

## Duurtest LD40 en FD12P op Meetpost Noordwijk



Analyse van de metingen van de LD40 wolkenhoogtemeter en de FD12P Present Weather Sensor tijdens de vervuilingstest op Meetpost Noordwijk van 13 maart tot en met 18 november 2002.

**Wiel Wauben**  
**MI-INSA**  
**12 juni 2003**

*Aanvullingen van 10 september 2003*

## Inhoudsopgave

<b>Summary, conclusions and recommendations .....</b>	<b>ii</b>
<b>1. Inleiding .....</b>	<b>1</b>
<b>2. Opstelling duurtest .....</b>	<b>2</b>
<b>3. Data-acquisitie.....</b>	<b>4</b>
3.1. Inwinapplicatie .....	4
3.2. Gegevens LD40 wolkenhoogtemeter .....	4
3.3. Gegevens FD12P Present Weather Sensor.....	5
<b>4. Analyse van de metingen .....</b>	<b>7</b>
4.1. Overzicht metingen LD40 .....	7
4.2. Ontwikkeling vervuiling LD40 .....	9
4.3. Analyse wolkenhits LD40 .....	10
4.4. Inspectie en schoonmaken LD40.....	13
4.5. Overzicht metingen FD12P.....	15
4.6. Ontwikkeling vervuiling FD12P.....	17
4.7. Analyse meteorologisch zicht FD12P .....	19
4.8. Inspectie en schoonmaken FD12P .....	23
<b>5. Detailanalyse metingen van enkele dagen .....</b>	<b>25</b>
5.1. Analyse metingen van de LD40 wolkenhoogtemeter.....	25
5.2. Analyse metingen van de FD12P Present Weather Sensor.....	26
<b>6. Samenvatting, conclusies en aanbevelingen.....</b>	<b>28</b>
6.1. Samenvatting.....	28
6.2. Conclusies .....	28
6.3. Aanbevelingen.....	29
<b>7. Referenties.....</b>	<b>32</b>
<b>8. Dankwoord.....</b>	<b>33</b>
<b>Appendix A: Overzicht waarschuwingen en alarmen .....</b>	<b>34</b>
<b>Appendix B: Metingen LD40 en FD12P op geselecteerde dagen.....</b>	<b>39</b>

## **Pollution test of a LD40 and FD12P at Meetpost Noordwijk**

**Wiel Wauben, Instrumental Department, KNMI**

**June 12, 2003**

*The decisions made during the evaluation at the AO-INSA meeting of August 13, 2003, have been included in this report. Also the actions taken since and experiences up to this time have been added on September 10, 2003.*

### **Summary**

The Royal Netherlands Meteorological Institute (KNMI) is planning the installation and/or replacement of cloud ceilometers and present weather sensors at oil production platforms in the North Sea. KNMI operates the new Vaisala-Impulsphysik LD40 ceilometer and the Vaisala FD12P present weather sensor in the national measurement network at land station, but has no experience with these sensors on the North Sea. However, KNMI experience at stations near the coast show that often the regular maintenance interval of 6 months is not sufficient for the FD12P due to contamination. In order to determine whether these 2 new sensors are suitable for use on the North Sea and to get an estimate of the contamination and required maintenance interval a test has been performed. For that purpose a LD40 ceilometer and a FD12P present weather sensor were installed on Meetpost Noordwijk (MPN), a research platform near the Dutch coast, from March 13 to November 18, 2002 (Figure 1 shows an overview of the set-up). During that period the standard output of the sensors, that is used in the operational set-up, is stored on a PC every minute as well as status information and additional information that is a measure of the contamination. This additional information consisted of the window backscatter (WBS) of the LD40 and the receiver (RBS) and transmitter backscatter (TBS) of the FD12P as well as the signal of the precipitation detector (DRD) of the FD12P (Table 1 shows an example of the archived data).

The measurements of the LD40 show that the sensor works correctly during its 8-month stay on MPN without maintenance. The window backscatter remains below the 50% alarm limit during the entire period (Figure 5 shows the development of the WBS). Only on August 23 the sensor reports 2 alarms due to contamination, but these occurred during suspicious circumstances when the WBS suddenly jumped to a higher value (Appendix B contains daily plots of LD40 data showing the observed cloud hits as well as the WBS). The LD40 that was used in the test had an old laser module that resulted in faulty cloud detections above 10,000 feet, but this did not influence the test. Also the cloud hits at 25 feet that occur on some days without fog seem not related to contamination. The measurements also show that as a result of precipitation the contamination of the window of the LD40 generally decreases. Furthermore it can be noted that the sensor (including the plastic hood) survived and operated correctly during the storm on October 27 with wind gusts up to 38m/s.

