

Kwaliteitsverbetering van waarnemingen

een methode toegepast voor
ceilometerwaarnemingen

Vincent Brug

Intern rapport; IR 2004-03

De Bilt, 2004

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

Auteur: Brug, Vincent

De reeks *Intern rapport* is in juli 2000 gestart en geeft bij afsluiting de vorderingen rond een project of instrument weer. De inhoud is primair bestemd voor KNMI'ers, maar de publicatie is verder openbaar. Lezers van buiten het instituut dienen er echter wel rekening mee te houden dat het gebruikte jargon niet in alle gevallen voor buitenstaanders duidelijk zal zijn.

Kwaliteitsverbetering van waarnemingen

Een methode toegepast voor
ceilometerwaarnemingen

Vincent Brug
Sectie WM/RW
KNMI

7 mei 2004

Voorwoord

Dit rapport is het product van 3 maanden stage op het KNMI. Het was een experimenteel onderzoek en erg leuk en leerzaam om te doen. Ik dank Paul de Valk in het bijzonder voor de begeleiding en tips, en daarnaast de mensen van de afdelingen MI/INSA, KS en BWS voor alle medewerking.

Summary (English)

The KNMI (Royal Dutch Meteorological Office) strives for a good quality of their observations. Most observations sometimes show serious shortcomings in the form of unrealistic values. These shortcomings have not been registered by any KNMI department thus far. To improve the quality of observations, the KNMI wants to register all shortcomings in future. This is in order to give either a solution to prevent shortcomings or a manual how to deal with them. In this study this has been done for shortcomings in cloud cover observations done by ceilometers.

The principle of the ceilometer is as follows. The ceilometer is a LIDAR-instrument that creates atmospheric backscatter profiles ranging to 15 km height. A so-called ceilometer-algorithm detects clouds from gradients in these profiles. A SYNOP-algorithm then transforms the cloud detections to cloud cover observations using all detections back to 30 minutes before the actual time of observation.

Shortcomings tend to occur most clearly in two situations: during the overpass of a warm front and during days when the sky is clear. In situation 1 middle layer clouds (altostratus) are not detected by the ceilometer, which may result in low octa covers for totally overcast skies. In situation 2 erroneous cloud detections may incidentally result in relatively high octa's for totally clear skies. With two case studies for days in February and March we have investigated these shortcomings, and tried to give solutions. To do so we have compared the ceilometer cloud cover data with data derived from two alternative algorithms. These are a cloud mask algorithm based on satellite images (Valk, 1998) and an algorithm based on global radiation. In situation 1 we could confirm the supposed theory that clouds are not detected during warm front overpasses as a result of too weak gradients in the backscatter profiles due to falling rain that did not reach the ground. In situation 2 the only explanation we could give was that the ceilometer was detecting contrails at certain times. Anyway, the used method of comparison between algorithms was very well able to detect unrealistic values and to replace them by values that were more likely to be true.

The latter makes the method ideal for temporal use to automatically detect and replace unrealistic values, till a better solution has been found. We recommend combining the method with an automated registration system for shortcomings in observations. Other recommendations are the improvement of the global radiation algorithm and the placement of cheap digital photography cameras beneath ceilometers to have more reliable information of the real cloud cover status, which is beneficial for research of ceilometer shortcomings in future. Finally, we think it would be beneficial for the quality of observations when there is more communication between the KNMI-departments MI/INSA (Instrumentation Department) and BWS (Management of Observations and Stations).

Inhoud

Voorwoord 5

Summary (English) 6

Inhoud 7

1 Inleiding 8

1.1 Aanleiding 8

1.2 Kwaliteitsverbetering van AVW 8

1.3 Onderzoeksdoel en -methode 9

1.4 Indeling verslag 9

2 Tekortkomingen in de wolkenwaarneming 10

2.1 De ceilometer en het ceilometeralgoritme 10

2.2 WMO-wolkenwaarneming en het SYNOP-algoritme 11

2.3 Theoretisch te verwachten tekortkomingen 13

2.4 Tekortkomingen die in de praktijk optreden 14

2.5 Ondersteunende wolkendetectie-methoden 14

3 Casestudies 17

3.1 Resultaten 18

3.2 Discussie en conclusies 21

4 Beschrijving Onderzoeksverloop 38

5 Algemene conclusies en aanbevelingen 40

Referenties 42

Nomenclatura 43

Annex 44

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Het KNMI streeft naar het waarborgen van de kwaliteit van haar waarnemingen. Daartoe wil zij een procedure opstellen om tekortkomingen van waarnemingen te registreren en te evalueren, om zo aanbevelingen te doen om de tekortkomingen weg te werken, of anders een handleiding te bieden over hoe om te gaan daarmee. Dit onderzoek is een eerste aanzet daartoe en onderzoekt de mogelijkheden om een dergelijke procedure voor Automatische Visuele Waarnemingen (AVW) op te stellen.

1.2 Kwaliteitsverbetering van AVW

In het kader van het automatiseren van visuele waarnemingen wil het KNMI in de toekomst alle bemande stations vervangen door stations met AVW. Op deze stations worden alle waarnemingen nog enkel automatisch verricht met behulp van instrumenten. De meetwaarden die deze instrumenten afgeven worden volgens de richtlijnen van de WMO vertaald naar uurlijkse waarnemingen (SYNOP-waarnemingen) uitgedrukt in SYNOP-codes. Deze waarnemingen belanden vervolgens in een daartoe bestemde database: de SYNOP.

De waarnemingen worden op onrealistische waarden gecontroleerd door de afdeling Beheer Waarnemingen en Stations (BWS), die binnen het KNMI is belast met de verzameling en de bewaking van de kwaliteit van waarnemingen. In zowel het meten zelf, als bij de vertaling van de meetgegevens naar de SYNOP-codes kunnen fouten optreden, waardoor de waarneming onrealistisch wordt. Fouten in het meten zelf kunnen veroorzaakt worden door technische storingen van het meetapparaat en door onvolkomenheden in de meetprocedure. Een voorbeeld van het eerste is het vastvriezen van de windmeter tijdens een vorstperiode, een voorbeeld van het laatste de thermometer die in de buurt van heet asfalt staat opgesteld en een te hoge luchttemperatuur meet, indien de wind over het asfalt waait. De onvolkomenheden in de meetprocedure staan in nauw verband met onvolkomenheden in het algoritme voor de vertaling van de meetgegevens naar de SYNOP-code. Zo gaat in het genoemde voorbeeld een te hoge luchttemperatuur in de SYNOP indien het algoritme niet in staat is de hogere door asfalt beïnvloedde luchttemperatuur uit de continue stroom temperatuurgegevens te filteren.

BWS haalt de dubieuze waarnemingen uit de SYNOP of corrigeert deze. Fouten in waarnemingen veroorzaakt door technische storingen in het meetinstrument worden direct gemeld aan de sectie MSB (Meet Systemen Beheer), die de storing verhelpt. Fouten door tekortkomingen in de meetprocedure en/of het vertaal-algoritme worden tot dusver slechts sporadisch gerapporteerd en gearhiveerd. Deze laatste categorie fouten is het onderwerp van deze studie. Hierna worden deze ook wel “manco’s in de waarnemingen” of kortweg “manco’s” genoemd.

Om de waarnemer volledig te kunnen vervangen moeten de AVW van voldoende kwaliteit zijn. Van veel waarnemingen, zoals van de windsnelheid en temperatuur is

de kwaliteit ruim voldoende. Bij andere, zoals wolkenbasishoogte en bedekkingsgraad schieten de waarnemingen zo nu en dan tekort, waardoor de kwaliteit van deze waarnemingen in het algemeen te wensen overlaat.

1.3 Onderzoeksdoel en –methode

BWS heeft de sectie Waarnemingen en Modellen (WM) gevraagd uit te zoeken of en hoe de kwaliteit van automatische waarnemingen van wolkenhoogten en bedekkingsgraad verbeterd kan worden. Deze waarnemingen worden verricht met wolkenhoogtemeters of ceilometers.

Eenvoudig voorgesteld is het meetprincipe van de ceilometer het continu detecteren van wolkenhoogten recht boven een bepaald punt. Daartoe wordt met hoge frequentie laserpulsen de lucht in gezonden. Het door luchtdeeltjes terugverstrooide licht wordt gedetecteerd door de sensor van de ceilometer. Uit deze gegevens wordt een zogeheten backscatterprofiel verkregen, waaruit met een ceilometeralgoritme elke 15 seconden de wolkenhoogten worden bepaald. Deze hoogten worden vervolgens met een SYNOP-algoritme vertaald naar de uurlijkse waarnemingen voor bedekkingsgraad en wolkenbasishoogte.

Volgens BWS vertonen waarnemingen met de ceilometer bij sommige weersituaties opvallende manco's. Dit is het meest duidelijk zichtbaar bij de waarnemingen van de bedekkingsgraad. BWS meldt dat de meeste problemen zich voordoen bij het detecteren van middelbare bewolking aan de voorzijde van warmtefronten. Daarnaast meldt Ruud Ivens van de sectie Waarnemingen en Adviezen (WA) problemen in situaties met cumulusvelden, en in het detecteren van hoge bewolking in het algemeen.

In deze studie zullen we met casestudies een aantal gevallen van onrealistische ceilometerwaarnemingen analyseren. Met behulp van andere waarnemingen proberen we uit te zoeken of en waardoor de ceilometerwaarneming onjuist is. Daarna geven we aanbevelingen hoe in dergelijke gevallen toch een goede waarneming in de SYNOP kan worden geplaatst.

1.4 Indeling verslag

In hoofdstuk 2 beschrijven we het ceilometeralgoritme en het SYNOP-algoritme van de ceilometer en geven we een overzicht van de belangrijkste problemen met de ceilometerwaarnemingen. Daarna worden de ondersteunende methoden voor wolkendetectie besproken, welke gebruikt worden in de casestudies. In hoofdstuk 3 worden de casestudies beschreven. In hoofdstuk 4 beschrijven we het verloop van het onderzoek en geven we aanbevelingen hoe manco's in waarnemingen in de toekomst efficiënter kunnen worden opgelost. In hoofdstuk 5 geven we de eindconclusies en aanbevelingen.

2 Tekortkomingen in de wolkenwaarneming

In dit hoofdstuk wordt het principe van de ceilometerwaarnemingen, de voornaamste tekortkomingen hiervan en de alternatieve methoden voor wolkendetectie om missers in de waarnemingen (beter) te kunnen detecteren beschreven. In §2.1 wordt het ceilometeralgoritme besproken die gebruikt wordt om backscatter-informatie te vertalen naar wolkenhoogten. In §2.2 wordt het SYNOP-algoritme beschreven voor de vertaling van de wolkenhoogten naar de uurlijkse SYNOP-waarnemingen. §2.3 bevat een overzicht van de missers die theoretisch gezien voor kunnen komen (afgeleid uit het meetprincipe). In §2.4 worden de missers die in de praktijk optreden beschreven. In §2.5 beschrijven we de alternatieve methoden voor wolkendetectie.

2.1 De ceilometer en het ceilometeralgoritme

De ceilometer maakt gebruik van het zogeheten LIDAR (Light Detection And Ranging) principe. Een LIDAR installatie bevat een zender die laserpulsen uitzendt en een detector die het door luchtdeeltjes teruggekaatste licht opvangt. Het tijdsinterval tussen het uitzenden van het signaal en het detecteren van het terugverstrooid licht is een maat voor de hoogte van het betreffende luchtdeeltje. Uit het vermogen van het terugverstrooide licht kunnen de grootte en het aantal van deze luchtdeeltjes op de betreffende hoogte afgeleid worden (Wauben, 2001). Het hoogteprofiel van dit vermogen, of het zogeheten backscatterprofiel, geeft informatie over de hoogten van wolken. Het meetprincipe is geïllustreerd in Fig. 2.1.

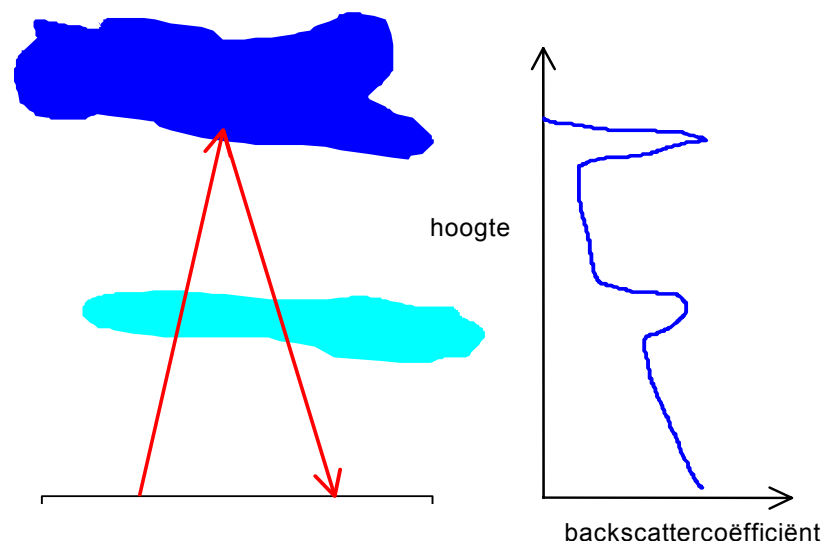


Fig. 2.1 Schematisch voorstelling van een ceilometermeting van wolkenmassa's en het hieruit afgeleide backscatterprofiel (uit: Wauben, 2001)

Binnen haar synoptisch meetnet gebruikt het KNMI de Vaisala LD40 ceilometer. Deze ceilometer zendt laserpulsen uit in het nabije infrarood (855 nm) met een frequentie van 6494 Hz. De sensor meet het terugverstrooide signaal (het backscattersignaal) in tijdsintervallen van 50ns, wat overeenkomt met hoogteintervallen van 25 voet of 8m. Het maximum bereik van de sensor is 43 000 voet (13km). De gangbare eenheid voor hoogte bij het KNMI is voet, daarom zullen wij hierna alle hoogten uitdrukken in voet (1 voet = 0,3048m).

Doordat de lichtbundel op zijn weg door de atmosfeer door absorptie en verstrooiing uitdooft, is het gedetecteerde signaal van een enkele puls te zwak om bewolking goed te meten. Daarom worden de backscattersignalen geïntegreerd over een tijdspanne van minimaal 15s en maximaal 10min, afhankelijk van de hoogte van de gedetecteerde wolken. Daarnaast wordt om hoge cirrus wolken beter te kunnen detecteren het signaal afkomstig van hoogten boven 15 000 voet (5 km) tevens over de hoogte geïntegreerd (Wauben, 2002).

Elke 15 seconden wordt een nieuw backscatterprofiel afgeleid. Uit de maxima en de gradiënten in het profiel wordt bepaald of de verstrooiende deeltjes wolken zijn (cloudhits) of iets anders. Mits de bewolking voldoende transparant is kan de ceilometer maximaal 3 wolkenlagen onderscheiden (cloudhits C1,C2,C3). Als de lucht onbewolkt is meldt de sensor enkel het maximum meetbereik van de bundel (Cx). Indien de sensor iets anders detecteert dan wolken, dan meldt de sensor een verticaal zicht (ZV in meter).

De ceilometer sensor kan vuil worden, maar de bevuilding hoeft geen invloed te hebben op de kwaliteit van de metingen (Wauben, personal communication). Niettemin bevat de ceilometer een sensor die een alarm afgeeft als de ceilometer te vuil wordt. De maat voor de vervuiling is de hoeveelheid terugverstrooiing die gemeten wordt direct aan het venster boven de zender van de ceilometer. Naarmate dit venster meer bevuild is wordt meer verstrooid licht gemeten. Bij het overschrijden van een bepaalde grenswaarde wordt bij de meetwaarden een alarmsignaal meegegeven.

Van de 15-seconden backscatterprofielen worden elke 12 seconden de data C1,C2,C3,Cx en ZV uitgelezen en opgeslagen. Waarom elke 12 seconden in plaats van elke 15 seconden heeft te maken met de ontwikkelingsgeschiedenis van het systeem. Omdat deze geschiedenis niet belangrijk is voor onze resultaten wordt hier niet verder op ingegaan. Van elke hele minuut, dus na elke 5^e reeks van 12s-data, worden de waarden opgeslagen in een aparte database. De 1-minuut waarden van deze laatste database worden gebruikt voor de vertaling naar de SYNOP-waarnemingen voor wolkenhoogte en bedekkingsgraad.

