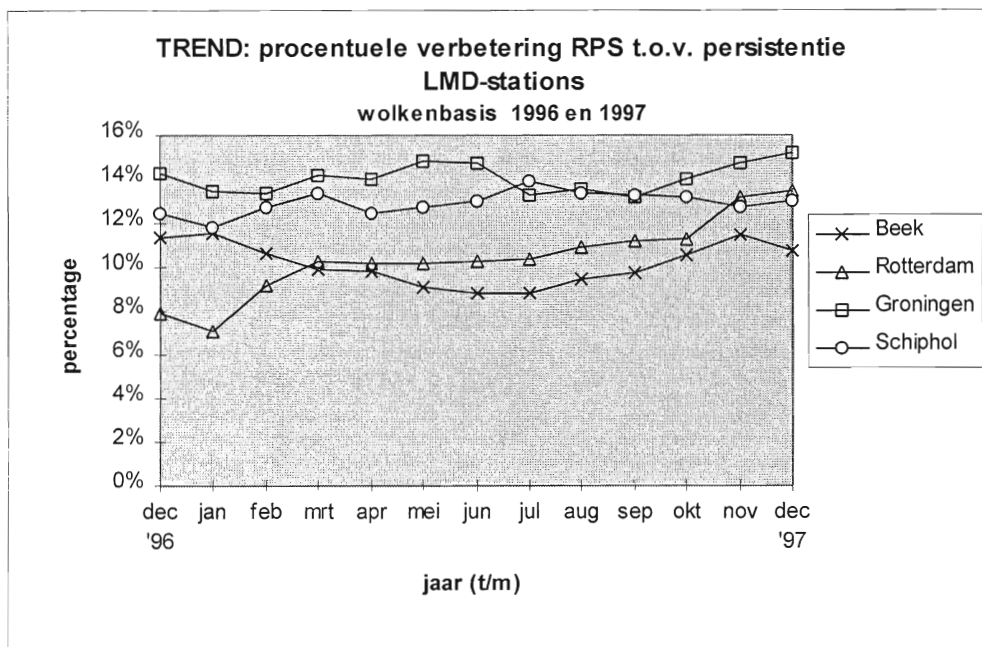
Figuur trend.1 3



Figuur trend.1 4



Figuur trend. 1 5



Figuur trend. 1 6



### 3.1.3 VERGELIJKING TUSSEN DE KORTE TAF EN DE TREND

In de figuren trend.17 t/m trend.20 is een vergelijking gemaakt tussen de korte TAF en de TREND afhankelijk van de verwachtingstermijn. Als verwachtingstermijn geldt hier de tijd die verstreken is sinds het opstellen van de verwachting. De korte TAF begint hier dus bij een verwachtingstermijn van 1 uur. Enige voorzichtigheid bij het trekken van conclusies uit deze grafieken is wel geboden aangezien de berekeningen van de korte TAF en de TREND over verschillende perioden hebben plaatsgevonden. Voornaamste verschil is dat bij de verificatie van de korte TAF ook de waarnemingen betrokken zijn tussen 03.55 en 06.55 utc en tussen 19.55 en 20.55 utc, terwijl dat bij de TREND niet is gebeurd. Bovendien zijn alle TREND's geverifieerd en niet alleen de TREND's die gemaakt zijn op het moment dat ook de TAF opgesteld wordt. Ondanks dat zijn er toch wel een aantal interessante dingen uit de grafieken af te leiden.

De RPS van het zicht in de TREND is tot een verwachtingstermijn van ruim anderhalf uur lager dan de RPS van de TAF. De TREND's die opgesteld worden na het opstellen van de TAF worden in vergelijking met de dan uitstaande korte TAF steeds beter. In figuur trend.17 is dat te zien door de grafieken van de TREND naar rechts op te schuiven. Vlak voordat een nieuwe reguliere TAF wordt uitgegeven is de TREND gemiddeld altijd beter dan de nog uitstaande TAF.

De verschillen die voorkomen bij de korte TAF tussen de verschillende LMD stations zien we ook terugkomen in de TREND naarmate de verwachtingsperiode toeneemt.

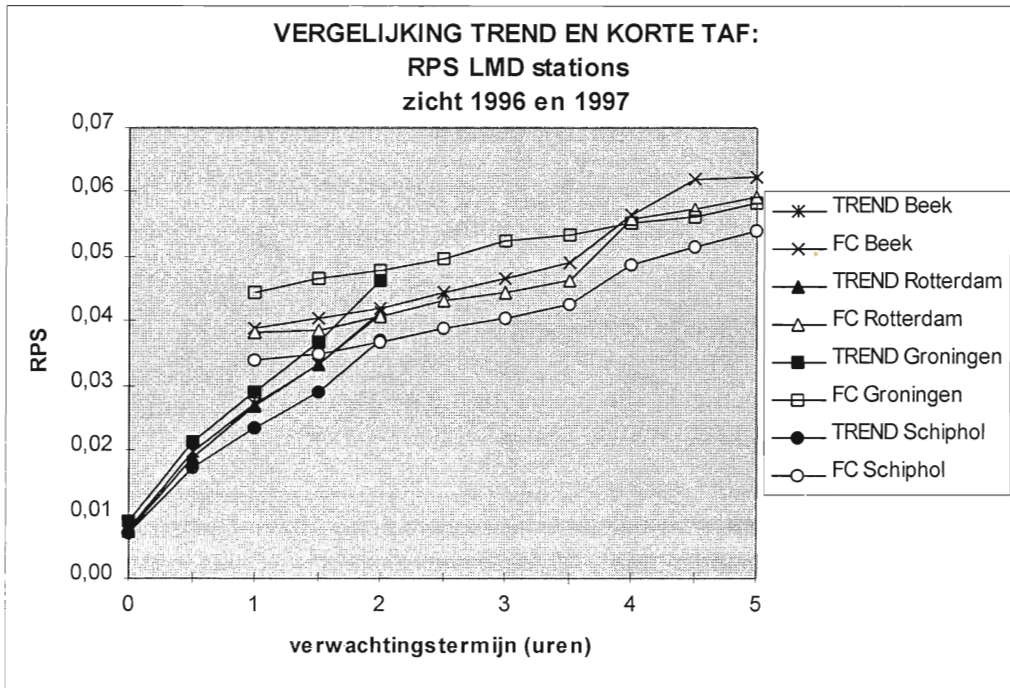
Voor wat betreft de procentuele verbetering ten opzichte van persistentie zien we in figuur trend.18 dat met de TREND aanzienlijk meer winst valt te behalen dan met de korte TAF tot anderhalf uur na uitgifte van de verwachting. Aan het begin van de TAF is er met die verwachting nauwelijks of geen winst ten opzichte van persistentie te behalen, terwijl met de TREND nog een verbetering is te bereiken ten opzichte van persistentie van ongeveer 20%.

Echter aan het eind van de TREND periode, oftewel 2 uur na het opstellen van de korte TAF is de winst die er te behalen valt ten opzichte van persistentie in de TAF groter dan in de TREND. Oorzaak hiervan is het feit dat de TREND lang niet altijd als een 2 uur durende verwachting wordt gezien.

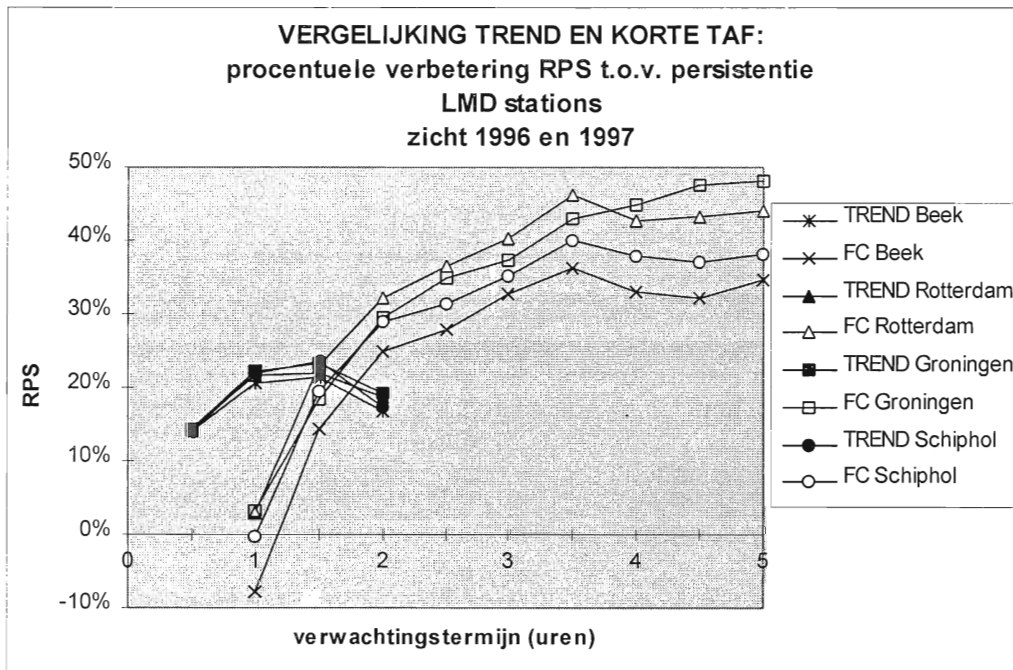
Bij de bewolking zien we ook dat de RPS van de TREND tot anderhalf uur na uitgifte lager ligt dan van de TAF (figuur trend.19). Daarna is er een verschil met het zicht. De RPS van de TREND is aan het eind van de verwachtingsperiode voor Schiphol en Rotterdam hoger dan de RPS van de TAF, terwijl voor Maastricht-Aachen en Groningen de RPS van de TREND nog wel lager is. Bij de verificatie van de wolkenbasis komt ook in de RPS tot uitdrukking dat de meteoroloog de TREND vaak niet beschouwd als een verwachting die 2 uur geldig is.

Wat verder opvalt bij de bewolking is dat er bij de TAF verschillen zijn tussen de verschillende vliegvelden terwijl bij de TREND de RPS waarden zeer dicht bij elkaar liggen.

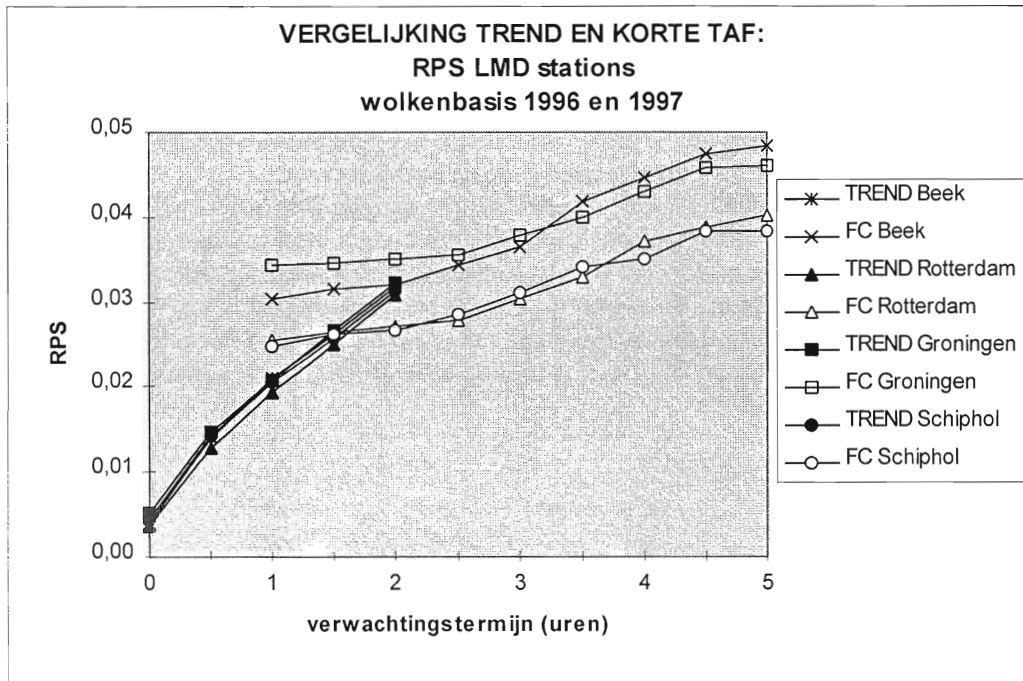
Voor wat betreft de procentuele verbetering ten opzichte van persistentie zijn er bij de wolkenbasis sterke overeenkomsten met het zicht. De winst die behaald kan worden ligt bij een verwachtingstermijn van 1 uur bij de TREND rond de 20% terwijl de TAF het op dat moment niet of nauwelijks beter doet dan persistentie.



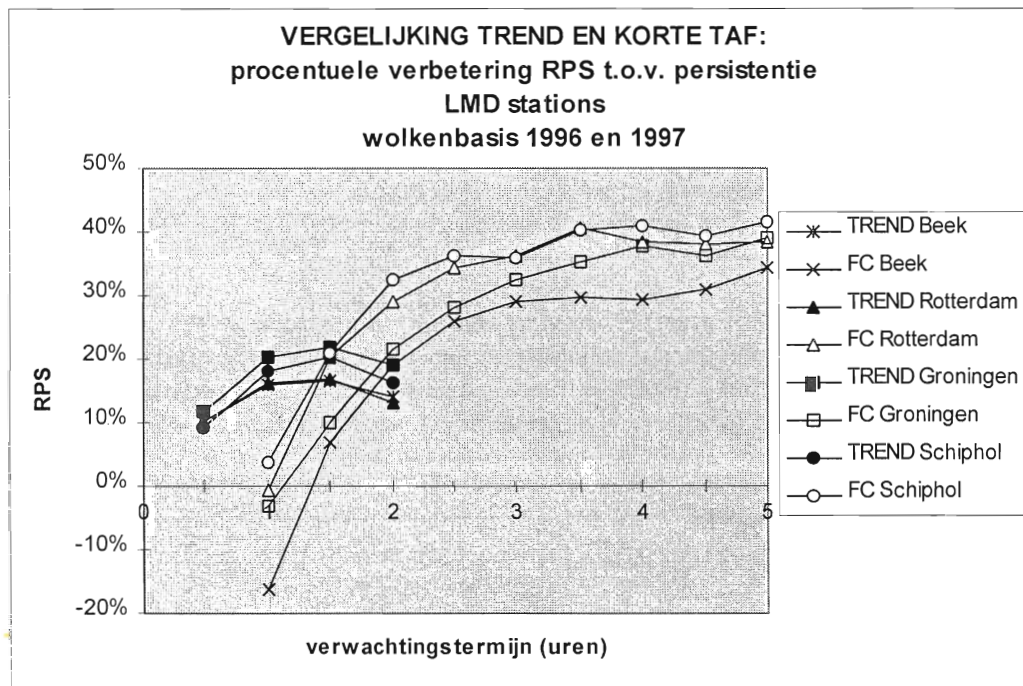
Figuur trend.17



Figuur trend.18



Figuur trend.19



Figuur trend.20

### 3.2 VERIFICATIE BUITENLAND

Naast vergelijking van de resultaten van de LMD-stations onderling is het ook interessant om te kijken hoe de kwaliteit van de TAF en TREND van Schiphol zich verhoudt tot de kwaliteit van de verwachtingen die voor buitenlandse vliegvelden worden geproduceerd.

Om die vergelijking te kunnen maken worden sinds eind 1995 de TAF's en METAR's (en daarmee dus ook de TREND's) van een aantal buitenlandse vliegvelden in onze omgeving bewaard. Bij de keuze van de vliegvelden is vooral gekeken naar belangrijkheid van het vliegveld en moeilijkheidsgraad van het weer. Bij voorkeur is de moeilijkheidsgraad van het weer bij alle te vergelijken vliegvelden gelijk, dat maakt vergelijking het makkelijkst. In de praktijk zijn er toch verschillen, ook al liggen de gekozen vliegvelden niet op al te grote afstand van Schiphol. Data is beschikbaar van de volgende stations:

EBBR Brussel  
EDDF Frankfurt  
EGLL Londen-Heathrow  
LFPG Paris-Ch. de Gaulle  
EDDH Hamburg  
EKCH Kopenhagen

Tot nu toe zijn de TAF's en TREND's van de eerste 3 vliegvelden geverifieerd. Het betreft twee zeer belangrijke vliegvelden qua vliegbewegingen (EGLL en EDDF) en één vliegveld dat relatief dichtbij ligt (EBBR).

