
Evaluatierapport

Automatisering Visuele Waarnemingen

Ontwikkeling Meetsystemen

11 januari 1999

**Wiel Wauben
Hans de Jongh**

0. Inhoudsopgave

0. Inhoudsopgave	i
1. Inleiding	1
2. Infrastructuur	2
2.1. Beschrijving systemen	2
2.1.1. Sensoren / SIAMs	2
2.1.2. AWS / IWS	3
2.1.3. AMIS	3
2.1.4. GDC /GWS	3
2.1.5. SAFIR	3
2.1.6. METCLOCK	4
2.1.7. RIS	4
2.1.8. Opmerkingen	4
2.2. Beschikbaarheid	4
3. Beschrijving sensoren / systemen	6
3.1 Reeds operationele sensoren	6
3.2. Nieuwe sensoren / systemen	6
3.2.1. Present weather sensor (PW-sensor)	6
3.2.2. Wolkenhoogtemeter	7
3.2.3. SAFIR systeem	9
3.3. Toekomstige sensoren / systemen	11
3.3.1. Infrarood radiometer	11
3.3.2. METCLOCK systeem	12
4. Afgeleide grootheden	14
4.1. Zicht	14
4.2. Neerslagsoort	15
4.3. Neerslagintensiteit en duur	16
4.4. Weercodes	19

4.4.1. Weercode SYNOP (wawa, Wa1 en Wa2).....	19
4.4.2. Weercode KLIM.....	20
4.4.3. Weercode METAR.....	20
4.5. Bewolking.....	20
4.5. Bliksem.....	25
5. Vergelijking visuele en automatische waarnemingen.....	26
5.1. Zicht.....	26
5.2. Neerslagsoort.....	29
5.2.1. Experimenten de Bilt.....	29
5.2.2. Resultaten PREWIC.....	30
5.2.3. Ervaringen Zweden.....	33
5.3. Bewolking.....	33
5.4. Bliksem.....	38
6. Consequenties voor de bulletins.....	40
6.1. SYNOP.....	40
6.2. KLIM.....	41
6.3. METAR.....	41
6.4. SPECI.....	41
7. Toekomstige ontwikkelingen.....	42
7.1. KNMI.....	42
7.1.1. Heimann infrarood radiometer.....	42
7.1.2. METCLOCK.....	42
7.1.3. Wolkenalgoritme.....	42
7.1.4. Radar.....	42
7.1.5. Video camera.....	42
7.2. Elders.....	42
7.2.1. Toestand van de grond sensoren.....	42
7.2.2. Freezing rain detector.....	43
7.2.3. Video systemen.....	43

8. Samenvatting en conclusies	44
9. Referenties.....	45

1. Inleiding

In kader van het project HOPWA (Herstructurering Operationeel Productieproces Weersverwachtingen en Adviezen) is besloten om gefaseerd tot een volledige automatisering van de meteorologische oppervlakte waarnemingen te komen. De meeste meteorologische grootheden worden momenteel al automatisch bepaald. Er zijn echter een aantal grootheden, de zogenaamde visuele grootheden, waarvoor dit momenteel niet het geval is. Deze visuele grootheden zijn:

- wolkenbasis
- bedekkingsgraad
- wolkengeslacht
- bliksem
- weertype
- rondom zicht

De automatisering van deze grootheden wordt uitgevoerd als onderdeel van het project AVW (Automatisering Visuele Waarnemingen). Dit project is onderverdeeld in een aantal deelprojecten. Het deelproject "Ontwikkeling Meetsystemen" houdt zich bezig met de technische aspecten van de automatisering. Deze notitie geeft een overzicht van de voortgang van dit deelproject. In dit document zal een overzicht worden gegeven van het instrumentarium wat nodig is om tot een automatisering van de VW (Visuele Waarnemingen) te komen, de aanpassingen aan de infrastructuur die daarvoor nodig zijn, de eigenschappen van de instrumenten en de ontwikkelde algoritmes, een vergelijking van de automatische visuele waarnemingen met manuele visuele waarnemingen verricht door waarnemers, en de meteorologische berichten die gegenereerd zullen worden.¹

Het deelproject Ontwikkeling Meetsystemen zal gefaseerd worden uitgevoerd. De eerste stap betreft de automatisering van de SYNOP en de KLIM voor het automatisch weerstation in de Bilt. Hiervoor zullen de gegevens van enkele nieuwe sensoren worden ingewonnen en zal een verbinding worden gemaakt met het bliksem detectiesysteem. De volgende stap zal zijn de automatisering van de SYNOP en de KLIM waarnemingen op vliegvelden. Hiervoor zullen 1 minuut gegevens worden ingewonnen via een centrale database op Schiphol. In de derde fase zullen de METAR en SPECI berichten voor vliegvelden worden geautomatiseerd. In deze laatste fase zullen ook de gegevens van de METEOSAT satelliet en infrarood radiometers voor de generatie van de wolkenparameters worden gebruikt. In dit rapport zal de nadruk liggen op de uitvoering van de eerste fase. Hoewel de berichtgeving in de SYNOP en de berichtgeving in de luchtvaart veel op elkaar lijkt, zijn er verschillen in procedures, infrastructuur en de grootheden die gerapporteerd moeten worden.

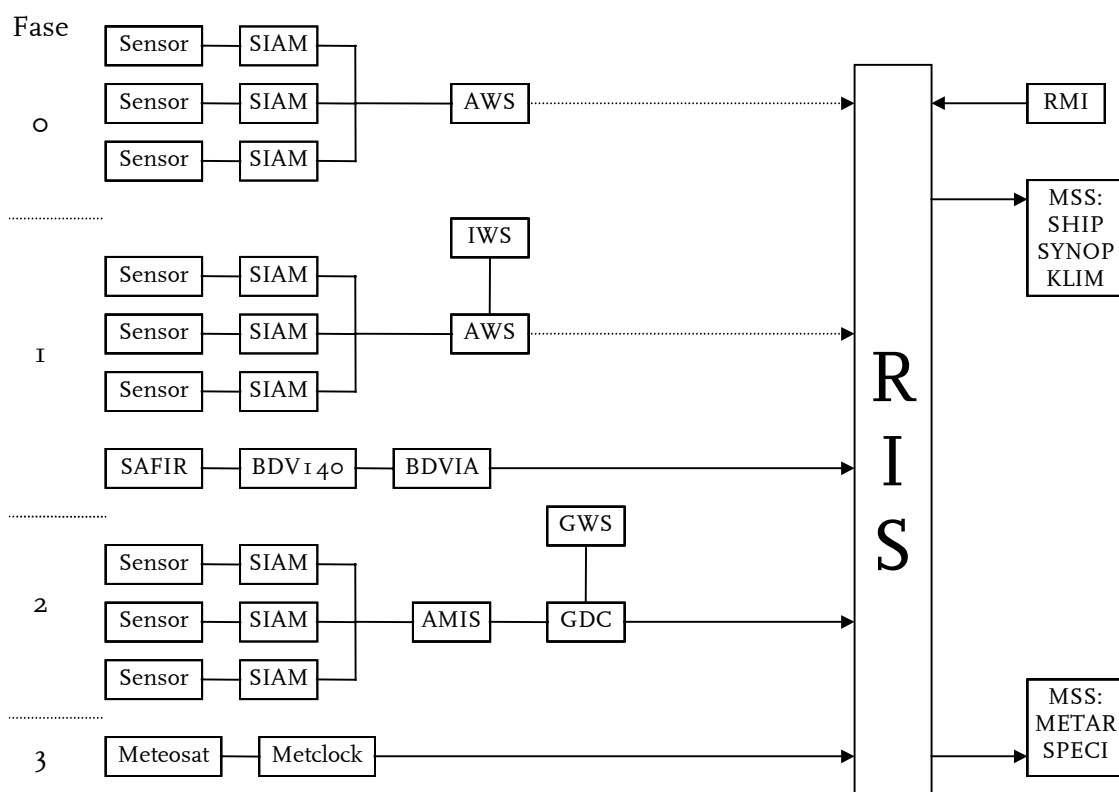
Internationaal is er veel gaande op het gebied van de automatisering van visuele waarnemingen. Het zijn vooral de ontwikkelingen in Zweden en de Verenigde Staten die een voorbeeld zijn geweest voor de werkzaamheden die op het gebied van de automatisering van de visuele waarnemingen op het KNMI zijn uitgevoerd.

¹ De in dit document gebruikte AVW voor de Bilt zijn verkregen door de ingewonnen 1-minuut gegevens van de sensoren off-line te verwerken met software die is gebruikt voor de specificatie van de software van het RIS. De verkregen AVW zouden dus gelijk moeten zijn aan die verkregen met het RIS.

2. Infrastructuur

2.1. Beschrijving systemen

Figuur 1 geeft een schematisch overzicht van de infrastructuur van het meetnet zoals dat omstreeks eind 1998 zal zijn gerealiseerd. In de huidige situatie wordt door RIS (Rijkswaterstaat Inwin Systeem), naast de gegevens en berichten van het RMI (Rijkswaterstaat Meetnet Infrastructuur), de gegevens van automatische waarnemstations zonder visuele waarnemingen ingewonnen en de SYNOP en KLIM berichten automatisch gegenereerd. De realisatie van de aanpassingen ten behoeve van AVW zal in drie fases worden uitgevoerd. In de eerste fase zullen AWS/IWS en SAFIR worden gekoppeld aan RIS om in staat te zijn met de gegevens van de PW-sensor (Present Weather sensor) en een wolkenhoogtemeter voor deze stations de SYNOP en KLIM berichten centraal aan te maken. Vervolgens zal de verbinding met de database computer op Schiphol worden gelegd zodat ook voor de luchtvaart stations de SYNOP en KLIM berichten automatisch kunnen worden gegenereerd. In de laatste fase zal de automatische generatie van de METAR en SPECI worden ingebouwd in RIS en zullen de gegevens van METCLOCK en de nieuwe infrarood radiometer worden toegevoegd. De functies van de verschillende componenten worden hieronder nader beschreven.



Figuur 1. Schematisch overzicht infrastructuur automatische visuele waarnemingen.

2.1.1. Sensoren / SIAMs

Aan het begin van de meetketen bevinden zich de sensoren met daarachter de SIAMs (Sensor Intelligente Aanpassings Module). Deze SIAMs zorgen voor de communicatie met de sensoren en zetten de output van de sensoren om in de gewenste grootheden en in een vast formaat. Tevens vindt in de SIAM een eerste validatie van de meetgegevens plaats. De SIAM levert elke 12 seconden een actuele meetwaarde, een 1 minuut en een 10 minuten gemiddelde meetwaarde, de extremen van de meetwaarde over de afgelopen 10 minuten en de standaard deviatie. Voor nadere details over de diverse SIAMs wordt verwezen naar de SIAM documentatie [Bijma, 1998]

Voor de nieuwe sensoren die gebruikt zullen worden bij de AVW, te weten de PW sensor en de wolkenhoogtemeter, zijn SIAMs ontwikkeld.

2.1.2. AWS / IWS

De gegevens uit de SIAMs worden verzameld in het AWS (Automatisch Waarneem Station). Het AWS bevat o.a.:

- een 10-minuut database
- 1-minuut output naar het GDC
- software om SYNOP en KLIM berichten te genereren zonder VW
- een communicatiemodule om gegevens en berichten via een modem te versturen

Het IWS (Interactief Waarneem Systeem) stelt de waarnemer in staat automatische waarnemingen in de berichten van het AWS te verwerpen en om zijn eigen VW toe te voegen en vervolgens te versturen naar het KNMI. De meeste AWSen hebben geen IWS en werken geheel automatisch, zij het dat voor deze stations de berichten centraal in RIS (Rijkswaterstaat Inwin Systeem) in de Bilt worden aangemaakt en verspreid. Deze AWSen worden eens per uur opgebeld om de gegevens op te halen. De AWS/IWS systemen op de Bilt, in De Kooy en Valkenburg leveren tevens actuele 1-minuut metingen aan het GDC.

Ten behoeve van AVW is het AWS aangepast om de gegevens van de nieuwe sensoren in te winnen. Hierbij zullen de wolkenhoogtemetingen worden opgeslagen op 1-minuut basis. Tevens is in het AWS rekening gehouden om in de toekomst de gegevens van de infrarood radiometer te kunnen opslaan. De gegevens van de nieuwe sensoren zullen voor de drie bovengenoemde stations worden doorgegeven aan het GDC. Tevens zal voor deze stations de aan- of afwezigheid van een waarnemer worden doorgegeven naar het GDC zodat het RIS weet wanneer het de berichten van deze stations mag versturen. De automatische generatie in het AWS van de SYNOP en KLIM berichten zonder VW zal worden gestopt.

2.1.3. AMIS

Op de burgervliegvelden bevindt zich de AMIS (Automatisch Meteorologisch Informatie Systeem) computer. Dit is een computer met een groot aantal functies. In het kader van het project AVW zijn de volgende functies van belang:

- het verzamelen van de gegevens van de SIAMs
- het genereren van diverse meteorologische berichten zoals SYNOP, METAR, KLIM, SPECI zonder VW
- het de waarnemer in staat stellen de metingen te controleren en de berichten aan te vullen met VW
- het verzenden van actuele 1-minuut gegevens van de SIAMs naar het GDC

Ook het AMIS zal worden aangepast om de gegevens van de nieuwe sensoren door te kunnen geven aan het GDC. Bij aanwezigheid van een waarnemer zal de generatie van de berichten manueel blijven plaatsvinden. Indien de waarnemer afwezig is, stopt de automatische generatie van de berichten zonder VW en zullen de berichten met VW automatisch door RIS worden aangemaakt. Soortgelijke wijzigingen zullen ook op de aan het GDC gekoppelde AWS/IWS systemen worden doorgevoerd.

2.1.4. GDC /GWS

Aan het AMIS op Schiphol is het GDC (Grafische Database Computer) verbonden. Deze computer krijgt de 1-minuut gegevens van de AMISen en AWS/IWS systemen op de burgervliegvelden en De Bilt, slaat ze op en zet ze klaar voor gebruik door het GWS (Grafisch Werk Station). Met het GWS kunnen tijdreeksen en een geografische presentatie van de actuele metingen voor elk van de in het GDC opgenomen stations grafisch worden weergegeven.

In het kader van AVW zal het GDC zodanig worden aangepast dat de 1-minuut gegevens van de nieuwe sensoren in het GDC worden opgenomen en door het GWS kunnen worden getoond. De 1-minuut gegevens voor de burgervliegvelden zijn dan ook te zien in de Bilt. Tevens zullen deze 1-minuut gegevens door het RIS worden ingewonnen om de SYNOP en KLIM, maar ook de METAR en SPECI berichten voor de vliegvelden kunnen te genereren.

2.1.5. SAFIR

Het SAFIR (Surveillance et Alerte Foudre par Interférométrie Radioélectrique) systeem bepaalt de tijd en plaats van atmosferische ontladingen. Tot voor kort werkte het SAFIR systeem als een stand-alone systeem. De gegevens werden niet gecombineerd met de overige gegevens van het meetnet. Voor het automatisch genereren van meteorologische rapporten is het noodzakelijk om ook over de bliksemgegevens te kunnen beschikken. Daarom zullen de gegevens van SAFIR, die elke 5 minuten in een bestand worden geplaatst, naar het RIS worden gehaald.

2.1.6. METCLOCK

METEOSAT gegevens worden door METCLOCK omgezet in wolkenparameters. Deze gegevens worden tot op heden niet gebruikt bij de generatie van de meteorologische berichten. Ten behoeve van AVW zullen deze gegevens naar het RIS worden gehaald.

2.1.7. RIS

De RIS computer is als de spin in het web. Deze computer zamelt de gegevens van alle AWSen in en genereert de SYNOP en KLIM berichten. Om een volledig automatisch bericht te kunnen aanmaken zal de functionaliteit in het kader van het project AVW aanmerkelijk worden uitgebreid n.l.:

- de inwinning van de gegevens van nieuwe sensoren en de mogelijkheid om 1-minuut gegevens van een AWS in te winnen en tijdelijk op te slaan
- de algoritmes voor het bepalen van de bewolking en de weercode
- de inwinning en verwerking van gegevens van het SAFIR systeem
- de inwinning van 1-minuut gegevens van het GDC
- de generatie van een METAR bericht
- de detectie en uitgifte van SPECI berichten
- de inwinning en verwerking van METCLOCK

2.1.8. Opmerkingen

Zoals altijd is de werkelijkheid ingewikkelder dan in een schematisch figuur is weer te geven. Bewust zijn hier en daar verbindingen en computers weggelaten die niet van belang zijn voor het inzicht in het project AVW.

2.2. Beschikbaarheid

Door de automatisering van de waarnemingen wordt steeds meer geleund op de techniek. Dit betekent dat niet alleen eisen aan de kwaliteit van meetgegevens worden gesteld maar ook aan de beschikbaarheid van de gegevens. In het kader van de ISO certificering wordt binnen INSA (Instrumentele Afdeling) al enige tijd bijgehouden wat het beschikbaarheidspercentage is van de verschillende meetsystemen. Met de afnemers van de gegevens, in dit geval WM (Waarnemingen en Modellen), zijn afspraken gemaakt over de eisen die gesteld worden aan de beschikbaarheid van een systeem. De afspraken liggen in contracten vast. Over 1997 zien de beschikbaarheidscijfers voor de diverse systemen er als volgt uit:

Bliksemdetectie systeem	99.6 %
Synoptische stations	98.2 %
Radarsystemen	99.4 %
Luchtvaartsystemen	99.5 %
Satellietsystemen	99.8 %
Meetnet Noordzee	97.6 %

Het Meetnet Noordzee heeft een wat lagere beschikbaarheid dan de overige systemen. Dit wordt veroorzaakt doordat het KNMI voor reparaties afhankelijk is van transportmogelijkheden van derden. De beschikbaarheid van synoptische stations is het gemiddelde van 21 stations, waaronder enkele stations met een lagere prioriteit waarvoor problemen soms niet direct worden verholpen, waardoor het gemiddelde verlaagd wordt. Een station is hierbij gedefinieerd als zijnde beschikbaar indien de gegevens van alle sensoren van het station tijdig en correct worden geleverd. De beschikbaarheid van de overige systemen is groter dan 99%. Dit hoge percentage wordt bereikt door uitgebreid preventief onderhoud en de bewaking van de systemen op verschillende niveaus zodat problemen tijdig worden gedetecteerd. De bewaking geschiedt door de SIAMs, in het RIS, door MSB (Meet Systemen Beheer), de KD (Klimatologische Dienst)

en de waarnemer. De bewaking van de metingen door de waarnemer zal voor de burgervliegvelden worden overgenomen door een centrale weerkundige. Tevens zijn op vliegvelden enkele sensoren dubbel aanwezig, zodat bij problemen met de ene sensor de andere als back-up kan worden gebruikt. In het kader van AVW zal het aantal sensoren in eerste instantie iets worden uitgebreid met instrumenten die al uitgebreid hun operationele waarde hebben bewezen (extra wolkenhoogtemeters en PW-sensoren). Het is daarom niet aan te nemen dat de beschikbaarheidspercentages lager zullen worden.

3. Beschrijving sensoren / systemen

3.1 Reeds operationele sensoren

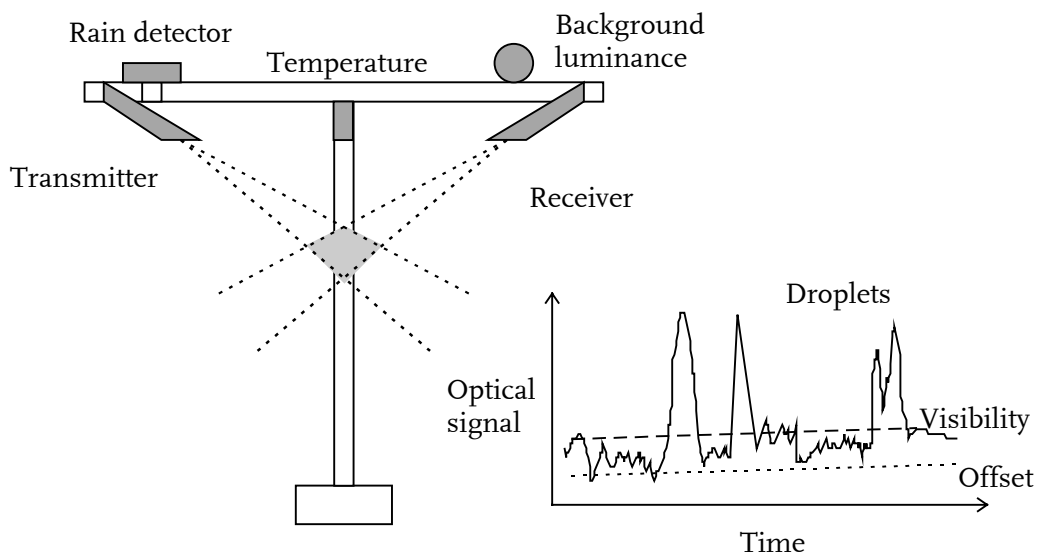
Een groot aantal meteorologische parameters wordt momenteel al instrumenteel bepaald zoals:

- temperatuur
- vocht
- wind (richting en snelheid)
- straling
- neerslag
- druk

De standaardsensoren, die voor het bepalen van deze grootheden worden gebruikt, zijn reeds beschreven in diverse rapporten en zullen hier niet verder worden behandeld.