2.2 WMO-wolkenwaarneming & SYNOP-algoritme

Elke 10 minuten worden de ceilometergegevens vertaald naar SYNOP-waarnemingen van de totale bedekkingsgraad en de wolkenhoogten en bedekkingsgraden van drie wolkenlagen. In de SYNOP worden deze ondergebracht in de volgende codes:

IrixhVV (code 1)
Nddff (code 2)
8Ns/hshs (code 3)

De betekenis van de codes staat vermeld in het Handboek Meteorologische Codes (zie intranetverwijzing 1). Alleen de parameters in de codes die **vet** gedrukt zijn, zijn afkomstig van ceilometerwaarnemingen. De h in code 1 is de wolkenbasishoogte (in voet) en de N in code 2 de totale bedekkingsgraad (in octa's). De Ns/hshs in code 3 staat voor de bedekkingsgraad en wolkenhoogte van de afzonderlijke wolkenlagen apart (maximaal 3 lagen, cumulonimbus niet meegerekend). Wat betreft de bedekkingsgraad heeft de WMO als eis dat tenminste 85% van de waarnemingen een nauwkeurigheid moet hebben van 2 octa's of minder (zie internetverwijzing 2).

Het SYNOP-algoritme waarmee de ceilometergegevens worden vertaald is gebaseerd op het Larsson algoritme (Maat, 2003). In het SYNOP-algoritme wordt gewerkt met alle 1-minuut waarden in een tijdvak van 30 minuten voorafgaand aan het waarnemingstijdstip. Hierbij krijgen de laatste 10 minuten dubbel gewicht en tellen voor twee. In totaal zijn er dus 40 1-minuut waarden.

In het algoritme wordt alleen gewerkt met de C1,C2 en C3 waarden. Onder sommige omstandigheden, bijvoorbeeld bij hevige neerslag, blijkt vaak alleen ZV gedetecteerd te worden, zonder cloudhits. Gezien neerslag altijd samengaat met bewolking, wordt deze ZV onder de volgende voorwaarden toch beschouwd als een cloudhit (Wauben, 2001):

- de wolkenbasis ligt beneden de 500 voet
- er wordt maar een wolkenlaag gedetecteerd
- het horizontaal zicht bedraagt minder dan 1000 meter.

Het algoritme gaat als volgt:

- Voor C1,C2 en C3 afzonderlijk wordt het volgende gedaan:
De metingen worden op hoogte gesorteerd. Elke groep cloudhits die dicht genoeg bij elkaar liggen worden als één wolkenlaag gezien. De grenzen van deze lagen liggen voor hoogten tot 5000 voet op 10% van de hoogte. Boven de 5000 voet ligt de grens op 1000 voet. Voor elke laag apart wordt de hoogte en de bedekkingsgraad bepaald. De hoogte is gelijk aan de hoogte van de laagste cloudhit van de laag. De bedekkingsgraad (in octa's) is gelijk aan de verhouding tussen het aantal cloudhits en het theoretisch maximum aantal cloudhits dat op kan treden. Hierbij wordt een 8 octa alleen gegeven als de verhouding exact 1 is (alleen maar cloudhits) en 0 octa alleen als de verhouding 0 is (geen enkele cloudhit). Bij het beoordelen van de bedekkingsgraad voor hogere lagen, die versluierd zijn door lagere wolken, wordt rekening gehouden met een maximum overlap, d.w.z. er wordt verondersteld dat de luchtlagen daarboven bewolkt zijn.

- Uit alleen de C1-cloudhit data wordt de totale bedekkingsgraad (N) en de hoogte van de wolkenbasis (H) bepaald. De wolkenbasis is de laagste C1 cloudhit die in de dertig minuten is opgetreden.

- Alle verzamelde wolkenlagen (van C1, C2 en C3) worden bij elkaar gevoegd. De lagen worden gereduceerd tot 4 lagen, waarbij de eerste laag een bedekkingsgraad moet hebben van tenminste 1 octa, de tweede laag 3 octa, de derde laag 5 octa en de vierde laag tenminste 7 octa. De wolkenhoogte van elke laag is de laagste cloudhit in de betreffende laag. Alleen de bedekkingsgraad en de wolkenhoogte van de eerste drie lagen gaan in de SYNOP.

2.3 Theoretisch te verwachten tekortkomingen

Manco's in waarnemingen kunnen het gevolg zijn van tekortkomingen in de meetmethode, het SYNOP-algoritme, het ceilometeralgoritme en door elektrische grillen binnen het apparaat, die niet te wijten zijn aan technische storingen. Hieronder worden de meest voor de handliggende problemen besproken.

Bij een conventionele visuele waarneming wordt de gehele hemelkoepel van horizon tot horizon beoordeeld. De ceilometer tast slechts een punt in de lucht af, welke op 10 km hoogte een diameter heeft van slechts 12 m. Dit kan tot manco's leiden bij situaties met gebroken bewolking die zich langzaam voortbeweegt. In dat geval zou de ceilometer constant in een gat kunnen meten, of juist constant op een wolk gericht staan. Een zelfde probleem treedt op bij een bijna wolkenloze of een bijna geheel bewolkte lucht. De ceilometer kan in deze gevallen niet aan de WMO-eis voldoen dat bij aanwezigheid van een gering wolkje in een verder volstrekt wolkenloze hemel, standaard 1 octa moet worden gemeld en omgekeerd bij 1 gaatje in de bewolking standaard 7 octa. Als gevolg hiervan zal relatief vaker ten onrechte 8 en 0 octa gemeld worden bij ceilometers.

Fouten in het detecteren van de hoogten van de cloudhits treden op als de ceilometer de zijkant van de wolk meet in plaats van de basis. Dit leidt tot manco's in de waarnemingen van wolkenhoogte. Deze manco's zijn het meest waarschijnlijk bij situaties met gebroken cumulusbewolking die zich langzaam verplaatst.

Op grotere hoogten is het lasersignaal erg zwak ten gevolge van verstrooiing en absorptie. Hierdoor kunnen problemen optreden in het detecteren van hoge cirrusbewolking. In het ceilometeralgoritme is daar rekening mee gehouden: het backscattersignaal wordt over langere tijd (tot 10 min) geïntegreerd.

Cloudhits worden afgeleid uit de gradiënten in de backscatterprofielen. Uit analyses van enkele mancogevallen is gebleken dat manco's vaak voorkomen bij regenval die de grond niet bereikt. Men vermoedt dat bij neerslag die de grond niet bereikt de gradiënt van de luchtvochtigheid en daarmee de gradiënten in het backscatterprofiel zo klein zijn dat de bewolking niet wordt gedetecteerd als een cloudhit of een verticaal zicht (Ruud Ivens).

Wauben (2003) beschrijft manco's die optreden bij problemen met de elektronica in de ceilometer. Bij proeven in de meethal van het KNMI in 2002 is waargenomen dat de ceilometer soms onzinnige reeksen cloudhits op middelbare hoogten (tussen 8 000 en 12 000 voet) geeft. Dit zijn de bijeffecten van de automatische aanpassingen in de spanningbron van de laser. De spanning wordt automatische verhoogd als blijkt dat de intensiteit van het laserlicht te klein wordt. Volgens Wiel

Wauben (MI/INSA) is dit euvel anno 2003 verholpen en hoort dit niet meer voor te komen. Wat nog wel voorkomt is dat de ceilometer boven 12 000 voet soms spontaan wolkenhits genereert. Hier is (nog) geen plausibele verklaring voor.

2.4 Tekortkomingen die in de praktijk optreden

BWS merkt op dat zich in de afgelopen jaren verreweg de opvallendste problemen hebben voorgedaan bij het detecteren van middelbare bewolking. Zij meldt 2 soorten situaties waarin dit voorkwam:

- Middelbare bewolking aan de voorzijde van warmtefronten wordt vaak niet waargenomen wanneer neerslag aanwezig is die de grond niet bereikt.
- Bij onbewolkte omstandigheden wordt soms middelbare bewolking gedetecteerd. Dit komt het gehele jaar voor en relatief iets vaker in de buurt van vliegvelden.

Ruud Ivens van WA/ST heeft ook andere gevallen met manco's verzameld en gecategoriseerd. Hij onderscheidt hierin 5 groepen:

- Hoge bewolking (> 16 000 ft) wordt niet gedetecteerd, maar is wel zichtbaar voor het blote oog.
- Hoge bewolking wordt wel gedetecteerd maar is niet zichtbaar voor het blote oog.
- Hoge of middelbare bewolking (8 000 ft) "verdwijnt" bij neerslag uit de bewolking die het aardoppervlak niet bereikt (zie ook de eerste situatie gemeld door BWS).
- Bij gebroken bewolking (cumulusvelden) en weinig stroming op het wolkenniveau wordt de bedekkingsgraad niet goed bepaald.
- Incidenteel wordt zeer laaghangende bewolking gedetecteerd op momenten dat dit strijdig is met de luchtvochtigheid aan de grond.

Voor de casestudies beschrijven wij de twee gevallen die zijn aangedragen door BWS. Hierbij concentreren wij op manco's in de totale bedekkingsgraad.

2.5 Ondersteunende wolkendetectie-methoden

In de casestudies gaan wij de ceilometerwaarnemingen controleren op onrealistische waarden, en deze pogen te vervangen door meer realistische waarden met behulp van ondersteunende waarnemingen die voor alle stations beschikbaar zijn. Satelliet-waarnemingen en globale-stralingwaarnemingen vallen in deze categorie. Als voor bemande stations ook METAR's beschikbaar zijn, zullen we ook deze gebruiken omdat dit de enige waarnemingen zijn waarmee de ceilometerwaarneming correct gevalideerd kan worden (METAR's bevatten visuele waarnemingen door waarnemers). De andere twee waarnemingen hebben hun eigen tekortkomingen, waardoor het valideren onbetrouwbaar is. De gebruikte ondersteunende waarnemingen worden hierna nader toegelicht.

METAR

In de METAR wordt informatie gegeven over de wolkenhoogten en de bedekkingsgraad van 3 wolkenlagen. De bedekkingsgraden worden in de METAR uitgedrukt met de volgende codes: CSK (overeenkomend met 0 octa), FEW (1-2 octa), SCT (3-4 octa), BKN (5-7 octa) en OVC (8 octa). Bij het coderen van de hoogste wolkenlaag houdt de waarnemer rekening met maximum overlap, dwz het

onzichtbare gebied boven een lagere wolkenlaag is altijd bewolkt. Voor de casestudies gebruiken wij daarom de code van de hoogste wolkenlaag voor de totale bedekkingsgraad.

Satellietwaarnemingen

Met een synergie van infrarood (IR) en zichtbaar licht (VIS) satellietbeelden van METEOSAT-7 is een wolkenmasker samengesteld volgens de methode van De Valk (1998). Hierin zijn de pixels (overeenkomend met 9x5km oppervlak boven Nederland) gemerkt met 'bewolkt' of 'onbewolkt'. Uit dit wolkenmasker wordt voor een gebied van 3 pixels (noord-zuid) bij 5 pixels (west-oost) om de pixel waarin de locatie zich bevindt de verhouding bewolkte pixels/onbewolkte pixels bepaald. Dit wordt beschouwd als een maat voor de totale bedekkingsgraad voor de locatie.

Er zal in een aantal casestudies ook nog een alternatief wolkenmaskeralgoritme getest worden. In dit algoritme krijgt de pixel waarbinnen de locatie zich bevindt meer gewicht. Aangenomen dat de locatie zich in het midden van de centrale pixel bevindt, beschouwen we dat de pixel, vanuit het gezichtspunt van de waarnemer, 50% van de hemelkoepel bedekt. De totale bedekkingsgraad is dan het gemiddelde van de bedekkingsgraad van deze pixel (welke alleen bewolkt of onbewolkt is, dus 0 octa of 8 octa) en het totaal van omliggende pixels. Als de centrale pixel bijvoorbeeld onbewolkt is (0 octa), en de andere pixels alle bewolkt (bij elkaar 8 octa), is de totale bedekkingsgraad 4 octa.

Het wolkenmaskeralgoritme heeft zijn tekortkomingen. Een lage helderheids-temperatuur op het IR-beeld duidt op hoge(koude) en/of dikke bewolking. Een hoge reflectiestralingswaarde op het VIS-beeld duidt op dikke bewolking. Omdat er 's nachts geen VIS-beelden zijn zullen pixels die in werkelijkheid bedekt zijn met lage stratus gemerkt worden met "onbewolkt". Daarnaast zijn problemen te verwachten doordat een pixel enkel als 'bewolkt' of 'onbewolkt' gemerkt wordt. Als een pixel in werkelijkheid voor 3/8 deel met cumuluswolken bedekt is, kan dit door de satellietsensor geïnterpreteerd worden als dunne bewolking die de gehele pixel bedekt. De pixel wordt dan gemerkt met 8 octa bewolkt. Is dit het geval bij alle pixels in het gebiedje, dan wordt de totale bedekkingsgraad uiteindelijk 5 octa's te hoog geschat.

Globale-stralingwaarnemingen

Op elk station met ceilometerwaarnemingen wordt tevens de globale straling gemeten. Van de globale straling worden de 10-minuten gemiddelden (Q) en de incidentele minimum (Q_n) en maximum waarden (Q_x) binnen de 10-minuten intervallen opgeslagen. Als de zon volop schijnt bereikt de globale straling een theoretisch maximum waarde, welke gelijk is aan de globale straling onder onbewolkte omstandigheden (Q_{cs}). Met Q , Q_x en Q_{cs} en de volgende aannames proberen we een schatting te maken van de bedekkingsgraad gedurende het tijdsinterval:

- Hoe lager Q t.o.v. Q_{cs} : hoe bewolkter de lucht
- Wanneer $Q_x = Q_{cs}$: er is minstens een opklaring geweest
- Wanneer $Q_x < Q_{cs}$: de lucht is geheel bewolkt

Met deze informatie proberen we met behulp van arbitrair gekozen drempelwaardes voor Q en Qx 4 categorieën van bedekkingsgraad te onderscheiden. Hieronder zijn de categorieën weergegeven, met de bijhorende criteria:

- | | | |
|-----------------|--------------------|--|
| 1 onbewolkt | (N=0 en 1 octa) | $Q \approx Q_{cs}$ en $Q_{max} \approx Q_{cs}$ |
| 2 half bewolkt | (N=2, 3 en 4 octa) | $Q > \text{drempelwaarde}$ en $Q_x \approx Q_{cs}$ |
| 3 zwaar bewolkt | (N=4, 5 en 6 octa) | $Q < \text{drempelwaarde}$ en $Q_x \approx Q_{cs}$ |
| 4 bewolkt | (N=7 en 8 octa) | $Q < \text{drempelwaarde}$ en $Q_x < Q_{cs}$ |

Q_{cs} wordt bepaald met een 3-graads polynoom die een functie is van de lokale zonzenithoek (zie F1). De coëfficiënten van de polynomen zijn berekend met een twee-stromenmodel van een Amerikaanse standaardatmosfeer en zijn voor diverse horizontaal-zichtklassen getabelleerd (Van den berg, 1993). Wij hebben de coëfficiënten van de hoogste horizontaal-zichtklasse gebruikt, welke resulteerden in een Q_{cs} die goed overeenkwam met de Q_{cs} waarden die bepaald zijn voor Cabauw met het KNMI-model.

$$Q_{cs}(\mu_z) = (\beta_0 + \beta_1\mu_z + \beta_2\mu_z^2 + \beta_3\mu_z^3)Q_{toa} \quad (F1)$$

Waarin $\beta_0 = 37.031$; $\beta_1 = 113.76$; $\beta_2 = -122.84$; $\beta_3 = -50.511$
 Q_{toa} = inkomende straling aan de rand van de atmosfeer (Wm^{-2})

Er kunnen systematische fouten in Q_{cs} zitten, bijvoorbeeld doordat de gekozen horizontaal-zichtklasse niet overeenkomt met het werkelijk horizontaal zicht. Daarom houden we voor Q_{cs} een onzekerheidsmarge aan van 10%. De drempelwaarden voor Q wordt gehouden op 80% van Q_{cs} en voor Q_x op 90% van Q_{cs} . Het algoritme staat op de volgende pagina weergegeven. De bijbehorende bedekkingsgraden zijn de gemiddelden van de bedekkingsgraden behorende bij de categorieën.

- | | |
|--|----------|
| 1. $Q > 0.95Q_{cs}$ en $Q_{max} > 0.95 Q_{cs}$ | N=1 octa |
| 2. $Q > 0.8Q_{cs}$ en $Q_{max} > 0.9 Q_{cs}$ | N=3 octa |
| 3. $Q < 0.8Q_{cs}$ en $Q_{max} > 0.9 Q_{cs}$ | N=5 octa |
| 4. $Q < 0.8Q_{cs}$ en $Q_{max} < 0.9 Q_{cs}$ | N=7 octa |

Een tekortkoming van deze methode is dat het mogelijk de bedekkingsgraad bij dunne cirrus bewolking met hoge bedekkingsgraad onderschat. Door de hoge instraling zal dan waarschijnlijk categorie 3 (3 octa) gemeld worden. Daarnaast zijn tekortkomingen mogelijk omdat net als bij de ceilometer een enkel punt aan de hemel (de positie van de zon) wordt gecheckt op de aanwezigheid van bewolking. In elk geval worden de uitkomsten onbetrouwbarder naarmate het signaal van de zon zwakker wordt (bij zonsopkomst en zonsondergang).