The measurements of the FD12P at MPN show that after about 6 months the sensor is seriously contaminated and in urgent need of maintenance (Figure 12 shows the development of the RBS and TBS). The sensor already reports warnings due to contamination of the transmitter only a couple of days after installation; after about a month and a half the sensor reports such warnings almost continuously; after 6 months the first errors are reported and the last months such error occur frequently, although the situation improves a little at the end. The transmitter is pointed towards the southwest and the contamination increases particularly during situations with both precipitation and a southwesterly wind. The contamination of the receiver looking to the northeast is much less. Still, warnings occur regularly after about 5 months. Again the situation improves a little in the last weeks of the test. Analysis of the frequency distribution of the measured visibility shows that the measurements are affected by contamination (see Figure 14). The contamination of the FD12P at Meetpost Noordwijk resulted in higher visibility values. This effect becomes noticeable when the reported contamination of the transmitter is about halfway between the corresponding warning and alarm limits (see Figure 15). The variation of the measured receiver backscatter suddenly increases on November 3 for no apparent

reason and remains high. Low receiver backscatter values are reported since then with values that are even below the reference value for a clean receiver. The reference value for window contamination of the receiver is therefore no more valid and the reported backscatter is probably no good measure anymore for the contamination. The changes in the backscatter of the receiver not only occur during precipitation, but also on days without precipitation and/or high wind speeds. Furthermore, precipitation can lead to an increase or a decrease of contamination or no significant change at all.

The precipitation detector shows no sign of contamination since the maximum, i.e. dry, values are nearly the same over the period of the test. Low values do only occur on days with precipitation or with high relative humidity.

## Conclusions

The pollution test was performed on a 'small' research platform near the coast. It is difficult to estimate the contamination of the LD40 and FD12P when installed on platform further into the North Sea. The contamination by birds at Meetpost Noordwijk can be seen from the pictures taken when the sensors returned (Figures 8 and 16), and will certainly be less farther from the coast. On the other hand the effect of wind and spray will be worse, although this will be partly compensated by the higher altitude at which the sensors will be situated (15 versus 50m). Furthermore contamination by fuel combustions will occur at platforms. Therefore it is not possible at this time to give a maintenance period. Considering the above, it can be expected that the LD40 can be operated for 6 months without maintenance. The FD12P, however, will probably need cleaning every 1 or 2 months. It is preferable to clean on demand since the contamination does not only increase regularly, but is strongly affected by meteorological conditions. The effect of contamination and cleaning can be checked remotely. Later, when KNMI has more experience with these sensors on the North Sea, the use of a preventive, regular maintenance period can be reconsidered. Note that the United Kingdom and Norway already operate the FD12P on some platforms in the North Sea. Their experience confirms the conclusions of the test at Meetpost Noordwijk. The FD12P sensors at English platforms are cleaned every month and even more often during severe weather.

The conclusion of the test is that the LD40 and FD12P are suitable for use on platforms in the North Sea. However, a maintenance interval of 6 months (as for the other sensors) is not possible for the FD12P. The sensor needs to be cleaned more often. Experience with the FD12P shows that after cleaning the sensor generally returns to the reference values for contamination and the visibility calibration. Therefore cleaning does not require a recalibration. An agreement has to be made with the proprietor of the platforms so that local operators can perform this maintenance. Furthermore the operator must be provided with a cleaning kit, instructions and procedures. Currently the sensor interface contains status information that indicates whether a warning or alarm level due to contamination is exceeded. This is sufficient to activate the operator. However, this status information does not identify uniquely the contamination warning/alarm, nor does it indicate the receiver or transmitter as the source of the problem, although this information could be made available. After cleaning the only check available at present is whether the backscatter is below the warning limit. It is not possible to see remotely how close it is to the clean reference or the warning limit. Therefore, it would be best to have a direct connection to the sensor via a modem enabling a check of the actual contamination levels and also the possibility to perform a reset of the contamination levels if necessary. A direct connection can also be used for a more detailed analysis in case of problem so that possibly the reason can be traced and only sensor parts need to be shipped and replaced instead of the entire sensor. A check after cleaning can also be performed by introducing a third clean level in the sensor interface that indicates whether the backscatter is close enough to the clean reference value of the sensor.

*Based on a preliminary version of the report it was decided to install a LD40 and FD12P on platform F3. The installation has taken place on June 16, 2003. An agreement was made regarding cleaning on request by the operator. Up to this time, the sensors operated correctly without contamination warnings. No cleaning was required. Note however, that the storm season hasn't yet started.*

*The above-mentioned changes to the sensor interface will be taken up in the project in which a new sensor interface is developed. The FD12P does not facilitate polling by the sensor interface in combination with a parallel modem connection.*

## Recommendations

The recommendations are:

- The inconsistencies reported by the FD<sub>12P</sub> between the RBS and change with respect to the clean reference value need to be fixed by Vaisala.  
*This is not used in the operational set-up of KNMI.*
- Investigate the possibility of using other connectors or consider some other solution in order to avoid the corrosion of the connectors of the FD<sub>12P</sub>. Be aware of severe corrosion at platforms. Particularly the electronics box of the FD<sub>12P</sub> might be sensitive to corrosion, although after the 8 months stay at Meetpost Noordwijk no damage could be observed.  
*An insulating silicone compound is applied to the surface of contact of plug and connector in order to overcome this problem. Also the FD<sub>12P</sub> is supplied with better paintwork. This is done for all FD<sub>12P</sub> sensors that will be placed on offshore installations.*
- Give the cables some additional protection against birds when the sensors are installed on platforms near the coast.  
*This occurred only during this test and has not been observed at other coastal stations. It will be treated as an incident and if required, measures will be taken.*
- Make resetting the clean reference values for the backscatter part of the calibration procedure after revision of a FD<sub>12P</sub> by KNMI.  
*This is now part of the calibration procedure of KNMI and is performed in a darkroom.*
- KNMI needs to get more experience in the behaviour of the backscatter information of the LD<sub>40</sub> and FD<sub>12P</sub> that is used to measure contamination. Presently KNMI does not know whether the observed behaviour of these parameters is typical. In particular, the increased variability in the RBS of the FD<sub>12P</sub> and the sudden occurrence of RBS values lower than the clean reference are suspicious and might be indicators for a problem.  
*This item will be taken up in a forthcoming project regarding the visibility reference set-up at KNMI.*
- KNMI should test the LD<sub>40</sub> and FD<sub>12P</sub> sensors more thoroughly before placing them in the field. This does not necessarily require a test outdoors, but analysis of sensor data acquired overnight can also reveal faulty sensors.  
*All sensors are subjected to a 24 hours indoor test before installation in the field.*
- Consider changing the warning levels of the FD<sub>12P</sub>. Experience at other stations shows that the FD<sub>12P</sub> gives warnings due to contamination rather quickly, whereas the error level hardly occurs. The analysis of the frequency distribution of the measured visibility revealed no deterioration in the 'lower' half of the warning regime, but the 'upper' half already showed a clear effect. Whether a higher warning limit can be used without affection the required accuracy in e.g. visibility requires more detailed information on the relation between them.  
*This item will be taken up in a forthcoming project regarding the visibility reference set-up at KNMI.*
- Consider changing the alarm limit of the LD<sub>40</sub>. Although some contamination on the window of the LD<sub>40</sub> was clearly visible after the test, the reported WBS was close to the value for a clean window. Here too information on the relation between measured WBS and the decrease in sensitivity of the detection of high and/or thin clouds is required before changing the alarm limit.  
*No action. The relation between WBS and contamination is expected to be too uncertain. Furthermore experience doesn't indicate a real problem here.*
- The relationship between the 'measured' contamination and the error in the reported visibility by the FD<sub>12P</sub> and decrease in sensitivity of cloud detection by the LD<sub>40</sub> need to be determined.  
*No action. Although this is considered an important unknown for these operational sensors it cannot easily be determined. The relationship between contamination and backscatter is probably too uncertain to make real progress here. Both sensors do not use the measured windows backscatter for contamination compensation.*

## 1. Inleiding

In het kader van het project Automatisering Visuele Waarnemingen (AVW) zijn in de loop van het jaar 1999 2 nieuwe sensoren geïntroduceerd in het operationele meetnet van het KNMI. Dit zijn de LD40 wolkenhoogtemeter van Impulsphysik (nu Vaisala) en de FD12P Present Weather Sensor (PWS) van Vaisala. Deze sensoren worden gebruikt in de volledig geautomatiseerde generatie van SYNOP rapporten inclusief informatie over weer, wolken en zicht. Inmiddels verricht het KNMI op een 15-tal landlocaties metingen met deze sensoren. Een beschrijving van deze sensoren en de verdere bewerking van de sensor data zijn elders gegeven, alsmede een vergelijkingen tussen gemeten en waargenomen grootheden voor verschillende landstations zie bijvoorbeeld Bijma (1999a en 1999b), Wauben et al. (2001) en Wauben (2002a, 2002b en 2003).