3.2. Nieuwe sensoren / systemen

3.2.1. Present weather sensor (PW-sensor)

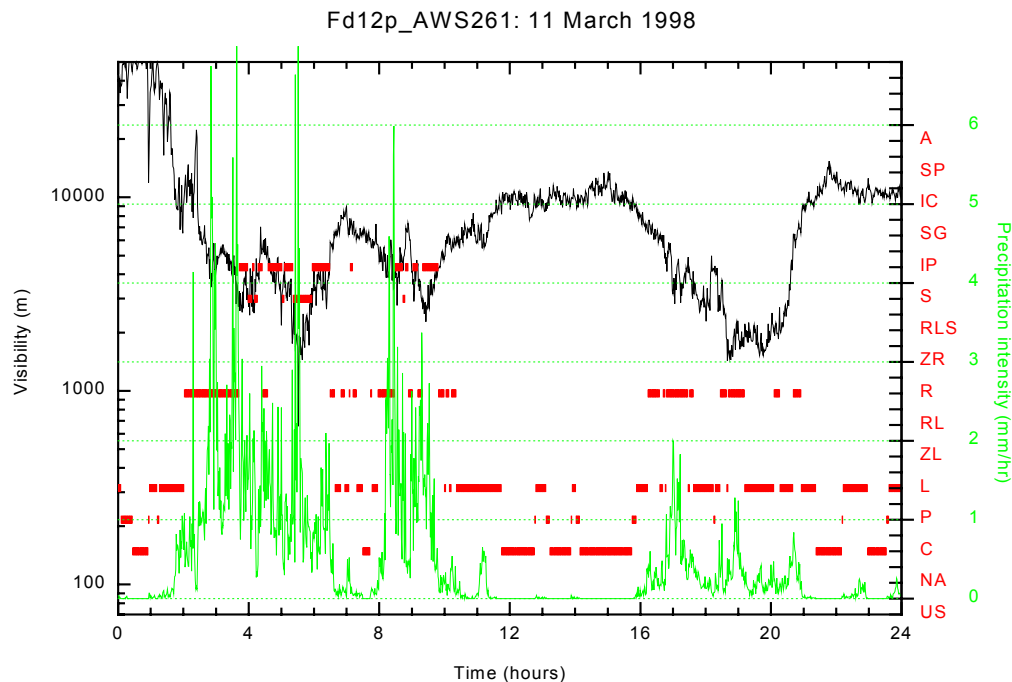


Figuur 2. Schematische weergave van de present weather sensor.

De PW-sensor is een instrument waarmee o.a. de neerslagsoort bepaald kan worden. Figuur 2 geeft een schematische voorstelling van de sensor. De transmitter zendt lichtpulsen uit in het nabije infrarood. Indien er geen verstrooiing plaatsvindt (aan b.v. mist of regendruppels) in het meetvolume, dan zal de receiver geen licht detecteren. Indien er zich wel deeltjes in het meetvolume van ongeveer 0.1 dm^3 bevinden, dan zal na verstrooiing een gedeelte van het licht door de receiver worden gedetecteerd. Hierbij maakt de sensor onderscheid tussen een continue registratie die wordt gebruikt om het zicht te bepalen en de detectie van pulsen die neerslag aangeven waarbij de duur van de puls gerelateerd is aan de valsnelheid van het deeltje en de amplitude van de puls evenredig is aan de grootte van het deeltje. In combinatie met een ingebouwde temperatuursensor, een achtergrondhelderheidsmeter en een neerslagdetector en de nodige software is het mogelijk om m.b.v. de PW-sensor de volgende grootheden te bepalen:

- het meteorologisch zicht
- de achtergrondhelderheid
- de neerslagsoort
- de neerslagintensiteit
- de neerslagduur

De FD12P PW-sensor van Vaisala is verwant met de reeds op het KNMI bekende forward scatterometer van HSS die momenteel gebruikt wordt als zichtmeter. De absolute nauwkeurigheid van de metingen van het meteorologisch zicht is volgens de fabrikant 10% bij zicht waarden tussen 10m en 10km en 20% tussen 10 en 50km zicht. De consistentie van de zichtmetingen van een instrument is ongeveer 4%. De ondergrens van neerslagdetectie is minder dan 0.05mm/uur en de nauwkeurigheid van de neerslagintensiteit metingen is ongeveer 30%. De FD12P sensor meet tevens de vervuiling van de lenzen en corrigeert hiervoor. Als de vervuiling te groot is dan wordt een waarschuwing of een foutmelding gegenereerd. Daarnaast controleert de sensor zelf de correcte werking van diverse componenten en de stabiliteit van de uitgezonden lichtpulsen.

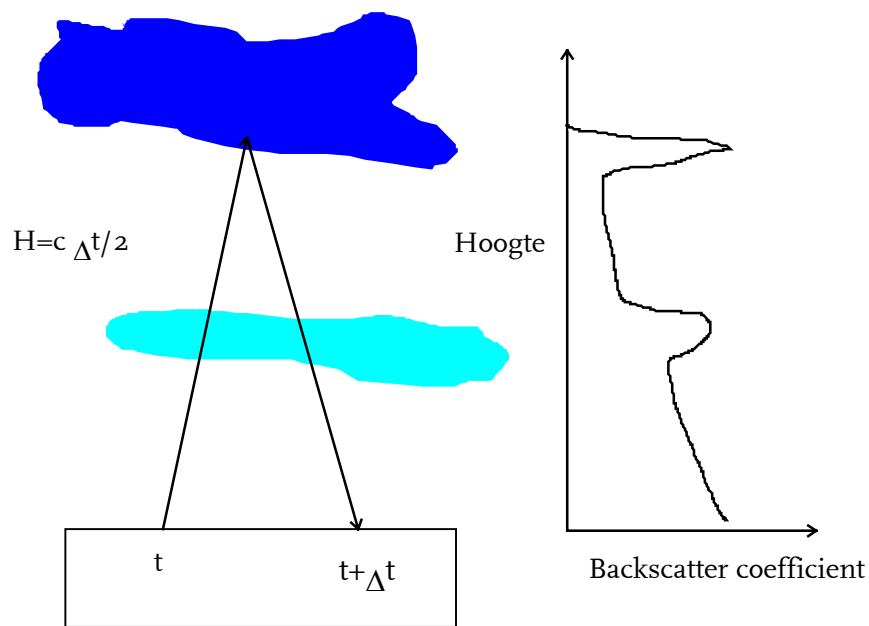


Figuur 3. Registratie van de FD12P PW-sensor op 11 maart 1998 in de Bilt.

Figuur 3 geeft een voorbeeld van de output van de PW-sensor. Als functie van de tijd zijn elke minuut uitgezet het meteorologisch zicht (zwart in m), de neerslagintensiteit (groen in mm/uur) en de neerslagsoort (rood zie Tabel 1). Het voorbeeld betreft een dag waarop diverse neerslagsoorten door de FD12P PW-sensor zijn gedetecteerd met een sterk fluctuerende neerslagintensiteit. Het horizontaal zicht varieert tussen de 2 en 50 km.

3.2.2. Wolkenhoogtemeter

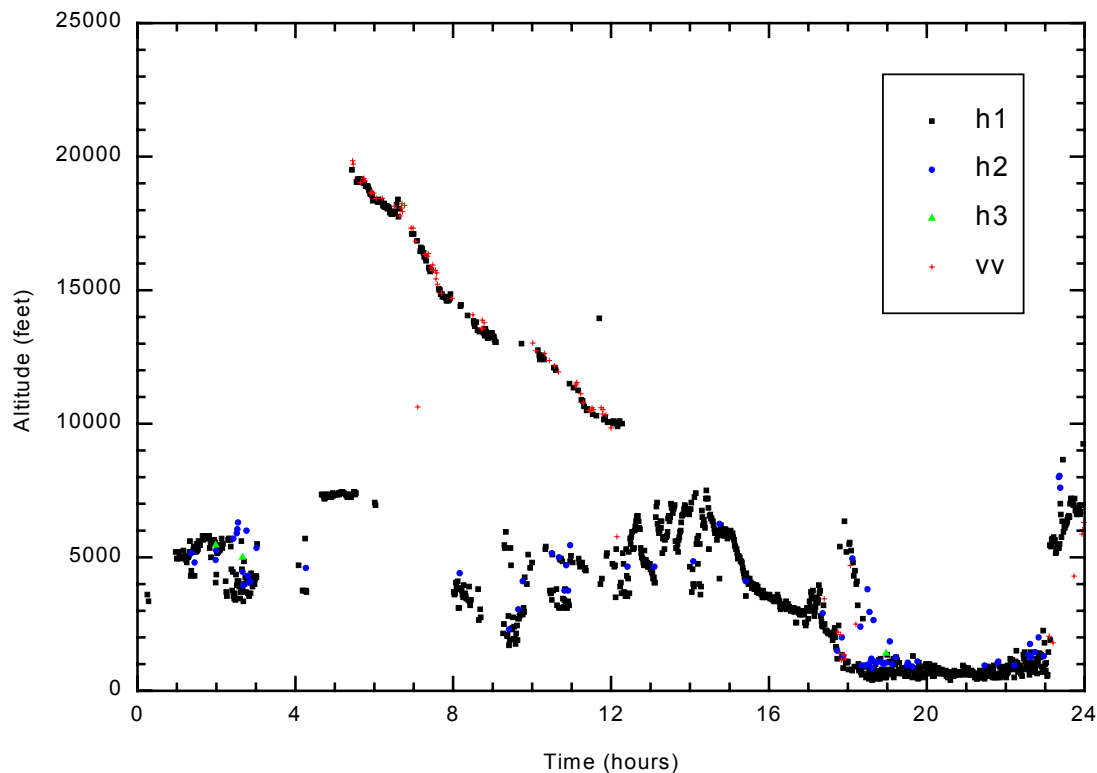
Het gebruik van de wolkenhoogtemeter in het operationele meetnet is niet nieuw. Op de vliegvelden staan dergelijke instrumenten al opgesteld. Ten behoeve van AVW zullen nieuwe, verbeterde instrumenten worden gebruikt. Deze instrumenten hebben een groter vertikaal bereik en een betere detectie van de wolkenbasis in geval van neerslag. De wijze waarop de gegevens van deze sensoren in het kader van het project AVW gebruikt gaan worden is ook anders dan tot nu toe het geval is.



Figuur 4. Schematische weergave van de werking van een lidar wolkenhoogtemeter.

De werking van de sensor is geschetst in Figuur 4. Een lichtpuls (in het infrarood gedeelte van het spectrum) wordt verticaal omhoog uitgezonden. Indien er zich deeltjes boven het instrument bevinden, zal een gedeelte van het uitgezonden licht worden teruggekaatst. Uit het tijdsverschil tussen het moment waarop de puls wordt uitgezonden en het moment waarop de gereflecteerde puls wordt terugontvangen kan de hoogte van de betreffende deeltjes worden bepaald. Vervolgens wordt uit de gradiënt van het signaal als functie van de hoogte afgeleid of het hier om bewolking, neerslag of een andere vorm van obstructie gaat. In het laatste geval wordt het bijbehorende vertikaal zicht door de wolkenhoogtemeter gemeld. Indien de wolkenlagen optisch niet te dik zijn, dan is het instrument in staat meerdere wolkenlagen te detecteren tot een maximum van 3. Het meetbereik van de wolkenhoogtemeter is van 25 tot en met 25.000 voet. Merk op dat het maximale bereik alleen zal worden bereikt als de atmosfeer niet al te troebel is omdat anders het signaal te erg verzwakt wordt. Omdat de openingshoek van het instrument 1 mrad is, bestrijkt het gebied aan de hemel dat met de wolkenhoogtemeter bekeken wordt maximaal slechts enkele meters. De nauwkeurigheid van de hoogtebepaling van de wolkenhoogtemeter is 25 voet. De wolkenhoogtemeter controleert zelf de werking van diverse componenten. Tevens wordt de stabiliteit van de uitgezonden pulsen en de gevoeligheid van de ontvanger gecontroleerd en gecompenseerd. De vervuiling van het venster wordt ook gemeten en indien nodig wordt een waarschuwing gegenereerd. Een verwarmde luchtstroom over het venster verwijdert de neerslag. In de definitieve situatie zal niet de Vaisala CT25K wolkenhoogtemeter operationeel worden ingezet voor het project AVW, maar de onlangs verworven LD40 Tropopauser van Impulsphysik met een groter vertikaal bereik van 43.000 voet.

Ct25k_AWS261: 23 August 1998

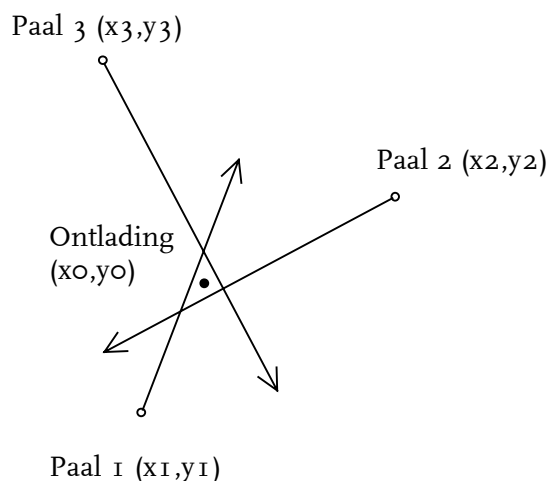


Figuur 5. Registratie van de CT25K wolkenhoogtemeter op 23 augustus 1998 in de Bilt.

Figuur 5 geeft een voorbeeld van de output van de CT25K wolkenhoogtemeter gemeten op 23 augustus in de Bilt. De figuur laat de minuut registraties zien van het instrument. De metingen van de eerste 3 wolkenlagen (respectievelijk zwart, blauw en groen) en het vertikaal zicht (rood) zijn uitgezet in de grafiek. De metingen laten zien dat vroeg in de ochtend enkele gaten in het wolkendek zitten en vanaf 4 uur een wolkenlaag geleidelijk lager komt te liggen.

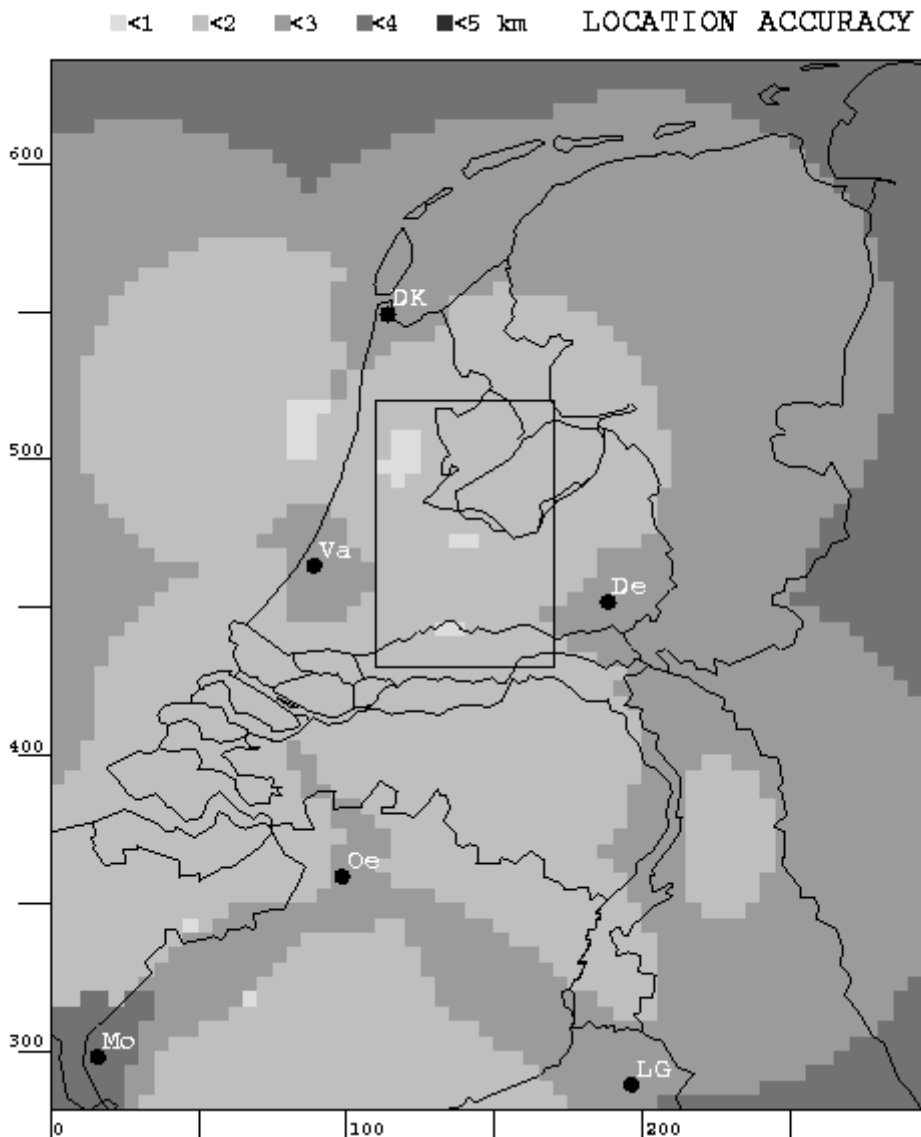
3.2.3. SAFIR systeem

Enige jaren geleden is door de KLu (Koninklijke Luchtmacht) en het KNMI gezamenlijk het SAFIR bliksemdetectie systeem aangeschaft. Daarvoor zijn een drietal detectiestations in Nederland geplaatst bestaande uit een mast met antenne en de bijbehorende elektronica. De antennes detecteren de radiogolven die bij een bliksemontlading worden opgewekt en de richting waaruit ze komen en noteren dit samen met het bijbehorende tijdstip. Door de gegevens van tenminste 2 masten te combineren in de CPS (Centrale Processing Systeem) kan de locatie van de ontlading worden bepaald. Door de gegevens van 3 of meer masten te combineren kan ook informatie over de nauwkeurigheid van de plaatsbepaling worden verkregen (zie Figuur 7). Het principe van de bepaling van de positie is in Figuur 6 schematisch weergegeven.



Figuur 6. Schematische weergave van de bepaling van de positie van bliksemontladingen.

In België staat een gelijksoortig bliksemdetectie systeem als in Nederland. In 1997 zijn beide systemen aan elkaar gekoppeld. Het totale systeem waarover het KNMI kan beschikken bestaat dus momenteel uit 6 detectiestations (3 Nederlandse en 3 Belgische). Door deze koppeling is met name de kwaliteit van de detectie in de zuidelijke provincies toegenomen. Figuur 7 geeft een overzicht van de ligging van de stations en de nauwkeurigheid waarmee een locatie van een ontlading kan worden gedetecteerd. De gegevens van de CPS worden verspreid naar o.a. Woensdrecht, de burgervliegvelden, de weerdienst de Bilt en de Klimatologische Dienst. In het kader van AVW zullen de gegevens van het SAFIR systeem elke 5 minuten ter beschikking worden gesteld aan de RIS.



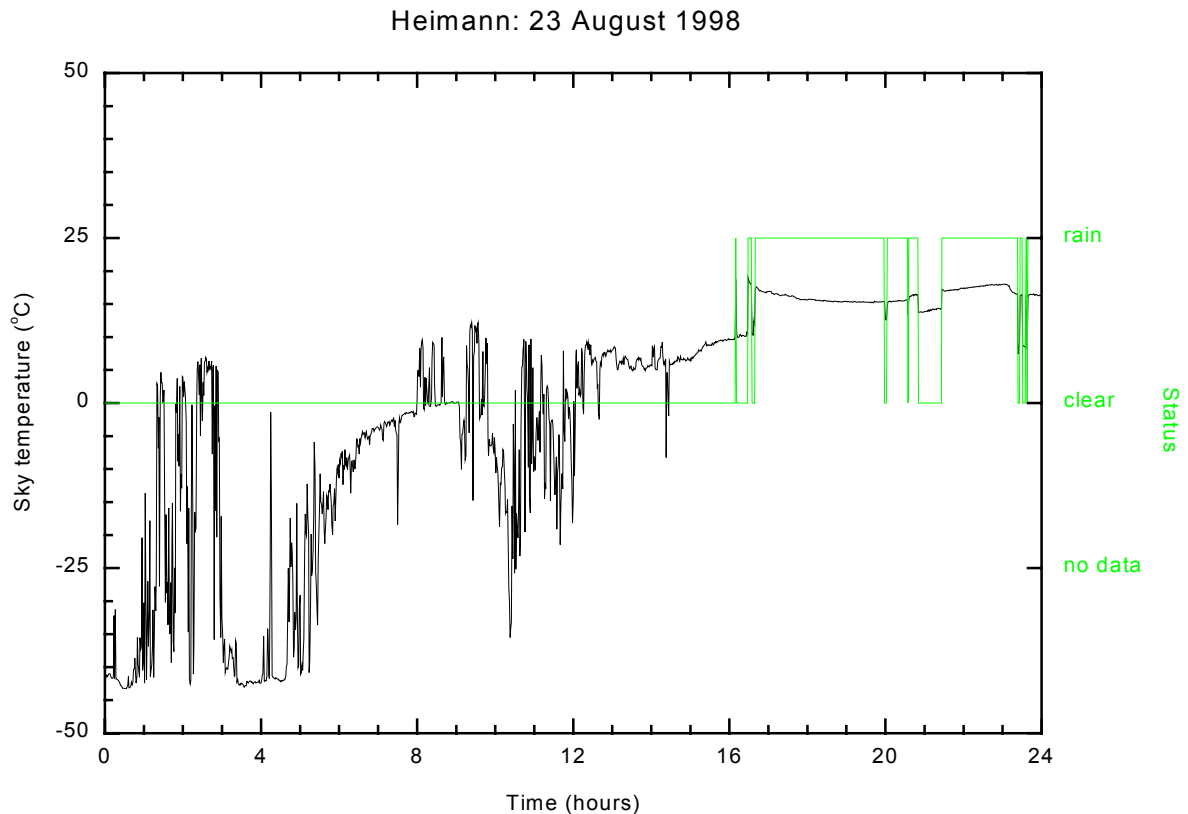
Figuur 7. Het SAFIR netwerk in 1997 en de geschatte nauwkeurigheid van de plaatsbepaling van ontladingen.