3 Casestudies

In dit hoofdstuk worden 2 casestudies besproken. In casestudie 1 worden mogelijke missers in de ceilometerwaarnemingen tijdens een overtrekkend warmtefront vergeleken met waarnemingen volgens het wolkenmaskeralgoritme en het stralingsalgoritme (zie §2.5). Dit wordt gedaan voor 5 waarnemingsstations voor de warmtefrontpassage van 5 maart 2004. In casestudie 2 worden de ceilometerwaarnemingen van station Deelen op een onbewolkte dag (20 februari) onderzocht. In beide casestudies concentreren we op de waarnemingen van de totale bedekkingsgraad (N).

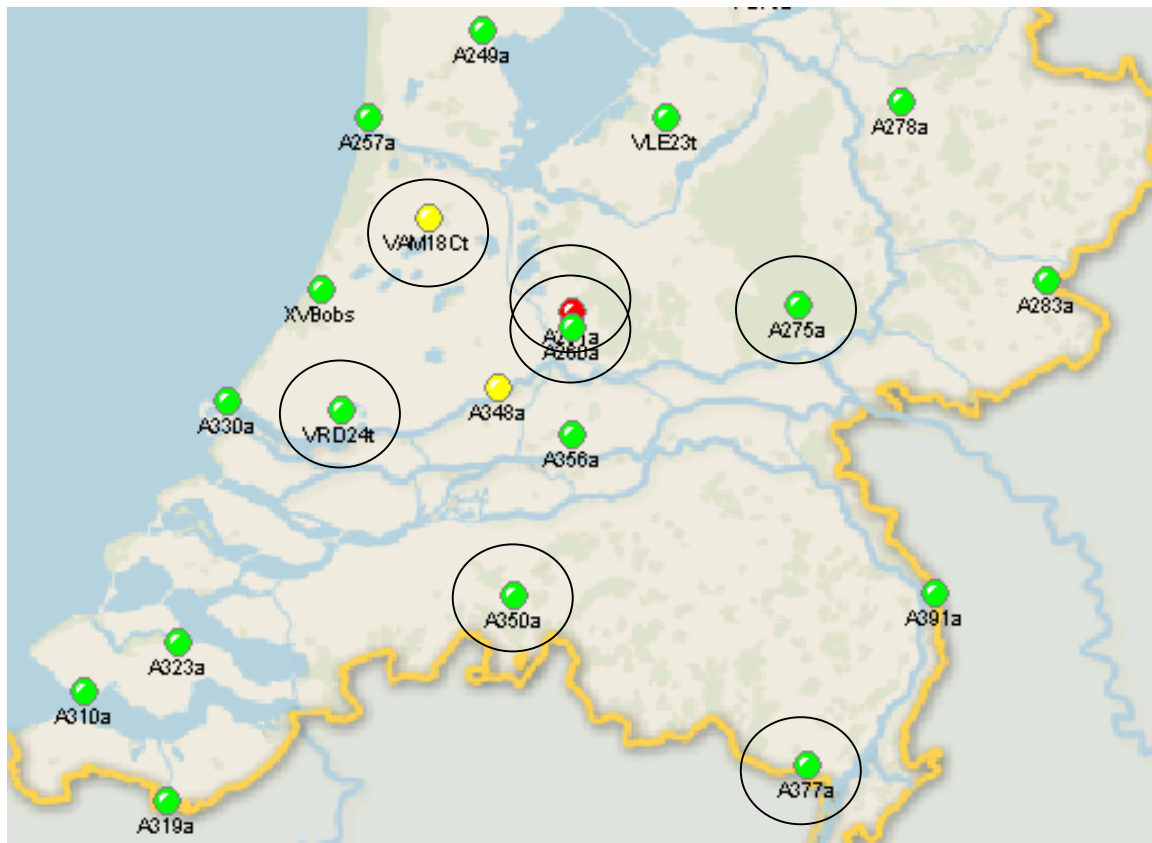


Fig. 3.1; Locaties van de waarnemingstations gebruikt in de casestudies (omcirkeld)

De locaties van de gebruikte stations zijn aangegeven in codevorm in Fig. 3.1. In Tabel 3.1 staan de bijbehorende stationsnamen met alle data en waarnemingen die gebruikt zijn. De data is nader omschreven in §2.5. Stralingsdata en ceilometerdata zijn voor elk station beschikbaar om de 10 minuten. De ruwe 12-seconden backscatterprofielen zijn alleen beschikbaar voor station De Bilt, en waren (toevallig) voor deze periode tijdelijk opgeslagen in het kader van een ander onderzoek. Het wolkenmaskeralgoritme is momenteel alleen uurlijks beschikbaar. De METAR data is alleen beschikbaar voor bemande stations (luchthavens) en voor de tijden wanneer de waarnemer op zijn post is. De METAR's worden voor de burgerluchtvaartstations (Rotterdam, Schiphol, Gilzerijen) drie maanden bewaard bij het KNMI. Voor militaire vliegvelden zoals Deelen worden ze 7 dagen bewaard. Voor dit laatste station waren ze niet meer beschikbaar voor dit onderzoek.

Tabel 3.1; De beschikbaarheid en resoluties per station van de gebruikte data c.q. waarnemingen (LD40 = cloudhitdata; SAT = waarnemingen volgens het wolkenmaskeralgoritme; SYNOP = waarnemingen volgens de ceilometer; STRALING = waarnemingen volgens het stralingsalgoritme; METAR = waarnemingen volgens de METAR; backscatt = backscatter-profieldata)

Datum case	Stationsnaam	Stationsnr.	LD40	SAT	SYNOP	STRALING	METAR	back scatt
Case 1 5-3-'04	Rotterdam	VRD24t	12s	1hr	10min	10min	0,5hr (13.30–17.UTC)	-
	Gilzerijen	A350a	1min	1hr	10min	10min	0,5hr (11-14UTC)	-
	Schiphol	VAM18ct	12s	1hr	10min	10min	0,5hr (13.30-17UTC)	-
	De Bilt	A260a/A261a*	1min/ 1min	1hr	10min	10min	-	12s
	Ell	A377a	1min	1hr	10min	10min	-	-
	Deelen	A275a	1min	1hr	10min	10min	-	-
Case 2 20-2-'04	Deelen	A275a	1min	1hr	10min	10min	-	-

*) In de Bilt staan 2 ceilometers (A260a en A261a), van A261a worden alleen de cloudhitdata getoond

In paragraaf 3.1 worden de resultaten gegeven, in paragraaf 3.2 volgen de discussie en de conclusies.

3.1 Resultaten

Tijdens de casestudies beschouwen we de ceilometerwaarneming als een 'misser' als deze meer dan 2 octa's afwijkt van de bedekkingsgraad die (correct) wordt waargenomen door een waarnemer. Helaas zijn deze visuele waarnemingen (METARS) voor de meeste stations niet aanwezig. Omdat de correcte waarde van N ontbreekt, kunnen wij alleen de waarnemingen (straling, wolkenmasker en ceilometer) onderling vergelijken en daaruit conclusies trekken.

Omdat dit vergelijken in de toekomst in geautomatiseerde vorm toegepast moet worden, zullen wij de hiervoor de volgende (harde) procedure toepassen: Een ceilometerwaarneming vertoont een mogelijk misser als deze meer dan 2 octa's verschilt van de waarneming volgens het wolkenmaskeralgoritme. Deze mogelijke misser is definitief een misser indien de waarneming van stralingsalgoritme dichter bij de wolkenmaskerwaarneming ligt dan bij de ceilometerwaarneming. De wolkenmaskerwaarneming wordt dan beschouwd als juist en gaat in de SYNOP.

Casestudie 1

Op 5 maart 2004 trok een warmtefront tussen 10UT en 18UT van zuidwest naar noordoost over Nederland. Op het VIS-satellietbeeld van 12UTC (Fig. 3.2) is het front te herkennen aan de wolkenband over het zuidwesten van Nederland. In een klassiek geval van een naderend warmtefront zal een visuele waarnemer eerst hoge cirrus en cirrostratus waarnemen (hoge bewolking), vervolgens altostratus (middelbare bewolking) en tenslotte nimbostratus (lage bewolking). De

ceilometerwaarneming meldde bij alle stations onbewolkt tijdens de episode waarop altostratus verwacht zou worden.

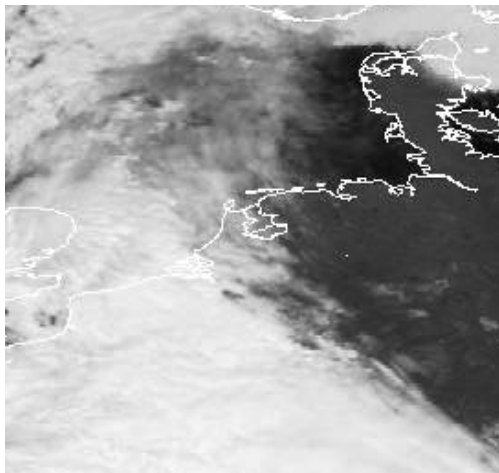


Fig. 3.2; METEOSAT VIS-beeld 05-03-2004 12 UTC

We zullen deze missers bespreken aan de hand van de figuren die aan het eind van het hoofdstuk geplaatst zijn. Zij tonen de ruwe ceilometerdata (cloudhits) met de bijbehorende 10-minuten ceilometerwaarnemingen voor Rotterdam (Fig. 3.4), Gilzerijen (Fig. 3.5), Amsterdam (Fig. 3.6), De Bilt (Fig. 3.7), Ell (Fig. 3.8) en Deelen (Fig. 3.9). In de figuren is ook de dagelijkse gang van de globale straling (Q) getoond.

Het stralingsalgoritme is uitgetest voor het station De Bilt. Daar meldde de waarnemer dat de zon de hele dag niet geschenen heeft. Dit is ook vastgesteld met het stralingsalgoritme. De methode is voor De Bilt betrouwbaar en wordt daarom ook betrouwbaar geacht voor de andere stations. De modelwaarden van de globale straling bij onbewolkte hemel (Q_{cs}) neigen in het algemeen naar onderschatting (Van de berg, 1993). Mocht de maximum globale straling (Q_x) onder Q_{cs} uitvallen dan kan men er van uitgaan dat de zon tijdens het interval bedekt was door bewolking. Zo nu en dan kan de globale straling (Q) soms ver boven Q_{cs} vallen. Dit is normaal en is het gevolg van extra inkomende diffuse straling afkomstig van reflecties van zijanten van wolken in de buurt van de stralingsmeter.

Van de waarnemingen op de hele uren worden de volgende ceilometerwaarnemingen volgens de procedure aangemerkt als 'missers':

Rotterdam :10 en 11 UTC
Gilzerijen: 13, 14 en 16UTC
Schiphol: 12, 13 ,14 en 15UTC
De Bilt: 14 en 15UTC
Ell: 14, 15, 16 en 17UTC
Deelen: 11, 12, 15 en 16UTC

Bij de eerste 4 stations wordt voor de genoemde tijdstippen door het stralingsalgoritme 7 octa gegeven en door het wolkenmaskeralgoritme 8 octa. De

ceilometer geeft zeer lage waarden (1-3 octa). Uit de ceilometerdata van deze stations blijkt dat wolken tussen de 5000 en 8000 voet vaak niet worden gedetecteerd. Er wordt dan een maximum meetbereik van standaard 43 000 voet gegeven, wat duidt op een onbewolkte atmosfeer. Uit het backscatterprofiel van De Bilt blijkt dat voor de genoemde tijden de gradiënten kleiner zijn dan voor de andere tijden. De gradiënten zijn blijkbaar te klein voor een cloudhit.

Voor Ell en Deelen geldt hetzelfde, maar daar doet zich ook nog een ander geval voor: de ceilometer lijkt de bedekkingsgraad te overschatten. Bij Ell (Fig. 3.8b) meldt het stralingsalgoritme 1 octa, het wolkenmaskeralgoritme 4 octa en de ceilometer 6 octa. Op het wolkenmasker rond Ell van 13UTC (Fig. 3.8b) is een gat in de bewolking te zien precies boven en ten zuiden van Ell. De globale straling (Fig. 3.8b) is hoger dan de globale straling onder onbewolkte omstandigheden, wat wijst op een zonnig 10-minuten interval. In Fig. 3.8a is ook te zien dat direct na 13UTC de bewolking in werkelijkheid is verdwenen: na 13UTC zijn er namelijk geen cloudhits meer en neemt de bedekkingsgraad snel af naar 1 octa om 13.20UTC. Uit deze informatie wordt duidelijk dat er om 13UTC weinig wolken waren, dat het ceilometeralgoritme dat goed detecteert, maar dat het SYNOP-algoritme er moeite mee heeft. Het SYNOP-algoritme is ongevoelig voor een plotselinge overgang van bewolkt naar onbewolkt, omdat er enige vertraging is in het algoritme (tijdsgemiddeld over 30 minuten). Nu rijst het probleem, dat het wolkenmaskeralgoritme minder dan 2 octa verschilt van de ceilometerwaarneming. Volgens de procedure zou dan 6 octa in de SYNOP komen, terwijl 1 of 2 octa meer realistisch is. Hier kan het alternatieve wolkenmaskeralgoritme, waarin de middelste pixel meer gewicht krijgt een oplossing bieden. Deze alternatieve methode meldt 2 octa voor 13 UTC, wat meer realistisch is.

Bij Deelen om 12UTC treedt een iets ander probleem op. De ceilometer geeft 7 octa, het wolkenmaskeralgoritme 4 en het stralingsalgoritme 1 octa. Het wolkenmasker (Fig.3.9b) laat zien dat er een boven Deelen een gat in de bewolking is en Fig. 3.9a laat zien dat er zich rond 12UTC cloudhits op 18 000 voet gedetecteerd zijn, een hoogte waarop cirrusbewolking mogelijk is. Mogelijk dat zich boven Deelen dus flarden cirrusbewolking bevindt, al is het onvoldoende om de gehele pixel “bewolkt” te verklaren. In het geval van cirrusbewolking is het stralingsalgoritme onbetrouwbaar en mag het niet gebruikt worden (zie §2.5). Hier mag de procedure dus niet worden toegepast.

Het alternatieve wolkenmaskeralgoritme meldt 2 octa, wat nog onrealistischer lijkt dan het conventionele wolkenmaskeralgoritme, gezien de vele cloudhits voor en na 12 UTC.

Casestudie 2

Fig. 3.10 toont de cloudhitdata en de waarnemingen van de totale bedekkingsgraad en globale straling van station Deelen van 20 februari 2004. Volgens de dagelijkse gang van de globale straling was het de gehele dag onbewolkt of nauwelijks bewolkt geweest, wat neerkomt op 0 of 1 octa aan bedekking. Dit wordt juist gemeld door het wolkenmaskeralgoritme en het stralingsalgoritme, maar niet door de ceilometer. Deze laatste meldt om 8UTC 3 octa en om 10.40UTC 5 octa, met een na-echo om

10.50UTC ten gevolge van de tijdsmiddeling in het SYNOP-algoritme. De oorzaak van deze manco's zou kunnen liggen bij elektrische storingen in de ceilometer waardoor rond een hoogte van 9 000 voet reeksen onzinnige cloudhits worden gegenereerd (zie §2.3). In het tijdvak voorafgaand aan de foutieve waarnemingen zijn inderdaad reeksen cloudhits gedetecteerd op gelijke hoogten, maar de cloudhits zijn echter veel hoger dan 9 000 voet. Dit maakt het minder waarschijnlijk dat dit echt de oorzaak is. De manco's zouden eerder veroorzaakt kunnen zijn door vliegtuigsporen (contrails), die zich boven de ceilometer bevonden. Er is onvoldoende ondersteunend materiaal (zoals digitale foto's) beschikbaar om dit te checken. Niettemin is de voorgestelde procedure zeer goed in staat dergelijke missers in de ceilometerwaarneming te detecteren en te vervangen door meer realistische.

3.2 Discussie en conclusies

De ceilometerwaarnemingen vertoonden in alle aangehaalde gevallen tekortkomingen. In de meeste gevallen is de voorgestelde procedure zeer goed in staat deze missers te detecteren en te vervangen door meer realistische waarden. Hieronder geven wij een aantal aanbevelingen om dit nog beter te doen.