Uit verificatie van de LMD-stations kwam naar voren dat er over het algemeen weinig verschil is tussen de resultaten van 1996 en 1997. Het lijkt dan ook voldoende om bij de vergelijking tussen Schiphol en buitenland slechts één jaar te bekijken. Gekozen is voor het meest recente jaar 1997.

Voorlopig zijn alleen de elementen zicht en wolkenbasis geverifieerd.

Indien daar behoefte aan bestaat dan kunnen ook andere elementen en andere vliegvelden geverifieerd worden.

De nationale grenzen van de zichtklassen en de klassen voor wolkenbasis wijken af van internationale grenzen. Internationaal zijn minder grenzen gedefinieerd dan nationaal. Bij de vergelijking tussen Schiphol en het buitenland moeten dan ook de internationale grenzen aangehouden worden. Er mogen niet meer klassen gebruikt worden dan internationaal vastgesteld.

Dit heeft consequenties voor de verificatie van het zicht. Bij vergelijking van Schiphol met het buitenland zijn de zichtklassen 5-8 km en 8 km of meer samengevoegd tot 1 klasse. De grens van 5 km is wel gehandhaafd. Aangenomen is dus impliciet dat er voldoende VFR verkeer op de vliegvelden plaatsvindt aangezien alleen dan de grens van 5 km volgens de ICAO-normen meegenomen moet worden. Het aantal klassen bij buitenlandse verificatie is daardoor 5 in plaats van 6 zoals bij de verificatie van de LMD-stations. Dit houdt in dat ook de RPS waarden voor Schiphol bij vergelijking met het buitenland anders zijn dan bij de binnenlandse verificatie!  
Zichtklassen: 0-800 m, 800-1500 m, 1500-3000 m, 3000-5000 m en 5 km of meer

Voor de wolkenbasis kunnen hier dezelfde grenzen gebruikt worden als bij de verificatie van de LMD-stations. Aangenomen is dan wel, net als bij het zicht, dat er voldoende VFR vluchten plaatsvinden, anders komt de 1500 voet grens te vervallen.

Klassen wolkenbasis: 0-200 voet, 200-500 voet, 500-1000 voet, 1000-1500 voet en 1500 voet of hoger.

Bij de verificatie van de LMD-stations is slechts een deel van de dag bekeken om onderlinge vergelijking beter mogelijk te maken aangezien voor één of meerdere vliegvelden (afhankelijk van type verwachting) tijdens avond- en nachturen geen verwachtingen worden gemaakt. Bij de

vergelijking tussen Schiphol en de buitenlandse vliegvelden is deze restrictie er niet. Alle vliegvelden zijn 24 uur per dag open en maken het gehele etmaal TAF's en TREND's.

### 3.2.1 ZICHT

In de grafieken buitenland.1 t/m buitenland.18 zijn de resultaten weergegeven van de verificatie van het zicht in de TAF (zowel korte als lange) en de TREND voor Schiphol en 3 buitenlandse vliegvelden in onze omgeving, te weten Frankfurt, Londen Heathrow en Brussel.

#### Gemiddelde RPS en procentuele verbetering ten opzichte van persistentie

			waargenomen zicht < 3000 m			zicht < 3000 m tijdens opstellen	
	RPS	winst t.o.v persistentie	RPS	winst t.o.v persistentie	frequentie	RPS	winst t.o.v persistentie
<b>korte TAF</b>							
EHAM	0,043	39%	0,23	37%	8%	0,15	57%
EGLL	0,030	34%	0,26	20%	4%	0,17	54%
EDDF	0,025	22%	0,27	18%	4%	0,19	40%
EBBR	0,041	23%	0,36	2%	5%	0,20	44%
<b>lange TAF</b>							
EHAM	0,065	37%	0,37	24%	8%	0,18	64%
EGLL	0,041	37%	0,44	12%	4%	0,17	67%
EDDF	0,034	28%	0,42	4%	4%	0,23	49%
EBBR	0,053	32%	0,55	-4%	5%	0,21	60%
<b>TREND</b>							
EHAM	0,022	21%	0,11	16%	8%	0,10	21%
EGLL	0,013	13%	0,11	5%	5%	0,09	19%
EDDF	0,011	4%	0,12	4%	5%	0,10	6%
EBBR	0,016	8%	0,12	4%	5%	0,10	13%

Tabel 3.7. RPS zicht TAF en TREND 1997

Uit bovenstaande tabel is veel informatie te destilleren. De belangrijkste conclusies zijn: De gemiddelde RPS van Schiphol is (aanzienlijk) hoger dan de RPS van de buitenlandse vliegvelden. Vooral het verschil met Frankfurt is groot. Welk type verwachting bekeken wordt, de RPS van Frankfurt is bijna de helft van de RPS van Schiphol. De verwachtingen van de buitenlandse vliegvelden zijn dus beter dan de verwachtingen van Schiphol.

De vraag is echter of dit een verdienste is van de meteoroloog of dat dit komt doordat het weer op de buitenlandse vliegvelden makkelijker voorspelbaar is. Het antwoord op deze vraag wordt voor een belangrijk deel gegeven in de kolom waarin de winst ten opzichte van persistentie vermeld staat. Aangenomen wordt dat de RPS berekend op basis van de persistentieverwachting een goede maat is voor de moeilijkheidsgraad van het weer. Uit de kolom blijkt dat de winst ten opzichte van persistentie voor Schiphol het grootst is in vergelijking met Frankfurt, Brussel en Londen.

Frankfurt blijft nu juist ver achter. Bij de lange TAF zijn de verschillen tussen de verschillende stations het kleinst, bij de TREND zijn de verschillen het grootst. Voor Frankfurt wordt door de meteoroloog vrijwel geen winst geboekt ten opzichte van persistentie, oftewel de meerwaarde van de meteoroloog voor de TREND is vrijwel nihil. En dat terwijl er bij de TREND van Schiphol nog een winst van ruim 20% valt te behalen door de meteoroloog.

Door de gemiddelde RPS te combineren met de winst ten opzichte van persistentie valt af te leiden dat de RPS van de persistentieverwachting van Frankfurt, Brussel en Londen lager ligt dan die van Schiphol. Het zicht op de buitenlandse vliegvelden is dan ook constanter dan het zicht op Schiphol. Op Schiphol treden meer fluctuaties op dan elders. Dit valt ook indirect op te maken uit

de frequentie waarmee slecht zicht voorkomt. Op de buitenlandse vliegvelden komt een zicht van minder dan 3 km in 4 a 5 % van de situaties voor terwijl op Schiphol de frequentie op 8 % ligt (zesde kolom in de tabel).

Hoe wordt gescoord bij slecht zicht?

In de tabel zijn ook de gemiddelde RPS en de winst ten opzichte van persistentie aangegeven voor de situaties waarin het waargenomen zicht minder dan 3 km bedroeg en de situaties waarin tijdens het opstellen van de verwachting het zicht onder de 3000 meter lag.

Slechte zichtwaarden blijken veel moeilijker voorspelbaar dan goed zicht, iets wat ook bij de verificatie van de LMD-stations al bleek. De RPS bij slechte zichtwaarden is vele malen hoger in vergelijking met de RPS die berekend wordt uitgaande van alle situaties.

Opmerkelijk is dat de RPS van Schiphol bij lage waargenomen zichtwaarden nu lager is dan die van de buitenlandse stations. Dit in tegenstelling tot de situatie waarbij alle situaties in ogenschouw worden genomen. Bij slecht zicht scoort Brussel slechter dan de andere vliegvelden. De afhankelijkheid van de RPS van de waargenomen zichtklasse is ook te zien in de figuren buitenland.1 t/m buitenland.3.

De winst die de meteoroloog kan behalen ten opzichte van persistentie is ook bij slecht weer voor Schiphol het grootst. Brussel blijft ver achter. Ongeacht het type verwachting is de winst ten opzichte van persistentie voor Brussel vrijwel nihil. Bij de lange TAF scoort persistentie zelfs 4% beter dan de meteoroloog. In de situaties waar een goede verwachting het belangrijkste is, namelijk bij slecht weer situaties, levert de meteoroloog voor Brussel (vrijwel) geen meerwaarde in vergelijking met persistentie. In de figuren buitenland.7 t/m buitenland.9 komt dit ook tot uiting.

Bekijken we de situaties waarin het zicht tijdens het opstellen van de verwachting minder dan 3 km bedroeg dan zien we bij de RPS een vergelijkbaar beeld als bij de situaties waarin het waargenomen zicht minder dan 3 km was. De winst ten opzichte van persistentie is in deze situaties zeer hoog bij de korte en de lange TAF aangezien slecht zicht zich in het algemeen niet lang handhaaft. De winst is beduidend hoger dan de winst indien alle situaties bekeken worden. De meteoroloog heeft vooral in deze situaties meerwaarde ten opzichte van de persistentieverwachting. De figuren buitenland.4 t/m buitenland.6 en de figuren buitenland.10 t/m buitenland.12 laten eenzelfde beeld zien. Uit de laatste 3 figuren, waarin de winst ten opzichte van persistentie staat uitgezet tegen het zicht tijdens de opsteltijd, blijkt ook dat indien het zicht zich in de hoogste klasse bevindt de winst die er te behalen valt door de meteoroloog zeer gering is. Het maakt daarbij niet uit of gekeken wordt naar de korte TAF, de lange TAF of de TREND. Voor Frankfurt (alle type verwachtingen) en Brussel (korte en lange TAF) is persistentie in die gevallen zelfs beter.

### **RPS en winst ten opzichte van persistentie afhankelijk van de verwachtingstermijn**

De figuren buitenland.13 t/m buitenland.15, waarin de RPS is uitgezet tegen de verwachtingstermijn laten weinig of geen verrassende dingen zien.

De verschillen tussen de RPS-waarden van de verschillende vliegvelden zijn hiervoor al besproken. Het verloop van de RPS, afhankelijk van de verwachtingsperiode is niet anders dan bij de verificatie van de LMD-stations:

- Bij de lange TAF stijgt de RPS in de loop van de verwachtingsperiode nauwelijks
- Bij de korte TAF is de RPS aan het eind van de TAF verdubbeld ten opzichte van de RPS aan het begin van de TAF

Wat betreft de winst ten opzichte van persistentie afhankelijk van de verwachtingstermijn valt het volgende te zeggen (zie de figuren buitenland.16 t/m buitenland.18).

Lange TAF

Bij de lange TAF vertonen de vliegvelden een wisselend beeld. Schiphol heeft aan het begin van de lange TAF de grootste winst ten opzichte van persistentie. Aan het eind van de lange TAF echter neemt de winst ten opzichte van persistentie van Schiphol en ook Brussel sterk af, terwijl de winst van Frankfurt en Londen maar weinig verandert. Aan het eind van de lange TAF is daardoor de winst van de meteoroloog voor de verwachting van Londen het grootst.

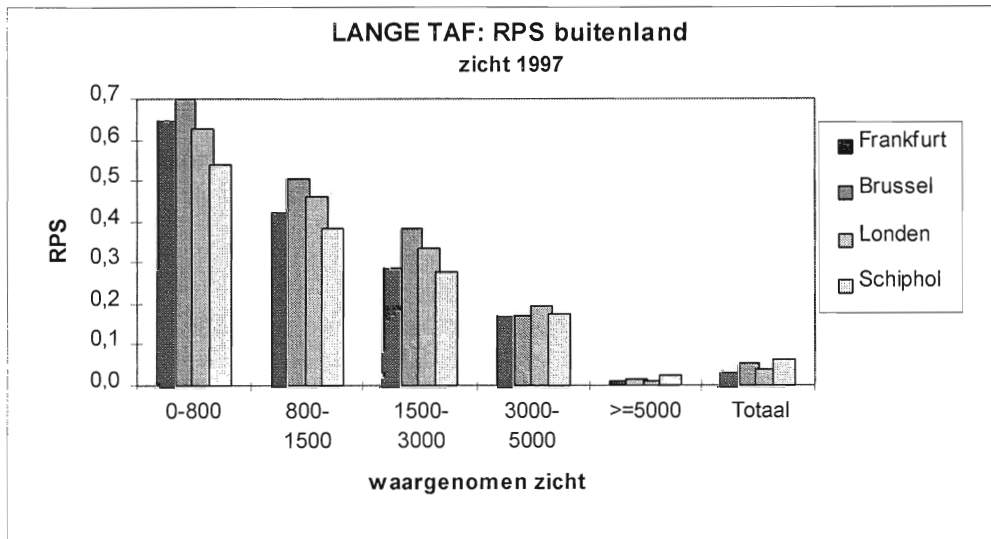
Korte TAF

Aan het begin van de korte TAF doet persistentie het bij de buitenlandse vliegvelden beter dan de meteoroloog. Bij Frankfurt ligt het omslagpunt waar de meteoroloog beter scoort dan persistentie bijna een uur na het begin van de TAF, oftewel bijna twee uur na het opstellen van de verwachting.

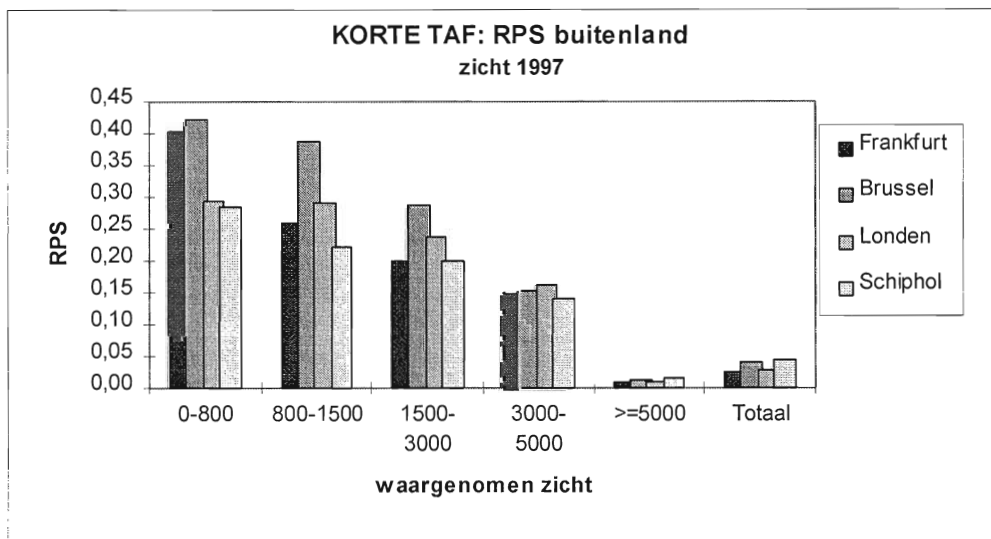
Aan het begin van de TAF neemt de winst ten opzichte van persistentie snel toe. In de tweede helft van de TAF periode is er van een toename in de winst nauwelijks nog sprake.

#### TREND

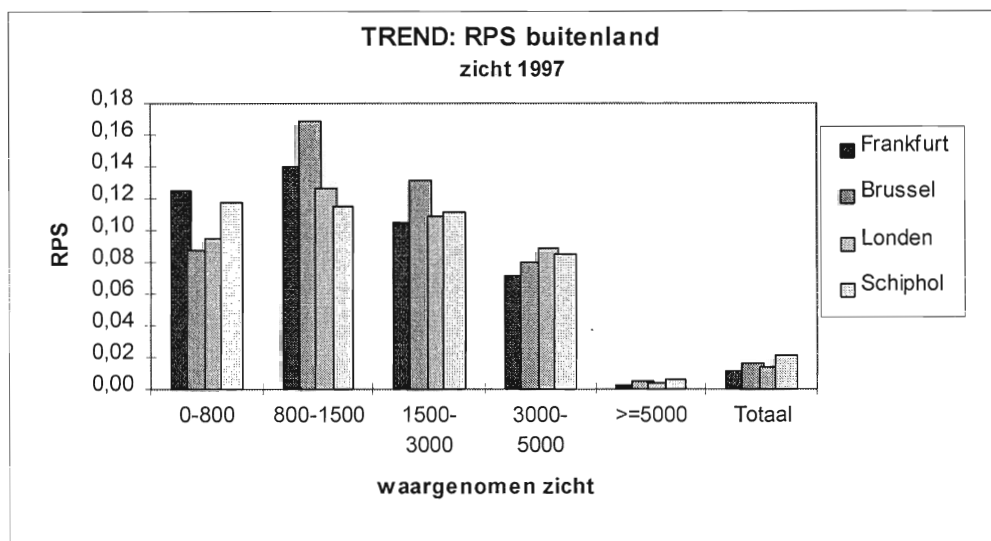
Hetgeen bij de LMD-stations naar voren kwam, blijkt ook op te gaan voor de buitenlandse vliegvelden: eerst neemt de winst ten opzichte van persistentie toe; echter na anderhalf uur treedt weer een duidelijke daling op. Kennelijk wordt ook in het buitenland soms uit het oog verloren dat de TREND 2 uur geldig is. Om aan het eind van de TREND periode meer winst te behalen zal in de TREND meer met tijdgroepen gewerkt moeten worden, waardoor de TREND's langer en onoverzichtelijker worden.