3.3. Toekomstige sensoren / systemen

3.3.1. Infrarood radiometer

In fase 3 van het project AVW zal het visueel waarnemennetwerk worden voorzien van infrarood radiometers die de hemeltemperatuur meten in het atmosferisch venster (rond $10 \mu\text{m}$). Indien een wolk aanwezig is boven de sensor dan zal de hemeltemperatuur hoger zijn. De gemeten hemeltemperatuur is in het algemeen hoger als de wolkenbasis lager is. De sensor is in staat bewolking met een wolkenbasistemperatuur hoger dan -50°C te detecteren. Het instrument geeft daarom informatie over bewolking tot een hoogte van ruwweg 10 km. De openingshoek van de hemeltemperatuur sensor is ongeveer 2 graden. Een voorbeeld van de minuut registraties van de infrarood radiometer is gegeven in Figuur 8. Deze figuur toont de metingen van 23 augustus 1998 verricht in de Bilt en kunnen dus worden vergeleken met de metingen van de wolkenhoogtemeter zoals gegeven in Figuur 5. Tijdens de metingen van de onbewolkte hemel door de wolkenhoogtemeter geeft de infrarood radiometer temperaturen van -40°C . Dat de hemeltemperatuur niet gelijk wordt aan de detectielimiet van de infrarood sensor van vanaf -50°C kan het gevolg zijn van de grotere openingshoek van de infrarood sensor waardoor zich mogelijk

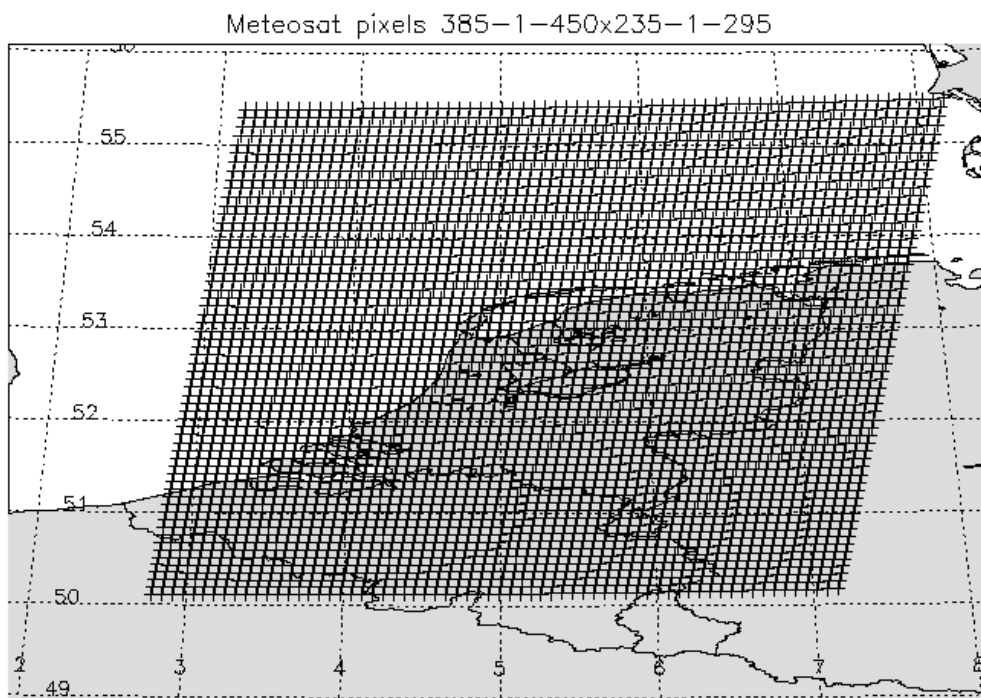
toch nog deels bewolking in het gezichtveld bevindt of de aanwezigheid van vocht waardoor de hemeltemperatuur niet verder daalt dan tot -40°C . De afnemende hoogte van een wolkenlaag vanaf 4 uur is in de registraties van de hemeltemperatuur sensor terug te zien in de langzaam toenemende temperatuur. Dit als gevolg van een toenemende temperatuur bij afnemende hoogte. Vanaf 17 uur is neerslag gevallen waardoor het instrument geen metingen heeft verricht. De nieuwe hemeltemperatuur sensor die in samenwerking met Kipp & Zonen wordt voorzien van een nieuwe behuizing zal echter wel continue metingen verrichten.



Figuur 8. Registraties van de infrarood radiometer op 23 augustus 1998 in de Bilt.

3.3.2. METCLOCK systeem

In de loop van 1998 zal het METCLOCK (METEOSAT Cloud Characterisation KNMI) systeem operationeel worden. Dit systeem zal wolkenparameters afleiden uit METEOSAT beelden die elk half uur door het KNMI worden ontvangen van de satelliet. De wolkengegevens voor alle cellen boven en rondom Nederland met een horizontale resolutie van ongeveer 5 bij 9 km zullen door RIS worden opgehaald voor verdere verwerking. De METCLOCK gegevens bevatten aanvullende informatie in vergelijking met de wolkenhoogtemeter gegevens. Dit komt omdat METCLOCK met name gevoelig is voor hoge bewolking en omdat ruimtelijke informatie wordt verkregen vanuit de satelliet. Het gebied en de resolutie van de te gebruiken METCLOCK gegevens is getoond in Figuur 9.



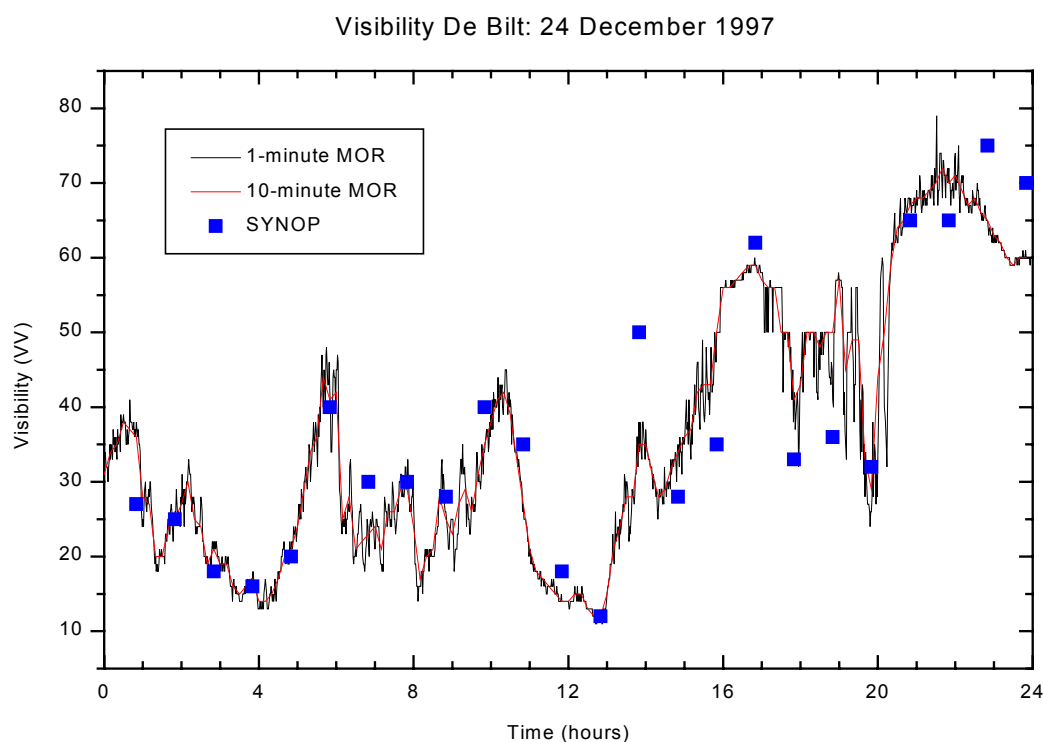
Figuur 9. Het gebied en de resolutie van de METCLOCK gegevens aangeboden aan het RIS.

4. Afgeleide grootheden

De visuele parameters die in de meteorologie gebruikt worden, worden in tegenstelling tot de andere meteorologische grootheden niet rechtstreeks gemeten. Daarom zijn algoritmes nodig die de gemeten parameters omzetten naar de gewenste grootheden. Hierbij is de manuele visuele waarneming meestal een ruimtelijke bepaling op een vast tijdstip terwijl de sensor een lokale meting verricht als functie van de tijd. De conversie die in de algoritmes gebruikt wordt, is meestal een tijdsmiddeling om de ruimtelijke variabiliteit na te bootsen. De verschillende afleidingen worden hieronder nader besproken. Een gedetailleerde beschrijving van de gebruikte algoritmes is te vinden in de specificaties van de wijzigingen aan het RIS systeem [Wauben, 1998].

4.1. Zicht

In de meteorologie wordt met het zicht bedoeld de maximale afstand waarop een object visueel kan worden waargenomen. Overdag wordt dit bepaald aan de hand van het al dan niet kunnen onderscheiden van een zwart object ten opzichte van de achtergrond terwijl 's nachts naar de zichtbaarheid van lichten op diverse afstanden wordt gekeken. Het contrast criterium overdag wordt gegeven door de wet van Koschmieder en hangt behalve van verzwakking ook af van de achtergrondhelderheid. 's Nachts speelt eigenlijk alleen verzwakking een rol en kan de wet van Allard gebruikt worden, alhoewel voor de manuele bepaling met de sterkte van de verlichting rekening dient te worden gehouden. Het alleen aan verzwakking gerelateerde zicht wordt ook wel het meteorologisch zicht genoemd. De waarnemer rapporteert het kleinste horizontale zicht rondom.



Figuur 10. Het gemeten 1-minuut en 10-minuut gemiddelde meteorologisch zicht en de uurlijkse manuele waarnemingen voor 24 december 1997 in de Bilt.

Het zicht wordt instrumenteel gemeten met transmissometers die de verzwakking over een vaste weglengte meten samen met de bijbehorende achtergrondhelderheid. Transmissometers worden al geruime tijd operationeel gebruikt op vliegvelden om het baanzicht te bepalen. Het zicht kan ook gemeten worden met scatterometers door een vaste verhouding te veronderstellen tussen de mate van verstrooiing in een bepaalde richting en de verzwakking van de voorwaartse bundel. De PW-sensor rapporteert de lopende 1-minuut gemiddelde waarde van het meteorologisch zicht. Omdat de PW-sensor een klein volume bekijkt,

wordt het zicht gemiddeld over 10 minuten om een meer representatieve waarde voor het zicht te krijgen. De PW-sensor meet tevens de achtergrondhelderheid zodat ook het zicht berekend kan worden. In Figuur 10 is een voorbeeld gegeven van de 1-minuut gemiddelde meteorologische zicht waarden gemeten door de FD12P PW-sensor en de daaruit berekende 10-minuut gemiddelde zicht waarden. Tevens is ter vergelijking het manueel waargenomen zicht weergegeven. De zichtwaarden zijn gegeven volgens de VV code tabel van de SYNOP. De instrumenteel en manueel bepaalde zichtwaarden vertonen beide veel fluctuaties gedurende de dag en komen goed overeen.

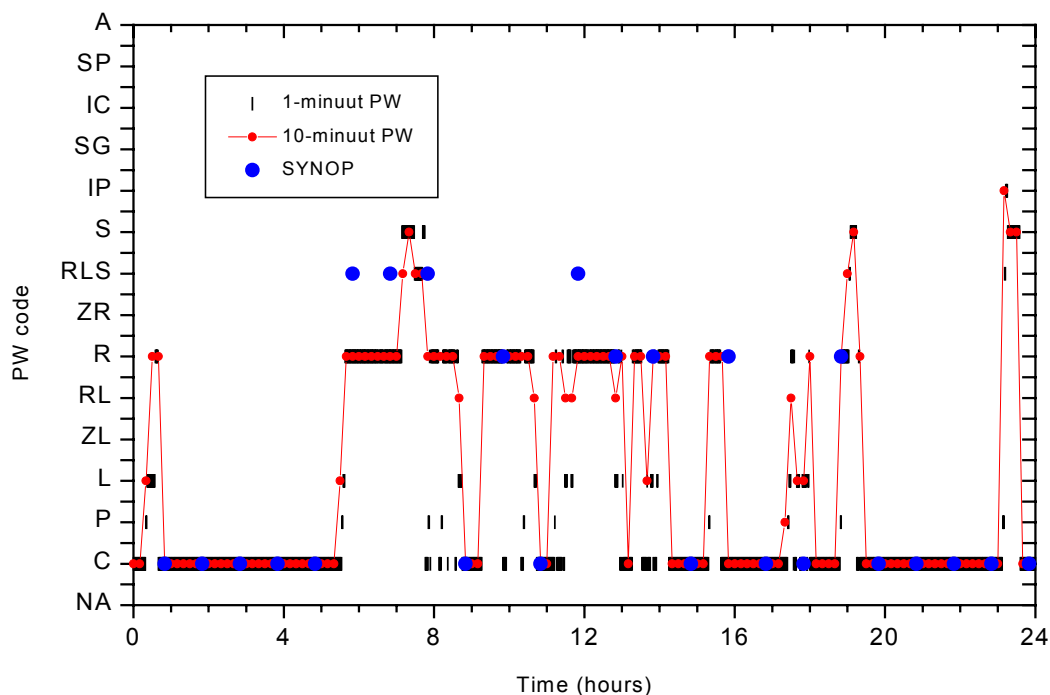
4.2. Neerslagsoort

De neerslagsoort wordt elke 15 seconden door de PW-sensor bepaald uit de metingen van maximaal de afgelopen 10 minuten. De soorten neerslag die de FD12P kan genereren zijn gegeven in Tabel 1 in volgorde van oplopende belangrijkheid volgens de wawa weercode van de SYNOP. Aangezien voor de meteorologische bulletins een waarneeminterval van 10 minuten wordt gehanteerd en omdat de belangrijkste neerslagsoort moet worden gerapporteerd, wordt de gemeten neerslagsoort over een tien minuut interval gegeven door de meest belangrijke soort die is voorgekomen in het interval. Een uitzondering hierop vormt de detectie van een combinatie van sneeuw en (mot)regen of regen en motregen. Indien beide soorten neerslag in een 10-minuut interval tenminste 30% van de tijd voorkomen dan wordt het mengsel RLS of RL gerapporteerd. Vervolgens wordt de neerslagsoort gecorrigeerd in gevallen met geringe neerslagintensiteit en indien sneeuw wordt gerapporteerd bij geringe zicht waarden. Het al dan niet onderkoeld zijn van de neerslag wordt bepaald aan de hand van de gerapporteerde neerslagsoort en de natte bol temperatuur.

Tabel 1: De neerslagsoorten welke gerapporteerd worden door de FD12P PW-sensor.

<i>Neerslagsoort</i>	<i>Notatie</i>
geen neerslag	C
neerslag van onbepaald soort	P
motregen	L
onderkoelde motregen	ZL
mengsel van regen en motregen	RL
regen	R
onderkoelde regen	ZR
mengsel van (mot)regen en sneeuw	RLS
sneeuw	S
ijsregen	IP
motsneeuw	SG
ijskristallen	IC
korrelsneeuw, korrelhagel	SP
hagel	A

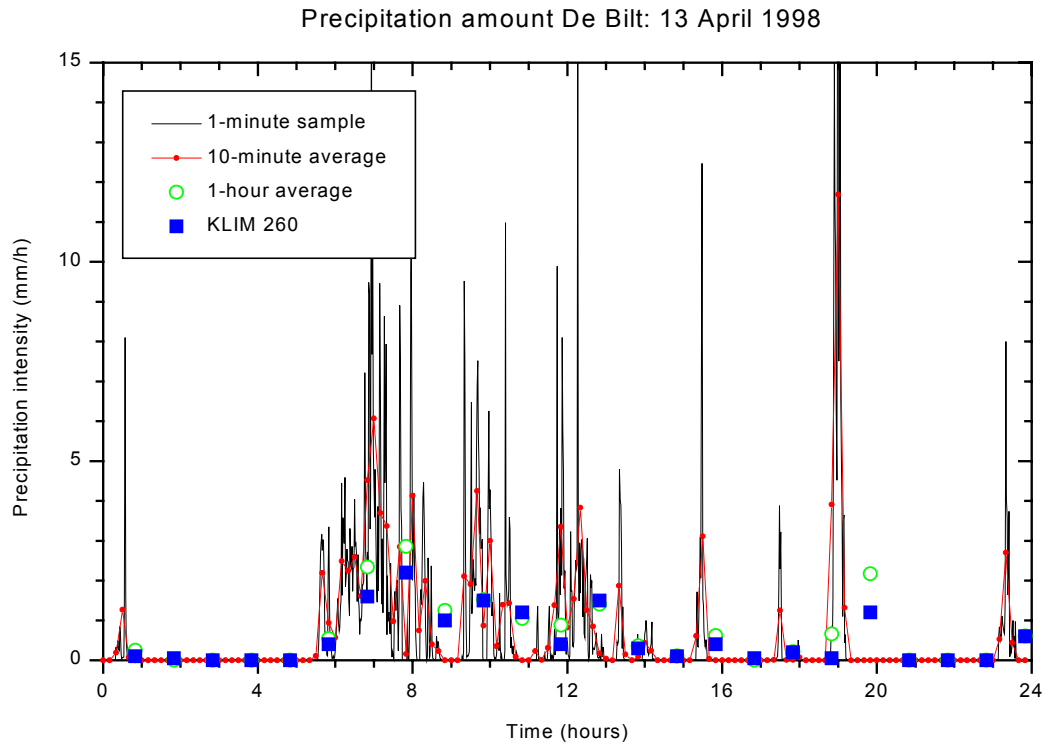
In Figuur 11 is de 1-minuut en 10-minuut waarde van de neerslagsoort gegeven zoals gemeten door de PW-sensor op 13 april 1998. De neerslagsoort is tevens herleid uit de uurlijkse waarnemingen zoals gerapporteerd in de weercode van de SYNOP. Hiervoor zijn de meldingen van neerslag op het tijdstip van waarnemen in de ww-code van de SYNOP geconverteerd naar de bijbehorende neerslagsoort. De automatische en manuele neerslagsoorten komen goed overeen. De melding van het mengsel van sneeuw en regen in de SYNOP wordt meestal als regen gerapporteerd door de automaat. Echter mengsels, en zelfs sneeuw en ijsregen worden door de PW-sensor gerapporteerd op andere tijdstippen. Om 16:00 uur geeft de SYNOP regen terwijl de sensor net gestopt is met het detecteren van regen en om 18:00 uur geeft de SYNOP geen neerslag terwijl de sensor motregen meldt.



Figuur 11. De gemeten 1-minuut en 10-minuut 'gemiddelde' neerslagsoort en de uurlijkse manuele waarnemingen voor 13 april 1998 in de Bilt.

4.3. Neerslagintensiteit en duur

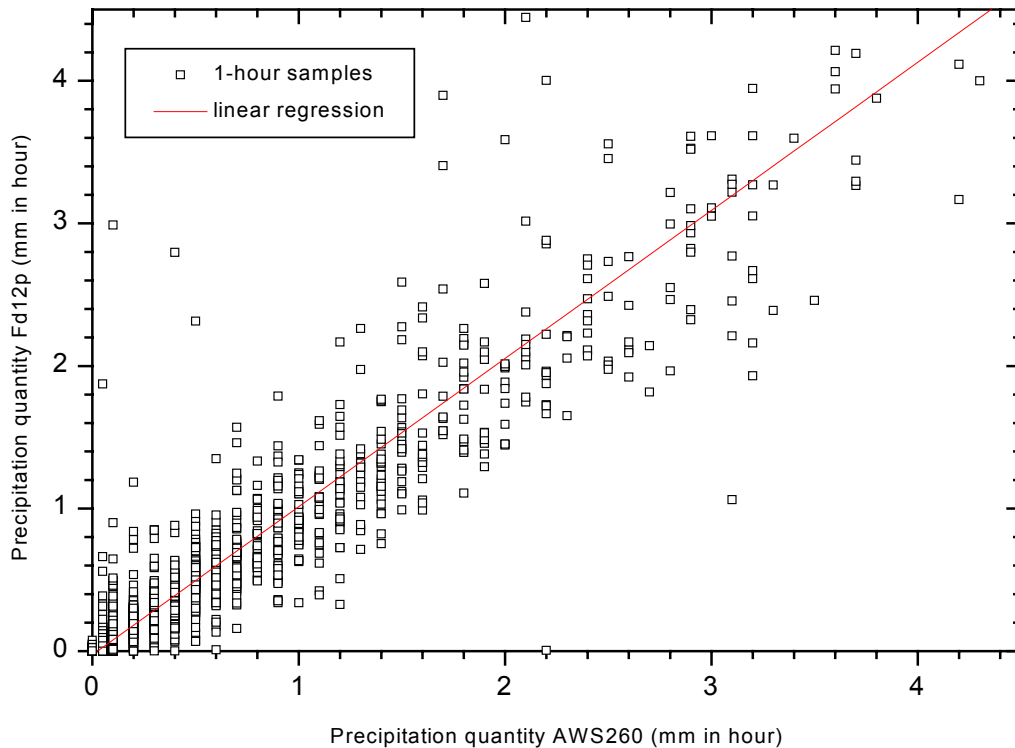
De PW-sensor rapporteert de 1-minuut lopend gemiddelde neerslagintensiteit. Uit de metingen van de PW-sensor wordt vervolgens de 10-minuut gemiddelde waarde bepaald. Deze waarde wordt gebruikt om de ondergrens van neerslagdetectie vast te leggen. Neerslagintensiteiten gemiddeld over 10 minuten van minder of gelijk aan 0.05 mm/uur worden door de automaat niet als neerslag gerapporteerd. Merk op dat de regenmeter nog steeds de standaard sensor is voor neerslagintensiteiten groter dan de bovengenoemde ondergrens en voor de neerslagsommen. De neerslagduur wordt ook door de PW-sensor gegeven. Dit gebeurt in de SIAM die elke 12-seconde de 1-minuut lopend gemiddelde neerslagintensiteit van de sensor opvraagt en als deze groter dan 0.05 mm/uur is de neerslagduur met 12 seconden ophoogt.