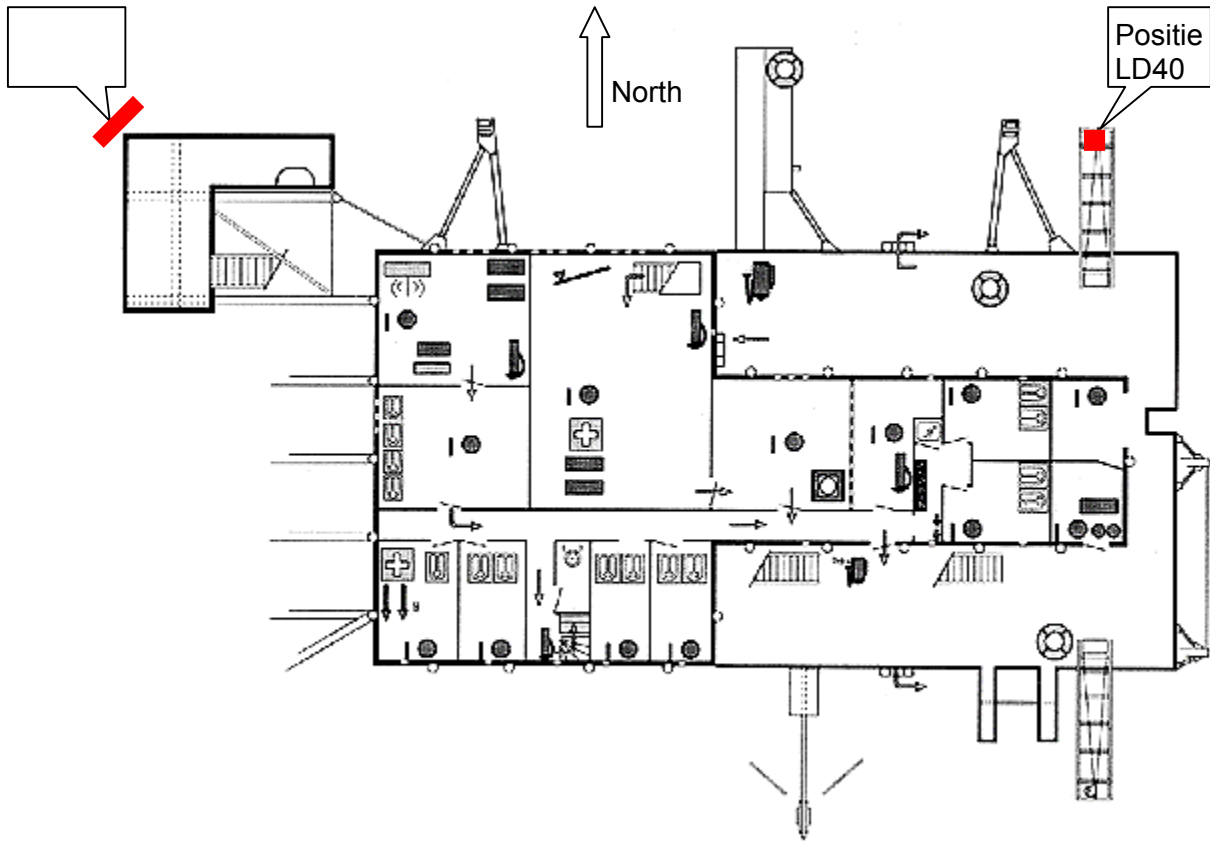
KNMI is voornemens om de LD40 en de FD12P ook te gebruiken op productieplatforms in de Noordzee. Enerzijds is dit nodig ten behoeve van AVW, anderzijds zal op termijn de bestaande voorraad zichtsensoren en wolkenhoogtemeters ten behoeve van het meetnet Noordzee gefaseerd vervangen moeten worden door de LD40 en FD12P sensoren. Als eerste zullen de LD40 en de FD12P worden geplaatst op de meetlocatie F3, die op dit moment is uitgerust met een 'oude' wolkenhoogtemeter en zichtsensoren, en in de nabije toekomst mogelijk ook op andere locaties van het meetnet Noordzee. Beide sensoren worden momenteel alleen nog toegepast binnen het synoptisch waarneemnet op het vaste land. Alvorens tot plaatsing op productieplatforms over te gaan is besloten hun geschiktheid onder de zeer specifieke omstandigheden van het meetnet Noordzee, met name de hoge mate van vervuiling van deze sensoren op zee, in kaart te brengen (van Leusden, 2000). Hiervoor zijn gedurende de periode van 13 maart t/m 18 november 2002 een LD40 en een FD12P opgesteld op de Meetpost Noordwijk. De tijdens deze periode ingewonnen gegevens zullen worden gebruikt om onder meer de vervuilingkarakteristiek en het onderhoudsinterval van de sensoren vast te stellen. Dit document bevat een analyse van bovengenoemde metingen van de duurtest LD40 en FD12P op de Meetpost Noordwijk.

## 2. Opstelling duurtest

De duurtest van de LD40 wolkenhoogtemeter en FD12P present weather sensor heeft plaatsgevonden op de Meetpost Noordwijk (MPN). Dit is geen productieplatform, maar een platform nabij de kust dat gebruikt wordt voor het continue verrichten van operationele hydrologische en meteorologische metingen alsmede voor het verrichten van tijdelijke metingen voor onderzoeksdoeleinden. Juist omdat MPN geen productieplatform is, is het beter toegankelijk en zijn er meer faciliteiten/mogelijkheden voor het uitvoeren van zo'n test. Wel dient men rekening te houden met het feit dat MPN dicht bij de kust ligt (ongeveer 10 km) en relatief klein is in vergelijking met productieplatforms als F3 (hoogte van ongeveer 15 versus 50m, respectievelijk).

Voor de duurtest heeft een bezoek plaatsgevonden op MPN en is uitgezocht wat de best beschikbare locatie voor de test was. Dit bezoek is vastgelegd in van Leusden (2001). Figuur 1 toont een foto en overzicht van MPN met aanduiding van de locatie van de opstelling voor de LD40 en FD12P. De metingen zijn uitgevoerd op het 15m dek. De LD40 was opgesteld op het einde van een 3,75m lange uithouder aan de NO-zijde van de meetpost en zoals gebruikelijk 5 graden uit de vertikaal naar het Noorden gekanteld. De FD12P hing middels een speciaal hiervoor gemaakte paal over de railing aan de NW-zijde van de Meetpost op het zgn. Remote Sensing bordes. Door deze bevestiging hing de FD12P eigenlijk 0,5m naast het platform en was er geen verstoring door objecten in de nabijheid. De sensor stak 2m uit onder het bovengelegen helidek op 19m. De FD12P hing aan de NW-hoek van het Remote Sensing bordes met de ontvanger gericht naar het Noordoosten. De achtergrondhelderheid sensor was gericht naar het Noorden.