Figuur buitenland. 1

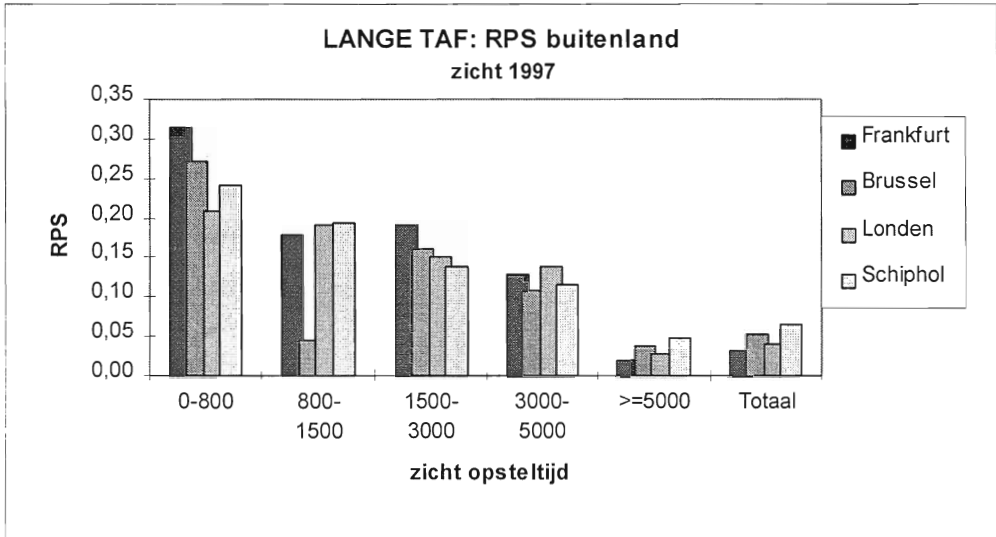


Figuur buitenland. 2

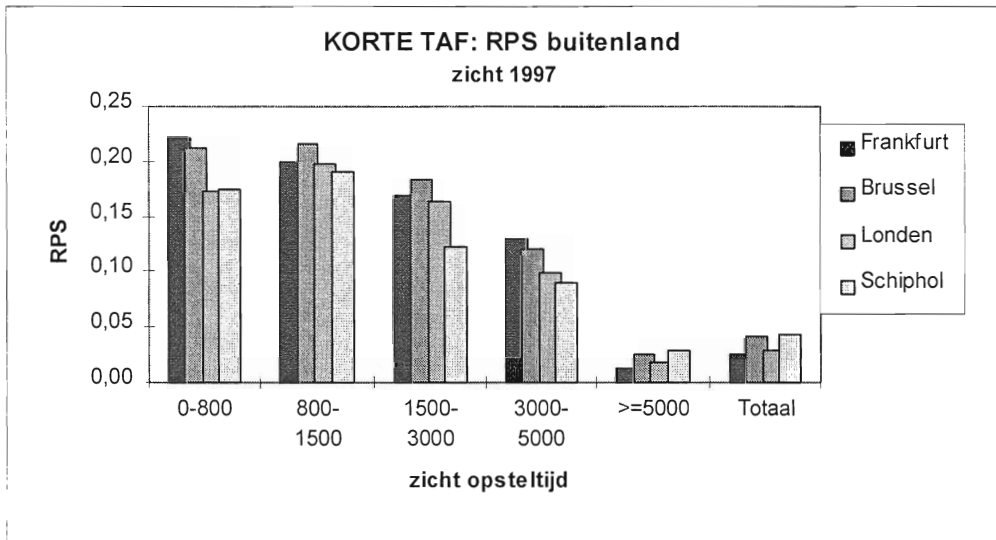


Figuur buitenland. 3

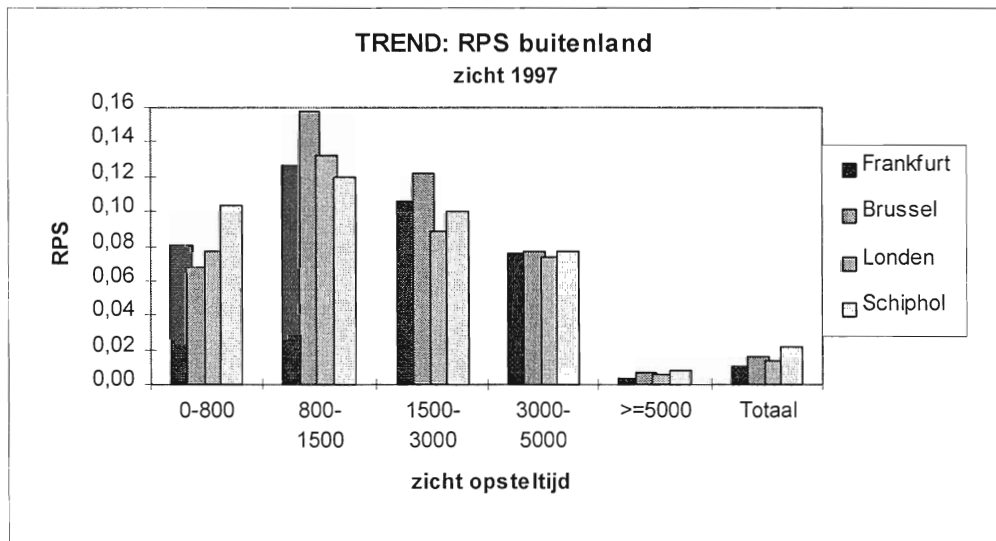




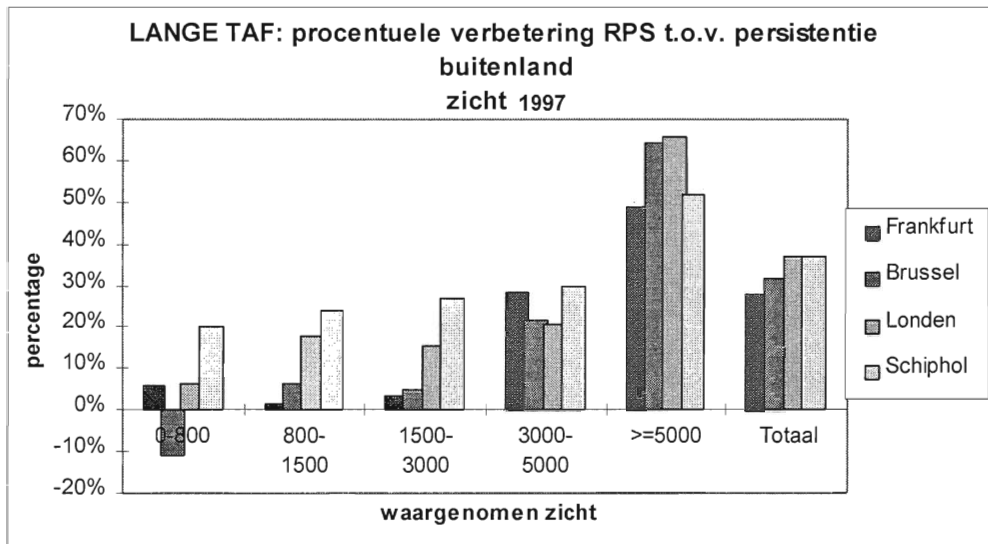
Figuur buitenland.4



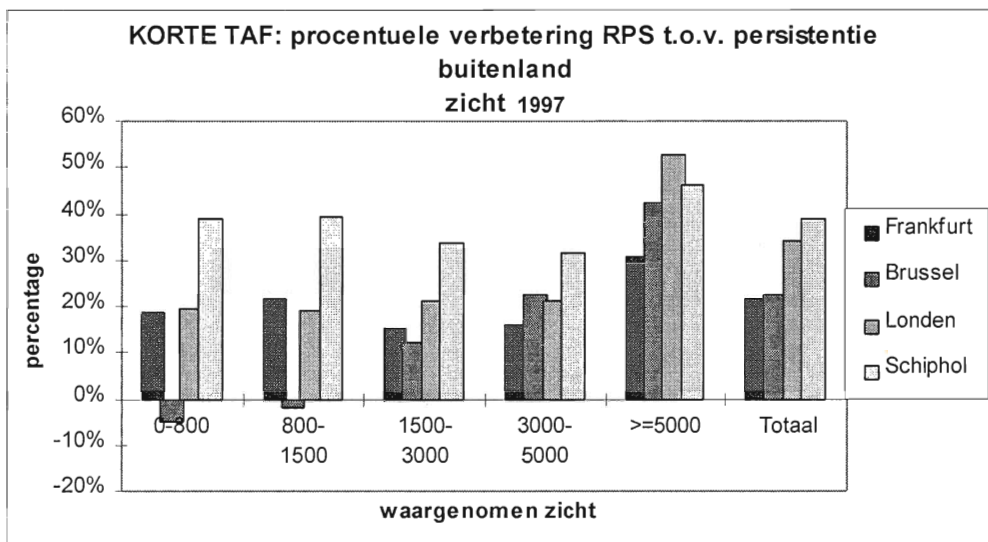
Figuur buitenland.5



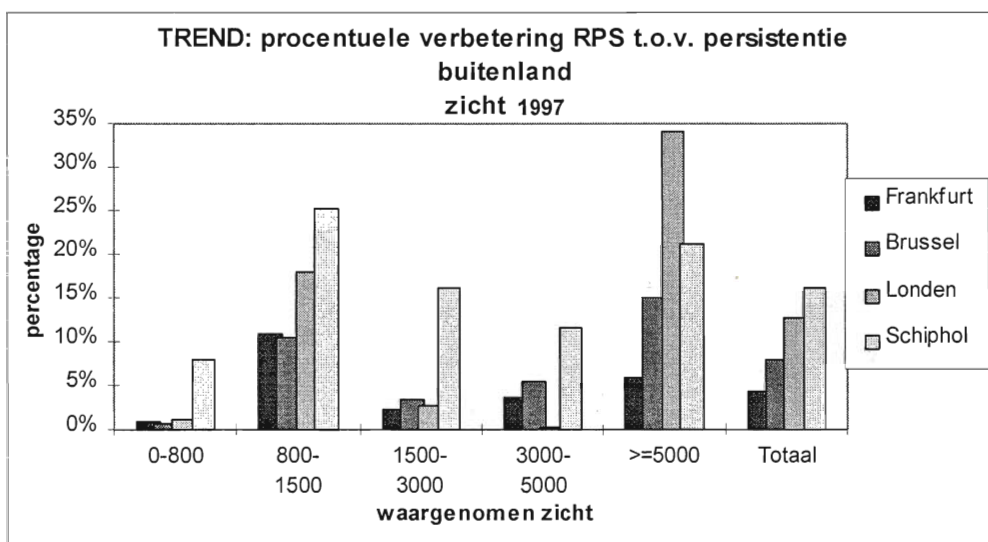
Figuur buitenland.6



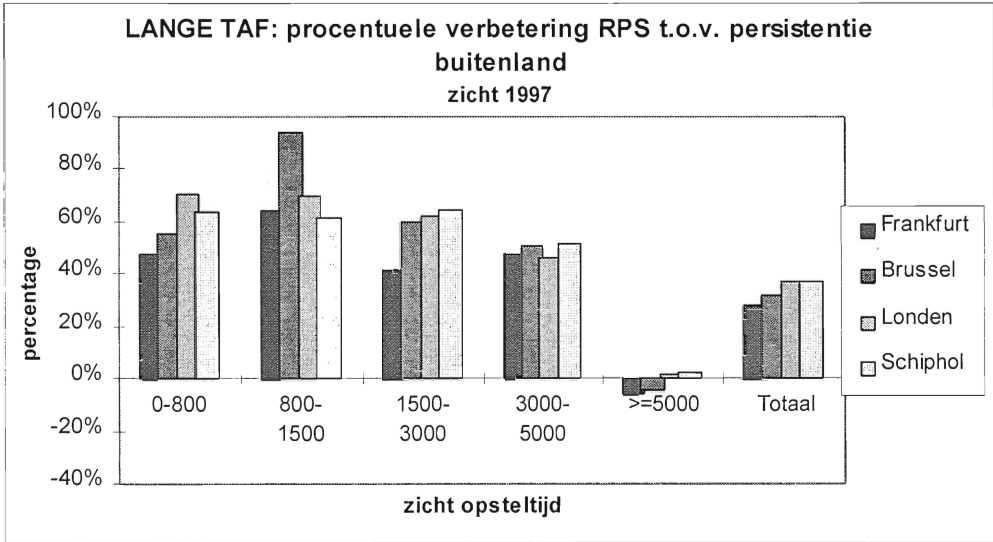
Figuur buitenland.7



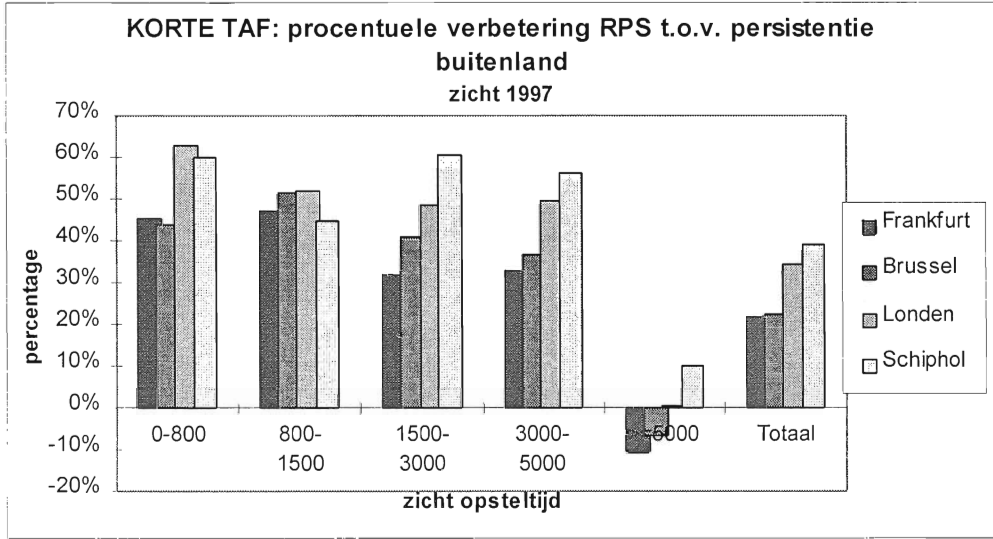
Figuur buitenland.8



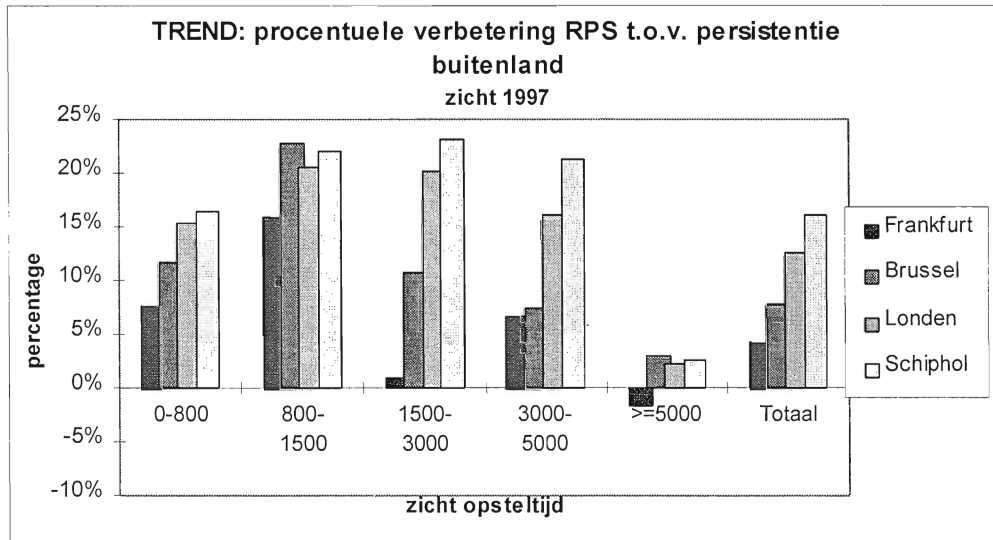
Figuur buitenland.9



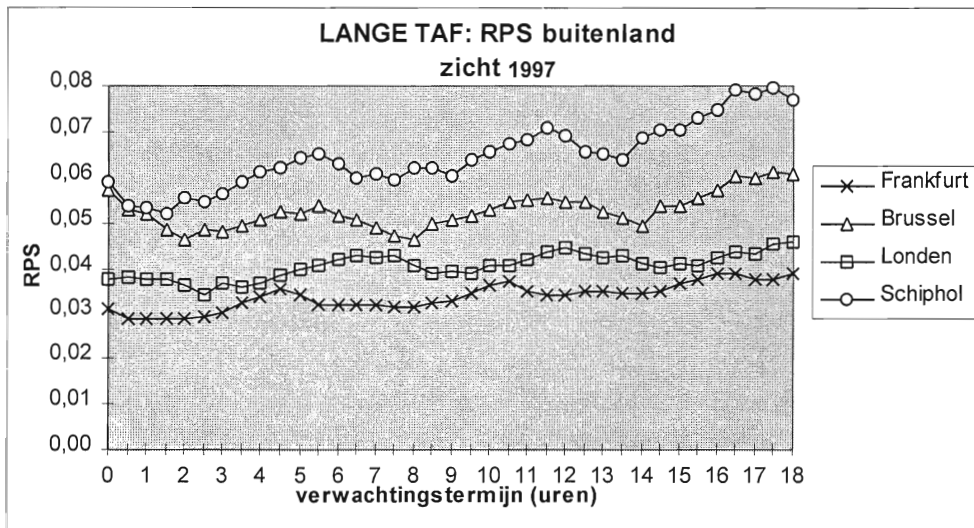
Figuur buitenland. i o



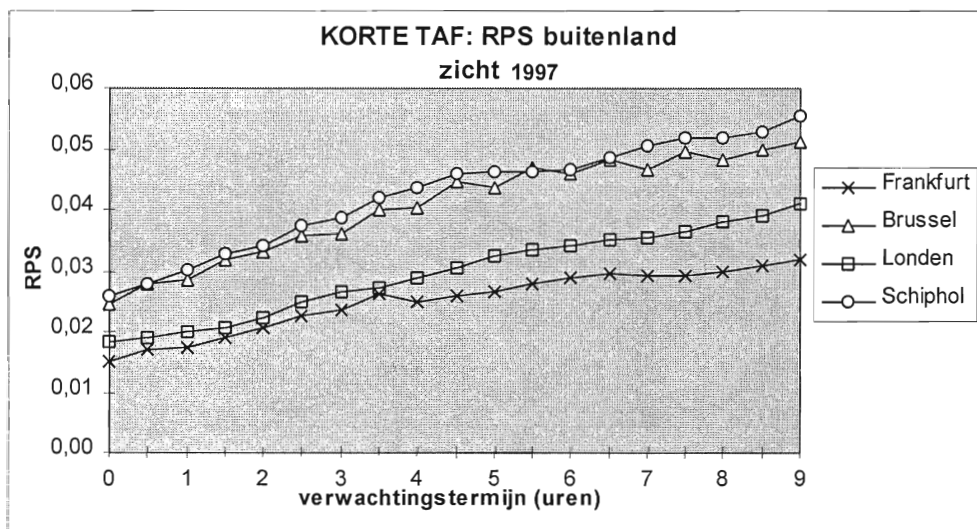
Figuur buitenland. i i



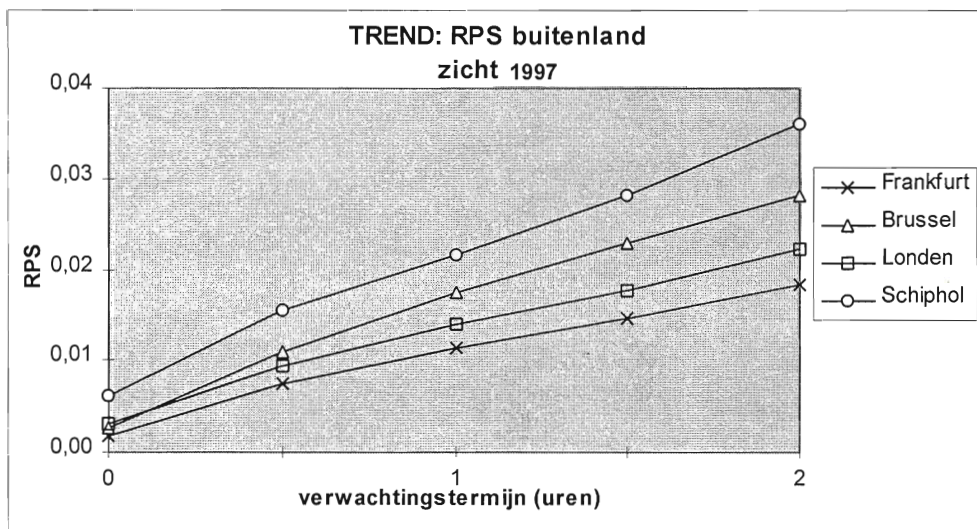
Figuur buitenland. i 2



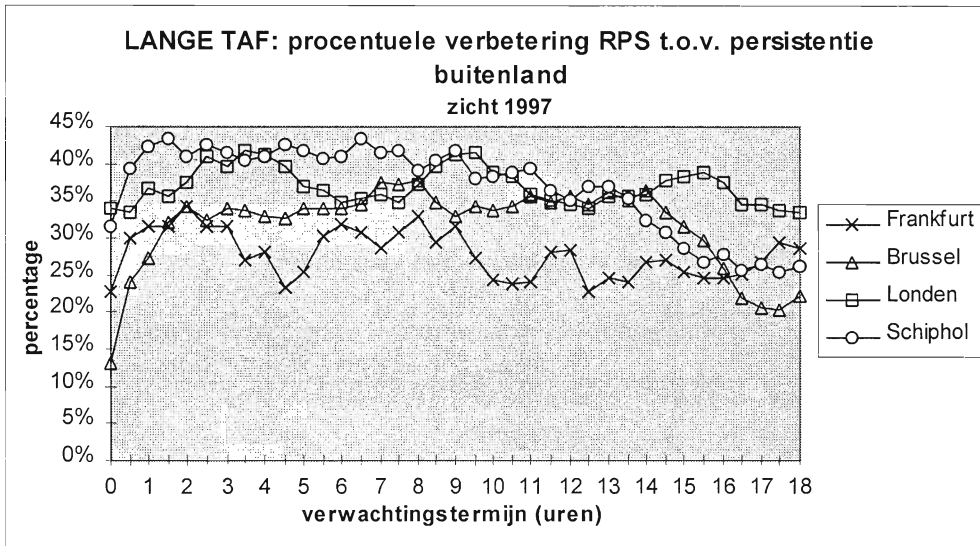
Figuur buitenland.1 3



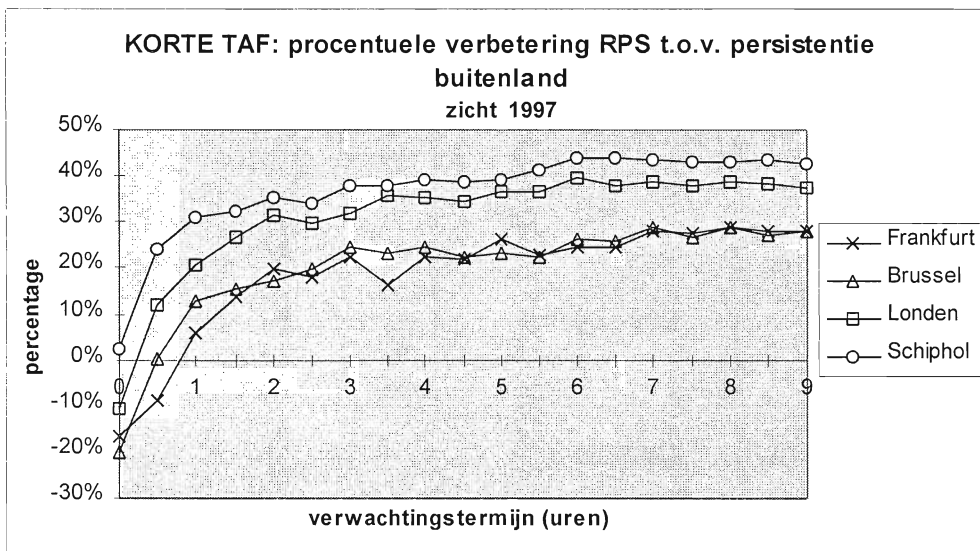
Figuur buitenland.1 4



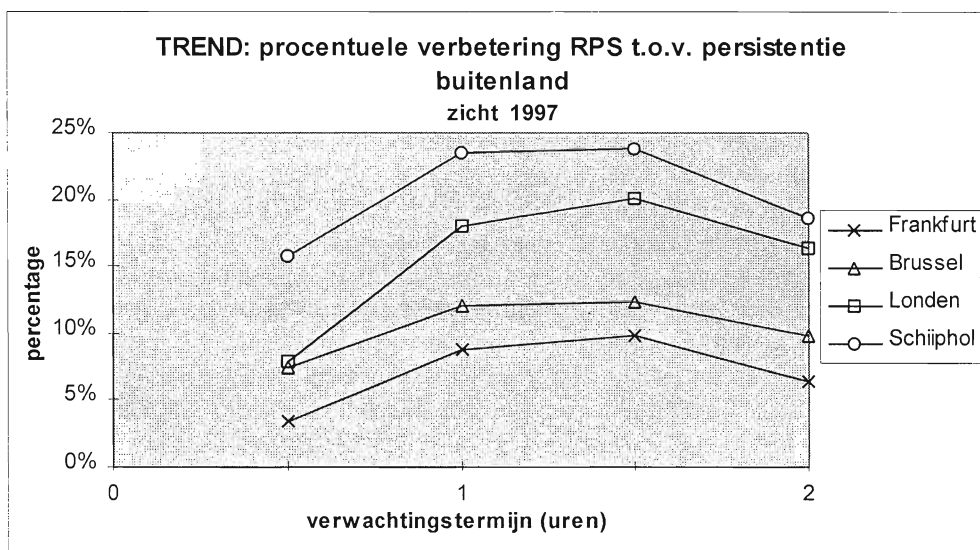
Figuur buitenland.1 5



Figuur buitenland.16



Figuur buitenland.17



Figuur buitenland.18

### 3.2.2 WOLKENBASIS

In de grafieken buitenland. 19 t/m buitenland. 36 zijn identiek aan de grafieken voor het zicht, met dien verstande dat het hier de verificatie van de wolkenbasis betreft van de TAF (korte en lange) en de TREND voor Schiphol en de 3 buitenlandse vliegvelden Frankfurt, Londen Heathrow en Brussel.

#### Gemiddelde RPS en procentuele verbetering ten opzichte van persistentie

			waargenomen wolkenbasis < 1000 voet			wolkenbasis < 1000 voet tijdens opstellen	
	RPS	winst t.o.v persistentie	RPS	winst t.o.v persistentie	frequentie	RPS	winst t.o.v persistentie
<b>korte TAF</b>							
EHAM	0,046	36%	0,25	26%	10%	0,17	48%
EGLL	0,041	38%	0,24	26%	8%	0,15	56%
EDDF	0,023	19%	0,31	-12%	4%	0,20	37%
EBBR	0,045	22%	0,36	-1%	7%	0,20	44%
<b>lange TAF</b>							
EHAM	0,067	37%	0,35	24%	10%	0,17	64%
EGLL	0,051	41%	0,33	27%	7%	0,15	67%
EDDF	0,030	29%	0,43	-3%	3%	0,19	60%
EBBR	0,059	29%	0,51	1%	7%	0,19	61%
<b>TREND</b>							
EHAM	0,024	12%	0,12	8%	10%	0,11	12%
EGLL	0,022	14%	0,11	10%	8%	0,11	17%
EDDF	0,012	4%	0,12	3%	4%	0,12	5%
EBBR	0,021	2%	0,12	6%	7%	0,12	4%

Tabel 3.8. RPS wolkenbasis TAF en TREND 1997

Uit de tabel blijkt dat evenals bij het zicht ook nu de RPS van Schiphol hoger is als de RPS van de 3 geverifieerde buitenlandse vliegvelden, de RPS van Frankfurt is zelfs veel lager, te weten ongeveer de helft van de RPS van Schiphol. Absoluut gezien levert van de 4 stations Frankfurt de beste bewolkingsverwachting, ongeacht naar welk type verwachting wordt gekeken. Bekijken we de RPS relatief, dat wil zeggen kijken we naar de winst die er te behalen valt ten opzichte van persistentie dan zien de resultaten er heel anders uit. De winst ten opzichte van persistentie is van Frankfurt, samen met Brussel aanzienlijk lager dan van Schiphol en Londen Heathrow. Op de laatste twee vliegvelden is de meteoroloog in staat om de meeste meerwaarde te leveren. Londen Heathrow behaalt de hoogste winst bij alle drie typen verwachting.