Figuur 12. Met de PW-sensor gemeten 1-minuut neerslagintensiteiten en de afgeleide 10-minuut gemiddelde waarden en uursommen voor 13 april 1998 in de Bilt.

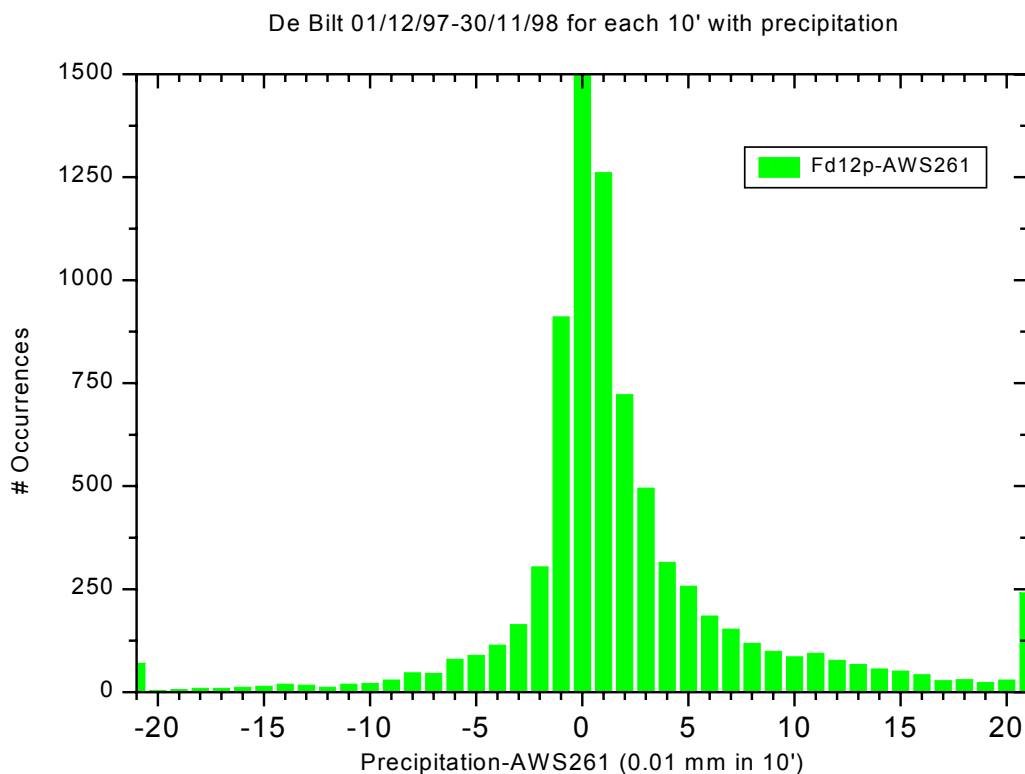
De vergelijking van de gemeten neerslaghoeveelheden is geschied aan de hand van uursommen. Een voorbeeld van de verwerking van met de PW-sensor gemeten 1-minuut neerslagintensiteiten tot uurwaarden is gegeven in Figuur 12. De 1-minuut gemiddelde neerslagintensiteiten fluctueren zeer sterk en waarden groter dan 15 mm/uur zijn niet weergegeven in de figuur. Ter vergelijking zijn ook uursommen voor AWS 260 in de figuur opgenomen. Merk op dat de uurlijkse neerslagsommen betrekking hebben op het afgelopen uur en niet direct vergeleken kunnen worden met de uurlijkse neerslagsoort, die voor dezelfde dag gegeven is in Figuur 11, omdat deze laatste betrekking heeft op het laatste 10-minuut interval van het betreffende uur.

De Bilt 01/12/97-30/11/98: $s=1.04/-0.03$, $r=0.96$, $\#=2319$



Figuur 13. Scatter plot van de neerslagsommen per uur gemeten met de regenmeter en de PW-sensor in de Bilt in de periode december 1997 tot en met november 1998.

Een vergelijking van de gemeten neerslaghoeveelheden per uur gemeten met een regenmeter en de PW-sensor is gegeven in Figuur 13. De gegevens zijn verkregen met de PW-sensor op het teststation in de Bilt (261) en de regenmeter op het operationeel station de Bilt (260) over de periode december 1997 tot en met november 1998. Van de ongeveer 7500 geldige uren in deze periode waarop voldoende gegevens van beide sensoren beschikbaar waren, heeft de regenmeter 2228 keer neerslag gegeven tegen 1952 keer voor de PW-sensor. Hierbij zijn nagenoeg alle gevallen dat maar 1 van de 2 sensoren neerslag in het uur heeft gemeld situaties waarin de andere sensor een neerslagsom van minder dan 0.05 mm rapporteert. De totale neerslagsommen over deze periode zijn 1116 en 1100 mm, respectievelijk. In totaal zijn 2319 geldige metingen met neerslag gerapporteerd door een van de sensoren opgenomen in de figuur. Een lineaire regressie aan deze gegevens geeft een offset van -0.03 mm/uur met een richtingscoëfficiënt van 1.04. Het gemiddelde verschil tussen de uursom van de PW-sensor en de regenmeter is -0.008 mm terwijl het gemiddelde absolute verschil 0.16 mm is. De correlatie coëfficiënt is 0.96. Ter vergelijking, bij de vergelijking van de uursommen van de regenmeter van 261 en 260 zijn er, respectievelijk, 2651 en 2250 uren met neerslag met sommen van 1101 en 1150 mm, is de correlatie coëfficiënt 0.99, en het gemiddelde (absolute) verschil tussen de uursommen bedraagt -0.018 (0.06) mm.



Figuur 14. Histogram van verschillen tussen de 10-minuut gemiddelde neerslagintensiteit gemeten met de PW-sensor en de regenmeter over de periode december 1997 tot en met november 1998 in de Bilt.

Figuur 14 geeft een histogram van de verschillen tussen de neerslaghoeveelheden gemeten met de PW-sensor en de regenmeter van 261 voor elk 10-minuut interval met regen in stappen van 0.01 mm. Het aantal metingen van bijna 5000 dat binnen de grenzen van ± 0.005 mm overeenkomt, is afgekapt in de figuur. Verder zijn de verschillen groter dan 0.205 mm in 1 interval gegroepeerd. De metingen van de PW-sensor vertonen een statistische verdeling rondom de referentie waarden. De gemiddelde waarde van het verschil is 0.00 mm en de standaard deviatie 0.05 mm. De mediaan ligt bij 0 mm en 50% van de metingen ligt tussen de -0.08 en 0.08 mm en 90% tussen -0.11 en 0.13 mm.

4.4. Weercodes

4.4.1. Weercode SYNOP (wawa, Wa1 en Wa2)

In het SYNOP codebericht is een groep gereserveerd voor het weergeven van “het weer” met een codegetal. Voor het coderen bestaan 2 versies n.l. een voor de manuele waarnemingen (ww code) en een voor de automatische waarnemingen (wawa code). De laatste jaren is er internationaal en op het KNMI onderzoek verricht naar het uitwerken van criteria en algoritmes om de weercode automatische te kunnen genereren (WMO, 1997, Mazee, 1996). Om alle codecijfers van de wawa code te kunnen te kunnen genereren zijn de volgende gegevens nodig:

- neerslagsoort en intensiteit
- meteorologisch zicht
- totale bedekkingsgraad
- onweer op het station of in de omgeving
- luchttemperatuur en natte bol temperatuur
- luchtvochtigheid
- windsnelheid (t.b.v. detectie van squalls)

Door het combineren van deze grootheden volgens de WMO regels (en gedeeltelijk volgens criteria die op het KNMI zijn ontwikkeld omdat er nog geen WMO voorschriften zijn) is het mogelijk de wawa codegetallen

te produceren. Zoals in hoofdstuk 2 al is uiteengezet, worden de waarnemingsgegevens van alle beschikbare sensoren in het RIS verzameld en opgeslagen. In deze computer bevindt zich dan ook de programmatuur voor de generatie van de weercodes. Omdat de exacte criteria deels nog door de WMO moeten worden vastgesteld, zijn de grenzen die gebruikt worden in de weercode middels tabellen door de beheerder van het RIS aan te passen. Merk op dat de manuele ww-code en de automatische wawa-code van elkaar verschillen zodat een vergelijking van deze weercodes geen zinvolle informatie geeft. De vergelijking tussen manueel en automatisch waargenomen weer zal moeten gebeuren aan de hand van de bovengenoemde invoer gegevens voor de wawa code.

In de RIS computer worden de actuele weercodes enige tijd opgeslagen in een historisch archief. Aan de hand van deze gegevens kunnen de weercodes Wa1, Wa2 voor het verleden weer gemeten door automaten bepaald worden.

4.4.2. Weercode KLIM

In het KLIM bulletin worden weerindicatoren gebruikt om aan te geven of de verschijnselen (ijs)mist, (mot)regen, (mot)sneeuw, ijsregen en hagel, onweer, ijsvorming in geval van mist en/of neerslag of neerslag van onbepaald soort in het afgelopen uur zijn waargenomen. Deze indicatoren kunnen uit de neerslagsoort, het meteorologisch zicht, en de door het SAFIR systeem geregistreerde ontladingen worden afgeleid. Hierbij wordt dezelfde ondergrens voor de neerslagintensiteit van 0.05 mm/uur gebruikt als in de weercode.

4.4.3. Weercode METAR

De weercodes van de METAR voor het melden van actueel en verleden weer is in discussie omdat de huidige regelgeving geen rekening houdt met metingen verricht door automaten. Zo dient neerslag in de omgeving en het optreden van mistbanken te worden gerapporteerd. Door de gegevens van de automaten te middelen over de tijd wordt ruimtelijke informatie verkregen, maar deze zal niet de voorgeschreven 8 km rondom te bestrijken. Het niet kunnen genereren van deze codes door automaten zou met de huidige regelgeving tot verwarring kunnen leiden omdat het niet melden ervan door de automaat niet wil zeggen dat deze verschijnselen niet voorkomen. Een wijziging in de regelgeving is momenteel in behandeling. Als eerste aanzet zal worden gewerkt aan het maken van een METAR weercode die invult wat automaten kunnen detecteren zonder dat het tot verwarring leidt.

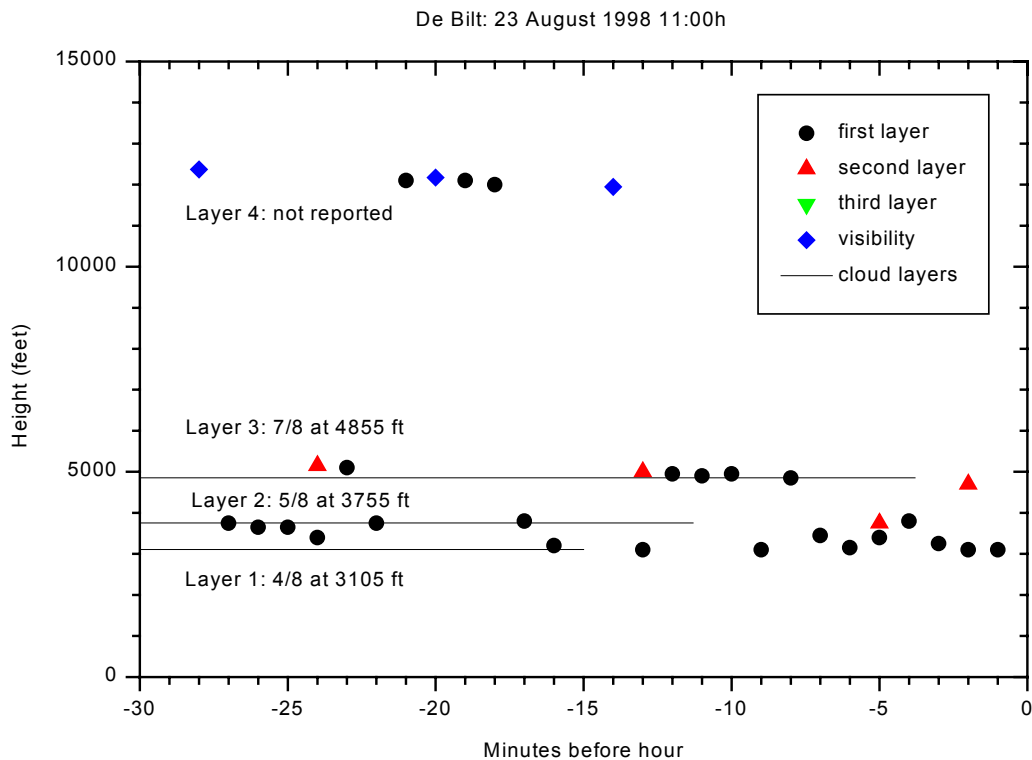
4.5. Bewolking

Een manuele waarneming van de bewolking wordt verricht op vaste tijdstippen waarop de waarnemer de gehele (een kegel om de vertikaal vanaf een hoogte van 30°) hemel bekijkt en de volgende grootheden rapporteert:

- de hoogte van de wolkenbasis
- de hoogtes van de diverse wolkenlagen
- de totale bedekkingsgraad
- de bedekkingsgraad per wolkenlaag
- het wolkengeslacht per wolkenlaag

De wolkenhoogtemeter geeft elke minuut de wolkenbasishoogte of het vertikaal zicht indien deze aanwezig is. Uit de 30 metingen van het afgelopen half uur wordt vervolgens met het zgn. Larsson algoritme de wolkenparameters afgeleid. De wolkenbasis is de laagst gedetecteerde wolkenbasishoogte van het afgelopen half uur en de totale bedekkingsgraad wordt gegeven door de verhouding van het aantal metingen waarbij een wolkenbasishoogte of vertikaal zicht is gedetecteerd en het totale aantal verrichtte metingen. Hierbij krijgen de metingen van de laatste 10 minuten een dubbel gewicht om de overeenstemming met de manuele waarnemingen te verbeteren. De bepaling van de wolkenlagen geschiedt door per okta van het totale aantal metingen na te gaan of op die positie in de op hoogte gerangschikte wolkenbasishoogtes al dan niet een wolk is gedetecteerd. Zo ja, dan wordt een wolkenlaag met bijbehorend bedekkingsgraad en de hoogte van de laagste wolkenbasishoogte uit de betreffende okta groep aangemaakt. Vervolgens wordt aan de hand van het hoogteverschil tussen twee opeenvolgende wolkenlagen nagegaan of deze lagen tot 1 laag kunnen worden samengevoegd. Tot slot worden de wolkenparameters omgezet naar de regels die hiervoor in de codering gelden, zoals rapporteer 1/8 (7/8) als er ook maar 1 meting met (zonder) bewolking is, rapporteer de wolkenbasis en wolkenlaaghoogte volgens

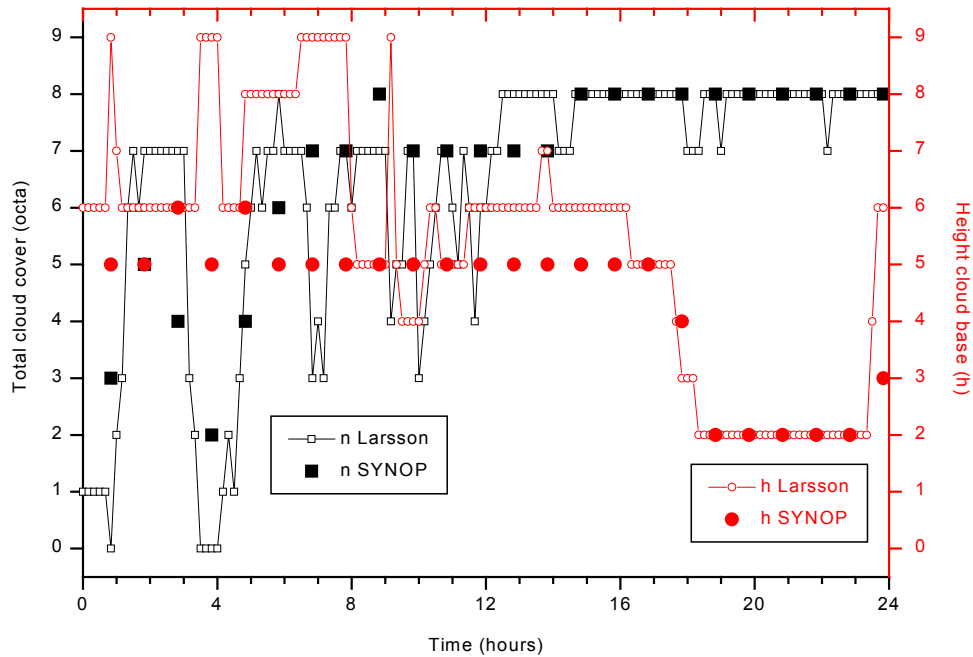
de betreffende codetabellen, rapporteer meerdere wolkenlagen alleen als ze aan de ondergrens voor de bijbehorende bedekkingsgraad voldoen.



Figuur 15. Voorbeeld van metingen van de wolkenbasishoogte verricht met een wolkenhoogtemeter en de daaruit afgeleide wolken parameters.

Een voorbeeld van de resultaten van het wolkenhoogtemeter algoritme is gegeven in Figuur 15. In deze figuur staan de minuut waarden van de gemeten wolkenbasishoogtes en de daaruit afgeleide wolkenparameters. De metingen zijn verricht op 23 augustus 1998 om 11:00 uur met de CT25K in de Bilt. Er zijn in de laatste 30 minuten ook registraties geweest van een tweede wolkenlaag en ook van vertikaal zicht. Al deze gegevens worden in het Larsson algoritme omgezet naar maximaal 3 wolkenlagen. Daarom wordt de wolkenlaag nabij 12.000 voet niet gerapporteerd. De wolkenlagen bij 3105 en 3755 voet worden als 2 aparte wolkenlagen gemeld omdat ze meer dan 1 wolkenhoogtegroep verschillen. De totale bedekkingsgraad is 7 oktas omdat er tenminste 1 minuut interval is zonder een wolkenbasis of vertikaal zicht.

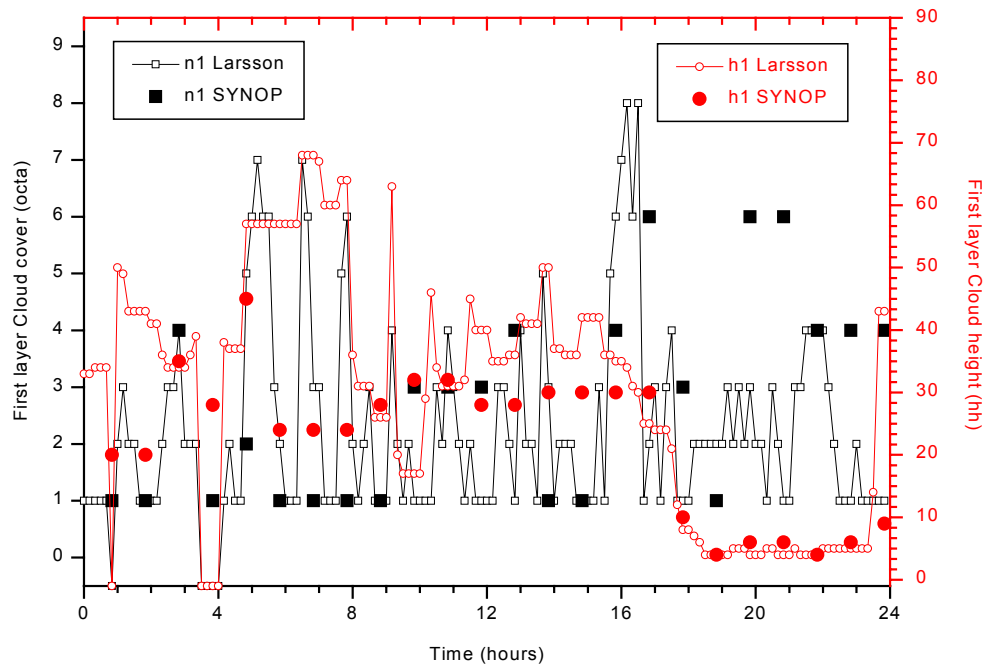
De Bilt: 23 August 1998



Figuur 16. Gemeten en waargenomen wolkenbasis en totale bedekkingsgraad voor 23 augustus 1998 in de Bilt.