Duurtest LD40 and FD12P op Meetpost Noordwijk



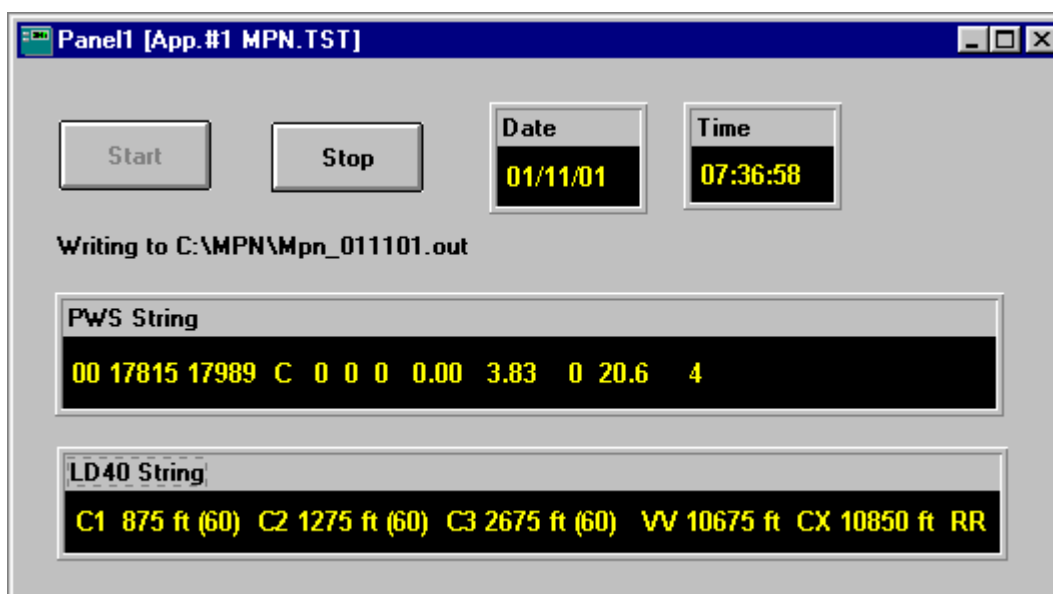
Figuur 1. Schema van de Meetpost Noordwijk met aanduiding van de locaties van de LD40 en FD12P tijdens de duurtest en foto van de FD12P opstelling (Foto OCN B.V.).



### 3. Data-acquisitie

#### 3.1. Inwinapplicatie

Voor zowel de LD<sub>40</sub> als de FD<sub>12P</sub> is naast de standaard meteorologische informatie ook status informatie ingewonnen van de sensor. Operationeel vindt het bevragen van de sensoren plaats door een sensorinterface, de zgn. SIAM (Bijma, 2001), die vervolgens een standaard bericht aanbiedt aan een automatisch waarneemsysteem van het KNMI. Dit SIAM-bericht bevat naast de gemeten meteorologische grootheden ook statusinformatie. Echter, omdat voor deze test meer detail gewenst was over de mate van vervuiling (de SIAM geeft enkel een waarschuwing of fout als een limiet overschreden wordt) heeft de data-acquisitie plaatsgevonden middels het software pakket TestPoint en een standaard PC voorzien met 2 COM poorten en een CD-Writer. Beide sensoren waren via duplex RS422 verbindingen aangesloten op de PC zodat ze over grote afstand bevragd konden worden. De sensoren zijn elke minuut ondervraagd. De benodigde meetgegevens zijn vervolgens direct op harde schijf geschreven in dagbestanden. Aan het eind van de dag zijn deze bestanden gekopieerd naar een CD-RW. De CD-RW is een vijftal keren uitgewisseld door personeel van Rijkswaterstaat en verzonden naar het KNMI. Behalve dat de metingen zijn opgeslagen zijn ze ook op het scherm getoond, zodat ter plekke kon worden gecontroleerd of de data-acquisitie nog liep en sensorgegevens correct binnenkwamen. Tevens kon, indien noodzakelijk, de PC-tijd worden bijgesteld. De PC was niet uitgerust met een zgn. watchdog, zodat de mogelijkheid bestond dat de PC vast kwam te hangen. Dit is 1 keer opgetreden waardoor ruwweg anderhalve maand aan metingen in juli/augustus 2002 ontbreken. Dit heeft echter niet tot nadelige gevolgen voor de test geleid, omdat de vervuiling van de sensoren voor en na de onderbreking nagenoeg gelijk was. Figuur 2 toont het scherm van de TestPoint inwinapplicatie.



Figuur 2. Scherm van de TestPoint inwinapplicatie voor de data-acquisitie van gegevens van de LD<sub>40</sub> en FD<sub>12P</sub> tijdens de duurtest op de Meetpost Noordwijk.