De manco's tijdens de warmtefrontpassage worden veroorzaakt doordat de gradiënten in het backscatterprofiel (Fig. 3.7b) te klein zijn om als cloudhit gezien te worden. Echter, het backscattersignaal laat voor die tijden een uitgesmeerd beeld zien. Het totale, over de hoogte geïntegreerde, backscattersignaal zou aan kunnen tonen dat er wel degelijk wolken zijn. Met deze laatste parameter zouden cloudhits kunstmatig toegevoegd kunnen worden aan de ceilometerdata, precies daar op de hoogten waar de gradiënten in het profiel maximaal zijn. Het SYNOP-algoritme zal dan meer realistische ceilometerwaarnemingen genereren.

Bij Deelen (5 maart) kon niet worden beoordeeld of de ceilometer dan wel het wolkenmaskeralgoritme of geen van beide gelijk had. Dit komt vooral omdat het stralingsalgoritme ongevoelig is voor cirrusbewolking. Zeer waarschijnlijk was cirrusbewolking wel aanwezig en is de ceilometerwaarneming ten onrechte bestempeld als onrealistisch. Een oplossing voor dit probleem is het aanpassen van het stralingsalgoritme, zodat het onderscheid kan maken tussen onbewolkte lucht en dunne cirrus bewolking. Dit kan door het algoritme te combineren met het maximum meetbereik (C_x) in de ceilometerdata: bij $C_x = 45\,000$ voet is de lucht onbewolkt.

De oorzaak van de foutieve wolkendetectie bij een onbewolkte hemel is in het geval Deelen niet terug te voeren op elektrische storingen in het apparaat. De wolken zijn op te hoge hoogten gedetecteerd daarvoor. Wellicht is hier sprake van de detectie van contrails. Het plaatsen van digitale camera's op stations die om de 10 minuten foto's versturen, zou zeer nuttig zijn voor verder onderzoek naar dit type tekortkoming. Fig. 3.3 bewijst dat contrails prima te detecteren zijn met een goedkope digitale camera.



Fig. 3.3; Contrail gefotografeerd met een digitale camera (3 Megapixel)

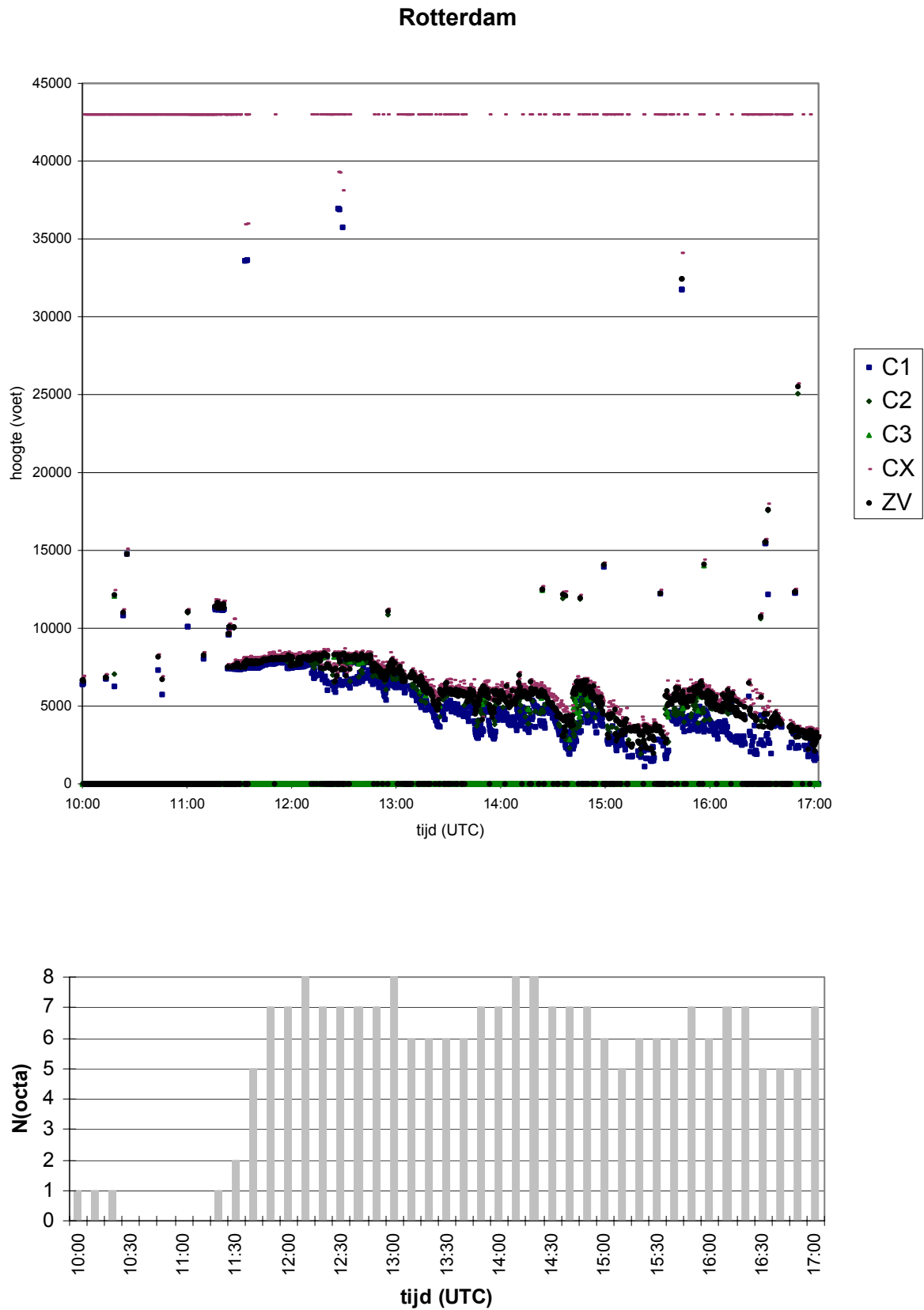


Fig. 3.4a; Boven: cloudbits van de ceilometer bij Rotterdam, 5 maart 2004
 Onder: totale bedekkingsgraad N bepaald uit de ceilometerdata boven

Rotterdam

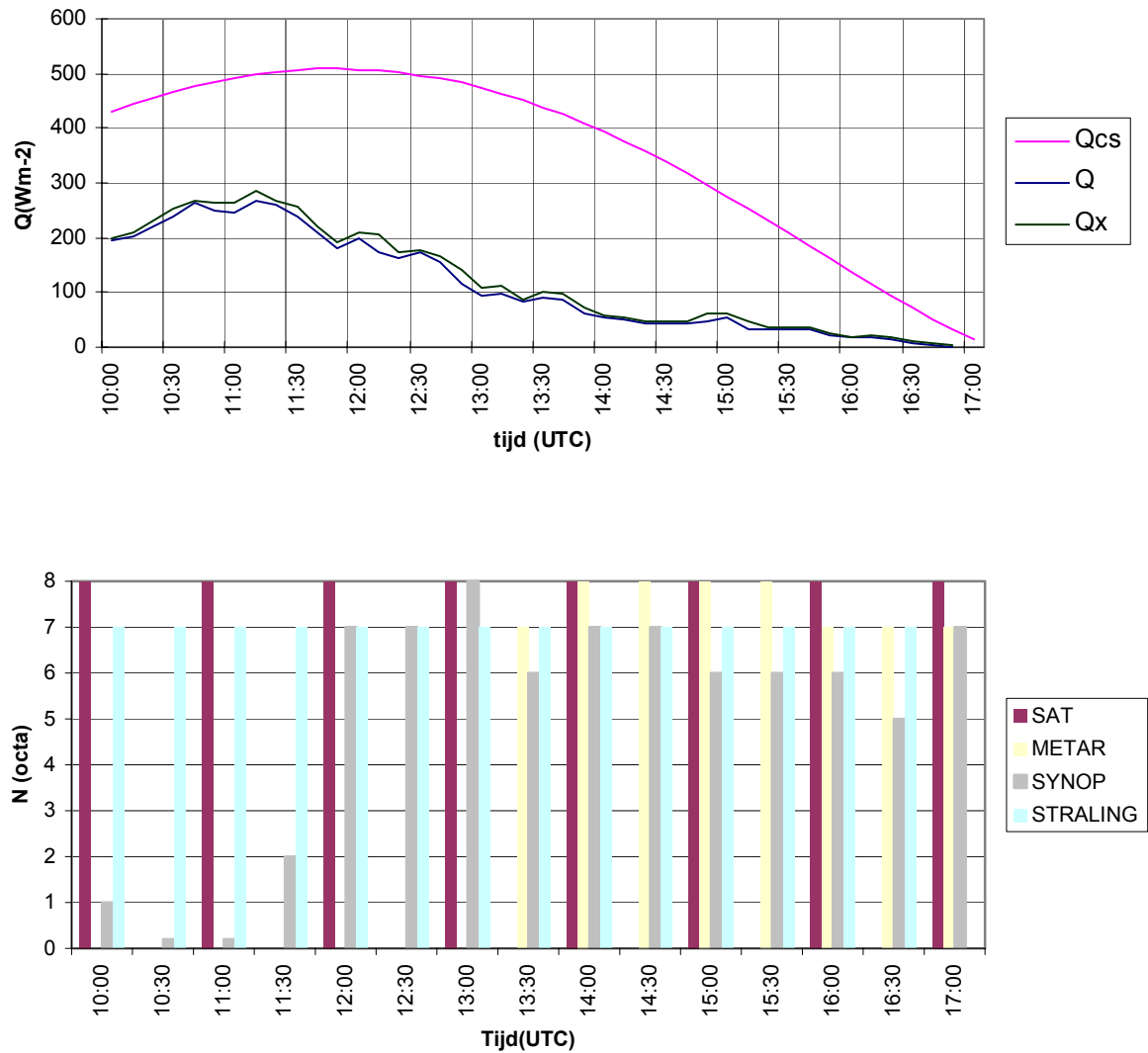


Fig. 3.4b; Boven: 10-minuten gemiddelde waarden van de globale straling (Q) met piekwaarden in de 10-minuten intervallen (Qx) en de modelwaarden van de globale straling onder onbewolkte hemel (Qcs) voor Rotterdam, 5 maart 2004. Onder: totale bedekkingsgraad bepaald uit het wolkenmaskeralgoritme (SAT), METAR, het ceilometralgoritme (SYNOP) en het stralingsalgoritme (STRALING).

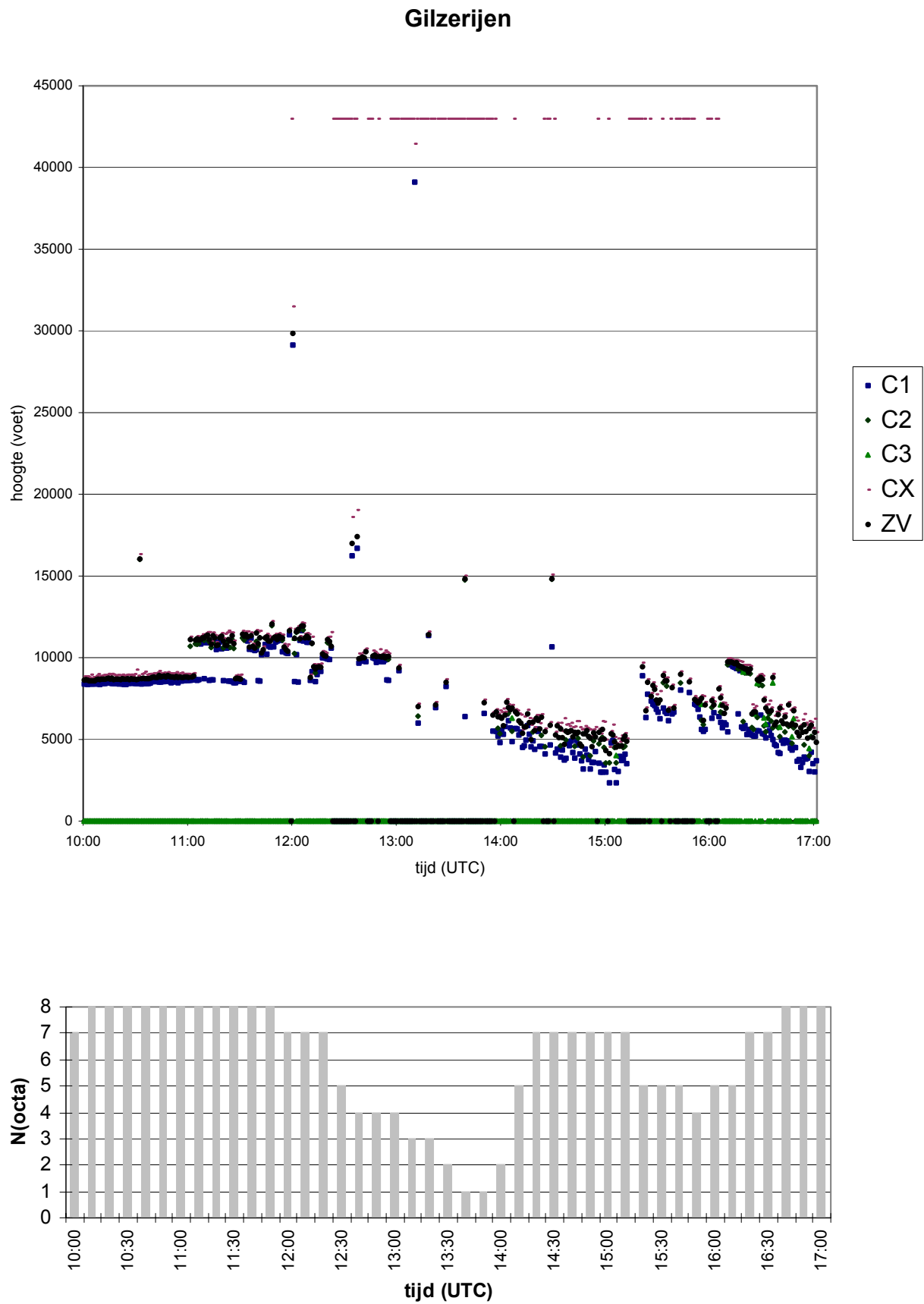


Fig. 3.5a; Boven: cloudhits van de ceilometer bij Gilzerijen, 5 maart 2004
 Onder: totale bedekkingsgraad N bepaald uit de ceilometerdata boven