Het wolkenhoogtemeter algoritme wordt elk 10-minuut interval uitgevoerd met de gegevens van de afgelopen 30 minuten. Hierdoor wordt een continue registratie verkregen van de wolken parameters. Een zulke registratie is gegeven in Figuur 16 voor de totale bedekkingsgraad en de wolkenbasis voor 23 augustus 1998. De lijnen met open symbolen geven de 10-minuut resultaten van het Larsson algoritme weer. De corresponderende uurlijkse visuele waarnemingen zijn ter vergelijking ook in de figuur opgenomen. Deze zijn aan gegeven met de grote gesloten symbolen. Gedurende de eerste 6 uur vertonen de 10-minuut registraties van het Larsson algoritme sterke variaties tussen totale bedekkingsgraden van 0 en 7 oktas. De visuele waarnemingen variëren tussen 2 en 6 oktas en hebben steeds minder extreme waarden, dit omdat de waarnemer over een 'groter' gebied middelt. Later op de dag, na de passage van het front is de totale bedekkingsgraad van automaat en waarnemer 7 of 8 oktas. De wolkenbasis gemeten met de wolkenhoogtemeter is aan het begin van de dag hoog maar daalt gestaag in de tweede helft van de dag. De waarnemer geeft eerst een nagenoeg constante wolkenbasis, die in het algemeen iets lager is dan die van de automaat, maar geeft ook de daling in de tweede helft van de dag, als waarnemer en automaat goed overeenkomen.

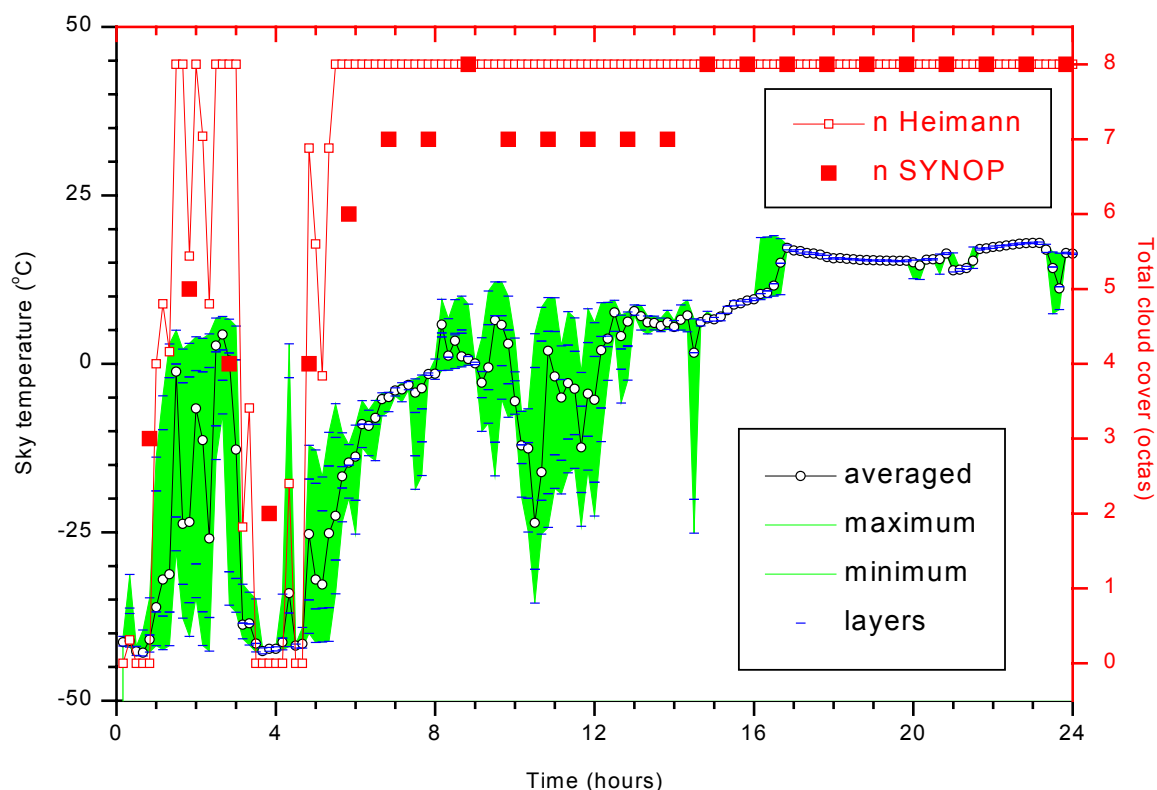
De Bilt: 23 August 1998



Figuur 17. Als Figuur 16, maar nu met de hoogte en de bedekkingsgraad van de eerste wolkenlaag.

In Figuur 17 zijn de resultaten corresponderend met die van Figuur 16 opgenomen, maar dan voor de bedekkingsgraad en hoogte van de eerste wolkenlaag. De bedekkingsgraad van de eerste wolkenlaag zoals gerapporteerd door de automaat vertoont sterke fluctuaties. Hierbij komt in de eerste helft van de dag de laagste waarde van 1 okta in het algemeen goed overeen met die van de waarnemer, maar de grotere waarden worden niet, terwijl in de tweede helft van de dag de bedekkingsgraden van de waarnemer groter zijn. Dit komt waarschijnlijk omdat de automaat in deze situatie meerdere lagen geeft die relatief dicht bijeen liggen die door de waarnemer als een en dezelfde wolkenlaag met als gevolg een hogere bedekkingsgraad wordt gerapporteerd.

De Bilt: 23 August 1998



Figuur 18. Registraties van de infrarood radiometer op 23 augustus 1998 in de Bilt vertaalt in het TEBEX formaat en de totale bedekkingsgraad.

Merk op dat informatie over bewolking in de toekomst behalve uit wolkenhoogtemeters ook door de infrarood radiometer en METCLOCK worden bepaald. Voor elk van de sensoren afzonderlijk zullen wolken parameters worden afgeleid. De gegevens van bedekkingsgraad en wolkentoptemperatuur die METCLOCK voor elk pixel geeft, zullen hiervoor worden gemiddeld over een representatief gebied terwijl de hemeltemperatuur gegevens zullen worden gebruikt om de wolkenbasistemperatuur van wolkenlagen te bepalen. De methode die tijdens het TEBEX project voor de registraties van de hemeltemperatuur is gebruikt is geïllustreerd in Figuur 18. De hemeltemperatuur metingen van de sensor zijn per 10-minuten interval omgezet in een gemiddelde, minimum en maximum temperatuur. Tevens zijn ook het totale aantal geldige metingen over de periode en het aantal binnen 5 graden van de minimum temperatuur en binnen 5 graden van de maximum temperatuur bepaald. Met deze gegevens is het mogelijk een temperatuurverdeling te reconstrueren die maximaal 3 temperatuur lagen bevat met bijbehorende bedekkingsgraden. Vervolgens kunnen lagen met een temperatuur groter dan een bepaalde drempelwaarde (in Figuur 18 is hiervoor -40°C genomen) als bewolkt worden bestempeld. In Figuur 18 is op deze manier elke 10-minuten de totale bedekkingsgraad bepaald en uitgezet samen met de visuele waarnemingen van de SYNOP.

De wolken gegevens van elk van de sensoren afzonderlijk zullen vervolgens, afhankelijk van de parameter en de situatie, worden gecombineerd om de meest optimale resultaten te geven. Hierbij zal worden uitgegaan van de sterke punten van elk van de sensoren onder diverse situaties. De wolkenhoogtemeter geeft heel nauwkeurig de wolkenbasis en is bij uitstek geschikt voor lage bewolking. De infrarood radiometer en METCLOCK geven beide informatie over hoge bewolking die de gegevens van de wolkenhoogtemeter kunnen aanvullen. Tevens hebben zowel de infrarood radiometer als METCLOCK problemen met gebroken en semi-transparante bewolking. Omdat beide systemen een temperatuur meten kunnen ze samen mogelijk uitsluitsel geven over de aard van de bewolking. Daarnaast geeft METCLOCK additionele ruimtelijke informatie. Een eerste aanzet voor het verbeteren van de automatisch bepaalde totale bedekkingsgraad door een combinatie van sensoren is verricht bij het TEBEX project. Aan de

optimalisatie van zo een combinatie algoritme dat ook rekening houdt met de hoogte van de bewolking wordt momenteel nog gewerkt.

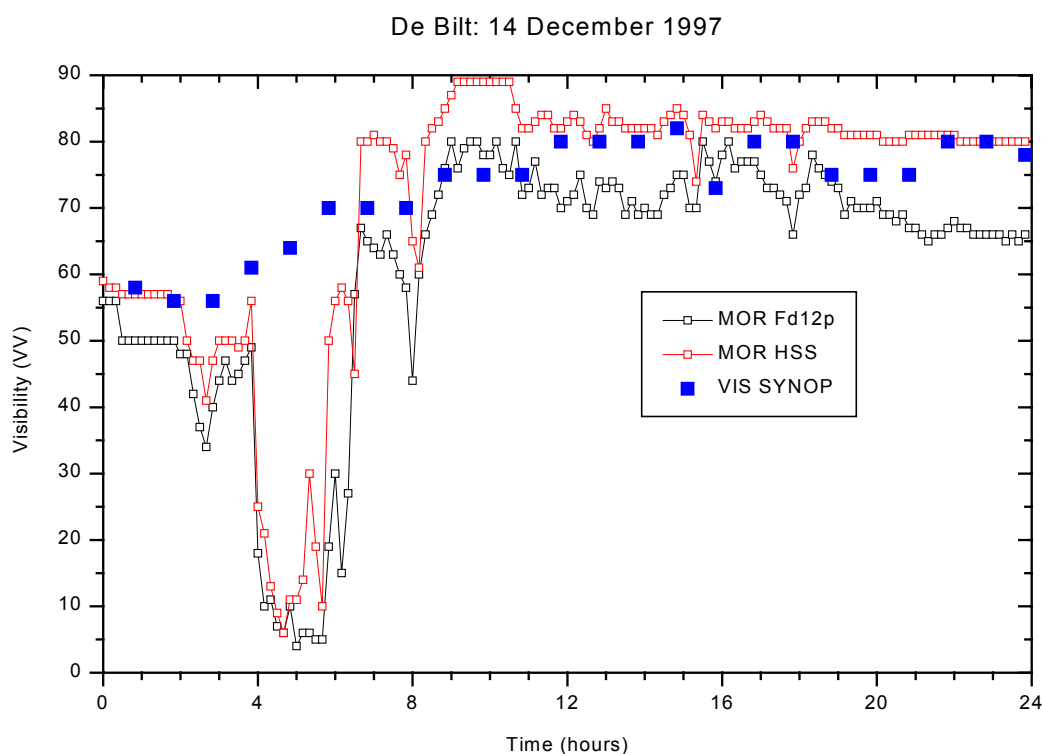
4.5. Bliksem

Het bliksemdetectie systeem levert de plaats en het tijdstip van ontladingen. Deze gegevens worden op grafische wijze in de verschillende weerkamers gepresenteerd t.b.v. het uitgeven van waarschuwingen en verwachtingen. De gegevens worden echter tot op heden niet gebruikt voor het opstellen van meteorologische rapporten. Om dat te kunnen doen moet gedefinieerd worden wanneer een ontlading aan een bepaald station wordt toegewezen. Uit onderzoek [Wessels, 1998] is gebleken dat als "bliksem op het station" gegeven wordt door het optreden van ontladingen binnen een straal van 15 km om het station de overeenstemming tussen SAFIR en de manuele waarnemingen optimaal is. Indien ontladingen op een afstand van meer dan 15 km worden waargenomen maar minder dan 20 km, dan is er sprake van bliksem op afstand of weerlicht. In de wawa codetabel wordt nog onderscheid gemaakt tussen onweer en zwaar onweer. Er wordt gesproken van zwaar onweer indien 600 ontladingen of meer binnen 10 minuten optreden op een station. Bovengenoemde grenzen zijn allen parameters in RIS die eenvoudig zijn te wijzigen.

5. Vergelijking visuele en automatische waarnemingen

5.1. Zicht

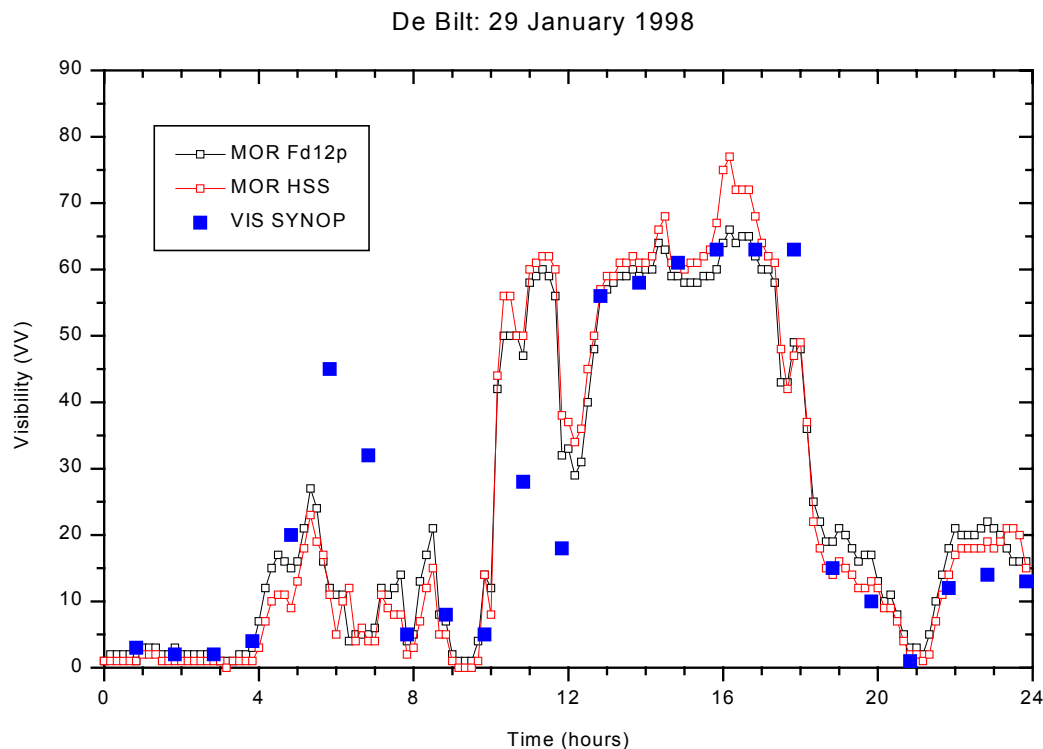
Het zicht wordt bepaald door de waarnemer die nagaat of bepaalde zichtmerken zichtbaar zijn. Indien het zicht niet in alle richtingen hetzelfde is, dan wordt het minimale zicht in de SYNOP genoteerd. De metingen worden geacht op normale hoogte (1.5 m) te worden uitgevoerd. De resultaten van de manuele zichtmeting zullen persoonsafhankelijk zijn door de verschillen in het zichtvermogen van de waarnemers en de beschikbaarheid van zichtkenmerken. Automaten bepalen het zicht door een meting te doen in een vast beperkt volume op ongeveer 1.5 m hoogte. De metingen kunnen zeer reproduceerbaar worden uitgevoerd, maar zijn, afhankelijk van de situatie, representatief voor een kleiner gebied. Het is duidelijk dat zowel het instrument als de waarnemer niet volgens de voorschriften zullen waarnemen. Het automatiseren van de zichtmeting zal een verandering van de zichtwaarnemingen in de code betekenen. De metingen zullen beter reproduceerbaar zijn en zullen niet verschillen in dag en nacht situaties. Door de zichtmetingen van de automaten te middelen over de tijd wordt ruimtelijke informatie verkregen. Deze informatie kan afwijken van het kleinste manueel waargenomen zicht rondom een station. Merk echter op dat ook de bemande situatie met typisch 50 km tussen de visuele stations lang niet voldoende is om ieder geval van mist te kunnen detecteren zodat ook in de huidige situatie geen volledig beeld geeft.



Figuur 19. Manueel en automatisch waargenomen zicht op 14 december 1997 in de Bilt.

In Figuur 10 is een voorbeeld gegeven van zichtmetingen zoals die uurlijks zijn gerapporteerd door de waarnemer te de Bilt en elke 10 minuten zijn afgeleid uit de metingen van de FD12P PW-sensor op het waarneemveld op 24 december 1997. Er bestaat een goede overeenkomst tussen beide waarnemingen ondanks het grote aantal variaties in het zicht over de dag. Figuur 19 en Figuur 20 tonen voorbeelden waarbij de manuele en automatische zichtwaarden niet goed overeenkomen. Figuur 19 laat een situatie zien waarbij lage zicht waarden worden gemeten door zowel de FD12P als de HSS 402B PW-sensoren tussen 4 en 8 uur in de ochtend terwijl de waarnemer veel hogere zichtwaarden geeft. Op de andere tijdstippen komen de manuele en automatische zicht waarnemingen wel goed overeen. Vermoedelijk was er een situatie met grond mist die niet is gezien door de waarnemer vanaf het dak van het KNMI gebouw. Figuur 20 laat het verloop van het zicht op een dag zien waarbij soms grote verschillen optreden tussen

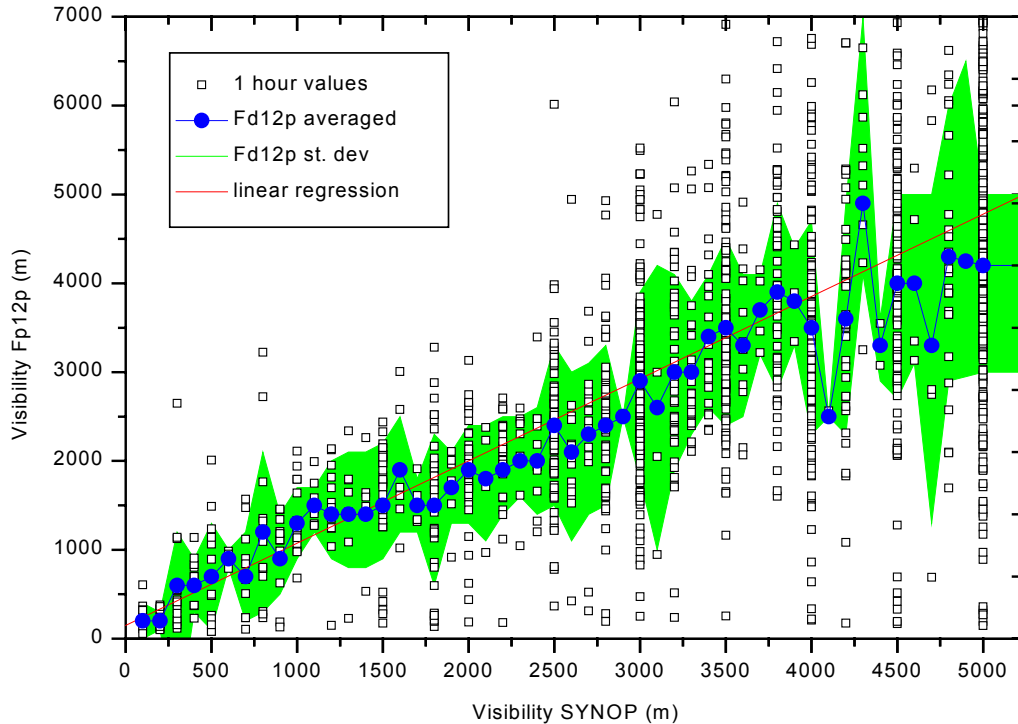
manueel en automatisch waargenomen zicht die waarschijnlijk komen door lokale verschillen. Zo zal de waarnemer de mist die voor 10 uur is waargenomen langzaam zien wegtrekken terwijl dit proces ineens zal worden geregistreerd door de PW-sensor. Het opkomen van mist om 18 uur is duidelijk te zien in de 10-minuut registraties van beide sensoren, maar gebeurt van het ene op het andere uur in de SYNOP. De SYNOP van 18 uur geeft nog geen indicatie van het afnemende zicht terwijl de automaat wel al een afname laat zien.



Figuur 20. Als Figuur 19, maar voor 29 januari 1998.

Een algemeen overzicht van de vergelijking tussen manuele en automatische waarnemingen van het zicht in de Bilt van december 1997 tot en met november 1998 is gegeven in Figuur 21. In de figuur zijn alleen de 1678 uren waarop de waarnemer een zicht beneden de 5 km rapporteerde, uitgezet tegen de bijbehorende automatisch bepaald waarde van het zicht. De scatter plot toont redelijk veel gevallen waarbij het automatisch en manueel waargenomen zicht behoorlijk van elkaar verschillen. In veel gevallen betreft dit situaties zoals getoond in Figuur 19 en Figuur 20, waarbij de verschillen het gevolg zijn van spatiele variaties in het zicht waarbij op een iets eerder of later tijdstip de verschillen een stuk minder zijn. In Figuur 21 is tevens duidelijk te zien dat de waarnemer een voorkeur heeft voor bepaalde zicht waarden als gevolg van het beperkte aantal zichtmerken. In de figuur vallen veel punten over elkaar, wat de vergelijking bemoeilijkt. Daarom zijn de gemiddelde zichtwaarden zoals gemeten door de sensor voor elke zicht code groep gerapporteerd door de waarnemer ook in de figuur opgenomen (blauwe curve). De bijbehorende standaard deviatie van de gemeten zichtwaarden is aangeduid door het gearceerde gebied. Deze manier van presenteren laat zien dat de overeenstemming in de zicht waarden gemiddeld genomen goed is. Een lineaire fit door de gegevens heeft een offset van 150 m en een richtingscoëfficiënt van 0.93. De correlatie coëfficiënt is 0.62. Een lineaire fit door alle 7962 uurlijkse gegevens voor alle zichtwaarden heeft een offset van 1410 m en een richtingscoëfficiënt van 0.76. De correlatie coëfficiënt is 0.81. De gemeten zichtwaarden zijn nu gemiddeld lager dan de visuele waarnemingen. De vergelijking van de 10-minuut zicht waarden gemeten door de FD12P met die van de Biral PW-sensor over de eerste helft van bovengenoemde periode geeft een betere overeenstemming tussen de resultaten met een offset van -31 m, een richtingscoëfficiënt van 0.94 en een correlatie coëfficiënt van 0.95.