#### 3.2. Gegevens LD40 wolkenhoogtemeter

De LD<sub>40</sub> wolkenhoogtemeter maakt gebruik van het zgn. LIDAR (LIght Detection And Ranging) principe. De sensor zendt een laserpuls uit en meet het ontvangen terugverstrooid signaal als functie van de tijd. Uit het signaal en het tijdsverschil kan het zgn. backscatter profiel, een maat voor de hoeveelheid van terugverstrooiing veroorzakende deeltjes als functie van de hoogte, worden afgeleid. Uit dit profiel wordt vervolgens de wolkenbasishoogte afgeleid door de sensor. Behalve een zender en

ontvanger bevat de LD40 ook een referentie detector en een referentie laser. Deze worden gebruikt om het vermogen van laser en de gevoeligheid van de detector te meten en bij te stellen. Daarnaast bevat de LD40 een detector die lichtpulsen verstrooid aan het venster van de zender meet, de zgn. Window Backscatter (WBS). Dit verstrooide signaal is een maat voor de vervuiling van het venster. De vervuiling van het venster wordt niet in rekening gebracht door het instrument. De vervuiling zal de nauwkeurigheid van het instrument niet direct beïnvloeden, maar zal hoofdzakelijk tot een afname van de gevoeligheid leiden, met name voor hoge bewolking. De vervuiling zal namelijk de transmissiviteit van het venster verminderen waardoor het signaal zal afnemen. De exacte relatie tussen vervuiling en gevoeligheid is niet bekend. De detector die de vervuiling meet, geeft een voltage, maar de WBS wordt uitgedrukt in % waarbij 100% overeenkomt met 4V. De WBS kan niet worden geïjkt. De WBS referentie waarde voor een schoon venster kan niet worden gereset en ook geeft de leverancier geen grens voor een acceptabele WBS waarde voor een schoon venster. Indien de Window Backscatter boven een drempelwaarde van 50% uitkomt, wordt door de sensor een alarm gegenereerd. Deze statusmeldingen worden in het operationele meetnet door de SIAM overgenomen en worden samen met de data beschikbaar gesteld aan de gebruikers/beheerders. Merk op dat de LD40 regelmatig een verwarmde luchtstroom over het schuine venster blaast om neerslag en vervuiling te verwijderen. Doordat dit venster van bovenaf vrij toegankelijk is, kan een stevige regenbui leiden tot een afname van de vervuiling.

Voor de LD40 kon geen gebruik worden gemaakt van de zgn. data poort (zie Impulsphysik, 1998) die operationeel gebruikt wordt, omdat via deze poort geen informatie over de actuele vervuiling kan worden verkregen. Daarom is de zgn. service poort, geconverteerd naar RS422, op de uitgang van de sensor aangesloten. Via deze service poort zijn zowel de wolkenbasishoogte metingen, de statusinformatie en de actuele vervuiling beschikbaar. De service poort wordt normaal aangesloten op een terminal. De informatie wordt in een 'willekeurige' volgorde verstrekt via de poort, maar bijgevoegde regelopvoertekens geven aan waar de informatie op het scherm moet komen te staan. Het scherm wordt tenminste elke 15 seconden geheel ververs. Bij de data-acquisitie is de informatie van de service poort voor 16 seconden ingewonnen, zodat alle informatie tenminste 1 keer ververs en dus beschikbaar is, en vervolgens is de benodigde informatie aan de hand van de regelopvoertekens eruit gefilterd en opgeslagen. Daarnaast is middels het "<SHIFT+C>" commando de statusinformatie opgevraagd. De opgeslagen sensorinformatie wordt steeds voorafgegaan door de PC tijd in UTC. De gearchiveerde gegevens van de LD40 wolkenhoogtemeter zijn:

- wolkenbasishoogte van 3 lagen C1, C2, en C3 (allen in voeten)
- vertikaal zicht VV (in voeten)
- maximale verticale bereik CX (in voeten)
- window backscatter WBS (in %)
- diverse status vlaggen (zie Impulsphysik, 1998)

Tijdens de duurtest is gebruik gemaakt van de LD40 nummer 22 met software versie 3.9.

### 3.3. Gegevens FD12P Present Weather Sensor

De FD12P Present Weather Sensor bestaat uit een optische deel met een zender die lichtpulsen in het nabije infrarood uitzendt en een ontvanger. Zender en ontvanger maken een hoek van  $33^\circ$  met elkaar. Indien er geen verstrooiing plaatsvindt in het meetvolume van ongeveer  $0.1 \text{ dm}^3$ , dan zal de ontvanger geen signaal detecteren. Indien er zich deeltjes (bijvoorbeeld mist of regendruppels) in het meetvolume bevinden, dan zal door verstrooiing een gedeelte van het licht in de ontvanger terechtkomen. De sensor maakt onderscheid tussen een continu signaal, die wordt gebruikt voor de bepaling van het zicht, en de aanwezigheid van pieken in het signaal, die neerslag aangeven. De lenzen en kapjes van optische systeem worden verwarmd om verstoring door condensvorming en neerslag te voorkomen. De FD12P bevat tevens een referentie diode in de zender om het uitgezonden vermogen te controleren en eventueel ook bij te stellen. De sensor meet de vervuiling van de lenzen van zender en ontvanger middels een meting van het signaal verstrooid aan de lens. Hiervoor bevat de ontvanger van de FD12P ook een LED. De gemeten vervuiling RBS en TBS aan ontvanger en zender, respectievelijk, wordt niet in rekening gebracht door de sensor bij de bepaling van het zicht, maar wordt gebruikt om