Gilzerijen

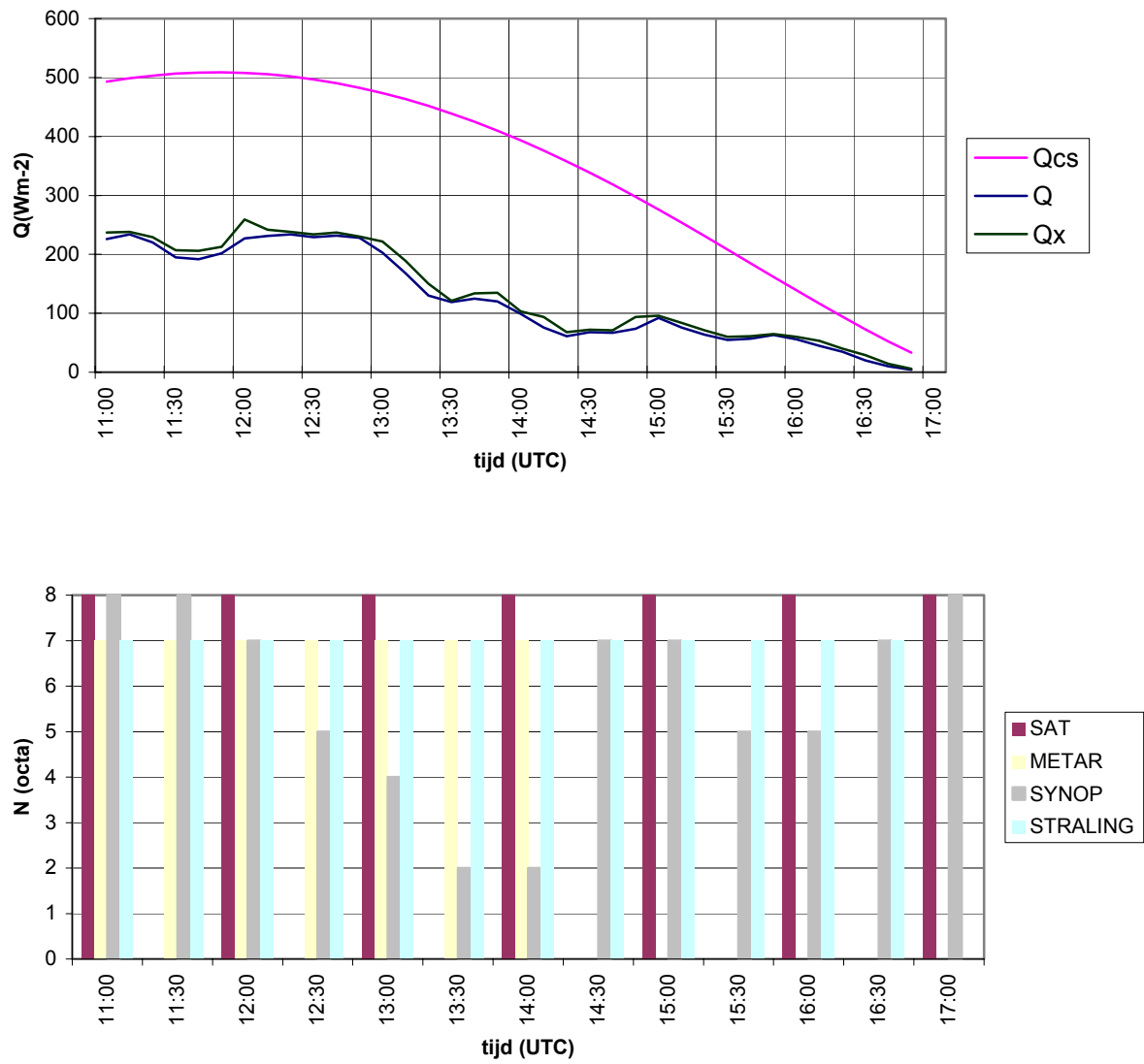


Fig. 3.5b; Als Fig. 3.4b, maar voor station Gilzerijen

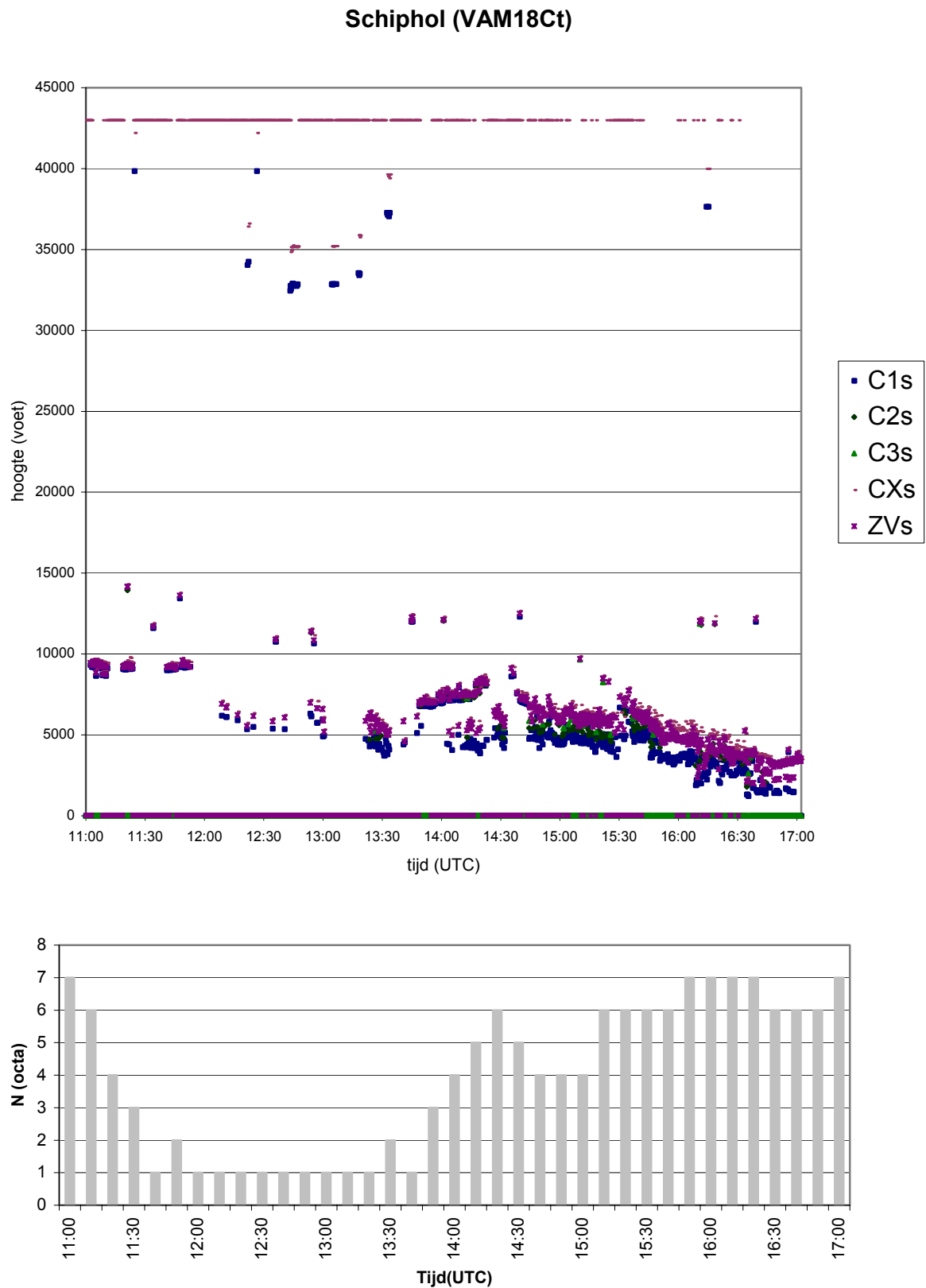


Fig. 3.6a; Boven: cloudhits van de ceilometer bij Schiphol, 5 maart 2004
 Onder: totale bedekkingsgraad N bepaald uit de ceilometerdata boven

Schiphol

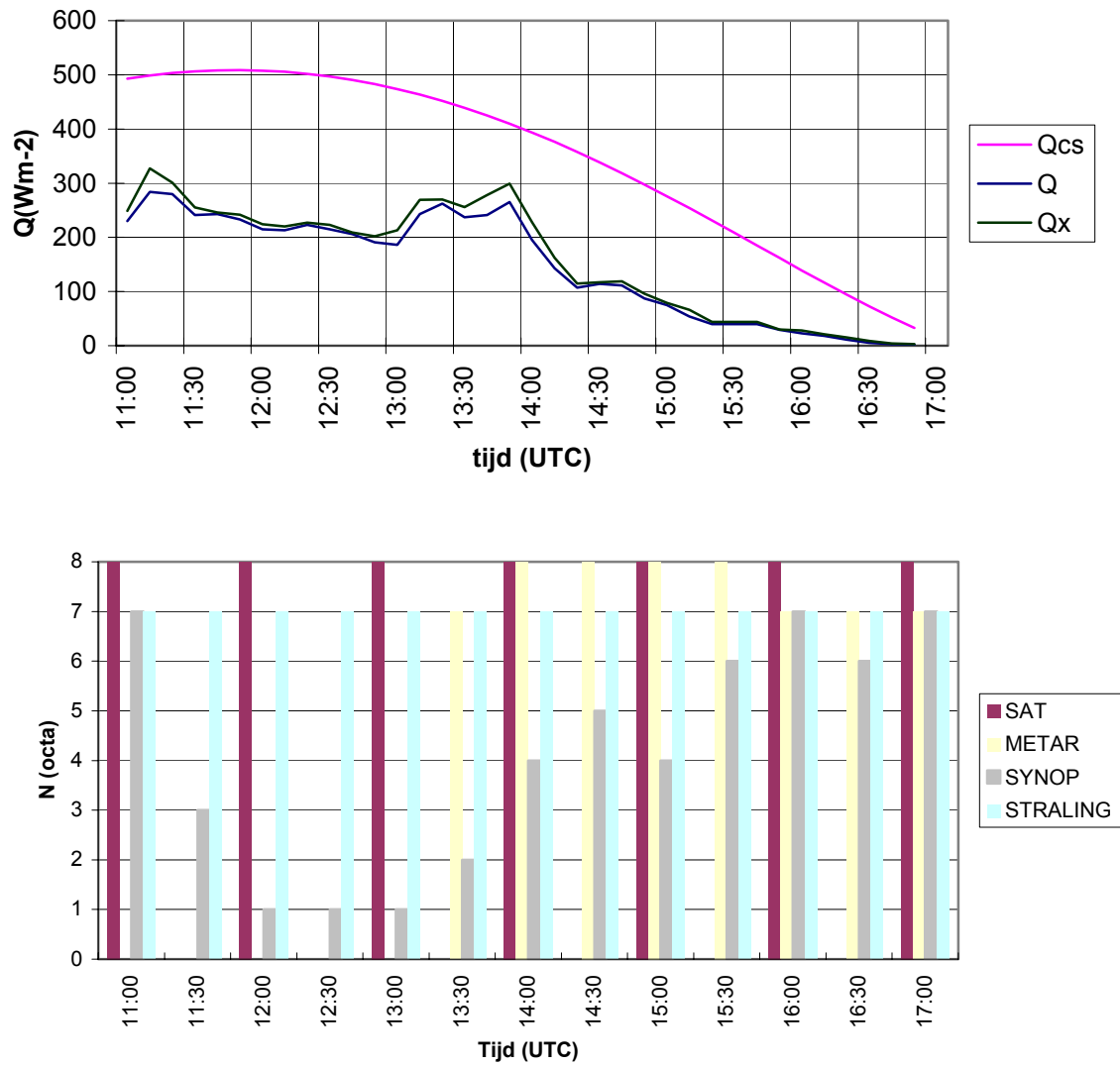


Fig. 3.6b; Als Fig. 3.4b maar voor station Schiphol (VAM18ct)

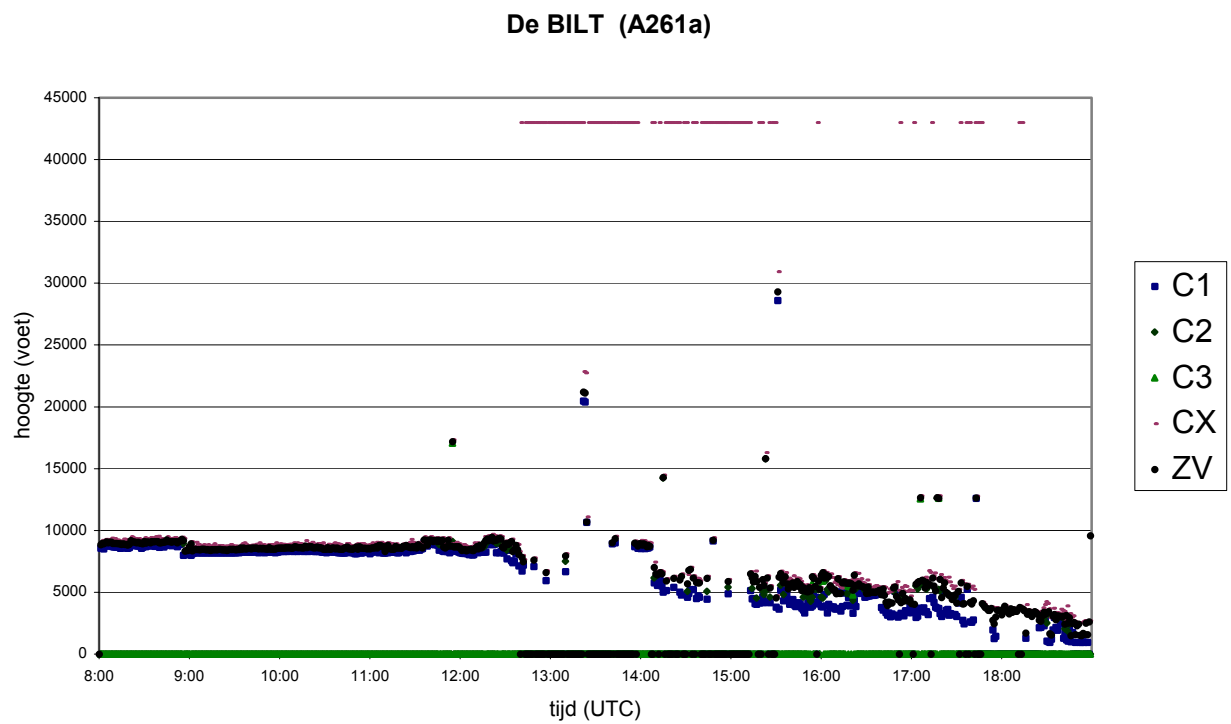
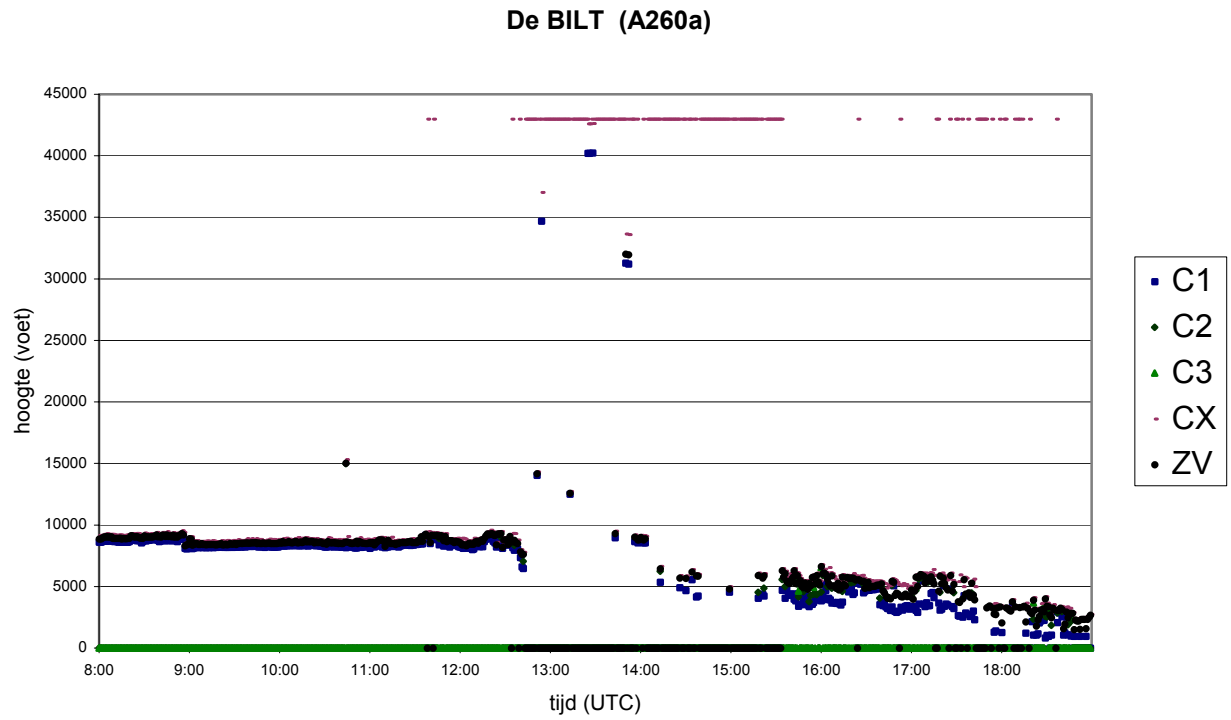


Fig. 3.7a; Cloudhits van twee ceilometers bij de Bilt (A260a en A261a), 5 maart 2004