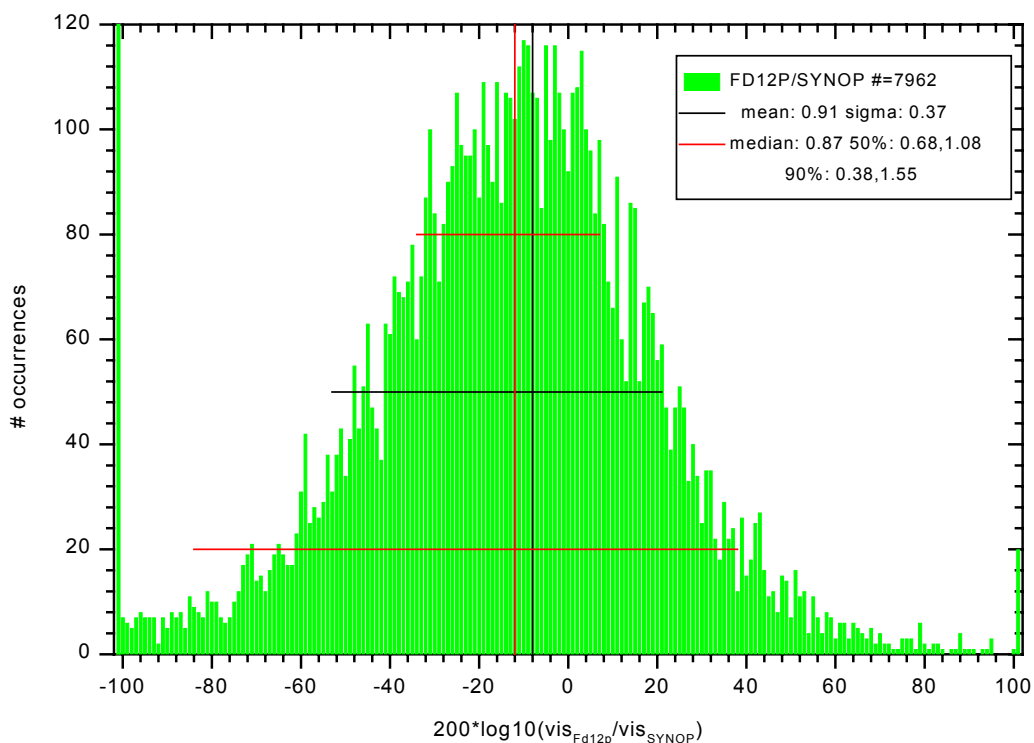
De Bilt 01/12/97-30/11/98 fit s=0.93/150 r=0.62, #1678



Figuur 21. Scatter plot van de zicht waarden tot 5 km van de visuele waarneming versus de gemeten waarden van de FD12P PW-sensor in de Bilt van december 1997 tot en met november 1998.

In Figuur 22 zijn de verschillen tussen alle zicht waarden verkregen met de FD12P en de waarnemer in de Bilt voor de periode december 1997 tot en met november 1998 in een histogram weergegeven. Verticaal staan de aantallen uit en horizontaal de ratio van het zicht van de Fd12p sensor en de waarnemer. De horizontale as is logaritmisch genomen om de verhoudingen x en $1/x$ op gelijke afstand van de 0 lijn te krijgen. Duidelijk is te zien dat de FD12P gemiddeld iets lager is dan de visuele waarnemingen. Het gemiddelde van de verschillen is 0.91 met een standaard deviatie van 0.37. De mediaan is 0.87 en de 50% en 90% grenzen liggen op 0.68 en 1.08, en 0.38 en 1.55, respectievelijk. Merk op dat in een groot aantal gevallen, namelijk 286, de ratio -101 is en dus het zicht in de SYNOP meer dan 3 maal groter is dan dat van de sensor. In de berichten wordt het zicht gerapporteerd in de vorm van codetabellen die eerst stappen heeft in het zicht van 100 m, boven een zicht van 5 km stappen van 1 km en tenslotte stappen van 5 km voor zicht groter dan 30 km. De verschillen in Figuur 22 zijn tevens bekeken als verschillen in de code getallen. Gemiddeld is het zicht van de PW-sensor 5 groepen lager dan de visuele waarneming. De standaard deviatie tussen beide waarnemingen is 6 groepen. Omdat de PW-sensor gemiddeld iets lagere zichtwaarden geeft dan de waarnemer is de gerapporteerde waarde aan de veilige kant.

De Bilt: 01/12/97-30/11/98 for each hour



Figuur 22. Histogram van de verschillen in de zichtwaarden uit Figuur 21.

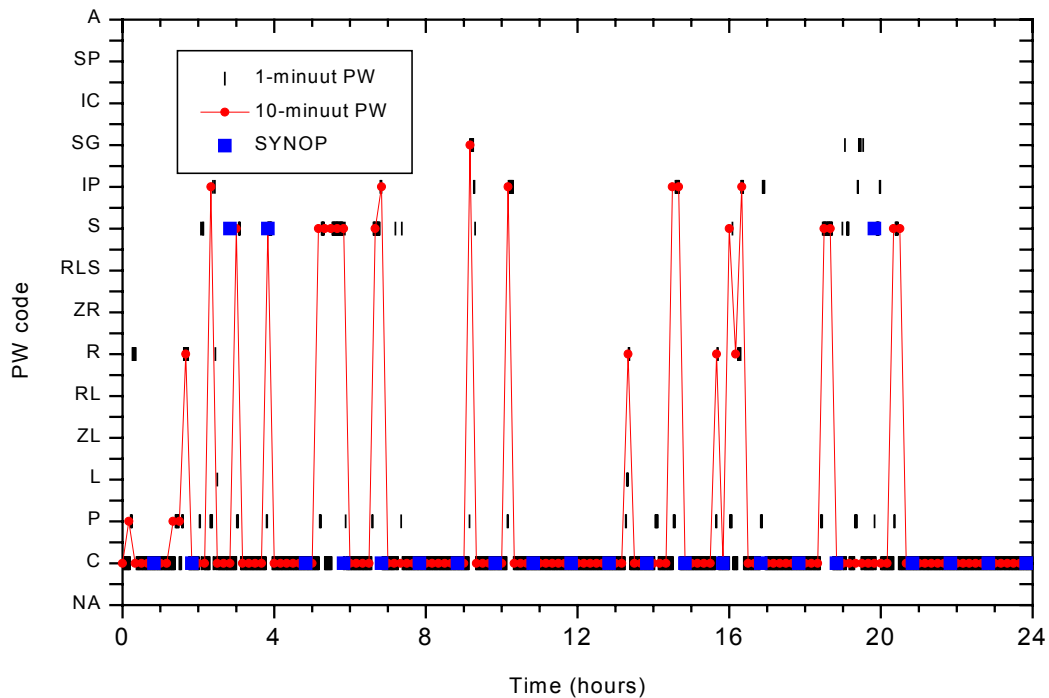
5.2. Neerslagsoort

Op verschillende instituten op de wereld wordt momenteel gewerkt aan het automatiseren van de bepaling van de weercode. De PW-sensor neemt hierbij een belangrijke plaats in aangezien de weercode veel coderingen bevat voor verschillende neerslagsoorten en neerslagintensiteiten. De metingen van de neerslagintensiteiten worden al geruime tijd automatisch verricht op het KNMI door regenmeters. In de volgende paragrafen wordt verslag gedaan van een vergelijkend onderzoek voor de automatische detectie van neerslagsoort welke onder auspiciën van de WMO is uitgevoerd en worden resultaten besproken van onderzoek verricht op het KNMI.

5.2.1. Experimenten de Bilt

Op het teststation van de Bilt is eind 1997 een PW-sensor van het type FD12P van Vaisala geplaatst. De periode december 1997 tot en met november 1998 is gebruikt om ervaring met het instrument op te doen. De resultaten van het zicht en de neerslagintensiteit metingen verkregen met deze sensor zijn al elders in dit rapport besproken. In deze zal sectie zal nader worden ingegaan op de identificatie van de neerslagsoort. Helaas is in de bovengenoemde periode in de Bilt meestal neerslag in de vorm van motregen en regen gevallen. Het aantal keren dat sneeuw is opgetreden is te gering om er een goede statistiek mee te kunnen bedrijven. Er zal daarom worden volstaan met de verwijzing naar Figuur 3 en Figuur 11 die situaties met sneeuw laten zien, en de meer recente metingen van 5 december 1998 in Figuur 23 waarop diverse soorten neerslag zijn opgetreden. Het zijn de 10-minuut 'gemiddelde' meetwaarden van de sensor die in Figuur 23 zijn uitgezet. Merk op dat in het RIS het Zweeds neerslagsoort correctie algoritme wordt gebruikt en dat de ondergrens voor het melden van neerslag in de weercode van de SYNOP is gesteld op 0.05 mm/uur. De vergelijking van de gemeten neerslagsoort met de visuele waarneming wordt tevens bemoeilijkt doordat alleen de weercode van de SYNOP hiervoor gebruikt kan worden. In onderstaand voorbeeld zijn alleen de meldingen van neerslag op het moment van waarnemen in de SYNOP gebruikt voor een waargenomen neerslagsoort. Alle andere weercodes zijn geïnterpreteerd als zijnde geen neerslag.

PW-code De Bilt: 5 December 1998



Figuur 23. De gemeten 10-minuut 'gemiddelde' neerslagsoort en de uurlijkse manuele waarnemingen voor 5 december 1998 in de Bilt.

5.2.2. Resultaten PREWIC

Door de WMO is enige jaren geleden een meetcampagne georganiseerd onder de naam PREWIC (Present Weather Intercomparison) naar de kwaliteit van de neerslagsoort detectie door PW-sensoren. De metingen zijn uitgevoerd in de periode van december 1993 tot juni 1995 [Leroy en Bellevaux, 1998]. Een gedeelte van de metingen is verricht in St. John's Canada en een gedeelte in Trappes Frankrijk. Op beide locaties kunnen barre weersomstandigheden voorkomen zodat deze omgeving uiterst geschikt is om de sensoren bij verschillende neerslagsoorten aan de tand te voelen. De metingen zijn parallel aan de operationele metingen uitgevoerd maar zodra er bijzondere weersverschijnselen aanwezig waren, werd een extra waarnemer ingezet, die iedere minuut een waarneming verrichtte. Aan deze intercomparison namen in totaal 20 PW-sensoren deel waaronder een tweetal Vaisala FD12P sensoren (dit is het soort sensor dat het afgelopen jaar op het waarneemterrein in de Bilt is getest en gebruikt zal worden voor AVW) en een HSS sensor (de sensor die sedert meerdere jaren op verschillende vliegvelden staat).

Tabel 2. Overzicht van de neerslagdetectie door de diverse sensoren gedurende PREWIC in St. John's.

	DETECTION by precipitation type % relative to the number of observations				DETECTION by precipitation type and intensity % relative to the number of observations with								
	Precipitation	Drizzle	Rain	Snow	Drizzle			Rain			Snow		
					vs	s	mH	vs	s	mH	vs	s	mH
	1246	296	509	441	291	5	0	204	268	37	49	53	339
OPTICAL													
FD12P	F0	99	100	98	100	100	0	96	100	100	100	100	100
	F1	83	38	92	100	39	0	85	96	100	100	100	100
HSS	H0	80	31	89	99	30	100	82	93	100	94	100	99
	H1	73	27	87	85	26	100	77	92	100	53	89	89
LEDWI	L0	84	42	94	100	41	100	91	96	100	100	100	100
	L1	93	78	95	100	78	100	90	99	100	100	100	100
RADARS													
POSS	P0	72	19	92	83	17	100	93	90	100	24	66	94
	P1	76	25	92	88	24	100	93	90	97	41	79	96
SCHUB	SH	38	0	64	27	0	0	40	78	92	6	0	34
DETECTORS													
OPVD	OP	49	15	69	46	15	20	52	78	97	2	11	64
IRSS88	I0	99	100	99	98	100	100	97	100	100	94	89	100
	I1	93	73	99	99	73	100	98	100	100	100	91	100
RS85	R0	73	81	92	43	81	100	90	93	100	8	0	54
	R1	75	80	92	49	80	100	89	93	100	8	0	63
CAPMON	C0	58	93	89	4	93	100	84	91	100	0	0	5
	C1	61	84	92	15	84	80	88	94	100	6	19	16

Tabel 2 geeft een overzicht van de resultaten van de eerste fase van het experiment in Canada. De tabel geeft een overzicht van de neerslagdetectie. Boven in de tabel zijn het aantal minuten met neerslag zoals manueel waargenomen aangegeven. In de tabel is per sensor aangegeven in hoeveel procent van de gevallen de sensor ook deze neerslag heeft gedetecteerd. De getallen zijn gegeven voor neerslag in het algemeen (precipitation) en vervolgens ook opgesplitst in motregen (drizzle), regen (rain) en sneeuw (snow), en tenslotte ook als zeer licht (vs), licht (s) en matig of zware neerslag (MH). Uit de tabel blijkt dat de beide Vaisala instrumenten nogal verschillende resultaten geven. Het instrument F1 bleek problemen te hebben en heeft aan het tweede gedeelte van de vergelijking in Frankrijk niet meer meegedaan. Het instrument F0 geeft goede resultaten. Zo heeft de sensor 99% van de 1246 minuten met neerslag gedetecteerd waarbij bijna altijd de neerslagsoort ook correct werd gegeven. De HSS sensor heeft problemen met het detecteren van motregen Dit stemt overeen met de ervaringen die zijn opgedaan bij experimenten op het KNMI (Mazee, 1996). In een groot aantal gevallen waarin motregen en slecht zicht samengaan, blijkt de HSS sensor niet in staat te zijn de motregen te kunnen detecteren.

Tabel 3. Overzicht van de identificatie van regen door de diverse sensoren gedurende PREWIC in St. John's zonder (boven) en met (onder) onderscheid van de intensiteit van de regen.

		% relative to the number of rain observations						509
		DZ	RA	SN	HA	IND	NP	
OPTICAL								
FD12P	F0	28	68	1	1	1	2	
	F1	31	60	1	0	0	8	
HSS	H0	0	78	2	0	9	11	
	H1	0	73	2	0	12	13	
LEDWI	L0	1	66	4	0	24	6	
	L1	0	66	8	0	21	5	
RADARS								
POSS	P0	5	77	1	0	9	8	
	P1	3	78	1	0	10	8	
SCHUB.	SH	1	62	1	0	0	36	
OPVD	OP	0	0	18	0	51	31	

		% relative to the number of very light rain observations						% relative to the number of light to heavy rain observations					
		DZ	RA	SN	HA	IND	NP	DZ	RA	SN	HA	IND	NP
		204						305					
OPTICAL													
FD12P	F0	46	49	0	0	2	4	16	81	1	0	0	0
	F1	47	38	0	0	0	15	20	75	1	0	0	4
HSS	H0	0	68	0	0	14	18	0	85	3	0	6	6
	H1	0	57	0	0	20	23	0	84	3	0	6	7
LEDWI	L0	2	60	0	0	28	9	0	70	6	0	21	4
	L1	1	59	6	0	24	10	0	70	9	0	20	1
RADARS													
POSS	P0	10	63	0	0	20	7	1	86	2	0	2	9
	P1	5	67	0	0	21	7	1	85	2	0	3	9
SCHUB	SH	0	38	1	0	0	60	1	78	1	0	0	20
OPVD	OP	0	0	8	0	45	48	0	0	25	0	56	19

Tabel 3 geeft aan wat voor soort neerslag de instrumenten hebben bepaald in de gevallen waarin de waarnemer regen heeft gezien. Hierbij worden de volgende afkortingen gebruikt: DZ=motregen, RA=regen, SN=sneeuw, HA=hagel, IND=neerslag van onbepaald soort, en NP=geen neerslag. In typisch 70% van de gevallen wordt regen correct geïdentificeerd, terwijl in de andere 30% de FD12P meestal motregen geeft. Dit laatste gebeurt vooral in situaties waarin de waarnemer zeer lichte regen meldt. De andere sensoren detecteren bijna nooit motregen (zie ook Tabel 5), maar geven relatief vaak neerslag van onbepaald type. Merk op dat het onderscheidt tussen regen en motregen voor een meteoroloog meestal niet relevant is. Tabel 4 laat de resultaten zien voor de situaties waarin de waarnemer sneeuw meldt. De resultaten van het instrument F0 komen in 90% van de gevallen overeen met de waarnemer. De FD12P sensor rapporteert in 7% van de gevallen motregen in plaats van sneeuw. Merk op dat alle waarnemingen van sneeuw betrekking hebben op maar 6 dagen. De resultaten voor motregen staan in Tabel 5. De FD12P sensor geeft duidelijk de beste overeenstemming met de waarnemer voor wat betreft de identificatie van motregen.

Tabel 4. Als Tabel 3, maar voor de identificatie van sneeuw.

		% relative to the number of snow observations					
		DZ	RA	SN	HA	IND	NP
		441					
OPTICAL							
FD12P	F0	7	0	91	0	2	0
	F1	7	4	85	1	3	0
HSS	H0	0	0	93	0	5	1
	H1	0	0	83	0	2	15
LEDWI	L0	0	0	96	0	4	0
	L1	0	0	98	0	2	0
RADARS							
POSS	P0	0	2	74	0	7	24
	P1	0	3	80	0	5	17
SCHUB.	SH	13	5	9	0	0	73
OPVD	OP	0	0	39	0	6	54

		% relative to the number of very light snow observations						% relative to the number of light to heavy snow observations					
		DZ	RA	SN	HA	IND	NP	DZ	RA	SN	HA	IND	NP
		392						49					
OPTICAL													
FD12P	F0	0	0	92	0	8	0	8	0	91	0	1	0
	F1	14	16	61	0	8	0	6	3	88	1	2	0
HSS	H0	0	0	92	0	2	6	0	0	94	0	6	1
	H1	0	0	51	0	2	47	0	0	86	0	2	11
LEDWI	L0	0	0	92	0	8	0	0	0	97	0	3	0
	L1	0	0	98	0	2	0	0	0	98	0	2	0
RADARS													
POSS	P0	0	0	24	0	0	76	0	3	80	0	8	10
	P1	0	0	41	0	0	59	0	3	85	0	6	6
SCHUB	SH	0	0	6	0	0	94	15	5	9	0	0	70
OPVD	OP	0	0	0	0	2	98	0	0	48	0	7	45

Tabel 5. Als Tabel 3, maar voor de identificatie van motregen.

		% relative to the number of drizzle observations					296
		DZ	RA	SN	HA	IND	NP
OPTICAL							
FD12P	F0	76	24	0	0	0	0
	F1	33	5	0	0	0	62
HSS	H0	1	23	0	0	7	69
	H1	0	15	0	0	11	73
LEDWI	L0	0	1	1	0	40	58
	L1	0	1	4	0	73	22
RADARS							
POSS	P0	6	1	0	0	12	81
	P1	6	1	0	0	18	75
SCHUB.	SH	0	0	0	0	0	100
OPVD	OP	0	0	0	0	15	85

		% relative to the number of very light drizzle observations						% relative to the number of light to heavy drizzle observations					
		DZ	RA	SN	HA	IND	NP	DZ	RA	SN	HA	IND	NP
OPTICAL							5						291
FD12P	F0	76	24	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0
	F1	33	5	0	0	0	61	0	0	0	0	0	100
HSS	H0	1	22	0	0	7	70	0	80	0	0	20	0
	H1	0	14	0	0	11	74	0	80	0	0	20	0
LEDWI	L0	0	0	1	0	40	59	0	20	0	0	80	0
	L1	0	1	3	0	74	22	0	20	60	0	20	0
RADARS													
POSS	P0	4	1	0	0	12	83	100	0	0	0	0	0
	P1	5	1	0	0	18	76	80	20	0	0	0	0
SCHUB	SH	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	100
OPVD	OP	0	0	0	0	15	85	0	0	0	0	20	80

In het verslag van het gehele experiment staan zeer veel tabellen afgedrukt maar de resultaten geven hetzelfde beeld als de resultaten die hierboven staan vermeld. In de eindconclusie van het rapport worden alle instrumenten tegen het licht gehouden. Hierbij komt de Vaisala FD12P sensor als een van de beste PW-sensoren naar voren met een betrouwbare detectie van neerslag en een goede discriminatie tussen de verschillende soorten. De FD12P scoorde als enige goed bij de detectie van motregen en is als enige in staat mengsels te rapporteren. De correcte discriminatie van neerslagsoort is voor alle sensoren sterk afhankelijk van de neerslagintensiteit. De gevoeligheid van de meeste PW-sensoren is hoog, daar staat tegenover dat een hogere gevoeligheid een grotere kans op valse neerslagmeldingen geeft. De FD12P heeft ook last van valse meldingen van neerslag. Deze valse meldingen treden echter steeds op aan het eind van een periode met neerslag of in situaties met opwaaiende sneeuw. Geen van de sensoren bleek in staat hagel te detecteren. De algemene conclusie is dat het merendeel van de PW-sensoren goed presteerde en waardevolle informatie leverde.