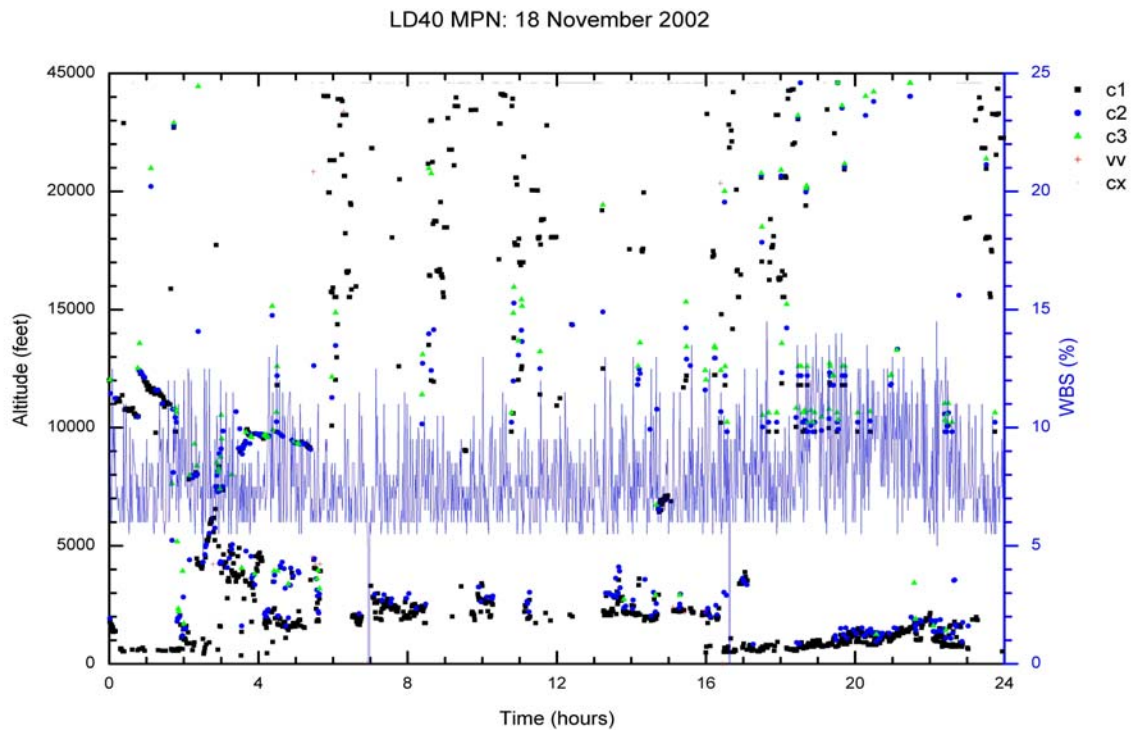
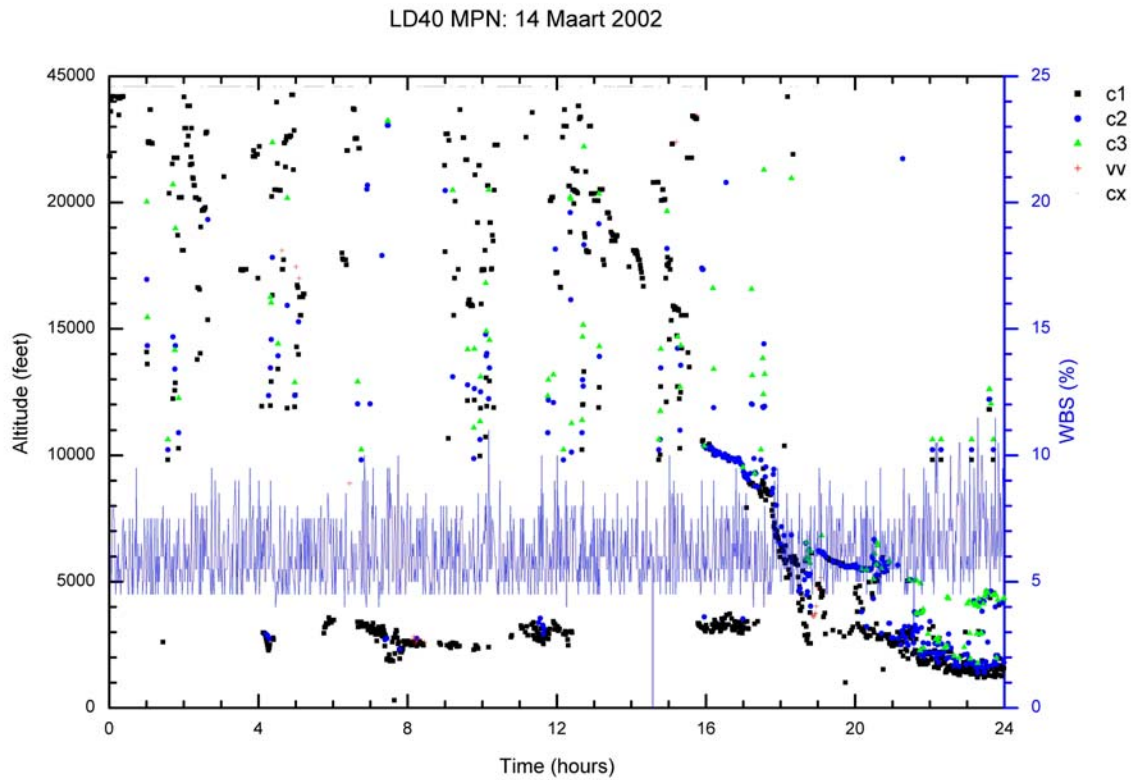
## 4. Analyse van de metingen