De lage RPS van Frankfurt wordt dus voor een belangrijk deel veroorzaakt doordat de bewolkingshoogte zich persistenter gedraagt dan op andere vliegvelden. In de praktijk betekent dit dat de wolkenbasis minder vaak laag is dan bij de andere luchthavens, iets wat duidelijk naar voren komt uit de kolom waarin de frequentie staat aangegeven waarmee de wolkenbasis onder de 1000 voet ligt (zesde kolom). Voor Frankfurt is dit percentage ongeveer de helft van de andere vliegvelden. Op Schiphol komt het relatief het vaakst voor, in ongeveer 10% van de gevallen. Bij de TREND is de winst ten opzichte van persistentie voor Brussel en Frankfurt minimaal. Het maakt weinig of niets uit of er wel of niet een TREND voor de bewolking wordt gegeven op die vliegvelden. De meteoroloog is niet echt in staat om beter te scoren dan persistentie.

#### Lage wolkenbasis

De RPS is in het geval de waargenomen wolkenbasis lager is dan 1000 voet, aanzienlijk hoger dan in het geval alle situaties worden bekeken. Nogmaals een bevestiging van het feit dat slecht

weer moeilijker te verwachten is dan mooi weer. De afhankelijkheid van de RPS van de wolkenbasis op de waargenomen klasse is ook duidelijk terug te vinden in de figuren buitenland.19 t/m buitenland.22.

Evenals bij het zicht steekt de RPS van Schiphol nu gunstiger af tegenover de buitenlandse vliegvelden. Londen Heathrow scoort nog een fractie beter. Bij de TREND is er vrijwel geen verschil tussen de verschillende vliegvelden bij lage waargenomen wolkenbasis.

Indien we kijken naar de winst ten opzichte van persistentie dan vallen twee dingen op, enerzijds dat de winsten van Schiphol en Londen Heathrow het hoogst zijn, anderzijds dat zowel bij de korte als de lange TAF de meteoroloog voor zowel Brussel als Frankfurt niet in staat is om beter te presteren dan persistentie, de winst is vrijwel nul of zelfs negatief. In de figuren buitenland.25 t/m buitenland.27 is dit ook te zien. Hier komt ook naar voren dat bij zeer lage waargenomen wolkenbasis (laagste klasse) de winst voor Frankfurt zeer sterk negatief is, oftewel dat persistentie het beter doet dan de verwachting van de meteoroloog. Het betekent dat de meteoroloog sneller een verbetering verwacht dan dat er daadwerkelijk optreedt. Iets vergelijkbaars zijn we eerder tegengekomen bij vliegveld Eelde.

Als tijdens het opstellen van de TAF of TREND de wolkenbasis lager is dan 1000 voet dan blijkt dat de gemiddelde RPS van Schiphol en van Londen lager zijn dan van Brussel en Frankfurt. De winsten ten opzichte van persistentie zijn voor alle vliegvelden hoog. Londen en Schiphol springen er bij de korte TAF en de TREND in gunstige zin uit. Bij de lange TAF zijn de onderlinge verschillen klein.