5.2.3. Ervarenen Zweden

In Zweden zijn ongeveer 150 synoptische stations geautomatiseerd. De weercode wordt hier met de PW-sensor van Vaisala bepaald. Men heeft daar de ervaring opgedaan dat in winter situaties met een mengsel van sneeuw en regen de output van de PW sensor voor verbetering vatbaar is. Dit geldt ook voor situaties met winterse neerslag in combinatie met een lage neerslag intensiteit en kleine zicht waarden. Door gebruik te maken van additionele meetgegevens die op het station beschikbaar zijn zoals zicht en temperatuur heeft men een correctie algoritme ontwikkeld. De resultaten verkregen met de FD12P sensoren worden goed bevonden door het SMHI (Zweeds Meteorologisch en Hydrologisch Instituut).

5.3. Bewolking

In verschillende landen wordt gewerkt aan automatische wolkendetectie. Een van de mogelijkheden is om met een wolkenhoogtemeter recht omhoog te kijken en uit tijdreeksen van de meetgegevens van het instrument een ruimtelijk beeld van de bewolking te verkrijgen. In o.a. Finland, Zweden en de VS is dergelijk onderzoek verricht. Er zijn verschillende algoritmes ontwikkeld om deze tijdreeksen in bewolking om te zetten. Na een voorstudie [Mazee, 1996], waarbij de resultaten van de verschillende algoritmes met elkaar

zijn vergeleken, is besloten het zogenaamde Larsson algoritme te gebruiken. Dit algoritme is vervolgens nader afgestemd en getest. De resultaten worden vergeleken met de waarnemingen van de waarnemer in de Bilt. De resultaten van december 1997 tot en met november 1998 zijn te vinden in Tabel 6 - 10. In deze tabellen zijn steeds vertikaal de waarden van het Larsson algoritme af te lezen en horizontaal de waarden uit de SYNOP.

Tabel 6. Vergelijking van de totale bedekkingsgraad van de SYNOP en het Larsson algoritme voor bewolking tot 15000 voet in de Bilt van december 1997 tot en met november 1998. De rijen en kolommen aangegeven met -1 worden gebruikt om situaties zonder gegevens aan te geven en 9 wordt gebruikt voor vertikaal zicht.

SVL	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	sum
-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	14	327	4	2	0	0	0	0	1	2	2	352
1	27	256	61	8	7	3	2	1	0	3	0	368
2	14	22	32	14	7	8	4	3	6	0	0	110
3	13	10	22	15	16	8	15	6	9	4	0	118
4	12	0	5	3	11	5	12	10	11	6	0	75
5	10	1	5	4	6	3	10	3	21	18	1	82
6	20	1	2	2	9	5	8	13	49	38	0	147
7	32	5	12	4	7	11	17	11	112	482	1	694
8	119	7	22	4	15	6	19	14	311	1832	17	2366
9	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	12	15
sum	261	629	165	56	78	49	87	62	520	2387	33	4327

Tabel 6 geeft een vergelijking tussen de totale bedekkingsgraad, zoals die is bepaald door de waarnemer en het Larsson algoritme. De gegevens van de hele periode zijn hierbij gebruikt omdat er bijna geen seizoensafhankelijkheid in de resultaten zit. In totaal zijn er 261 uren waarop het Larsson algoritme geen of niet voldoende gegevens ter beschikking had. Dit betreft alles gevallen waarbij de inzameling van de gegevens van de wolkenhoogtemeter om diverse redenen niet mogelijk was, maar nooit was de oorzaak dat de wolkenhoogtemeter niet functioneerde. Bij de vergelijking zijn alleen gevallen in beschouwing genomen waarin de hoogte van de hoogste bewolking lager is dan 15000 voet. Dit in verband met het bereik van de wolkenhoogtemeter. Dit bereik is 25000 voet, maar afhankelijk van de mate van troebelheid van de atmosfeer zal dit bereik minder zijn. De totale bedekkingsgraad gerapporteerd in de SYNOP is meestal 8 okta. De situatie is net zo met het Larsson algoritme. De totale bedekkingsgraden van 0 en 7 komen ook nogal vaak voor bij het Larsson algoritme terwijl bij de waarnemer 0 en 1 oktas nagenoeg even vaak voorkomen. Bedekkingsgraden tussen 2 en 7 okta komen niet vaak voor bij de waarnemer als bij de automaat. In dit middengebied is de overeenstemming tussen waarnemer en automaat het minst. Dit is goed te zien in Figuur 24 waar het gemiddelde en de standaard deviatie van het verschil tussen bedekkingsgraden van SYNOP en Larsson als functie van SYNOP waarde zijn uitgezet. De verschillen in de middelste bedekkingsgraad zijn minder dan 0.5 okta behalve voor bedekkingsgraden van 4 en 5. De standaard deviatie is ongeveer 1 okta voor 0, 1, 8 en 9 okta, maar is groter dan 2 okta tussen 2 en 5 okta. De gemiddelde standaardafwijking tussen de waarnemer en de automaat is 1.3 okta. De gemiddelde totale bedekkingsgraad is 6.0 okta voor de automaat en 6.1 okta voor de waarnemer. Merk echter op dat de verschillen niet statistisch verdeeld zijn om het gemiddelde. Het aantal voorkomens per bedekkingsgraad is min of meer gelijk voor de waarnemer en automaat. In totaal zijn 4327 uren met gegevens opgenomen in de Tabel 6. In 59% van de gevallen komen SYNOP en Larsson exact overeen. Indien een tolerantie van plus of min 1 okta in de Larsson gegevens is toegestaan komen 90% van de gevallen overeen en 94% liggen binnen 2 okta.

Tabel 7. Als Tabel 6, maar voor bewolking tot 2500 voet.

SL	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	sum
-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	14	327	4	2	0	0	0	0	1	2	2	352
1	10	53	25	3	2	0	1	0	0	3	0	97
2	3	12	16	5	0	5	1	2	1	0	0	45
3	0	4	7	3	3	3	5	1	1	1	0	28
4	4	0	1	0	3	2	4	3	1	0	0	18
5	2	0	0	1	0	0	1	0	5	3	1	13
6	0	0	0	0	3	0	3	2	9	5	0	22
7	1	0	0	1	0	0	3	1	20	74	1	101
8	49	4	4	0	9	2	4	2	128	952	15	1169
9	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	12	15
sum	83	400	57	15	20	12	22	12	166	1042	31	1860

Tabel 7 geeft dezelfde vergelijking, maar nu zijn alleen situaties waarbij de bewolking zich onder de 2500 voet bevindt, bekeken. De overeenstemming tussen de waarnemer en de automaat zijn in deze situatie beter dan in Tabel 6. Nu liggen respectievelijk 76, 94 en 97 % van de gevallen binnen een band van 0, 1 en 2 okta in de tabel. De standaardafwijking is nu bijna altijd kleiner dan 2 okta en de gemiddelde standaardafwijking is in dit geval 1.1 okta, De gemiddelde bedekkingsgraad is 5.7 en 5.8 okta.

Tabel 8. Vergelijking van de bedekkingsgraad van de onderste wolkenlaag van de SYNOP en het Larsson algoritme voor bewolking tot 15000 voet in de Bilt voor januari (boven) en juli (onder) 1998. De rijen en kolommen aangegeven met -1 worden gebruikt om situaties zonder gegevens aan de geven en 9 wordt gebruikt voor vertikaal zicht.

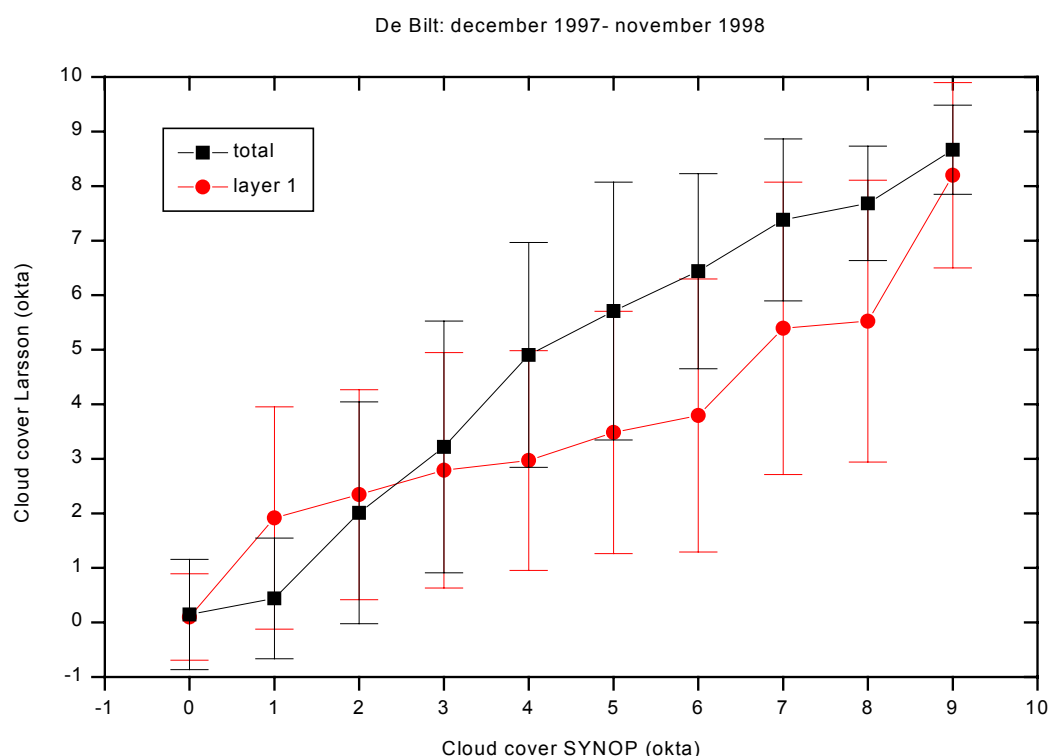
SL	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	sum
-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	14	327	4	3	0	0	0	1	0	0	2	351
1	294	534	891	471	200	111	71	47	59	103	2	2783
2	176	78	517	346	173	80	52	41	31	55	1	1550
3	134	27	324	276	137	63	51	43	37	66	3	1161
4	57	4	132	146	84	49	30	28	22	25	0	577
5	36	6	95	105	76	56	43	31	31	36	1	516
6	34	6	94	81	58	36	31	33	42	51	2	468
7	11	2	28	31	22	17	18	18	26	102	1	276
8	11	0	26	24	20	27	22	22	22	92	10	276
9	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	12	15
sum	767	984	2111	1483	770	440	319	265	270	530	34	7973

Behalve naar de totale bedekkingsgraad is ook onderzoek gedaan naar de bedekkingsgraad van de onderste wolkenlaag bij een wolkenbasis van minder dan 15000 voet. De resultaten van de vergelijking zijn gegeven in Tabel 8. Voor de onderste wolkenlaag is het aantal voorkomens per okta interval meer gelijk verdeeld dan voor de totale bedekkingsgraad. Alleen de bedekkingsgraden van 0-3 okta komen nu vaker voor. De overeenstemming tussen waarnemer en automaat is minder dan voor de totale bedekkingsgraad. Nu liggen respectievelijk 27, 61 en 77 % van de gevallen binnen een band van 0, 1 en 2 okta in de tabel. De standaard deviatie van het verschil tussen bedekkingsgraden van SYNOP en Larsson als functie van SYNOP waarde is nu bijna altijd groter dan 2 okta. De gemiddelde standaardafwijking tussen de beide methoden is nu 2.3 okta maar de gemiddelde bedekkingsgraad komt met 2.6 om 2.7 okta goed overeen. De grotere standaardafwijking wordt o.a. veroorzaakt doordat de waarnemer een onderste laag niet loodrecht boven zich ziet, die de wolkenhoogtemeter mogelijk niet detecteert. Er worden dan gegevens vergeleken, die betrekking hebben op verschillende wolkenlagen. Ook geeft het Larsson algoritme eerder meerdere wolkenlagen doordat de wolkenhoogtemeter in staat is de metingen beter aan verschillende hoogteintervallen toe te kennen.

Tabel 9. Als Tabel 8, maar voor bewolking tot 2500 voet.

SL	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	sum
-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	14	327	4	3	0	0	0	1	0	0	2	351
1	144	132	656	369	151	77	44	26	31	65	2	1697
2	93	23	379	257	111	53	31	27	16	21	1	1012
3	67	7	236	201	89	45	31	26	18	30	3	753
4	26	0	92	98	66	34	17	15	8	11	0	367
5	12	0	60	76	59	41	23	20	17	21	1	330
6	13	2	61	57	40	22	16	19	19	14	2	265
7	3	0	13	10	8	7	5	5	10	16	1	78
8	10	0	8	18	13	19	14	17	19	38	10	166
9	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	12	15
sum	382	491	1509	1089	537	299	182	157	138	216	34	5034

Tabel 9 geeft dezelfde vergelijking weer als Tabel 8, maar alleen situaties met een wolkenbasis lager dan 2500 voet zijn nu meegenomen. Nu komen respectievelijk 31, 63 en 79% van de gevallen binnen 0, 1 en 2 okta overeen en de standaard afwijking is ongeveer de 2 okta. Opnieuw wordt de overeenstemming tussen waarnemer en automaat beter, maar de verbetering is minder dan voor de totale bedekkingsgraad. Mogelijk omdat bovengenoemde oorzaken voor de verschillen in de bedekkingsgraad van de onderste wolkenlaag niet worden verholpen door een beperking van de hoogte. Merk op dat in geen van de tabellen zich ondanks de hoogtebeperking 'onmogelijke' gevallen voordoen, d.w.z. 8 okta gerapporteerd door de waarnemer en 0 door de automaat.



Figuur 24. Gemiddelde en standaard deviatie van bedekkingsgraden van Larsson als functie van SYNOP waarde voor bewolking tot 15000 voet.

Tabel 10 geeft de hoogte van de onderste wolkenlaag (wolkenbasis) opgedeeld in de 9 klassen zoals in de SYNOP gebruikelijk is. Deze classificatie geeft een gedetailleerde indeling tot 2500 meter. Situaties zonder bewolking of met wolken wiens basis zich boven de 2500 meter bevindt, worden ingedeeld in klasse 9. In de tabel zijn alle metingen meegenomen. Er blijkt een goede overeenstemming te zijn tussen de resultaten van de waarnemer en de automaat. De verschillen zijn in respectievelijk 53, 81 en 90% van de gevallen binnen een band van 0, 1 en 2 hoogte intervallen. De hoogte intervallen komen binnen 0.5 met elkaar

overeen voor elk interval en de standaard deviatie per hoogte interval is ongeveer 1.5 interval, behalve voor de h=0 waar h=2.0 en sigma=3.2. De gemiddelde standaardafwijking is 1.5 klassen en het gemiddelde hoogte interval is voor de waarnemer 5.4 en voor de automaat 5.8.

Tabel 10. Vergelijking van de hoogte van de wolkenbasis van de SYNOP en het Larsson algoritme in de Bilt voor december 1997 tot en met november 1998.

SL	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	sum
-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	18	12	5	0	1	1	0	1	0	0	3	41
1	15	29	39	39	1	1	1	2	0	0	4	131
2	31	18	87	304	70	35	8	4	6	5	11	579
3	49	2	16	202	219	178	24	14	0	1	10	715
4	146	5	6	84	181	799	343	99	27	13	61	1764
5	228	4	1	23	23	233	844	456	145	41	264	2262
6	74	2	0	5	5	32	125	284	91	22	161	801
7	60	0	0	6	2	20	32	71	104	38	145	478
8	46	0	0	1	1	4	9	6	17	31	45	160
9	201	0	1	1	0	7	4	18	23	26	1548	1829
sum	868	72	155	665	503	1310	1390	955	413	177	2252	8760

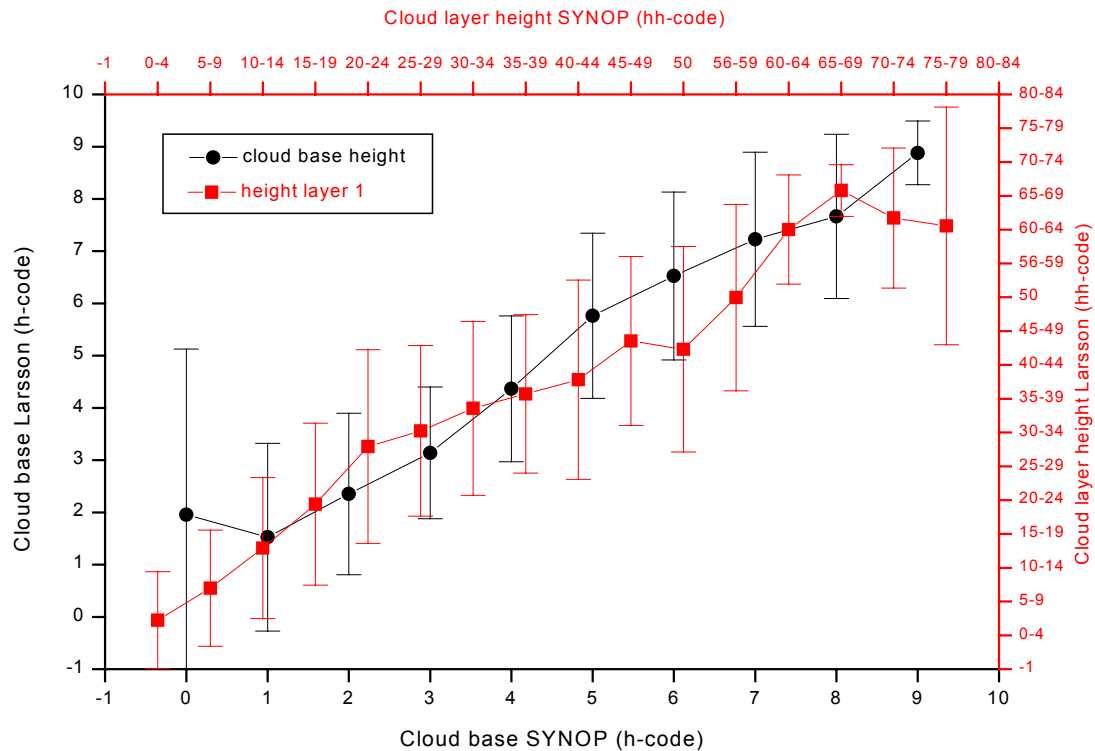
Tabel 11 geeft de hoogte van de eerste wolkenlaag opgedeeld in de hh klassen zoals in de SYNOP gebruikelijk is. Deze classificatie heeft stappen van 100 voet van hh=0=0 tot hh=50=5000 voet, vervolgens stappen van 1000 voet van hh=56=6,000 tot hh=80=30,000 voet en tenslotte stappen van 5,000 voet van hh=81=35,000 tot hh=88=70,000 voet met hh=89 voor alle hogere waarden. In Tabel 11 zijn diverse hh-groepen samengevoegd. In de tabel zijn de 341 gevallen waar zowel de automaat als de waarnemer geen bewolking hebben waargenomen als de 10 en 2122 gevallen waarop respectievelijk de waarnemer of de automaat geen bewolking hebben waargenomen of geen gegevens hebben verder buiten beschouwing gelaten. Deze gevallen zijn ook in de tabellen met de bedekkingsgraad terug te vinden, zij het dat de aantallen verschillen omdat andere selecties betreffende de hoogte zijn gemaakt. De beide hoogtes komen in het algemeen goed overeen, maar de automaat geeft vaak hogere waarden dan de waarnemer omdat de waarnemer mogelijk elders een lagere wolkenbasis ziet die niet boven het instrument is langsgekomen. Van alle gevallen ongelijk die aan -1 komen 34% exact overeen, terwijl 68 en 80% overeenkomen binnen een band van 1 en 2 groepen, respectievelijk.

Tabel 11. Als Tabel 10, maar als functie van de hh code, i.e. de hoogte van de eerste wolkenlaag.