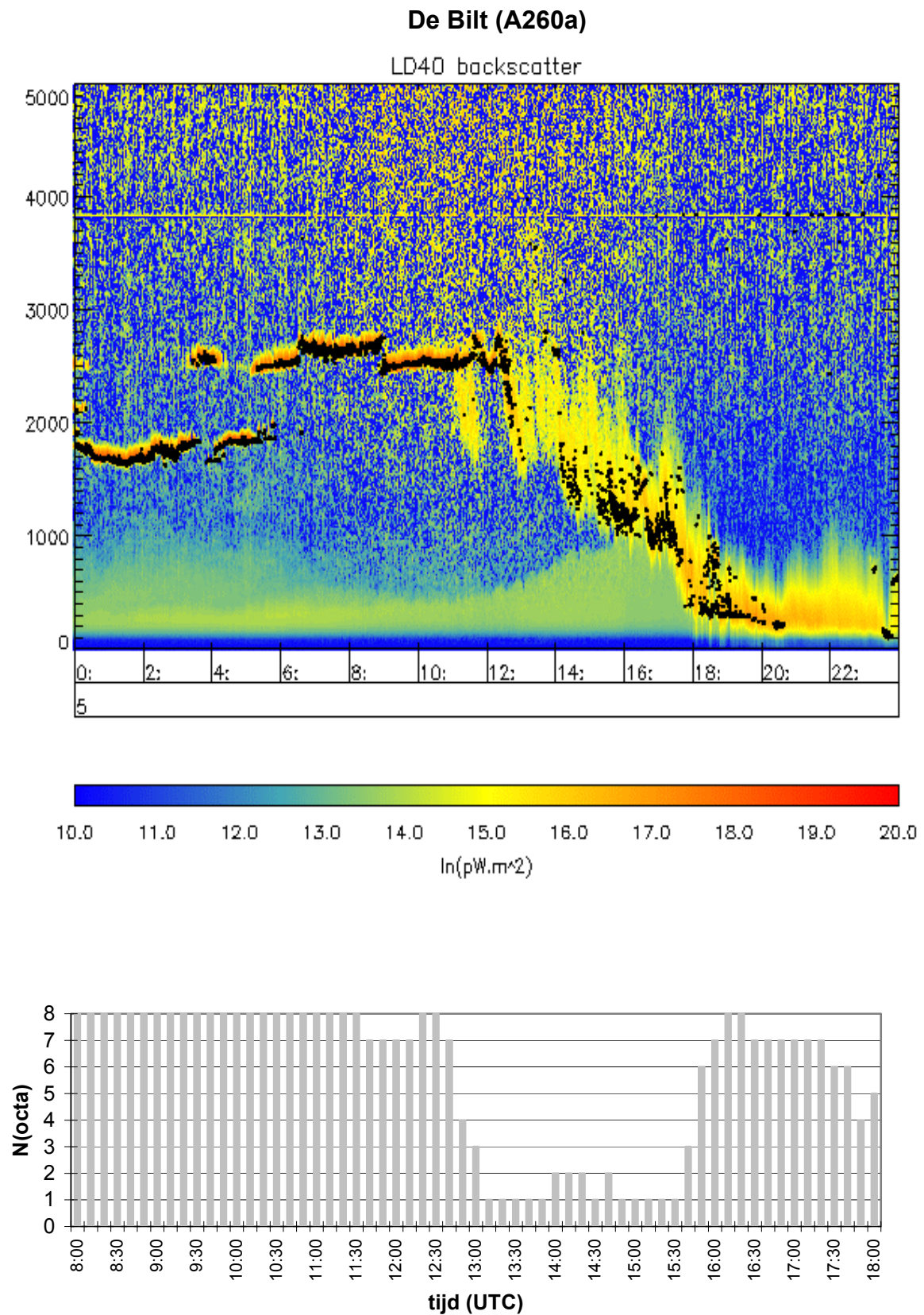


Fig. 3.7b; Boven: backscatterprofielen (12s data) met daarin cloudhits van ceilometer A260a (De Bilt)
Onder: totale bedekkingsgraad N bepaald uit de ceilometerdata

De Bilt

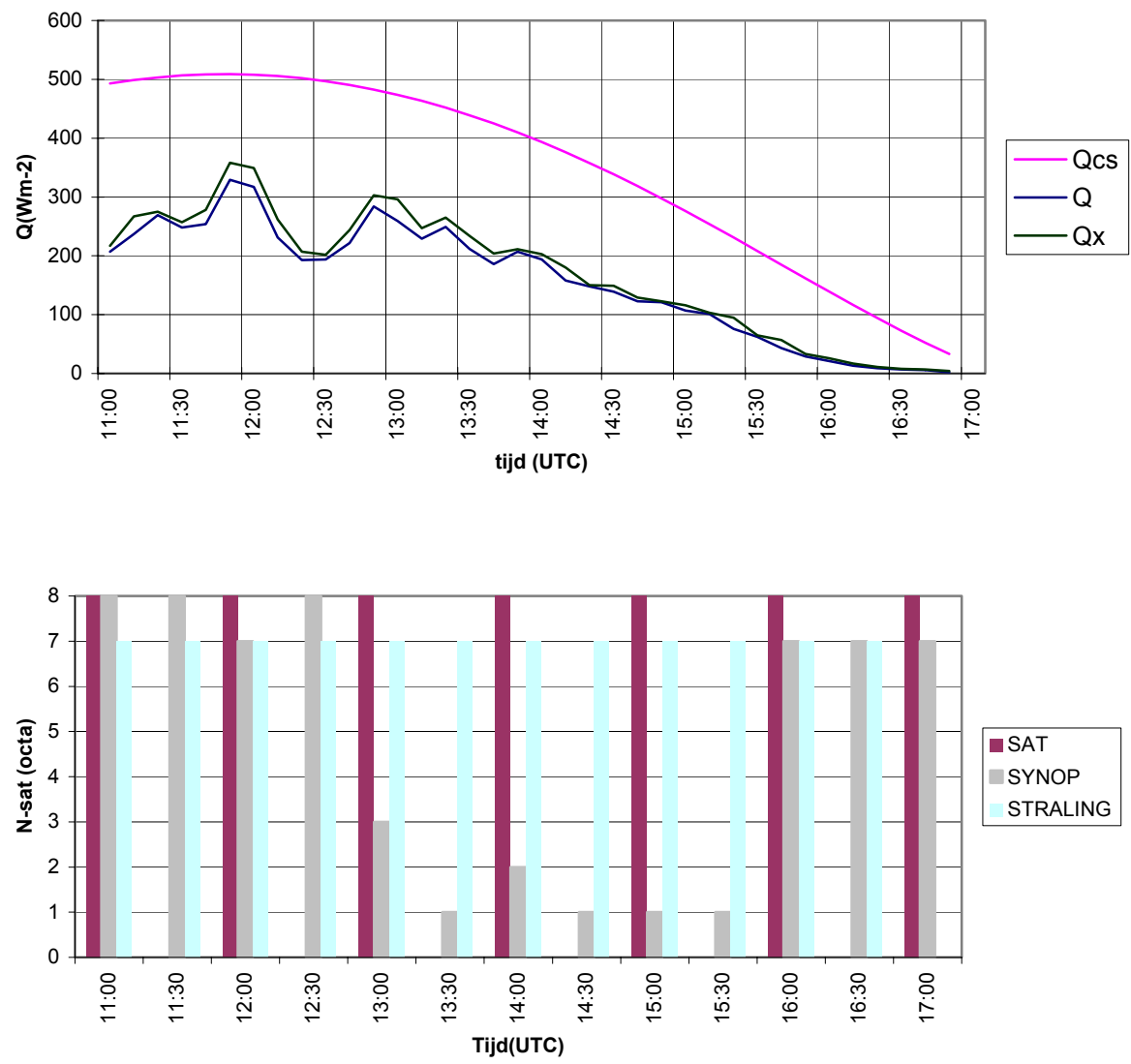


Fig. 3.7c; Als Fig. 3.4b, maar voor station De Bilt (A260a)

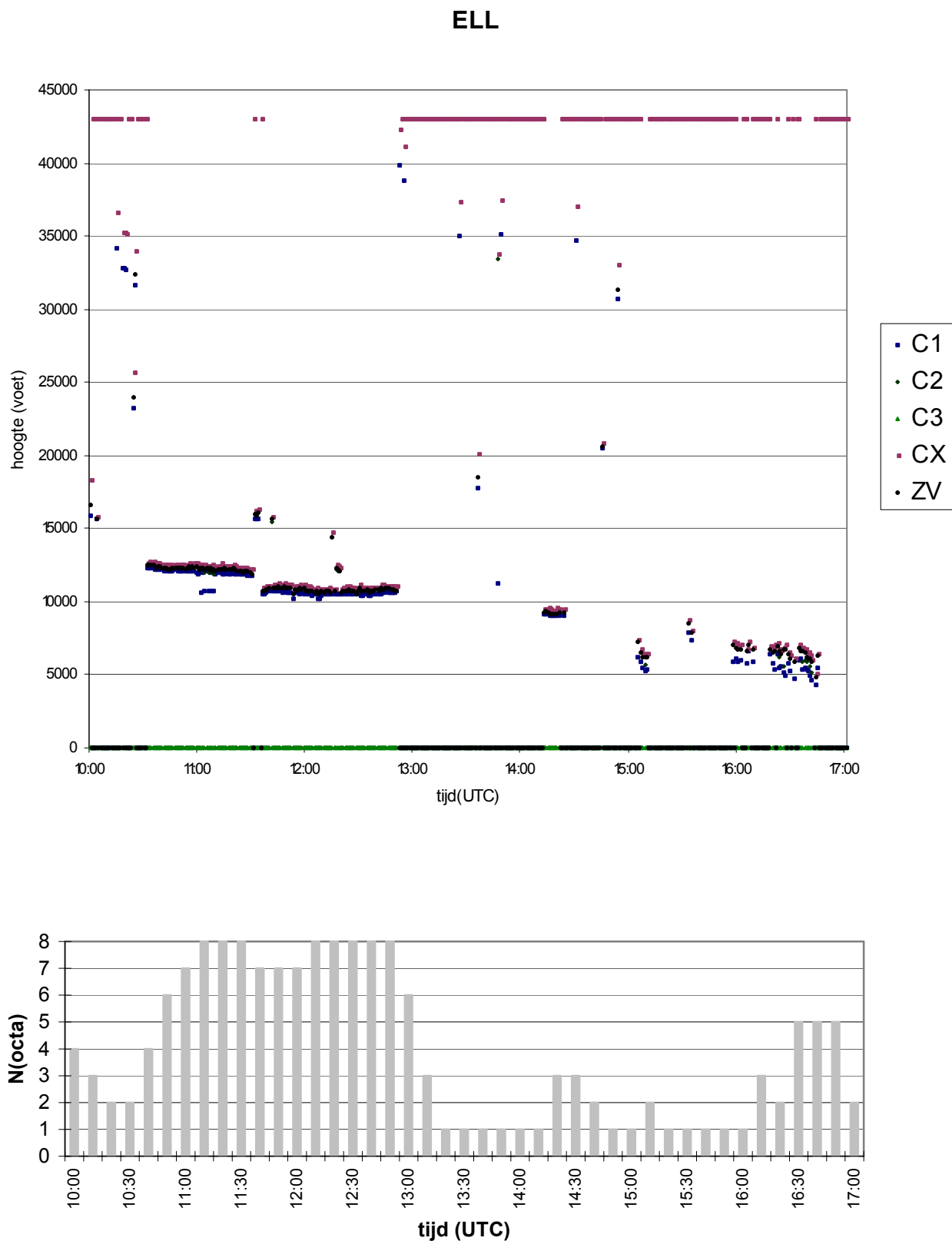


Fig. 3.8a; Boven: cloudbits van de ceilometer bij Ell, 5 maart 2004
Onder: totale bedekkingsgraad N bepaald uit de ceilometerdata boven

EII

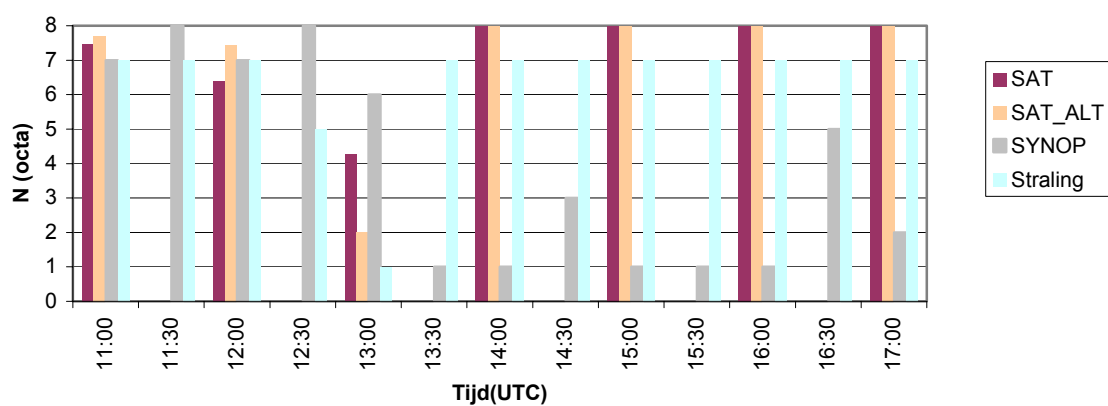
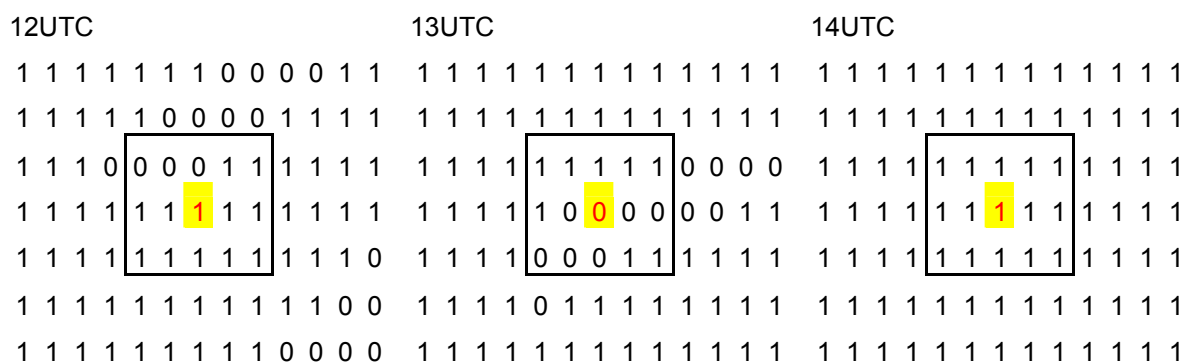
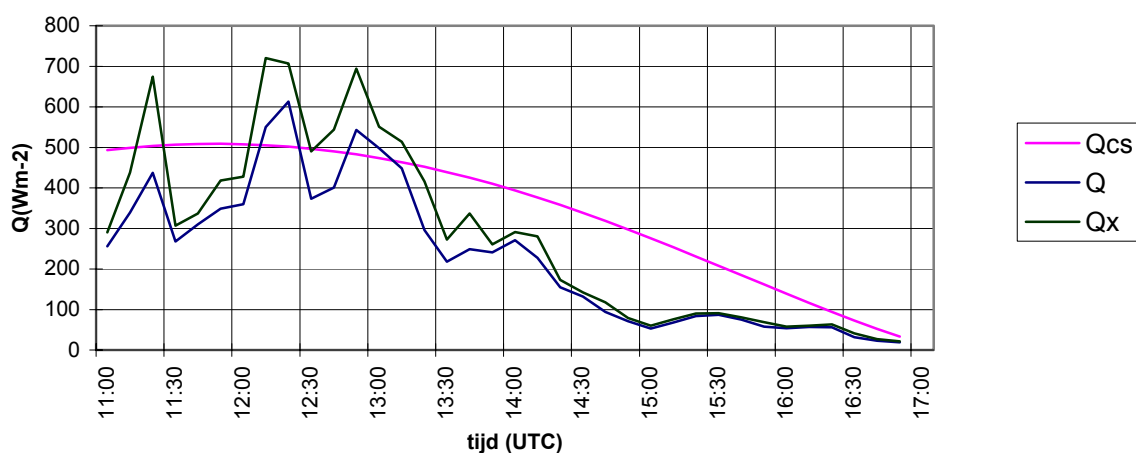


Fig. 3.8b; Boven en onder: als Fig. 3.4b, maar voor station EII, met de bedekkingsgraad volgens het alternatieve wolkenmaskeralgoritme (SAT_ALT) Midden: wolkenmasker voor EII (positie in gele pixel) van 12, 13 en 14UTC met omkaderd het pixelgebiedje waarover gemiddeld is (0=onbewolkt, 1=bewolkt)