In de figuren buitenland.22 t/m buitenland.24 is de afhankelijkheid van de RPS ten opzichte van de wolkenbasis tijdens opsteltijd aangegeven. In de figuren buitenland.28 t/m buitenland.30 is hetzelfde gedaan voor de winst ten opzichte van persistentie. Uit laatste figuren blijkt dat de meteoroloog vooral bij de korte en de lange TAF indien de wolkenbasis zich in de hoogste klasse bevindt tijdens het samenstellen van de TAF niet of nauwelijks een betere verwachting kan maken dan de persistentieverwachting. De situaties waarin de meteoroloog het beter doet dan persistentie worden merkbaar (grotendeels) weer teniet gedaan door de situaties waarin persistentie het beter doet dan de meteoroloog. Vooral voor Frankfurt en Brussel blijkt dit op te gaan. Bij de TREND is dit effect veel minder duidelijk aanwezig. Wat daar opvalt is dat het verschil tussen Schiphol en Londen vooral veroorzaakt wordt doordat de meteoroloog op Schiphol bij een lage wolkenbasis relatief slechter presteert.

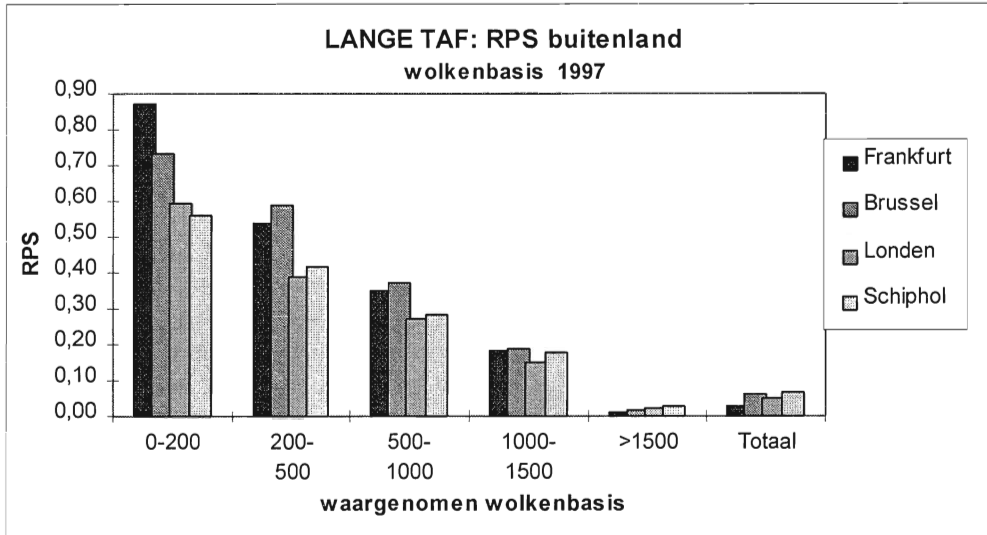
### **RPS en winst ten opzichte van persistentie afhankelijk van de verwachtingstermijn**

Voor de volledigheid is ook voor de wolkenbasis gekeken naar de RPS en de winst ten opzichte van persistentie afhankelijk van de verwachtingstermijn. Zie hiervoor de figuren buitenland.31 t/m buitenland.36.

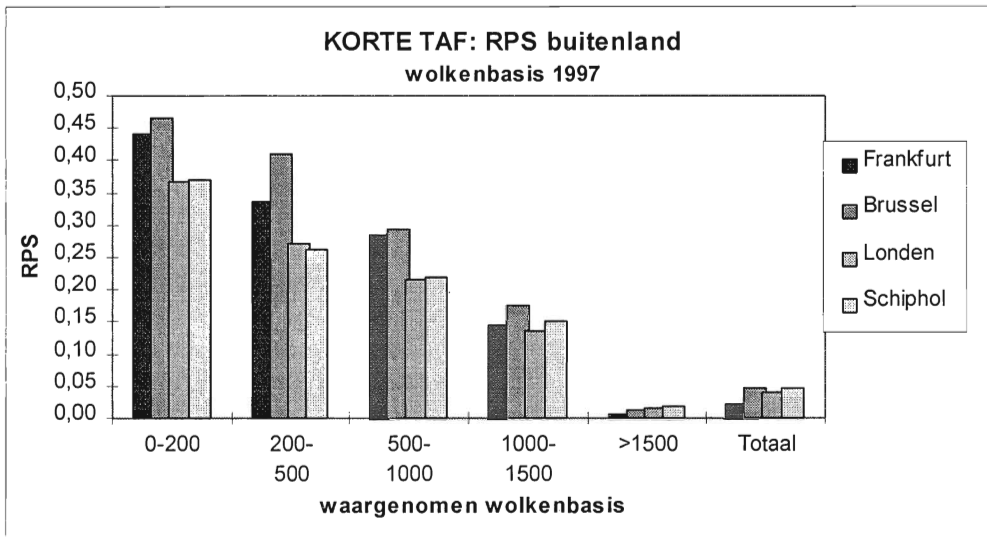
Uit de grafieken komt nog eens duidelijk naar voren dat wat betreft RPS de waarden van Schiphol, Londen en Brussel zeker bij korte TAF en TREND vrij dicht bij elkaar liggen terwijl de waarden van Frankfurt sterk daarvan afwijken in positieve zin.

De winst ten opzichte van persistentie is aan het begin van de korte TAF met uitzondering van Schiphol overal negatief. Persistentie doet het aan het begin van de korte TAF dus beter.

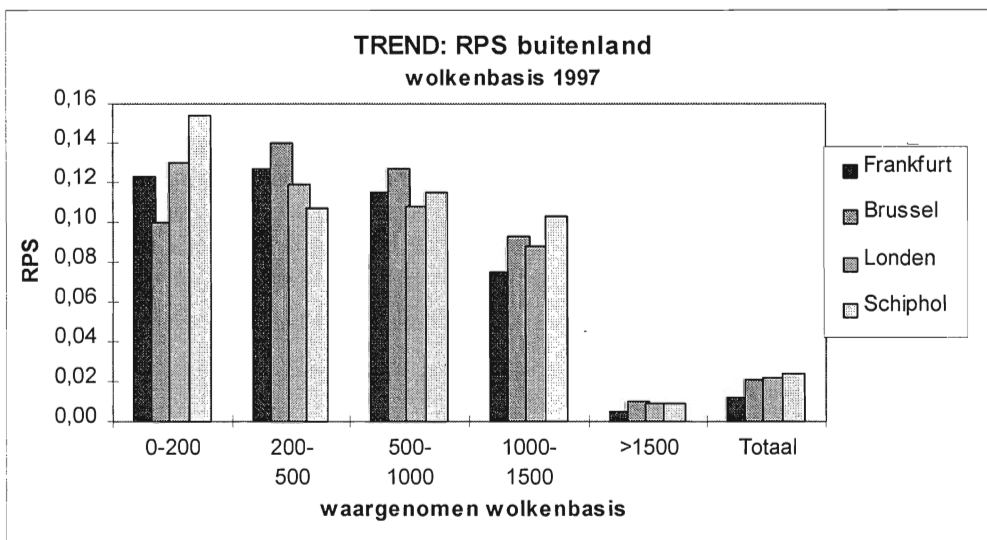
Interessant zijn de verschillen tussen Londen en Schiphol. De eerste twee uren van de TAF is de winst van Schiphol hoger dan Londen, daarna is de winst van Londen iets hoger dan Schiphol. Gemiddeld over de hele TAF is het verschil zoals in de tabel is terug te vinden gering.