SL	-1	0-4	5-9	10-14	15-19	20-24	25-29	30-34	35-39	40-44	45-49	50	56-59	60-64	65-69	70-74	75-79	80-84	85-89	sum
-1	341	4	0	2	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	351
0-4	20	239	60	5	0	1	1	2	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	333
5-9	84	215	561	162	48	16	13	5	8	3	2	5	7	1	3	0	0	0	0	1133
10-14	84	18	189	270	123	47	33	9	5	3	9	5	12	3	1	0	0	0	0	811
15-19	100	6	64	191	215	143	71	53	36	21	12	14	19	6	1	1	0	0	0	953
20-24	161	6	24	48	102	161	119	86	69	31	27	38	51	15	4	4	0	0	0	946
25-29	163	0	12	17	45	125	150	108	75	46	30	36	25	20	6	1	0	0	0	859
30-34	91	6	4	5	16	31	63	70	68	33	22	34	22	7	3	2	0	0	0	477
35-39	50	0	3	4	5	13	25	47	62	25	19	15	18	5	4	0	0	0	0	295
40-44	86	1	4	9	9	10	17	17	30	29	22	19	28	8	1	3	0	0	0	293
45-49	43	1	2	1	4	2	4	8	19	12	34	33	18	7	3	2	0	0	0	193
50	83	3	5	5	3	8	7	15	13	13	19	46	36	13	2	1	0	0	0	272
56-59	166	1	1	12	4	9	5	9	4	13	10	32	141	53	16	2	0	0	0	478
60-64	238	0	0	2	0	2	0	1	0	5	4	9	38	116	81	25	0	0	0	521
65-69	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	8	7	0	0	0	0	69
70-74	322	0	0	1	0	0	0	0	3	0	0	2	6	11	25	16	0	0	0	386
75-79	370	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	2	4	0	0	0	0	379
80-84	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
85-89	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sum	2463	500	929	734	576	568	508	430	393	235	211	289	422	271	161	70	0	0	0	8760

De gemiddelde wolkenhoogtes van de automaat per groep van de waarnemer en de bijbehorende standaard deviatie zijn gegeven in Figuur 25. De gemiddelde wolkenbasishoogten van de automaat, uitgedrukt in de h-code, komen altijd binnen een 0.5 groep overeen met die van de waarnemer, behalve

voor de eerste groep voor de laagste bewolking. De standaard deviatie is gemiddeld 1.5 groep, en alleen de eerste groep wijkt hier weer af met een waarde van 3. Dezelfde waarden zijn ook uitgezet in de hh-code voor de eerste wolkenlaag. Op deze manier kan ook de hogere bewolking worden bekeken. De hh-groepen zijn nog meer gegroepeerd om het aantal bins te verlagen en het aantal event per bin te vergroten. De waarden van de automaat komen nu binnen 0.5 bin overeen met de SYNOP voor de lage bewolking, zijn ongeveer 1 bin te hoog voor de groepen 15-34, en vervolgens maximaal 1 bin te laag totdat ze bij groep 65 weer goed overeenkomen. Bewolking boven groep 65 wordt in het algemeen lager aangegeven door de automaat, doordat de sensor tegen zijn maximale bereik aanzit.

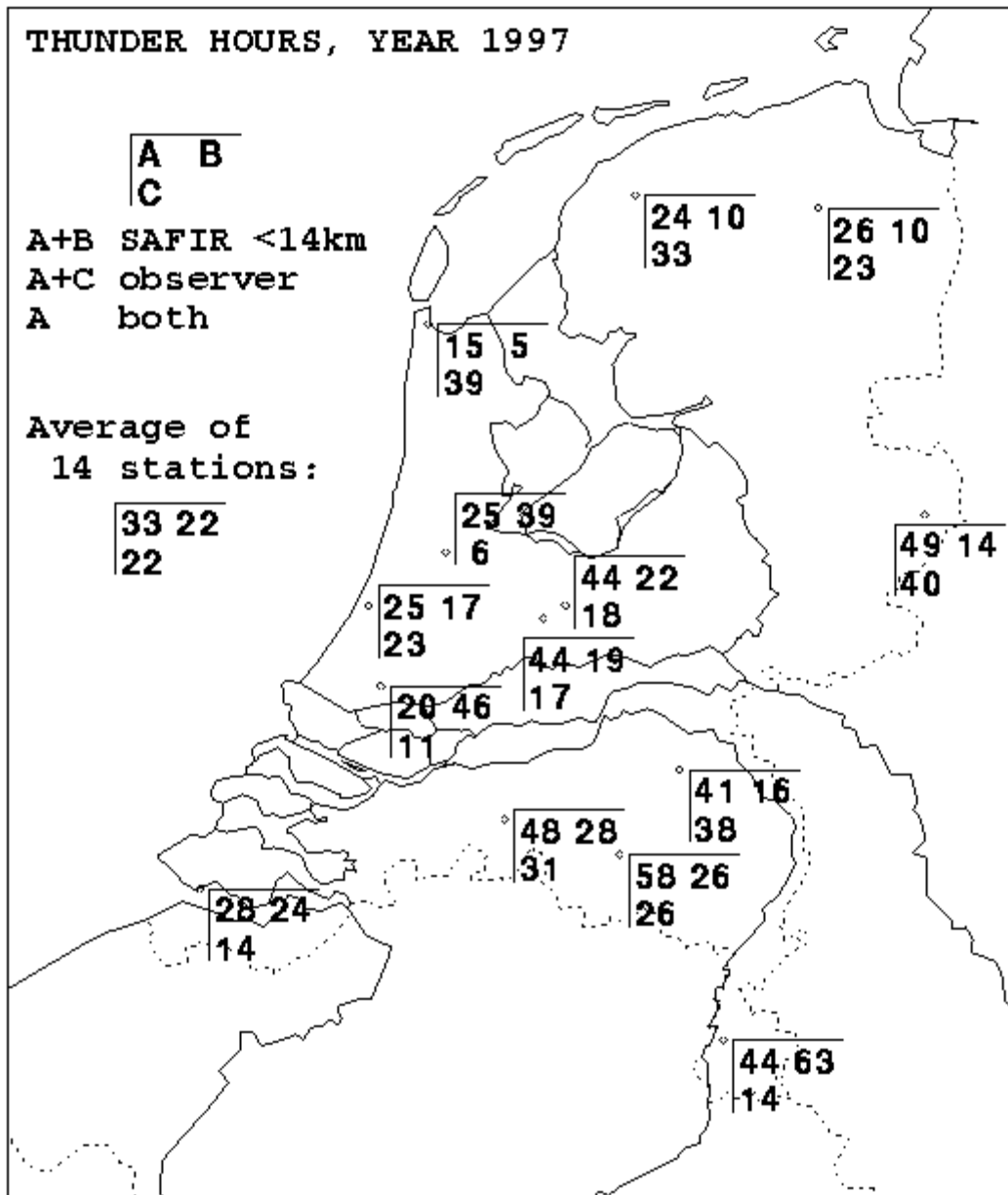


Figuur 25. Gemiddelde en standaard deviatie van wolkenbasishoogten van Larsson als functie van SYNOP waarde uitgedrukt in de h en hh code voor alle gegevens van de periode december 1997 tot en met november 1998 in de Bilt.

5.4. Bliksem

In het evaluatierapport over het SAFIR systeem [Wessels, 1998] is een vergelijking gemaakt tussen het aantal ontladingen dat door de waarnemer wordt waargenomen en het aantal dat door het SAFIR systeem wordt waargenomen. Tevens zijn de SAFIR gegevens vergeleken met de gegevens van het oude LPATS systeem (Lightning Positioning And Tracking System). De bevindingen van het rapport zijn:

- Het Nederlandse grondgebied wordt goed bedekt door het SAFIR systeem (zie Figuur 7).
- Het aantal ontladingen dat door de waarnemer wordt waargenomen komt goed overeen met het aantal door het SAFIR systeem indien een cirkel van 14 km wordt aangenomen als de grens waarbinnen een ontlading, door het SAFIR systeem gedetecteerd, wordt toegewezen aan het station (zie Figuur 26).



Figuur 26. Vergelijking van de registraties van onweeren op diverse stations door waarnemers en het SAFIR systeem.

6. Consequenties voor de bulletins

De invoering van automatische visuele waarnemingen zal het gedeelte van de bulletins die al automatisch werden ingevuld niet beïnvloeden. Alleen de visuele parameters/groepen zullen nu ook automatisch worden aangemaakt. Voor nadere details over de codering wordt verwezen naar de code-handboeken en voor de afleiding van de gegevens naar de beschrijving van de algoritmen [Wauben, 1998]. Hieronder zijn beknopt aangegeven de visuele groepen welke in de automatisch gegenereerde bulletins zullen worden opgenomen. Per item wordt de parameter die vet is aangegeven in de groep besproken.

6.1. SYNOP

- iRixhVV:** De indicator geeft aan of de **7wawaWa1Wa2** groep is opgenomen of niet, en zo niet of het als gevolg van geen weer of geen gegevens is.
- iRixhVV:** De hoogte van de wolkenbasis wordt met de h-code tabel aangegeven. De wolkenbasis is de laagst gemeten wolkenhoogte van de afgelopen 30 minuten.
- iRixhVV:** Het horizontale zicht wordt gegeven met de VV-code tabel. Het horizontale zicht is het gemiddelde meteorologische zicht waargenomen in de afgelopen 10 minuten en omgezet naar zicht met de 10-minuut gemiddelde achtergrondhelderheid.
- Nddff:** De totale bedekkingsgraad van bewolking in oktas, waarbij 1 of meer hits met bewolking in het afgelopen half uur tenminste 1 okta is en 1 of meer hits zonder bewolking maximaal 7 okta is. Met bovengenoemde uitzonderingen is de totale bedekkingsgraad het relatieve aantal in oktas van de waarnemingen van de wolkenhoogtemeter met bewolking, waarbij de metingen van de laatste 10 minuten een dubbel gewicht hebben.
- 7wawaWa1Wa2:** De weercode volgens een aparte code-tabel voor automaten. Hierin wordt neerslag alleen gemeld als de 10-minuut gemiddelde neerslagintensiteit tenminste 0.05 mm/uur is. Er is sprake van onderbroken neerslag als in het afgelopen uur tenminste 1 10-minuut interval is met een gemiddelde neerslagintensiteit van minder dan 0.05 mm/uur. Echter, alle neerslagsoorten behalve sneeuw, regen en neerslag van onbepaald soort worden, mits de bijbehorende intensiteit tenminste 0.05 mm/uur is, gemeld onafhankelijk of het al dan niet onderbroken is. Lichte neerslag wordt bepaald aan de hand van de neerslagintensiteit van de PW-sensor, terwijl matig en zware neerslag wordt bepaald aan de hand van de registratie van de regenmeter. De weercode wordt verder bepaald onafhankelijk van de gerapporteerde neerslaghoeveelheid. Het kan dus voorkomen dat de weercode neerslag meldt terwijl de gerapporteerde neerslagsom en duur nul is of omgekeerd.
- 7wawaWa1Wa2:** De melding van verleden weer geschiedt ook aan de hand van een aparte tabel. Het stroomschema dat gebruikt wordt voor de bepaling van de Wa1 en Wa2 is iets gewijzigd ten opzichte van dat voor de W1 en W2 in verband met het verschil tussen buien en onderbroken neerslag.
- 8NhCICmCh:** Deze groep wordt opgenomen als 8//// en benadrukt alleen maar dat in sectie 3 van de SYNOP bewolkingsgroepen zijn opgenomen. In sectie 3 kunnen maximaal 3 bewolkingsgroepen worden opgenomen.
- 8NsCHsHs:** De bedekkingsgraad van de wolkenlaag met hoogte HsHs zoals afgeleid uit de wolkenmetingen van het afgelopen half uur met behulp van het Larsson algoritme.
- 8NsCHsHs:** Het geslacht van de bewolking kan niet worden bepaald en is steeds /.
- 8NsCHsHs:** De hoogte van de wolkenlaag met bedekkingsgraad Ns volgens de hh-code tabel.
- 51722:** Als de wawa weercode gelijk is aan 22 als gevolg van motsneeuw gedetecteerd in het afgelopen uur, dan wordt dit met deze groep benadrukt.
- 518wawa:** Indien de gerapporteerde wawa weercode betrekking heeft op zeer lichte neerslag dan wordt dit benadrukt door de wawa code in de 518 groep te herhalen. Net als bij de weercode geldt een ondergrens voor de 10-minuut gemiddelde neerslagintensiteit van 0.05 mm/uur voor het melden van zeer lichte neerslag en tevens een bovengrens van 0.1 mm/uur.
- 5975Vm:** Bij een horizontaal zicht van minder dan 100m wordt de zichtwaarde ook in deze groep opgenomen.

6.2. KLIM

YYGGwi: De indicator is 1 als de weer- en neerslagindicatoren in groep 2 en 3 door automaten wordt bepaald.

2wa1wa2wa3wa4: De indicatoren geven het al dan niet optreden van diverse verschijnselen in het afgelopen uur aan. Ook hier wordt de ondergrens van een 10-minuut gemiddelde neerslagintensiteit van 0.05 mm/uur gehanteerd.

3wa5wa6wa7iRh: De indicatoren geven het al dan niet optreden van diverse verschijnselen in het afgelopen uur aan. Ook hier wordt de ondergrens van een 10-minuut gemiddelde neerslagintensiteit van 0.05 mm/uur gehanteerd. De nieuwe indicator wa7 geeft neerslag van onbepaald soort aan.

6.3. METAR

De visuele groepen in de METAR zijn nog niet opgenomen in RIS.

6.4. SPECI

De groepen van de SPECI komen exact overeen met de groepen van de METAR, zei het dat de actuele waarnemingen opgenomen worden in de SPECI. Ook deze groepen zijn nog niet beschikbaar in RIS.

7. Toekomstige ontwikkelingen

Diverse ontwikkelingen zijn gaande op het gebied van de automatisering van de visuele waarnemingen. Enkele recente ontwikkelingen op het KNMI en elders worden hieronder beschreven.

7.1. KNMI

7.1.1. Heimann infrarood radiometer

Onlangs is een project gestart, met inbreng van INSA en KS (Klimaatonderzoek en Seismologie) en in samenwerking Kipp & Zonen, om een nieuwe weerbestendige behuizing voor de Heimann infrarood radiometer te ontwikkelen. In deze nieuwe behuizing moet de sensor voldoen aan de operationele eisen die gesteld zijn aan het instrument met betrekking tot nauwkeurigheid, ijking en onderhoud. Het instrument moet in staat zijn continue metingen van de hemeltemperatuur te verrichten met een nauwkeurigheid van tenminste 1°C.

7.1.2. METCLOCK

Het METCLOCK algoritme voor de verwerking van de METEOSAT beelden tot bewolgingsproducten wordt momenteel, mede in het kader een BCRS project, operationeel gemaakt. Tevens wordt nog gewerkt aan productontwikkeling en validatie binnen WM.

7.1.3. Wolkenalgoritme

Bij KS wordt spoedig een project gestart om een algoritme te ontwikkelen dat de gegevens van de wolkenhoogtemeter, de infrarood radiometer en METCLOCK combineert om tot een betere karakterisering van bewolking te komen. Hierbij zal de dataset verkregen tijdens het TEBEX project worden gebruikt, maar ook meer recente gegevens verkregen met de nieuwe sensoren.

7.1.4. Radar

Thans wordt uitgebreid gebruik gemaakt van de neerslagbeelden verkregen met de radarsystemen. Er zijn mogelijkheden om tevens additionele producten zoals neerslag op afstand en de aanwezigheid van convectieve bewolking uit de radargegevens af te leiden. Momenteel zijn nog geen projecten in die richting opgestart.

7.1.5. Video camera

In het onlangs afgeronde project wolken infrarood detectie [Hovius, 1998] is de mogelijk tot het afleiden van wolkenparameters uit video beelden door een waarnemer op afstand aangetoond. Door gebruik te maken van een infrarood camera konden ook in het donker goede resultaten verkregen worden. Echter de aanschaf van een infrarood camera met een voldoende grote openingshoek is duur, en het onderhoud is door de koeling met vloeibare stikstof praktisch niet realiseerbaar. De automatische verwerking van de verkregen beelden is niet onderzocht op het KNMI.

7.2. Elders

7.2.1. Toestand van de grond sensoren

Door zowel Vaisala als door de DWD (Deutscher Wetterdienst) wordt gewerkt aan de ontwikkeling van sensoren die de toestand van de grond bepalen. Vaisala heeft al de beschikking over een sensor die in het wegdek kunnen worden ingebouwd om de toestand van het wegdek te bepalen. Dit gebeurt aan de hand van geleiding en electro-chemische eigenschappen van het oppervlak. Deze sensoren worden al op diverse plekken gebruikt voor zowel wegen als startbanen van vliegvelden. De DWD werkt aan een optisch systeem, dat de toestand van de grond bepaalt uit de reflectie eigenschappen van de grond.

7.2.2. Freezing rain detector

In de VS wordt een Rosemount detector gebruikt om onderkoelde neerslag te detecteren. De sensor bestaat uit een staafje dat in trilling wordt gebracht. Als onderkoelde neerslag optreedt, hecht deze zich aan het staafje, waardoor de eigenfrequentie van de trilling van het staafje verandert doordat de massa van het staafje toeneemt. Testen hebben laten zien dat de detector goed werkt, maar hij wordt nog niet operationeel ingezet.

7.2.3. Video systemen

Er zijn nieuwe video systemen op de markt die, door gebruik te maken van CCD detectoren, ook gevoelig genoeg zijn in de schemering of bij maanlicht. De Total Sky Imager van Yankee Environmental Systems is zo een systeem dat niet alleen maar ruwe beelden opneemt en ter beschikking stelt aan gebruikers, maar ook software bevat om de ruwe beelden in meerdere kleuren automatisch te verwerken en de totale bedekkingsgraad te bepalen. De waarde van dergelijke systemen is in de praktijk nog niet bewezen.

8. Samenvatting en conclusies

Uit voorgaande beschrijving moge duidelijk zijn dat de automatisering van de visuele waarnemingen een gebied is waar momenteel volop aan gewerkt wordt. Na afronding van de eerste fase zal het KNMI over een systeem beschikken dat sterk lijkt op de AVW systemen zoals deze in Zweden en de VS momenteel gebruikt worden, zij het dat de sensoren vaak verschillen, waarbij de door het KNMI gebruikte sensoren meestal nieuwer en beter zullen zijn. In het vervolg traject zullen de lopende ontwikkelingen op het gebied van de infrarood radiometers en METCLOCK tot verbeteringen zorgen in de bepaling van bewolking. Tevens mag worden verwacht dat diverse additionele producten uit het radarsysteem binnen afzienbare tijd beschikbaar komen. De volgende stap in de uitbreiding van RIS ten behoeve van AVW is het leggen van de verbinding met de vliegvelden via het GDC. Op deze manier zullen minuut gegevens van de op de vliegvelden aanwezige sensoren beschikbaar komen die vooralsnog alleen gebruikt zullen worden om, parallel aan de visuele waarnemingen, automatische SYNOP te genereren om met de visuele SYNOP te kunnen vergelijken.

Uiteraard is het nodig de kwaliteit van de automaten in de gaten te houden en ruime ervaring op te doen. Het aantal stations met PW-sensoren en wolkenhoogtemeters zal in de loop van 1999 geleidelijk toenemen. Hierdoor is het mogelijk op grotere schaal de automatische berichten met visuele waarnemingen te vergelijken en specifieke meteorologische situaties nader te bestuderen. Hierbij is vaak de referentie een probleem. De metingen van de sensoren en de waarnemingen in de SYNOP zijn meestal niet 1 op 1 te vergelijken. Met name door de gegevens van vliegvelden te gebruiken, waar de visuele waarnemingen nagenoeg continue worden verricht en identieke sensoren op meerdere locaties staan, kan een beter inzicht in de vergelijking worden verkregen.

De vergelijking van de automatische metingen met de visuele waarnemingen komt in het algemeen goed overeen. Echter er zijn situaties waarin de automaat en de waarnemer waarden geven die behoorlijk uiteen lopen. Dit is meestal het gevolg van het verschil tussen een min of meer lokale meting van een automaat en een visuele waarneming rondom. Situaties waarop de metingen van automaten niet representatief zijn voor het gezichtsveld van de waarnemer treden vooral op bij het horizontaal zicht en de bedekkingsgraad. De algoritmen zullen in de toekomst mogelijk anders afgestemd worden zodat onder specifieke meteorologische situaties een bepaald resultaat behaald wordt. De vergelijking van neerslagsoorten wordt bemoeilijkt omdat hier ook het exacte interval van de meting versus de visuele waarneming een rol speelt.

De nationale en internationale ontwikkelingen op technische gebied en op het gebied van de codering zullen nauwlettend worden gevolgd. Eventueel zullen deze ontwikkelingen tot aanpassingen van het AVW systeem leiden. Uiteraard zullen ook gebreken aan het AVW systeem of betere optimalisaties voor de gebruikte algoritmen tussentijds worden aangepakt. Daarnaast zullen, in de toekomst, andere informatie bronnen betrokken worden bij de AVW zoals satelliet en radar gegevens om de ruimtelijke representativiteit van de automaten te verbeteren. Tevens zal de gebruiker van de AVW de informatie op een andere manier moeten interpreteren en eventueel combineren met andere gegevens om de informatie zo optimaal te benutten. Ook dit zal de ervaring in de praktijk nog moeten leren.²

² Vlak voor afronding van dit rapport is besloten de ondergrens voor het rapporteren van neerslag te verlagen om een betere overeenstemming met de waarnemer te krijgen. In dit rapport is de oude waarde 0.05 mm/uur gebruikt.

9. Referenties

- Bijma, J.R., SIAM documentatie, KNMI INSA, de Bilt, 1998
- Hovius, W., Wolken Infrarood Detectie (WIRD), Eindrapportage, KNMI INSA, de Bilt, 1998
- Mazee, A.N., Weercode-generator wawa, Eindrapportage, KNMI INSA, de Bilt, 1996
- Leroy, M. en Bellevaux C., PREWIC, The WMO intercomparison of Present Weather Sensors/Systems, Instrument and Observing Methods, Report 74 (WMO/TD-No.887), WMO, Geneve, 1998
- Wauben, W.M.F., Algoritmen RIS, Specificaties, KNMI INSA, de Bilt, 1998
- Wessels, H.R.A., Evaluation of a radio interferometry lightning positioning system, Scientific report 98-04, KNMI, de Bilt, 1998
- WMO, Expert Meeting on Automation of Visual and Subjective Observations, CIMO, Trappes, 1997