Deelen

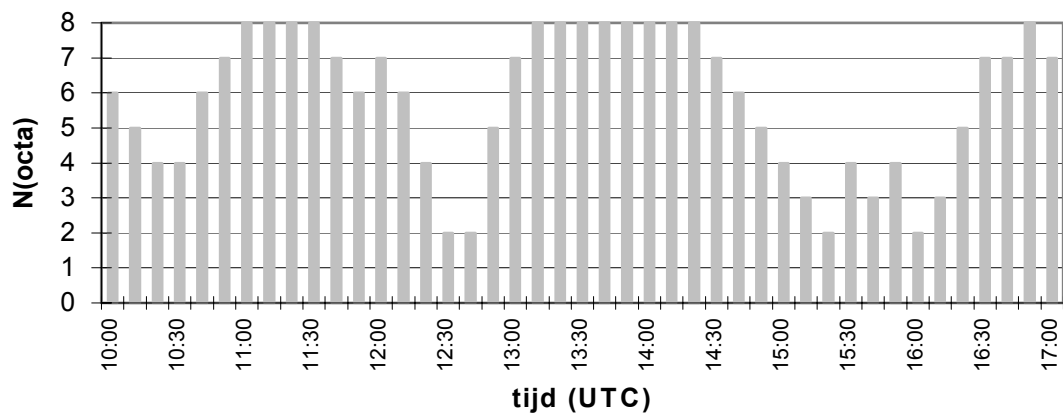
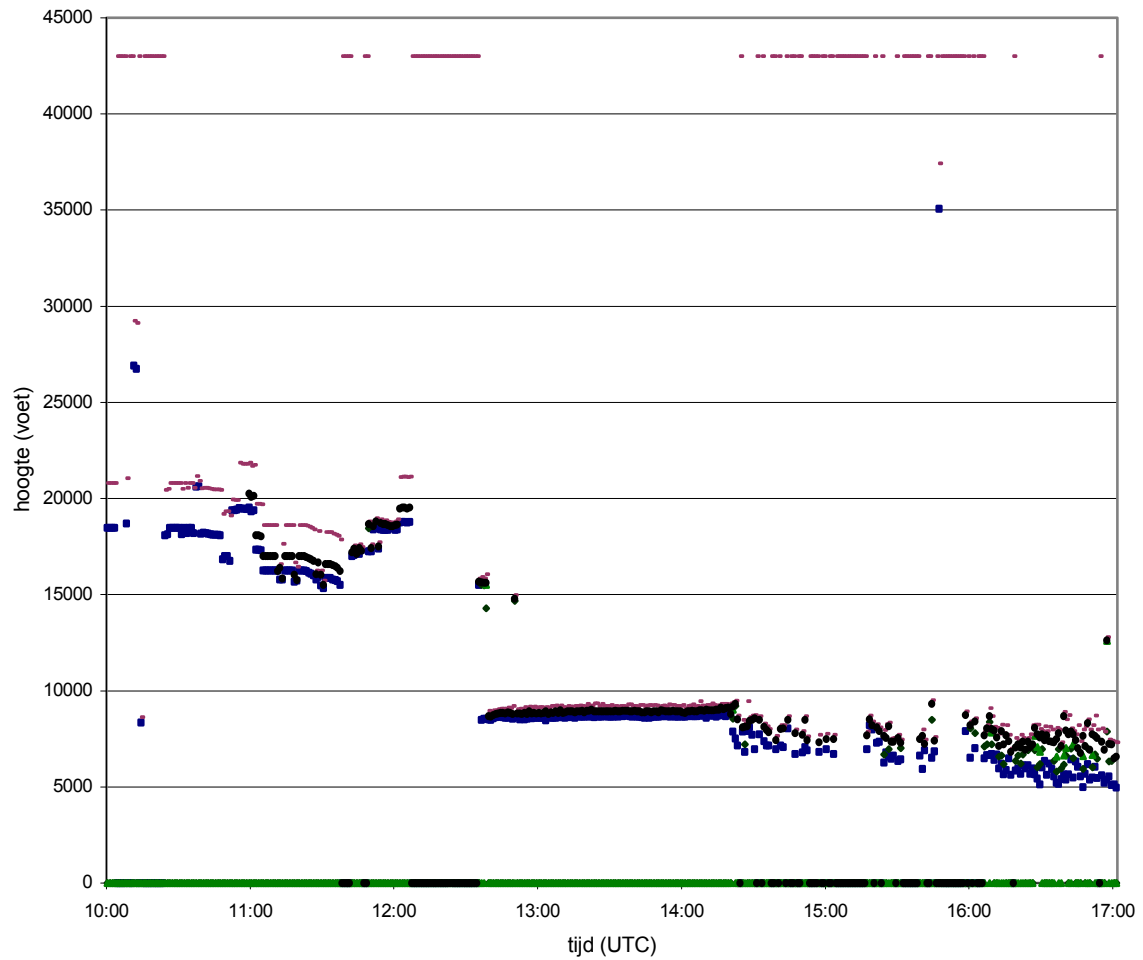


Fig. 3.9a; Boven: cloudhits van de ceilometer bij Deelen, 5 maart 2004
Onder: totale bedekkingsgraad N bepaald uit de ceilometerdata boven

Deelen

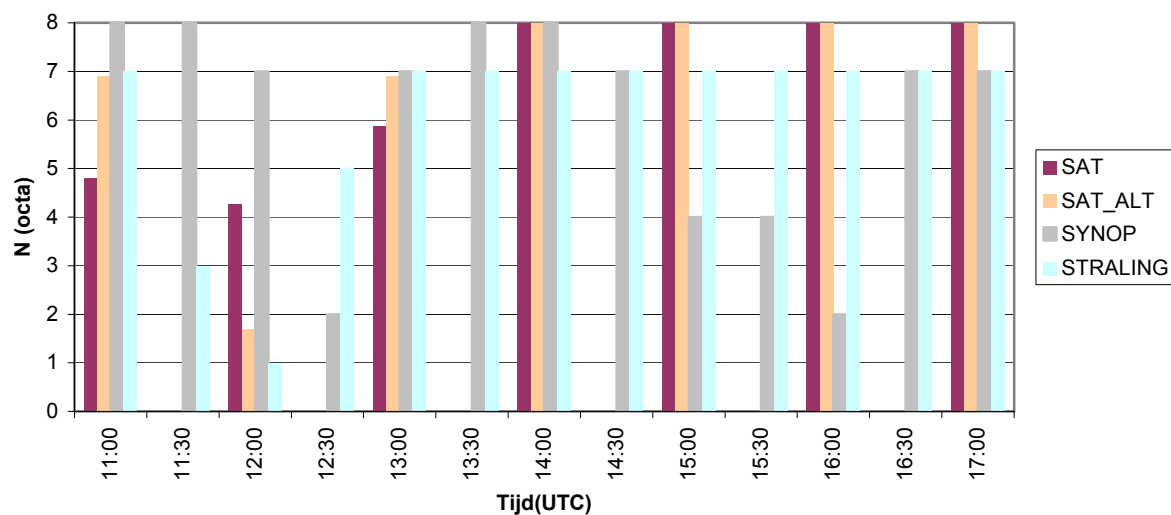
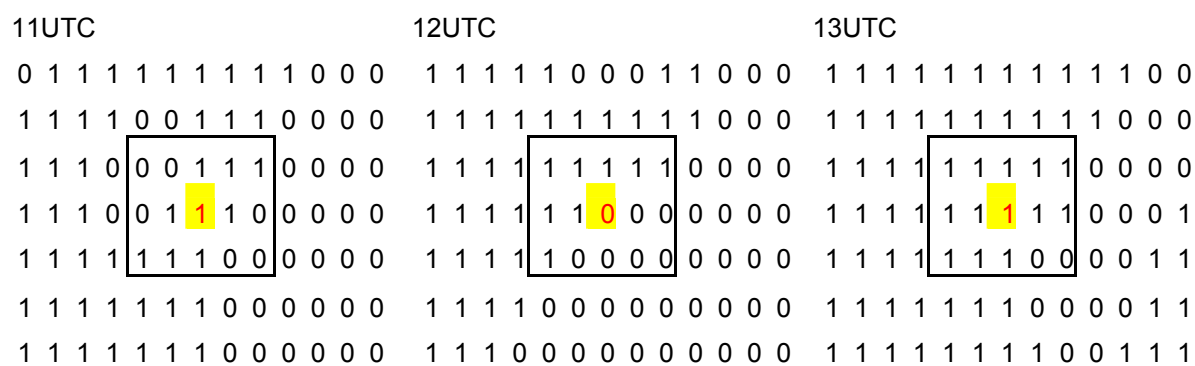
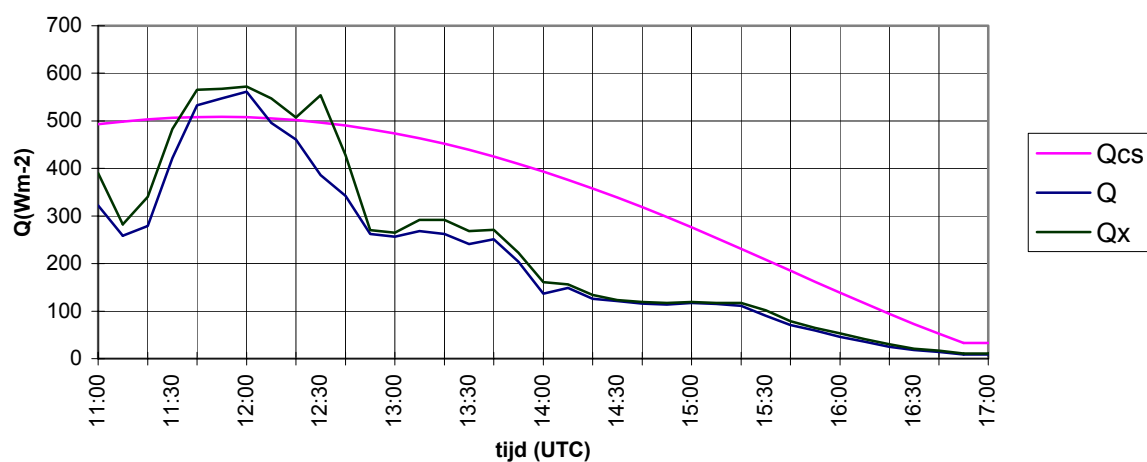


Fig. 3.9b; Als Fig. 3.8b maar voor Deelen (wolkenmasker van 11,12 en 13UTC, Deelen in centrum)

Deelen

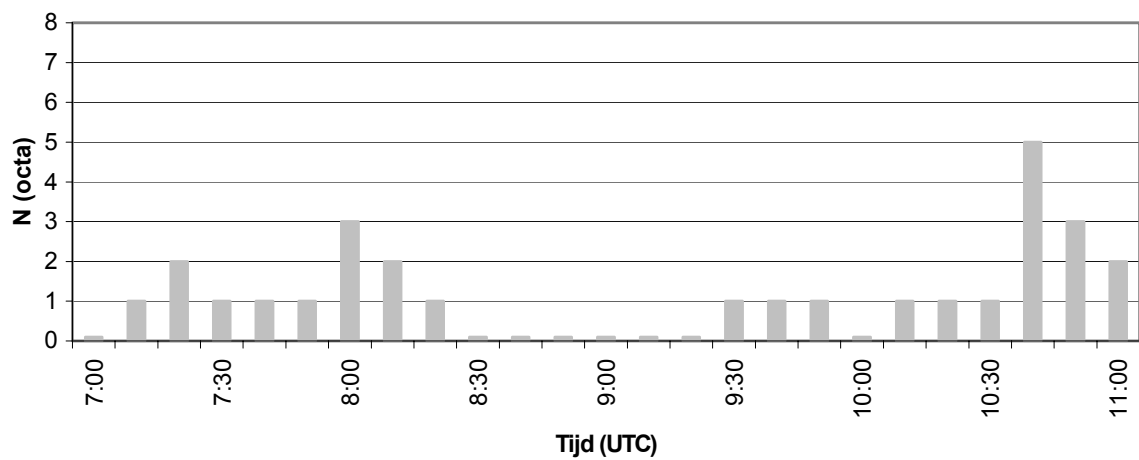
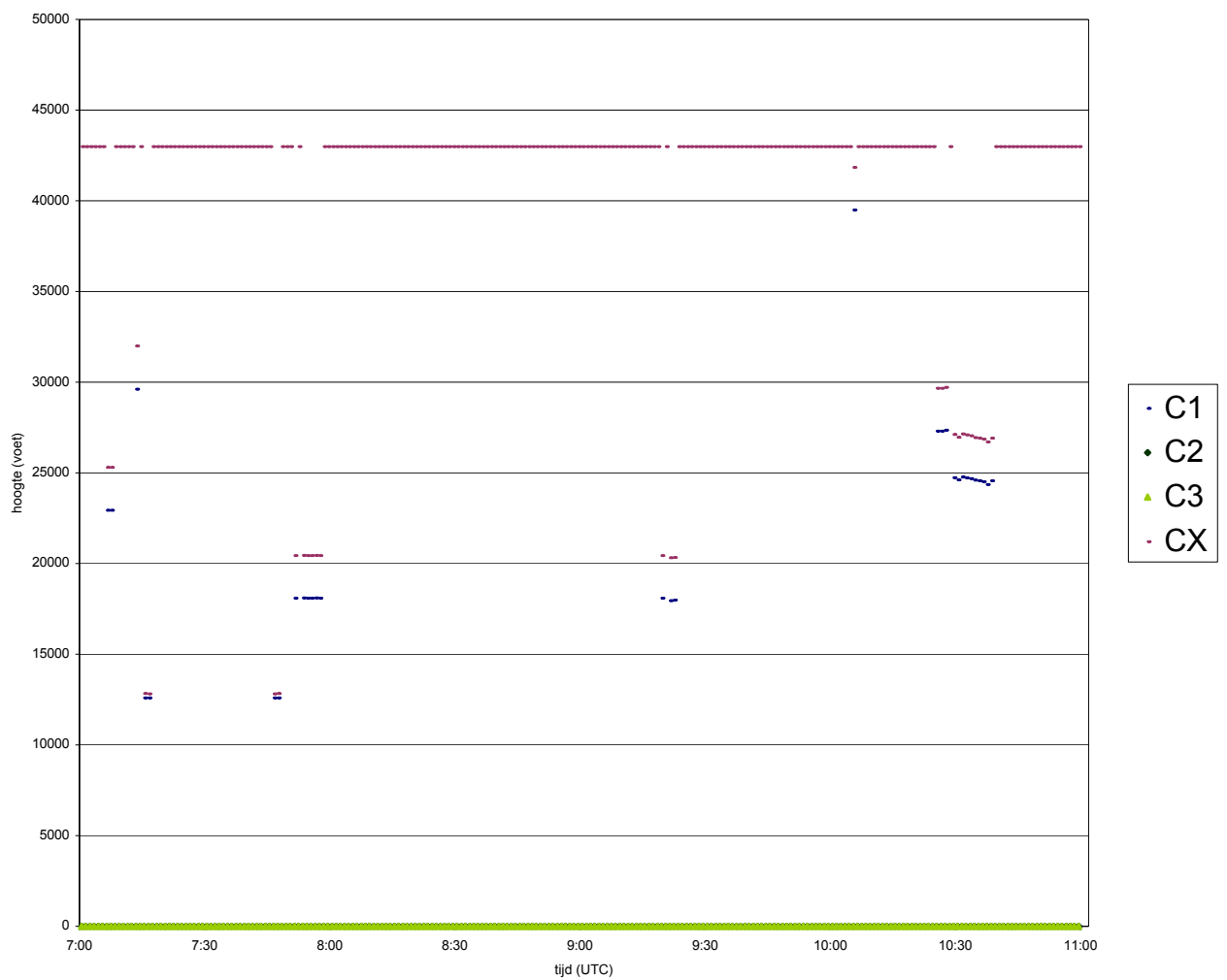


Fig. 3.10a; Boven: cloudhits van de ceilometer bij Deelen, 20 februari 2004
Onder: totale bedekkingsgraad N bepaald uit de ceilometerdata boven

Deelen

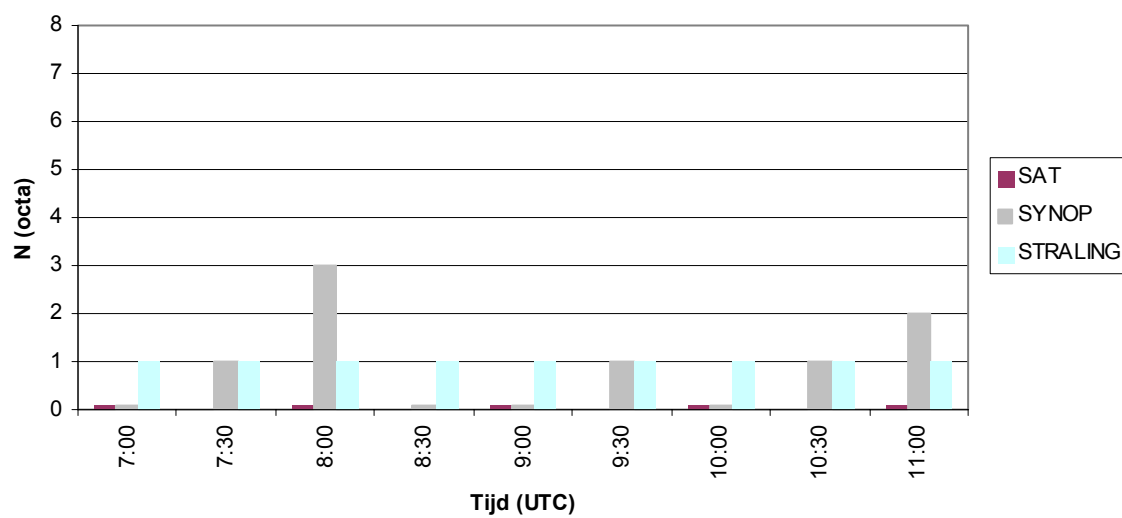
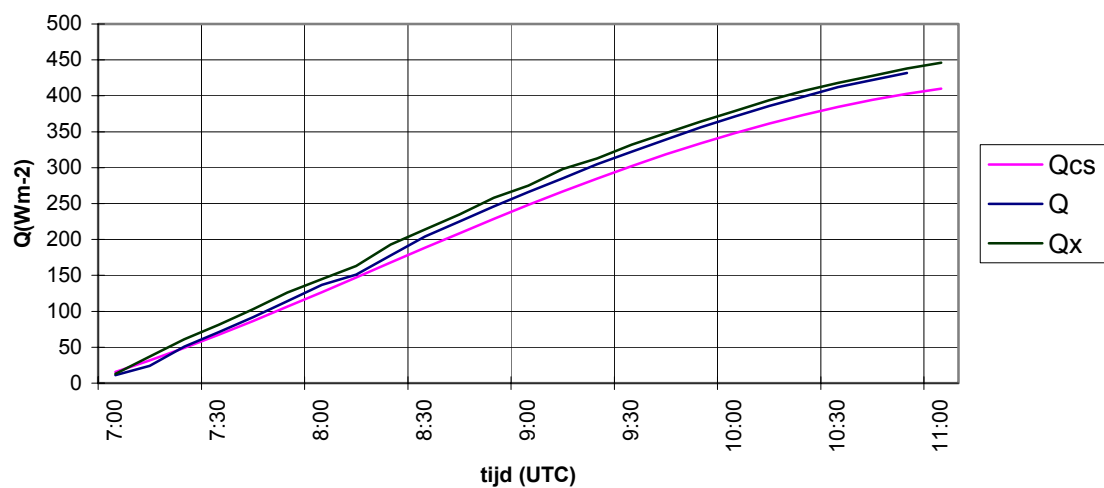


Fig. 3.10b; Als Fig. 3.4b, maar voor station Deelen, 20 februari 2004

4 Beschrijving onderzoeksverloop

Deze studie is een eerste verkenning hoe manco's in waarnemingen opgespoord en hersteld kunnen worden. In dit hoofdstuk doen wij verslag hoe deze verkenning verlopen is.