Figuur buitenland.19

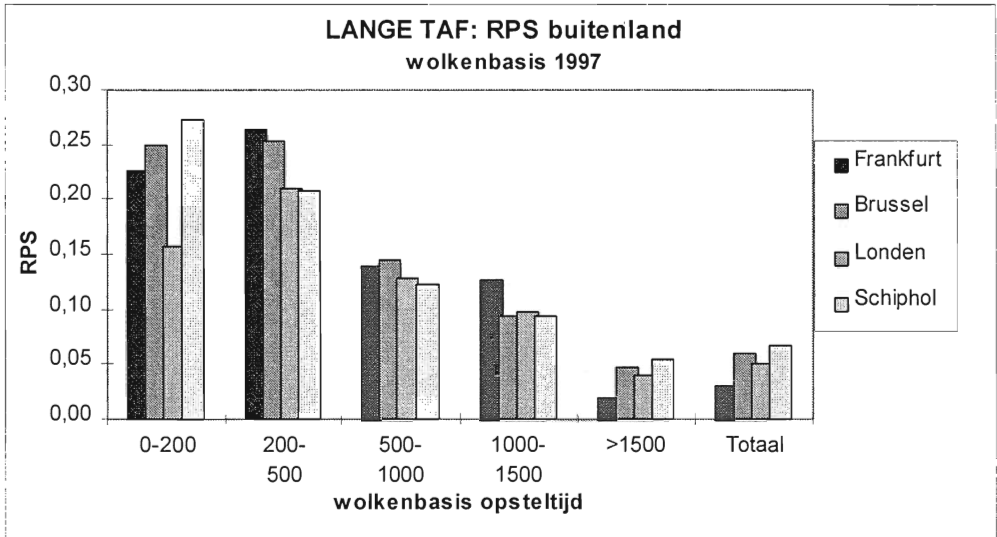


Figuur buitenland.20

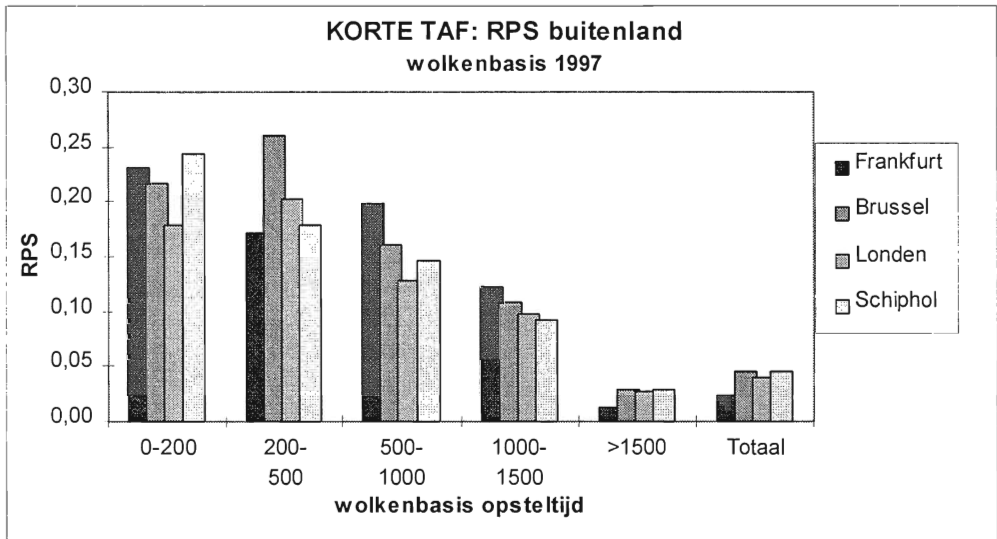


Figuur buitenland.21

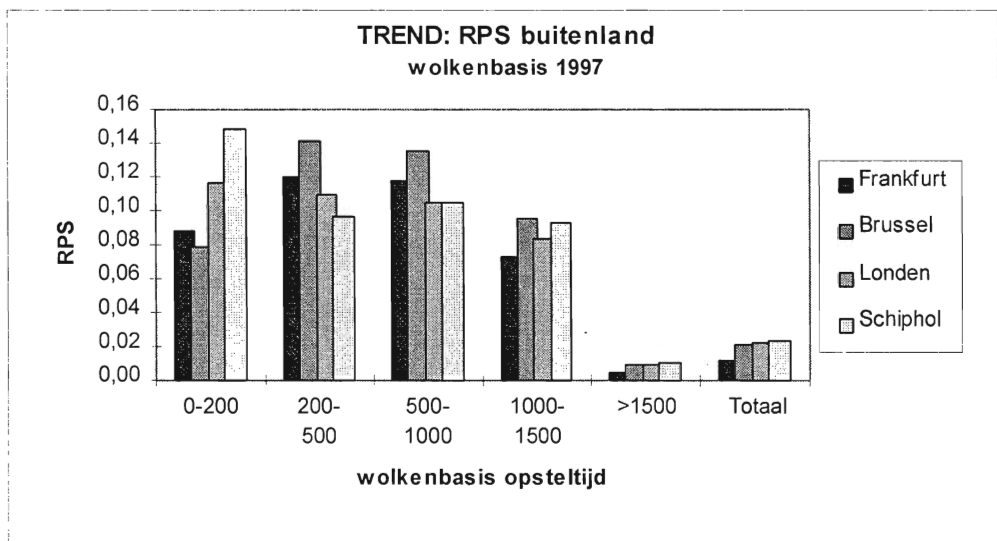




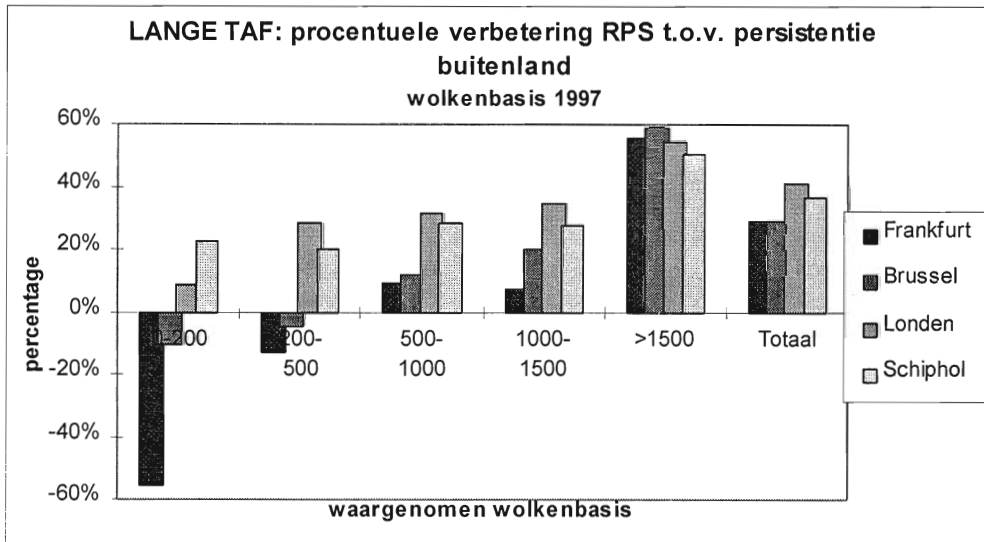
Figuur buitenland.2 2



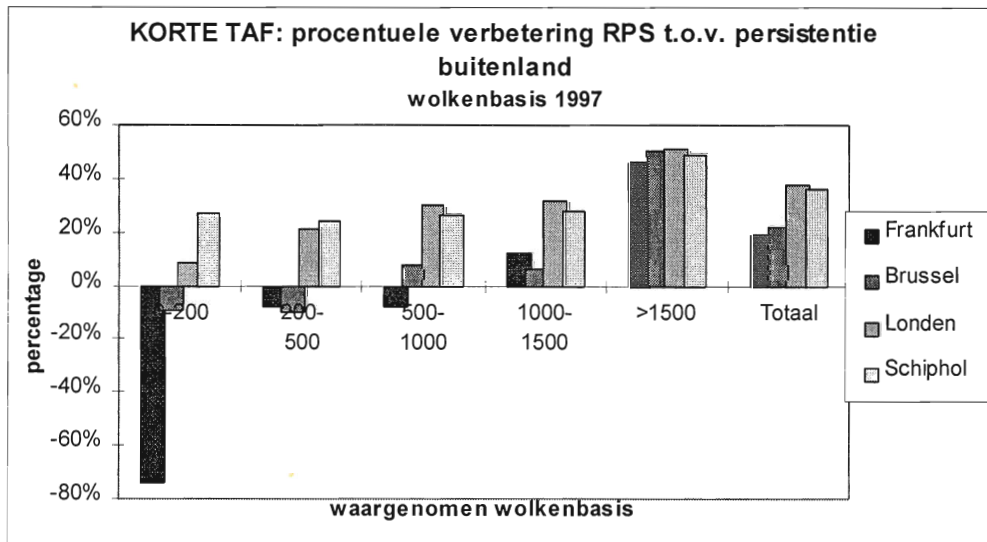
Figuur buitenland.2 3



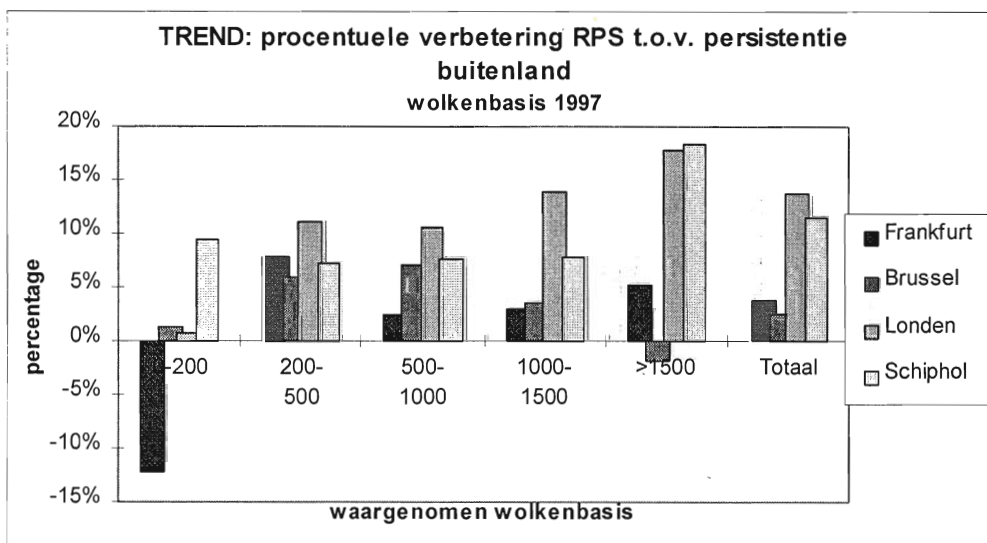
Figuur buitenland.2 4



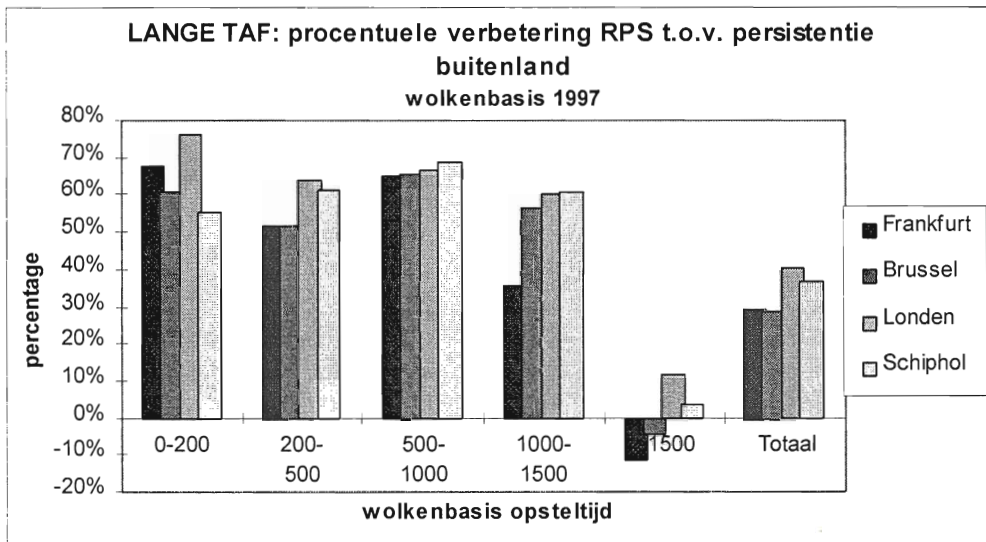
Figuur buitenland.25



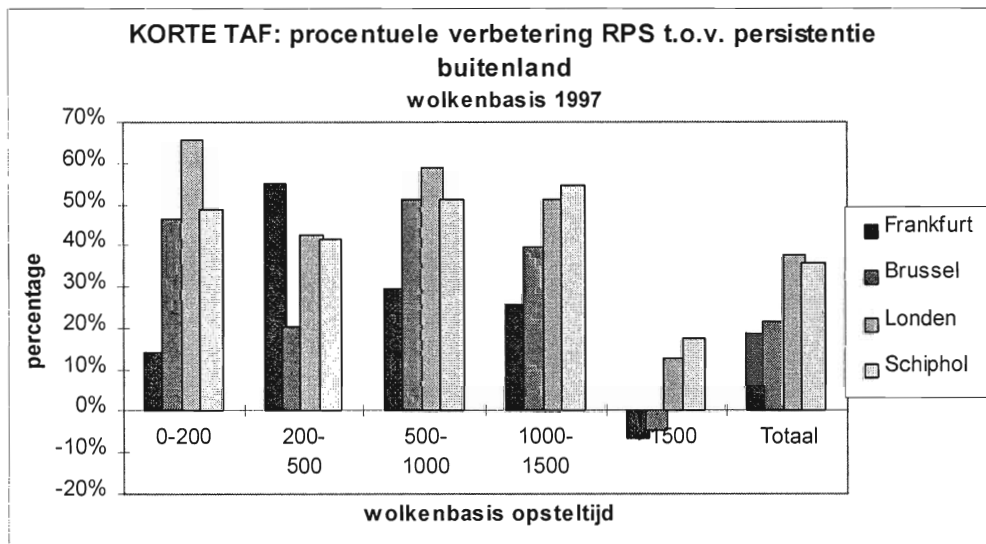
Figuur buitenland.26



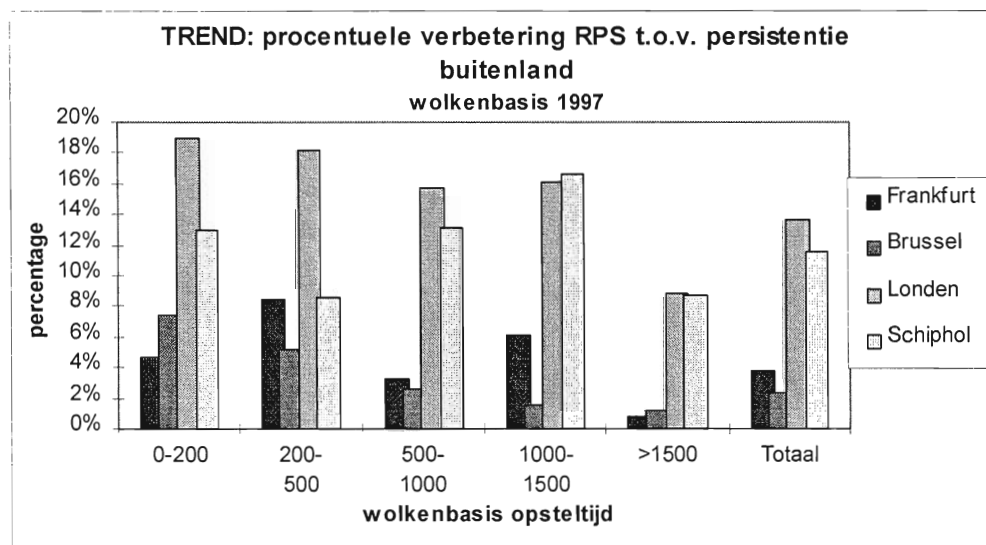
Figuur buitenland.27



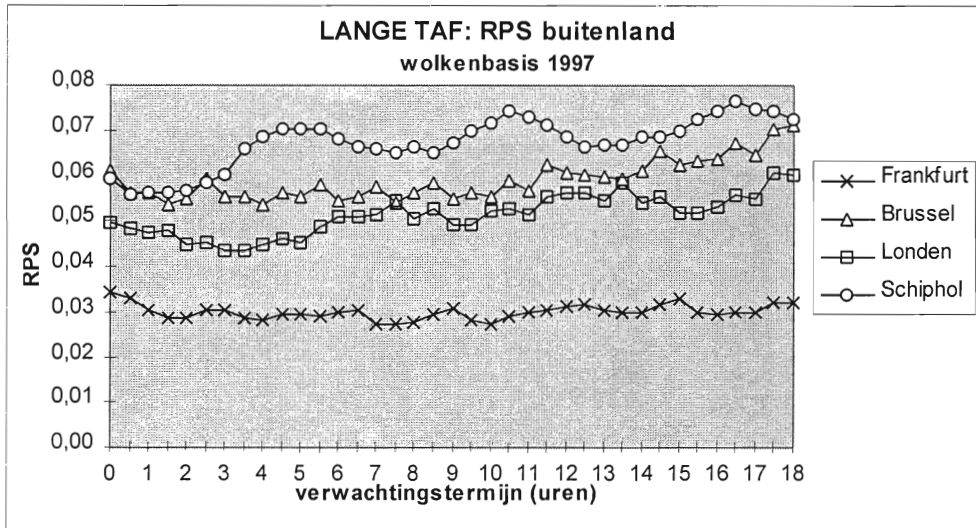
Figuur buitenland.28



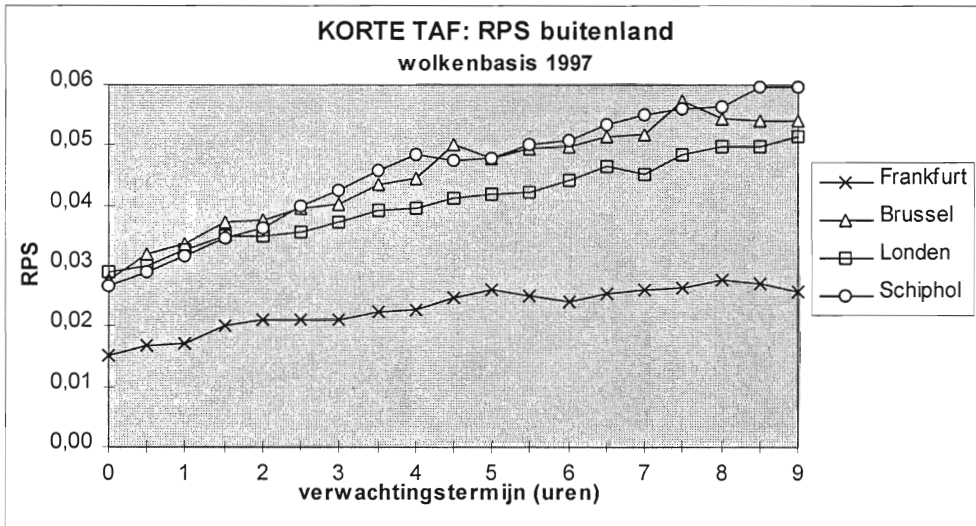
Figuur buitenland.29



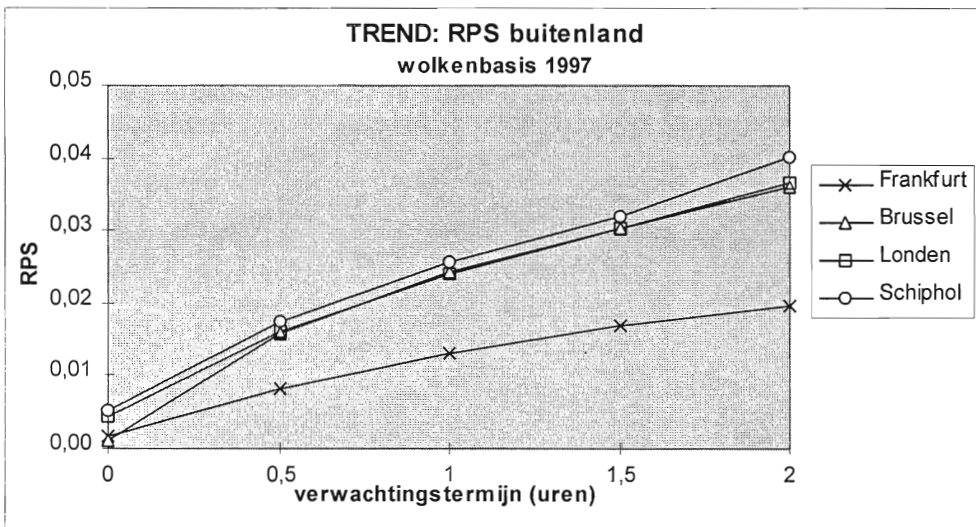
Figuur buitenland.30



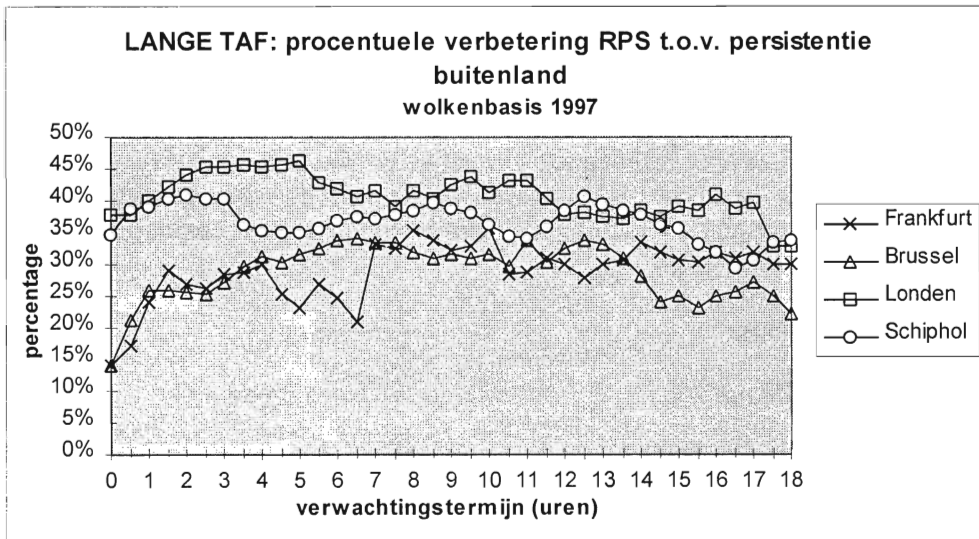
Figuur buitenland.3 1



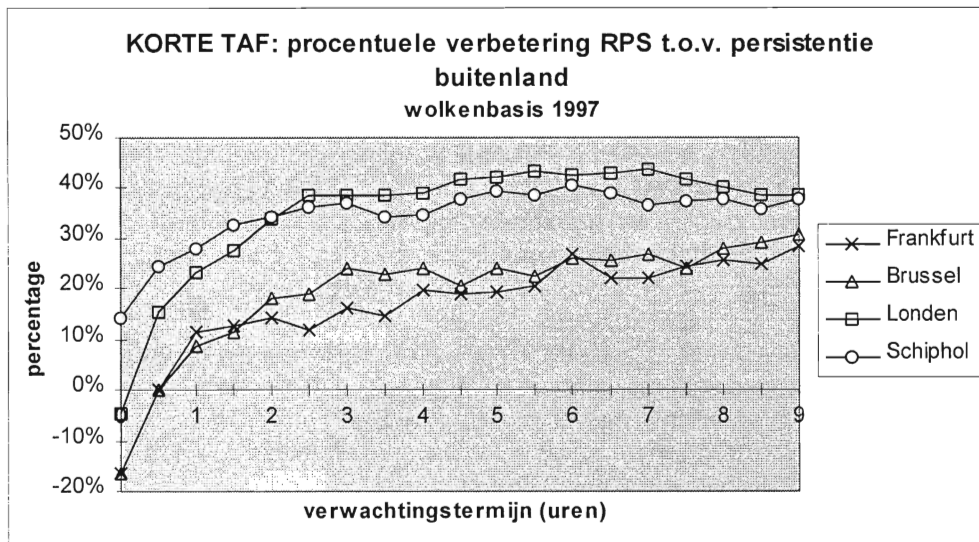
Figuur buitenland.3 2



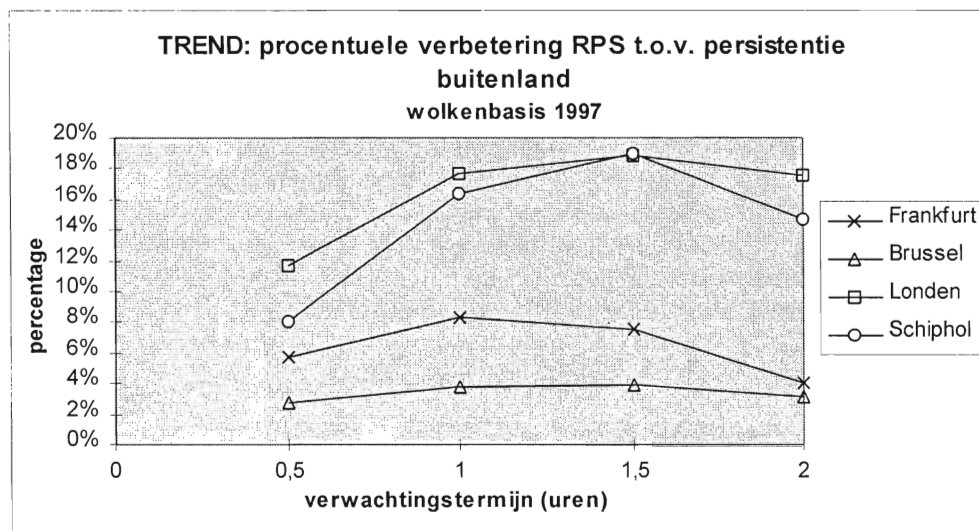
Figuur buitenland.3 3



Figuur buitenland.34



Figuur buitenland.35



Figuur buitenland.36

### 3.3 SAMENVATTING EN CONCLUSIES

Uit de vorige paragrafen waarin de resultaten zijn weergegeven per element blijkt dat een groot aantal conclusies niet specifiek betrekking hebben op één weerselement of één soort verwachting maar van toepassing zijn op meerdere of zelfs op alle geverifieerde elementen en verwachtingen. In deze paragraaf zal een samenvattend overzicht gegeven worden van de resultaten waarbij de overeenkomsten en verschillen tussen de verschillende elementen en verwachtingen gegeven worden.

#### **Gemiddelde RPS/PWE alle situaties**

Beschouwen we de gemiddelde RPS/PWE van de verschillende weerselementen dan blijkt dat bij de wind tussen de verschillende vliegvelden slechts geringe verschillen optreden. Alleen de score van de windrichting van Maastricht-Aachen wijkt enigszins in ongunstige zin af van de andere vliegvelden.

Bij de zicht en wolkenbasis zijn de verschillen in RPS tussen de vliegvelden groter, veelal in het voordeel van Schiphol. Bij de wolkenbasis van de TREND is de verwachting van Schiphol echter niet beter dan de verwachting van de andere vliegvelden. De RPS is voor alle vliegvelden ongeveer gelijk.

#### **Winst ten opzichte van persistentie alle situaties**

Bij de gemiddelde PWE van de wind waren weinig verschillen, bij de winst ten opzichte van persistentie zijn de verschillen bij de wind echter groter. De winst is bij Schiphol en voor de windrichting ook bij Rotterdam het grootst, terwijl de winst bij Maastricht-Aachen het geringst is. Ten opzichte van persistentie heeft de meteoroloog voor de wind in de TAF van Maastricht-Aachen dus minder meerwaarde dan voor de wind in de TAF van Schiphol.

Evenals bij de wind blijkt bij zicht en wolkenbasis de winst ten opzichte van persistentie voor vliegveld Maastricht-Aachen geringer te zijn dan bij de andere vliegvelden. Alleen bij de zichtverwachting in de TREND en de bewolkingsverwachting in de lange TAF is de winst voor alle vliegvelden ongeveer gelijk. De grootste winst ten opzichte van persistentie wordt veelal behaald in de verwachtingen voor Rotterdam en Groningen.

#### **Gemiddelde RPS slecht weer situaties (waargenomen zicht < 3 km, wolkenbasis < 1000 voet)**

Voor zicht en wolkenbasis is gekeken naar de gemiddelde RPS voor weersituaties waarin het zicht minder dan 3 km was respectievelijk de wolkenbasis lager dan 1000 voet.

Slecht weer situaties blijken, zoals vooraf te verwachten was moeilijker voorspelbaar dan mooi weer situaties. Dit valt duidelijk op te maken uit de gemiddelde RPS die bij een waargenomen zicht van minder dan 3 km een factor 3 en bij een waargenomen wolkenbasis van minder dan 1000 voet een factor 5 a 6 hoger ligt in vergelijking met de RPS gemiddeld over alle situaties. Voor wat betreft het zicht is de RPS van Schiphol lager dan voor de andere vliegvelden, alleen bij de lange TAF zijn de verschillen minimaal. Bij de wolkenbasis zijn er weinig verschillen tussen Schiphol, Groningen en Rotterdam. Maastricht-Aachen heeft echter een hogere RPS. Opmerkelijk is de bewolkingsverwachting in de TREND. In dit geval is de RPS van Groningen het laagst, terwijl die van Schiphol het hoogst is. Bij beschouwing van alle situaties waren de verschillen tussen de vliegvelden gering bij de bewolking in de TREND.

#### **Winst ten opzichte van persistentie slecht weer situaties**

De winst ten opzichte van persistentie bij slecht weer situaties is over het algemeen voor Schiphol en Rotterdam hoger dan voor Groningen en Maastricht-Aachen. Voor de laatste twee vliegvelden is de winst bij sommige verwachtingen zeer gering. Zo scoort bijvoorbeeld persistentie in de korte TAF van Groningen en in de TREND van zowel Groningen als Maastricht-Aachen bij het element

zicht even goed als de meteoroloog. Bekijken we alleen de situaties waarin het zicht minder dan 800 meter was dan is het resultaat nog slechter: de winst ten opzichte van persistentie is dan zelfs duidelijk negatief. Iets soortgelijks blijkt bij een waargenomen wolkenbasis onder de 200 voet (Groningen korte TAF, Maastricht-Aachen TREND).

Bij de wolkenbasis in de TREND is het beeld opnieuw afwijkend. In dit geval behalen Groningen en Rotterdam de grootste winst, terwijl de winst voor Schiphol, samen met Maastricht-Aachen vrijwel nihil is. De winst van Groningen wordt wel in z'n geheel bepaald door de klasse 500-1000 voet. Voor een waargenomen wolkenbasis lager dan 500 voet is de winst ten opzichte van persistentie voor Groningen zelfs iets negatief.

Dat persistentie het bij mistsituaties of situaties met een zeer lage wolkenbasis beter doet dan de meteoroloog kan alleen het gevolg zijn van een te optimistische visie van de meteoroloog. De meteoroloog verwacht gemiddeld sneller een verbetering in zicht of wolkenbasis dan er in werkelijkheid optreedt.

### **Opstellen verwachtingen ter plekke of op afstand**

Interessant is of de huidige verificatie een antwoord kan geven op de vraag of het voor de kwaliteit van de verwachting uitmaakt waar de verwachting gemaakt wordt, op het vliegveld zelf of op afstand. Dit in het kader van het plan om de produktie van luchtvaartverwachtingen te verplaatsen van Schiphol naar De Bilt. De TAF's voor Schiphol zouden in die situatie niet meer op de locatie zelf gemaakt worden.

In de huidige situatie worden de TAF's voor de regionale luchthavens op Schiphol gemaakt oftewel op afstand. Verschil in kwaliteit tussen de TAF's van Schiphol enerzijds en van de regionale luchthavens anderzijds is dus een duidelijke aanwijzing dat het uitmaakt waar de TAF's worden opgesteld. Uit bovenstaande vergelijking van de RPS en van de winst ten opzichte van persistentie tussen de verschillende vliegvelden zijn wel onderlinge verschillen naar voren gekomen.

De gemiddelde RPS/PWE berekend over alle situaties liet zien dat de verwachtingen van Schiphol, zeker bij zicht en wolkenbasis, beter zijn dan de verwachtingen van de regionale vliegvelden. Vooral de verwachtingen van Maastricht-Aachen blijven achter bij de verwachtingen van Schiphol. Dit is een duidelijke aanwijzing dat de afstand tussen de plaats waar en de plaats waarvoor de verwachting gemaakt wordt, mits verondersteld wordt dat de moeilijkheidsgraad van het weer op alle vliegvelden gelijk is. Dit laatste is niet het geval wat bijvoorbeeld blijkt uit de frequentie waarmee slecht weer zich voordoet, hetgeen per definitie moeilijker te verwachten is dan mooi weer.

Door te kijken naar de winst ten opzichte van persistentie wordt dit probleem voor een deel omzeild. Er is immers een duidelijke correlatie tussen de moeilijkheidsgraad van het weer en de mate van persistentie van het weer. Bij de wind is de winst van Schiphol groter dan van de regionale luchthavens, vooral in vergelijking met Groningen en Maastricht-Aachen. Bij het zicht en de wolkenbasis is de winst voor Maastricht-Aachen steeds het laagst. De winst van Groningen, Rotterdam en Schiphol is bij de wolkenbasis ongeveer gelijk, terwijl bij het zicht de regionale luchthavens Groningen en Rotterdam het beste scoren, beter dan Schiphol.

Wanneer we de TAF's als geheel beschouwen dan is het verschil in winst tussen Schiphol en de Groningen en Rotterdam wisselend, netto licht in het voordeel van Schiphol. De verschillen tussen Schiphol en Maastricht-Aachen zijn duidelijker, in het nadeel van het laatste vliegveld. Belangrijk bij de vergelijking tussen de regionale luchthavens en Schiphol is ook de RPS en de winst ten opzichte van persistentie bij slecht weer, dat zijn immers de situaties waarin het belang van goede verwachtingen het grootst is. De gemiddelde RPS van zicht en wolkenbasis van Schiphol is lager of gelijk aan die van de regionale luchthavens. Maastricht-Aachen is ook hier het slechtst scorende vliegveld.

Bij de winst ten opzichte van persistentie blijken Schiphol en Rotterdam gelijk te presteren terwijl de meteoroloog voor Groningen in deze situaties gemiddeld de minste winst behaalt.

Het geheel overziend valt niet aan de indruk te ontkomen dat de verwachtingen van Schiphol beter zijn dan van de regionale luchthavens. De verschillen met Rotterdam zijn meestal gering. De verwachtingen van Maastricht-Aachen scoren gemiddeld het minst. Er zijn daarmee dan ook aanwijzingen dat het uitmaakt waar de verwachting opgesteld wordt, ter plaatse of op afstand. Deze conclusie kan echter niet keihard getrokken worden aangezien er ook andere factoren een rol (kunnen) spelen. Zo zouden de verschillen ook (deels) veroorzaakt kunnen worden door bijvoorbeeld verschil in moeilijkheidsgraad van het weer of verschil in ervaringen en verschil in werkdruk tussen de GA-meteoroloog (die meestal de verwachtingen voor Groningen en Maastricht-Aachen opstelt) en de wachtmeteoroloog. Aanvullende verificatie maakt wellicht een duidelijkere uitspraak mogelijk.

## Klimatologie

Alleen het zicht in korte TAF van Schiphol is vergeleken met de klimatologieverwachting. Het blijkt dat de meerwaarde van de meteoroloog zich vooral bevindt in de verwachtingsperiode van 1 tot 6 uur. Aan het begin van de TAF is klimatologie even goed als de meteoroloog. Aan het eind van de TAF neemt de winst ten opzichte van klimatologie langzaam weer af. Dit laatste geeft te denken wat de winst ten opzichte van klimatologie zal zijn voor de lange TAF. Het laat zich aanzien dat het heel gering is. Opgemerkt moet wel worden dat de meteoroloog beperkt wordt in z'n mogelijkheden om die kansverdeling te geven die hij voor ogen heeft. Door codebeperkingen kan hij niet alles kwijt. De meteoroloog is daarom enigszins in het nadeel. Interessant zal het zijn om te zien wat de gidsverwachting van de first guess TAF module voor resultaten oplevert ten opzichte van de door de meteoroloog gemaakte TAF. Theoretisch zou dat beter moeten zijn dan alleen klimatologie. Daarmee kan die verwachting zeer dicht in de buurt komen van de meteoroloog als het gaat om een verwachtingstermijn die verder dan 6 uur vooruit ligt.

## Verwachtingstermijn

Naarmate meer tijd verstreken is van de korte TAF neemt de gemiddelde RPS/PWE toe. Ruwweg kan gezegd worden dat de toename bij het zicht en de wolkenbasis 100% bedraagt, bij de windrichting iets minder dan 100% en bij de windsnelheid ongeveer 50%.

Bij de lange TAF is de variatie in de RPS/PWE minder groot. Voor de elementen windrichting en windsnelheid neemt de PWE met 30 % toe.

Bij de lange TAF is er bij het zicht een toename van 20%. Bij de wolkenbasis verandert de RPS nauwelijks.

### Winst ten opzichte van persistentie

Bij de lange TAF neemt de winst ten opzichte van persistentie bij het zicht en de windsnelheid eerst toe, in de tweede helft van de lange TAF daalt de winst weer naar ongeveer dezelfde waarden als bij aanvang van de verwachting. Dit wordt veroorzaakt door de dagelijkse gang die bij beide weerselementen gemiddeld aanwezig is. Persistentie gaat het daardoor na een lange verwachtingstermijn weer beter doen waardoor de meerwaarde van de meteoroloog ten opzichte van persistentie daalt.

Iets soortgelijks zou je ook verwachten bij de bewolking. Daar treedt het effect echter niet op. Gedurende de hele verwachtingstermijn blijft de winst ongeveer constant. Bij dit element is er duidelijk minder sprake van een dagelijkse gang in de basis van de bewolking.

Bij de windrichting neemt de winst eerst toe om vervolgens constant te blijven. De dagelijkse gang in de windrichting ten gevolge van stabiliteitsveranderingen wordt hier (voor een deel) tenietgedaan door grootschalige veranderingen in het stromingspatroon. De winst neemt in de tweede helft van de periode dan ook niet af.

Gedurende de geldigheid van de korte TAF neemt de winst ten opzichte van persistentie in de loop van de verwachtingsperiode toe. Aan het begin van de TAF is de persistentieverwachting vaak beter of vrijwel gelijk aan de verwachting van de meteoroloog. Het verschilt per element en



per vliegveld waar de TAF beter wordt dan persistentie. Het omslagpunt varieert tussen nul en één uur na het begin van de TAF (1 a 2 uur na het opstellen van het bericht).

Bij de wind wordt dit fenomeen deels veroorzaakt door de manier van verifiëren. Om het aantal veranderingsgroepen in een TAF te verminderen zal de meteoroloog indien zich aan het begin van de TAF een windverandering voordoet er voor kiezen om een gemiddelde wind te geven van voor en na de verandering, in ogenschouw nemend dat de windrichting 20 graden mag afwijken naar beide kanten. Aan het begin van de TAF treedt dan een hogere PWE op in de TAF dan in de persistentieverwachting.

Bij de TREND neemt de winst eerst toe om na anderhalf uur weer af te nemen. Dit is opmerkelijk aangezien de winst bij de korte TAF op datzelfde moment nog sterk toeneemt. De meteoroloog beschouwt de TREND lang niet altijd als een verwachting voor een periode van 2 uur. De TREND is na een geldigheidsperiode van 1 uur wel duidelijk beter dan persistentie terwijl dit bij het begin van de korte TAF niet het geval is. De TREND heeft dus duidelijk zin en heeft de voorkeur boven de korte TAF indien het tijdstip waarvoor men de verwachting wil weten minder dan 2 uur vooruit ligt.

### **Voortschrijdend jaargemiddelde**

Om tendenzen in de kwaliteit van de verwachtingen te kunnen constateren in de loop van de tijd is gekeken naar het voortschrijdend jaargemiddelde van de RPS/PWE en van de winst ten opzichte van persistentie gedurende het jaar 1997. Hieruit valt op te maken of veranderingen in de dienstuitvoering gevolgen hebben voor de kwaliteit van de TAF en TREND, bijvoorbeeld de invoering van het 8-dienstenplan op Schiphol in juli 1997.

#### **RPS/PWE**

In het algemeen weinig variatie. Als er een verandering is opgetreden dan betreft het bijna altijd een kleine daling van de RPS of PWE in de loop van 1997. De verwachtingen zijn dus gemiddeld gelijk gebleven of iets verbeterd.

#### **winst ten opzichte van persistentie**

Ook hier blijkt over het algemeen, onafhankelijk van type verwachting, element of vliegveld sprake te zijn van slechts geringe variaties. Als er een verandering optreedt dan is dat vaak een toename van de winst ten opzichte van persistentie. Dezelfde conclusie kan daarom getrokken worden als hierboven: de TAF's zijn in de loop van 1997 niet verslechterd, de verwachtingen van sommige elementen zijn voor enkele vliegvelden zelfs licht verbeterd. Uitzondering vormen de zichtverwachting in de lange en korte TAF van Maastricht-Aachen en de verwachting voor de windsnelheid in de korte TAF van Rotterdam.

Bij de TREND van Maastricht doet zich zowel voor het zicht als de wolkenbasis iets opmerkelijks voor. Het voortschrijdende jaargemiddelde van de winst ten opzichte van persistentie neemt eerst duidelijk af om in de tweede helft van 1997 weer toe te nemen.