BWS heeft ons gevraagd om verbetering van de kwaliteit van ceilometer-waarnemingen. Volgens BWS waren de meest urgente tekortkomingen het niet waarnemen van middelbare bewolking aan de voorzijde van warmtefronten en het incidenteel foutief waarnemen van middelbare bewolking bij een volstrekt wolkenloze lucht. BWS legt hiervan twee praktijkgevallen voor (de dagen van de casestudies) en geeft een aantal mogelijke verklaringen voor het optreden van de manco's.

Wij hebben daarop contact opgenomen met MI/INSA en de twee praktijkgevallen met de verklaringen voorgelegd. De problemen die BWS beschrijft waren voor MI/INSA onwaarschijnlijk: middelbare bewolking wordt in de regel zeer goed gedetecteerd. Het instrument zou daarentegen wel problemen kunnen hebben met hoge bewolking. Hoge bewolking wordt niet goed gedetecteerd als de bundel van de ceilometer te zwak is door de vele reflecties aan lage of middelbare wolken. Maar BWS meldt geen noemenswaardige problemen te hebben met het detecteren van hoge bewolking. Er treden wel eens manco's op in deze waarnemingen, maar deze komen veel minder frequent voor. Bovendien is onder de genoemde omstandigheden de bovenlucht vaak niet zichtbaar en hoeft dan sowieso niet gecodeerd te worden.

Het bovenstaande illustreert goed dat het proces van het verhelpen van tekortkomingen in waarnemingen beter verloopt als BWS en MI/INSA meer met elkaar communiceerden. BWS zit met de neus op de feiten en weet als geen ander waar de ceilometer in de praktijk tekortschiet. Als zij hierover kan communiceren met MI/INSA, wordt het voor de laatste duidelijk welke problemen het meest urgent zijn. BWS ervaart de gehele procedure achter de ceilometerwaarneming als een blackbox. Als BWS meer inzicht zou hebben in de algoritmes van de ceilometerwaarnemingen, zal zij duidelijker met MI/INSA over tekortkomingen kunnen communiceren.

Bij het onderzoeken van de tekortkomingen zijn wij op een gebrek aan informatie in de vorm van ondersteunende gegevens gestuit. Er waren geen andere soortgelijke gevallen beschikbaar dan de twee van de casestudies. Dit komt omdat BWS manco's in de waarnemingen slechts zeer incidenteel registreert. Om mancogevallen te onderzoeken en te verhelpen zijn meer praktijkgevallen nodig met ondersteunende gegevens als ceilometerdata, satellietbeelden, stralingsdata, etc. Het probleem is dat veel van dit materiaal slechts voor korte tijd bewaard wordt. Ruwe ceilometerdata worden slechts 7 dagen bewaard en backscatterprofielen zijn helemaal niet verkrijgbaar(!). Toevallig waren deze laatste voor het station De Bilt opgeslagen in het kader van een ander onderzoeksproject. Voor een toekomstig goede kwaliteit van de waarnemingen zou BWS de mancogevallen daarom direct moeten registreren en binnen een week de nodige ondersteunende data moeten verzamelen.

Door het gebrek aan ondersteunende informatie kunnen we geen duurzame oplossing bieden voor de tekortkomingen. Wij kunnen wel een suggestie doen om onrealistische waarnemingen automatisch te detecteren en te vervangen door meer realistische waarden. Dit gaat met een procedure, waarmee de ceilometer-waarnemingen worden vergeleken met satellietwaarnemingen en globale-stralingswaarnemingen.

WM wil graag dat BWS tekortkomingen in de waarnemingen registreert, teneinde onderzoek te kunnen doen hoe deze verholpen kunnen worden. Tot dusver weet BWS niet hoe en waar zij tekortkomingen in waarnemingen moet registreren. Onze aanbeveling is een manco-registratiesysteem op te zetten, waaraan een procedure gekoppeld is die de onrealistische waarden met behulp van andere waarnemingen (globale straling en satellietbeelden) vervangt door meer realistische waarden. Op deze manier krijgt BWS bij invoeren van een tekortkoming direct een meer realistische waarde terug om in de SYNOP te zetten. In de Annex is dit systeem nader beschreven.

5 Eindconclusies en Aanbevelingen

Het KNMI wil een goede kwaliteit van haar waarnemingen. Daarom wil zij in de toekomst een procedure opzetten om tekortkomingen in waarnemingen te registreren en te evalueren, teneinde aanbevelingen te doen om de tekortkomingen weg te werken, of anders de sectie BWS een handleiding te bieden over hoe om te gaan met de tekortkomingen. In deze studie worden de mogelijkheden onderzocht om een dergelijke procedure voor waarnemingen van de totale bedekkingsgraad met ceilometers op te stellen. Dit is gedaan met behulp van casestudies naar typische situaties waarin de ceilometer regelmatig de plank mislaat: bij een overtrekkend warmtefront, waarbij bewolking op middelbare hoogte niet wordt gedetecteerd en bij een volkomen wolkenloze hemel, waarbij incidenteel wolken foutief worden gedetecteerd.

De ware bedekkingsgraad kan alleen juist worden vastgesteld door waarnemers. Omdat deze op de meeste stations ontbreken, zijn wij aangewezen op vergelijkingen met andere (automatische) waarneming om te bepalen of de ceilometerwaarneming onrealistisch was. Wij hebben dit laatste gedaan met behulp van een wolkenmaskeralgoritme en een stralingsalgoritme. Hierbij hielden we rekening met de richtlijn van de WMO, die stelt dat de bedekkingsgraad in tenminste 85% van de gevallen een nauwkeurigheid moet hebben van 2 octa's of minder. Was de waarneming onrealistisch, dan probeerden we deze met behulp van de algoritmes te vervangen door een meer realistische waarde. De gebruikte methode was goed in staat dit te doen, maar moet op sommige punten nog verbeterd worden (zie §3.2 voor de aanbevelingen).

Echte oplossingen om de tekortkomingen te verhelpen konden wij niet geven, omdat er te weinig informatie voorhanden was (aanvullende informatie en praktijkgevallen). Deels komt dit omdat BWS missers in de waarnemingen tot dusver slechts incidenteel registreert en deels omdat belangrijke aanvullende informatie, zoals cloudhitdata, slechts 7 dagen door het KNMI bewaard wordt.

In het proces is ons opgevallen dat de afdelingen MI/INSA, die de ceilometer heeft ontwikkeld, en BWS onvoldoende met elkaar communiceren. Zo geven beiden een ander antwoord als wordt gevraagd naar de belangrijkste tekortkomingen in de ceilometerwaarneming. Dit gebrekkige contact komt voor een deel omdat BWS “het ceilometeralgoritme” als een blackbox ervaart dat buiten hun verantwoordelijkheid valt. Toch is het belangrijk dat BWS meer communiceert met MI/INSA, omdat BWS met de neus op de feiten zit en kan melden wat de meest urgente problemen zijn met de waarnemingen. MI/INSA zouden zich hier in hun onderzoeken op kunnen richten. Om dit communiceren soepeler te laten verlopen is het aan te bevelen dat BWS iets meer weet over de algoritmes achter de ceilometerwaarneming.

De belangrijkste aanbevelingen voor verder onderzoek zijn:

- Ontwikkel een systeem waarbij het registreren van missers in de waarneming wordt gekoppeld aan een tijdelijk methode om ze op te lossen. Hierdoor krijgt BWS in ruil voor een registratie een realistischere waarde voor de misser terug, zodat zij

internationaal geen slecht figuur hoeft te slaan. Met de registratie wordt de meest belangrijke informatie verzameld, die WM bijstaat in het onderzoek hoe missers in de waarneming nog beter verholpen kunnen worden. Met de registraties krijgt WM naar verloop van tijd ook een beeld van de soort, grootte en frequentie van de missers. Daardoor weet zij welk soort misser de hoogste prioriteit heeft om verholpen te worden.

-Er kan met de informatie die backscatterprofielen leveren een algoritme gemaakt worden om in ieder geval de missers bij warmtefrontpassages te verhelpen. De backscatterprofielen van het station De Bilt, die voor een periode door de afdelingen MI/INSA en KS zijn opgeslagen op CD-rom, lenen zich uitstekend voor verder onderzoek.

- Plaats digitale camera's bij ceilometers. Op een digitale foto is een groot deel van de hemelkoepel te zien. Op de waarnemer na, is er geen beter middel om de juistheid van de waarneming door ceilometers te controleren. Als men de camera bovendien uitrust met een visooglens kan uit de verhouding onbewolkte pixels/ bewolkte pixels de totale bedekkingsgraad worden uitgerekend. Nadeel van de methode: het is alleen bij daglicht te gebruiken.

Referenties

Literatuur

Maat N, (2003): Evolution of the KNMI AutoMetar, KNMI, De Bilt, Nederland

Mazee A.N. (2000): Wolkenalgoritmes, De vergelijking van vier algoritmes voor bepaling van wolkhoogte en bedekkingsgraad, intern rapport, KNMI, De Bilt, Nederland

Van den Berg, A.R. (1993): Estimating incident solar radiation at the surface from geostationary satellite data. Internal report, Department of Meteorology and Air Quality Agricultural University Wageningen, Nederland

Valk de, P. et al (1998): Operationalisation of an algorithm for the automatic detection and characterisation of clouds in METEOSAT imagery, BCRS report USDP-2-98-09, KNMI, The Netherlands

Wauben W. et al (2001): Specificaties AVW, intern rapport, KNMI, De Bilt, Nederland

Wauben W (2002): Automation of Visual Observations at KNMI; (II) comparison of automated cloud reports with routine visual observations, KNMI, De Bilt, Nederland

Intranet / Internet

1: <http://info.knmi.nl/wm-ow/alqdoc/codebeheer/handboek.htm>

2 :<http://www.knmi.nl/organis/wa/mo/avw/floor/visueel.html>

Nomenclatura

Ceilometer

C1,C2,C3	Cloudhits
CX	Maximum meetbereik
ZV	Verticaal zicht

Gebruikte (fysische) grootheden

Q	Globale straling gemiddeld van 10-minuten interval (Wm-2)
Qx	Globale straling piekwaarde in 10-minuten interval (Wm-2)
Qcs	Globale straling onder onbewolkte omstandigheden (Wm-2)
N	Bedeckingsgraad (octa's)

KNMI-afdelingen en -sectoren

BWS	Beheer Waarnemingen en Stations
MSB	Meet Systemen Beheer
WM/OD	De afdeling Operationele Data binnen de sector Waarnemingen en Modellen
WM/RW	De afdeling Research & Development Waarnemingen binnen de sector Waarnemingen en Modellen
KS/AO	De afdeling Atmosferisch Onderzoek binnen de sector Klimaatonderzoek en Seismologie
MI/INSA	De Instrumentele afdeling binnen de sector Meetsystemen en Infrastructuur

Overige

AVW	Automatische Visuele Waarnemingen
METAR	Meteorological Aviation Routine weather report
WMO	World Meteorological Organisation

Annex

Voorbeeld van een geautomatiseerd systeem voor het registreren van manco's in waarnemingen, gedemonstreerd met het invoeren van een manco in de waarneming van de totale bedekkingsgraad door ceilometers.

Invoer

- Waarneming: N
- Waarde: 1 octa
- Station: 240
- Datum/Tijd: 05032004 13UTC
- Manco type: warmtefrontsituatie
- Omschrijving: bijvoorbeeld beschrijving van de weersituatie, of een mogelijke verklaring voor de onjuiste waarneming, etc

Verwerking1

- Welk algoritme gebruiken?: warmtefront algoritme (= vergelijken waarneming met de waarneming volgens het wolkenmaskeralgoritme en het stralingsalgoritme)
- Welke informatie moet worden verzameld voor het algoritme?: satellietbeelden, globale stralingsdata
- Welke aanvullende informatie wordt verzameld?: ceilometerdata (het verzamelen van de informatie voor het algoritme moet geheel automatisch kunnen, het verzamelen van de aanvullende informatie zou eventueel ook handmatig kunnen)

Verwerking2

- Verzamelen gegevens
- Bepalen alternatieve waarde voor de waarneming uit de gegevens
- Registeren van de manco en opslaan van alle verzamelde gegevens in een database

Output

- Alternatieve waarde voor waarneming
- Eventueel: lijst met data die door BWS bij de diverse andere databases van het KNMI handmatig moet worden opgevraagd

Eerder gepubliceerde titels in de reeks *Intern Rapport*:

- 2000-01 Inventarisatie nowcasting-technieken voor gevaarlijk weer : eindrapport / *G.T. Geertsema, A. Maas, H.R.A. Wessels, H. Benschop, B. Blaauboer en C.J. Kok*
- 2000-02 COST-76 : aims, achievements and future / *W.A. Monna*
- 2000-03 Verslag van een studiereis naar de National Weather Service van de USA, juni 2000 / *A.W. Donker*
- 2000-04 Definitiestudie vervanging IBDS : eindrapport / *Sylvia Barlag, Hans Roozkrans, Richard Rothe, Jan Bijma, Jan Jans en Frans Debie*
- 2000-05 Rapportage voorstudie herinrichting Cabauw / *Projectgroep Voorstudie Herinrichting Cabauw*
- 2001-01 Neerslagonderzoek / *Foeke Kuik*
- 2001-02 Estimation of the maximum velocity of convective wind gusts / *Iwan Holleman*
- 2001-03 Synoptisch Waarneemnet Nederland 2000 (SWaNet NL 2000) / *J.P. van der Meulen*
- 2001-04 Eindrapport AutoTrend "Automatische generatie TREND'S" / *Albert Jacobs*
- 2002-01 Sensitivity of the MAECHAM4 model to imposed ozone distributions / *Anne Grete Straume, Elisa Manzini and Peter Siegmund*
- 2002-02.1 Kwaliteitscriteria AVW / *H.R.A. Wessels*
- 2002-03 SAFIR beeldproduct voor real-time gebruik / *Iwan Holleman*
- 2003-01 LITE4ADM : on the use of LITE data for the Atmospheric Dynamics Mission Aeolus / *G.J. Marseille, A. Stoffelen en A. van Lammeren*
- 2003-02 Mistdetectie met satellietbeelden / *Peter Baas*
- 2003-03 Gecombineerde weergave van AMDAR en METAR / *O. van der Velde, I. Holleman, J. van der Meulen en S. Barlag*
- 2003-04 Three events of strong deep moist convection in The Netherlands / *P. Groenemeijer*
- 2003-05 KNMI HFDS data format specification, v. 3.5 / *H. Roozkrans and I. Holleman*
- 2003-06 Neerslaganalyse uit radar- en stationswaarnemingen / *I. Holleman*
- 2003-07 Synthetic water vapour images from the HIRLAM model using a radiative transfer model / *M.H. Voogt*
- 2003-08 Temperature advection derived from Doppler radar wind profiles / *Susanne Jonker*
- 2004-01 KNMI-project "Visie Waarnemingen op Land Water Overgangen Nederland (WOLWO NL) : eindrapport / *Henk Benschop, Albert Klein Tank en Ad de Ruiter*
- 2004-02 Retrieval of rain rate using AMSU measurements / *Jarno Schipper*
- 2004-03 Kwaliteitsverbetering van waarnemingen – een methode toegepast voor ceilometerwaarnemingen / *Vincent Brug*