Uit de beschouwing van het voortschrijdend jaargemiddelde van de produkten die op Schiphol worden gemaakt kan de conclusie getrokken worden dat invoering van het 8-dienstenplan op die produkten geen meetbaar negatief effect heeft gehad.

### **Hoge windsnelheden**

Het is gebleken dat bij hoge windsnelheden de gemiddelde PWE van de windrichting in de TAF minder hoog is dan bij lage waargenomen windsnelheden. Oorzaak daarvan is dat een kleine verstoring van het windveld bij lage windsnelheden veel grotere gevolgen voor de windrichting kan hebben dan bij hoge windsnelheden.

## Hoogste klasse tijdens opsteltijd

Indien het zicht goed is (meer dan 8 km) of de wolkenbasis hoog is (boven 1500 voet) tijdens het opstellen van de verwachting (korte en lange TAF) dan blijkt dat de opgestelde verwachting van de meteoroloog nauwelijks beter is dan de persistentieverwachting.

## Buitenland

Het blijkt dat er in het algemeen weinig verschil is tussen de resultaten van het zicht en de resultaten van de wolkenbasis. Bij beide weerselementen is de kwaliteit van de verwachtingen van Schiphol ten opzichte van het buitenland (Frankfurt, Brussel en Londen Heathrow) ongeveer hetzelfde.

De gemiddelde RPS blijkt van Schiphol de hoogste te zijn van de onderzochte vliegvelden, ongeacht naar welk type verwachting of welk element gekeken wordt. Absoluut gezien is de verwachting van Schiphol dus minder goed dan de verwachting van de buitenlandse vliegvelden.

Indien we kijken naar de winst die er te behalen valt ten opzichte van persistentie dan zien we een heel ander beeld. De winst ten opzichte van persistentie is van Schiphol en Londen beduidend hoger dan van Brussel en Frankfurt. Bij het zicht scoort Schiphol een fractie beter, bij de wolkenbasis is Londen iets gunstiger. De meteorologen die de verwachtingen opstellen van Schiphol en Londen leveren dan ook een grotere meerwaarde ten opzichte van persistentie dan de meteorologen die de verwachtingen maken voor Frankfurt en Brussel.

Bij het in ogenschouw nemen van alleen slecht-weer situaties (waargenomen zicht minder dan 3 km of waargenomen wolkenbasis onder de 1000 voet) zien we ook daar dat de verwachtingen van Schiphol en Londen van de vier bekeken luchthavens het beste zijn. Het maakt nu niet uit of naar de RPS wordt gekeken of naar de winst ten opzichte van persistentie. Bij het zicht presteert Schiphol beter dan Londen; bij de wolkenbasis zijn de verschillen tussen Londen en Schiphol minimaal, licht in het voordeel van Londen. Opmerkelijk is dat voor Frankfurt en Brussel bij sommige verwachtingen persistentie het bijna net zo goed of zelfs beter doet dan de meteoroloog.

## 4. VERVOLG

In het vorige hoofdstuk zijn de resultaten besproken van de verificatieberekeningen die in het kader van het project "Verificatie TAF/TREND" zijn uitgevoerd. Verificatie van de TAF en TREND mag echter hiermee niet ophouden. Hier volgt een greep uit de activiteiten die een vervolg kunnen of moeten zijn op dit project.

De huidige verificatie van 1996 en 1997 moet regelmatig geupdate worden, met name om te kunnen constateren of er in de loop van de tijd bepaalde trends zijn te bespeuren in de kwaliteit van de verwachting. In eerste instantie zal verificatie van dit jaar plaatsvinden, daarna zal om de 3 a 6 maanden een update gedaan worden.

Zoals in eerdere paragrafen reeds vermeld zijn niet alle elementen geverifiëerd. Het valt te overwegen om de verificatie van die elementen (bijvoorbeeld windstoten, onweer, sneeuw en onderkoelde neerslag) alsnog uit te voeren in een vervolgproject.

De in dit project uitgevoerde verificatie betreft alleen lange termijn verificatie. Ook de korte termijn verificatie is van belang. Immers dit zorgt voor een directe terugkoppeling naar de meteoroloog. Het project om dit te realiseren is inmiddels enkele maanden geleden gestart: "operationeel maken TAF/TREND verificatie".

Onlangs is de first-guess-TAF module ontwikkeld, die op basis van HIRLAM data en waarnemingen een TAF-guidance geeft en ook een TAF in codevorm. Om de kwaliteit van de first-guess-TAF module te kunnen vaststellen zullen de TAF guidance en de TAF in codevorm op dezelfde manier geverifiëerd moeten worden als de TAF die door de meteoroloog wordt gemaakt. Vervolgens dienen de resultaten met elkaar vergeleken te worden om de meerwaarde van de meteoroloog te kunnen vaststellen.

Uit de verificatie is naar voren gekomen dat de TAF's van Groningen en Maastricht-Aachen slechter zijn dan van Schiphol. Eén van de oorzaken kan zijn dat de TAF's van de regionale velden niet ter plekke maar op Schiphol worden gemaakt. Om een wellicht betere uitspraak daarover te kunnen doen is het een idee om oude TAF's van Maastricht-Aachen, ten tijde van de periode dat de meteoroloog nog ter plekke de verwachting maakte te verifiëren. De TAF's zijn nog beschikbaar, zij het alleen op papier.

## 5. LITERATUUR

1. ICAO ANNEX 3
2. SPECI/SPECIAL/TAF/TREND-criteria, LMD document 97609/700
3. Verification of aerodrome forecasts, N.D. Gordon. Proceedings, Third International Conference on the Aviation Weather System, 29 January- 3 February 1989, Anaheim, California, 1989



## KNMI-PUBLICATIES, VERSCHENEN SEDERT 1995

Een overzicht van eerder verschenen publicaties, wordt verzoek toegezonden door de Bibliotheek van het KNMI, postbus 201, 3730 AE De Bilt, tel 030 - 2 206 855, fax. 030 - 2 210 407; e-mail: biblio@knmi.nl

### ▼ KNMI-PUBLICATIE MET NUMMER

- 150-28 Sneeuwdek in Nederland 1961-1990 / A.M.G. Klein Tank  
 176-S Stormkalender: chronologisch overzicht van alle stormen (windkracht 8 en hoger) langs de Nederlandse kust voor het tijdvak 1990-1996 / [samenst. B. Zwart a.o.]  
 180a List of acronyms in environmental sciences : revised edition / [compiled by P. Geerders and M. Waterborg]  
 181b FM12 SYNOP : internationale en nationale regelgeving voor het coderen van de groepen 7wwW1W2 en 960ww; derde druk  
 183-1 Rainfall in New Guinea (Irian Jaya) / T.B. Ridder  
 183-2 Vergelijking van zware regens te Hollandia (Nieuw Guinea), thans Jayapura (Irian Jaya) met zware regens te De Bilt / T. B. Ridder  
 183-3 Verdamping in Nieuw-Guinea, vergelijking van gemeten hoeveelheden met berekende hoeveelheden / T.B. Ridder  
 183-4 Beschrijving van het klimaat te Merauke, Nieuw Guinea, in verband met de eventuele vestiging van een zoutwinningsbedrijf / T.B. Ridder a.o.  
 183-5 Overzicht van klimatologische en geofysische publicaties betreffende Nieuw-Guinea / T.B. Ridder  
 184a Inleiding tot de algemene meteorologie : studie-uitgave ; 2e druk / B. Zwart, A. Steenhuisen, m.m.v. H.J. Krijnen  
 185a Handleiding voor het gebruik van sectie 2 van de FM 13-X SHIP-code voor waarnemers op zee / KNMI; KLu; KM  
 186-I Rainfall generator for the Rhine Basin: single-site generation of weather variables by nearest-neighbour resampling / T. Brandsma a.o.  
 187 De wind in de rug: KNMI-weerman schaatst de Elfstedentocht / H. van Dorp

### ▼ TECHNISCH RAPPORT = TECHNICAL REPORT (TR)

- 168 Analyse van het seismische risico in Noord-Nederland / Th. de Crook a.o.  
 169 Evaluatie van neerslagprognoses van numerieke modellen voor de Belgische Ardennen in december 1993 / Erik van Meijgaard  
 170 DARR-94 / C.P.G. Lomme  
 171 EFEDA-91: documentation of measurements obtained by KNMI / W.A.A. Monna a.o.  
 172 Cloud lidar research at the Royal Netherlands Meteorological Institute KNMI2B2, version 2 cloud lidar analysis / A.Y. Fong a.o.  
 173 Measurement of the structure parameter of vertical wind-velocity in the atmospheric boundary layer / R. van der Ploeg  
 174 Report of the ASGASEX'94 workshop / ed. by W.A. Oost  
 175 Over slecht zicht, bewolking, windstoten en gladheid / J. Terpstra  
 176 Verification of the WAQUA/CSM-16 model for the winters 1992-93 and 1993-94 / J.W. de Vries  
 177 Nauwkeuriger nettostraling meten / M.K. van der Molen en W. Kohsiek  
 178 Neerslag in het stroomgebied van de Maas in januari 1995: waarnemingen en verificatie van modelprognoses / R. Jilderda a.o.  
 179 First field experience with 600PA phased array sodar / H. Klein Baltink  
 180 Een Kalman-correctieschema voor de wegdektemperatuurverwachtingen van het VAISALA-model / A. Jacobs  
 181 Calibration study of the K-Gill propeller vane / Marcel Bottema  
 182 Ontwikkeling van een spectraal UV-meetinstrument / Frank Helderman  
 183 Rainfall generator for the Rhine catchment : a feasibility study / T. Adri Buishand and Theo Brandsma  
 184 Parametrisatie van mooi-weer cumulus / M.C. van Zanten  
 185 Interim report on the KNMI contributions to the second phase of the AERO-project / Wiel Wauben, Paul Fortuin a.o.  
 186 Seismische analyse van de aardbevingen bij Middelstum (30 juli 1994) en Annen (16 augustus '94 en 31 januari '95) / [SO]  
 187 Analyse wenselijkheid overname RIVM-windmeetlocaties door KNMI / H. Benschop  
 188 Windsnelheidsmetingen op zee- en kuststations: herleiding waarden windsnelheden naar 10-meter niveau / H. Benschop  
 189 On the KNMI calibration of net radiometers / W. Kohsiek  
 190 NEDWAM statistics over the period October 1994 - April 1995 / F.B. Koek  
 191 Description and verification of the HIRLAM trajectory model / E. de Bruijn  
 192 Tiltmeting : een alternatief voor waterpassing ? / H.W. Haak  
 193 Error modelling of scatterometer, in-situ and ECMWF model winds; a calibration refinement / Ad Stoffelen  
 194 KNMI contribution to the European project POPSICLE / Theo Brandsma a.o.  
 195 ECBILT : a coupled atmosphere ocean sea-ice model for climate predictability studies / R.J. Haarsma a.o.  
 196 Environmental and climatic consequences of aviation: final report of the KNMI contributions to the AERO-project / W. Wauben a.o.  
 197 Global radiation measurements in the operational KNMI meteorological network: effects of pollution and ventilation / F. Kuik  
 198 KALCORR: a kalman-correction model for real-time road surface temperature forecasting / A. Jacobs  
 199 Macroseismische waarnemingen Roswinkel 19-2-1997 / B. Dost e.a.  
 200 Operationele UV-metingen bij het KNMI / F. Kuik

- 201 Vergelijking van de Vaisala's HMP233 en HMP243 relatieve luchtvochtigheidsmeters / F. Kuik  
 202 Statistical guidance for the North Sea / Janet Wijngaard and Kees Kok  
 203 UV-intercomparison SUSPEN / Foeke Kuik and Wiel Wauben  
 204 Temperature corrections on radiation measurements using Modtran 3 / D.A. Bunschoek, A.C.A.P. van Lammeren and A.J. Feijt  
 205 Seismisch risico in Noord-Nederland / Th. de Crook, H.W. Haak en B. Dost  
 206 The HIRLAM-STAT-archive and its application programs / Albert Jacobs  
 207 Retrieval of aerosol properties from multispectral direct sun measurements / O.P. Hasekamp  
 208 The KNMI Garderen Experiment, micro-meteorological observations 1988-1989; instruments and data / F.C. Bosveld a.o.  
 209 CO2 in water and air during ASGAMAGE: concentration measurements and consensus data / Cor M.J. Jacobs, Gerard J. Kunz, Detlev Sprung a.o.  
 210 Elf jaar Cabauw-metingen / J.G. van der Vliet  
 211 Indices die de variabiliteit en de extremen van het klimaat beschrijven / E.J. Klok  
 212 First guess TAF-FGTAF: semi-automation in TAF production / Albert Jacobs  
 213 Zeer korte termijn bewolgingsverwachting met behulp van METCAST: een verificatie en beschrijving model-uitvoer / S.H. van der Veen  
 214 The implementation of two mixed-layer schemes in the HOPE ocean general circulation model / M. van Eijk  
 215 Stratosphere-troposphere exchange of ozone, diagnosed from an ECMWF ozone simulation experiment / Harm Luyckx  
 216 Evaluatierapport Automatisering Visuele Waarnemingen. Ontwikkeling Meestsysteem / Wiel Wauben en Hans de Jongh  
 217 Verificatie TAF en TREND / Hans van Bruggen

### ▼ WETENSCHAPPELIJK RAPPORT = SCIENTIFIC REPORT (WR)

- 95-01 Transformation of precipitation time series for climate change impact studies / A.M.G. Klein Tank and T.A. Buishand  
 95-02 Internal variability of the ocean generated by a stochastic forcing / M.H.B. van Noordenburg  
 95-03 Applicability of weakly nonlinear theory for the planetary-scale flow / E.A. Kartashova  
 95-04 Changes in tropospheric NOx and O3 due to subsonic aircraft emissions / W.M.F. Wauben a.o.  
 95-05 Numerical studies on the Lorenz84 atmosphere model / L. Anastassiades  
 95-06 Regionalisation of meteorological parameters / W.C. de Rooy  
 95-07 Validation of the surface parametrization of HIRLAM using surface-based measurements and remote sensing data / A.F. Moene a.o.  
 95-08 Probabilities of climatic change : a pilot study / Wieger Fransen (ed.) a.o.  
 96-01 A new algorithm for total ozone retrieval from direct sun measurements with a filter instrument / W.M.F. Wauben  
 96-02 Chaos and coupling: a coupled atmosphere ocean-boxmodel for coupled behaviour studies / G. Zondervan  
 96-03 An acoustical array for subsonic signals / H.W. Haak  
 96-04 Transformation of wind in the coastal zone / V.N. Kudryavtsev a.o.  
 96-05 Simulations of the response of the ocean waves in the North Atlantic and North Sea to CO2 doubling in the atmosphere / K. Rider a.o.  
 96-06 Microbarograph systems for the infrasonic detection of nuclear explosions / H.W. Haak and G.J. de Wilde  
 96-07 An ozone climatology based on ozonesonde measurements / J.P.F. Fortuin  
 96-08 COME validation at KNMI and collaborating institutes / ed. P. Stammes a.o.  
 97-01 The adjoint of the WAM model / H. Hersbach  
 97-02 Optimal interpolation of partitions: a data assimilation scheme for NEDWAM-4; description and evaluation of the period November 1995 - October 1996 / A. Voorrips  
 97-03 SATVIEW: a semi-physical scatterometer algorithm / J.A.M. Janssen a.o.  
 97-04 GPS water vapour meteorology : status report / H. Derks a.o.  
 97-05 Climatological spinup of the ECBILT oceanmodel / Arie Kattenberg a.o.  
 97-06 Direct determination of the air-sea transfer velocity of CO2 during ASGAMAGE / J.C.M. Jacobs, W. Kohsiek and W.A. Oost  
 97-07 Scattering matrices of ice crystals / M. Hess, P. Stammes a.o.  
 97-08 Experiments with horizontal diffusion and advection in a nested fine mesh mesoscale model / E.I.F. de Bruijn  
 97-09 On the assimilation of ozone into an atmospheric model / E. Valur Hólm  
 98-01 Steady state analysis of a coupled atmosphere ocean-boxmodel / F.A. Bakker  
 98-02 The ASGAMAGE workshop, September 22-25, 1997 / ed. W.A. Oost  
 98-03 Experimenting with a similarity measure for atmospheric flows / R.A. Pasmanter and X.-L. Wang  
 98-04 Evaluation of a radio interferometry lightning positioning system / H.R.A. Wessels  
 98-05 Literature study of climate effects of contrails caused by aircraft emissions / V.E. Pultau