### 4.1. Overzicht metingen LD40

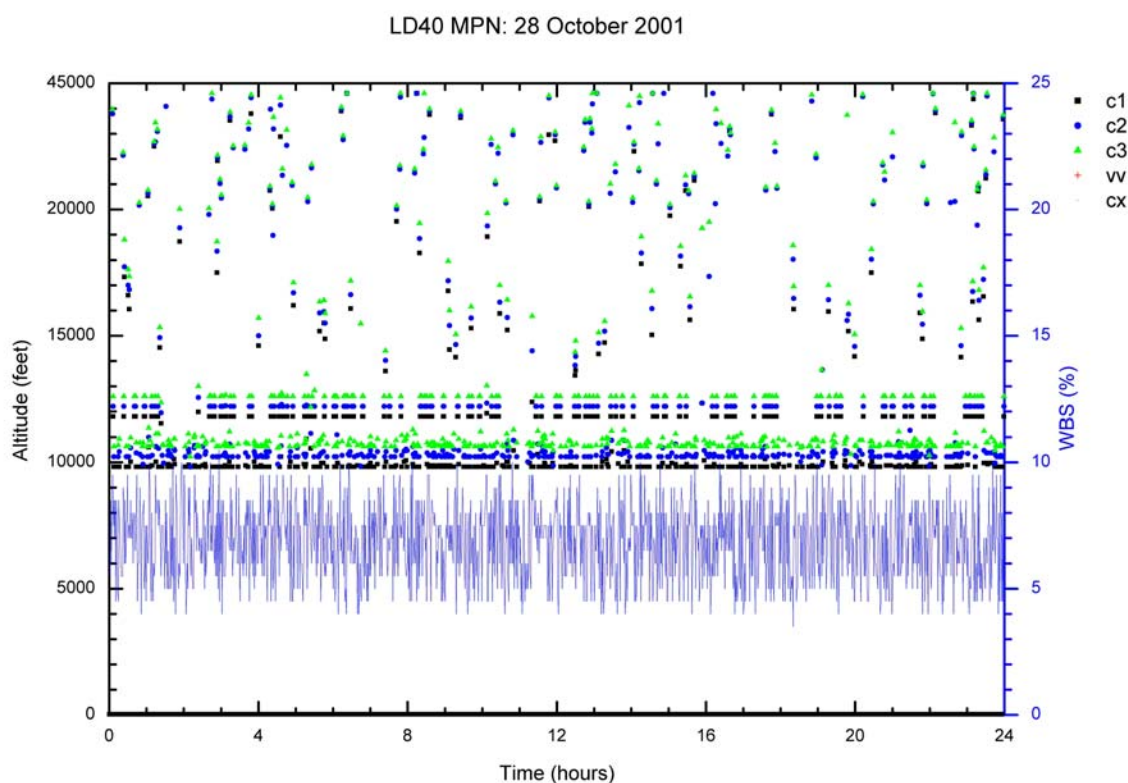
In Figuur 3 zijn de metingen van de LD40 te zien op de eerste en de laatste hele dag van de duurtest, te weten 14 maart en 18 november 2002, respectievelijk. De figuur toont elke minuut de eventuele gedetecteerde eerste, tweede en derde wolkenbasishoogte (C1, C2 en C3). Indien geen wolkenbasis, maar wel het zgn. vertikaal zicht (VV) gerapporteerd werd door de sensor (d.w.z. de sensor ziet iets in het backscatter profiel, maar dit heeft niet de karakteristieken van een wolkenbasis, zoals bijv. neerslag), dan is deze aangegeven middels het rode kruisje (zie bijv. 14/3/02 rond 19:00UT). Indien de LD40 èn geen wolkenbasis èn geen vertikaal zicht rapporteert, dan is het maximale verticale bereik (CX) weergegeven door een klein horizontaal streepje (zie bijv. 18/11/02 rond 23:00UT). De hoogte is gegeven in voeten, maar merk op dat tussen 20.000 en 45.000 voet de schaal ineen is geschoven. In de figuur is tevens de maat voor vervuiling van het venster, de gemeten window backscatter (WBS in %), weergegeven door de blauwe lijn. Als deze window backscatter boven de 50% komt dan geeft de sensor een alarm. Figuur 3 toont dat de sensor nogal last heeft van ruis. Als de sensor geen wolken rapporteert dan geeft de sensor spontaan geïsoleerde wolkenhits boven de 10.000 voet. Dit probleem is eerder ook eens geconstateerd bij de LD40 (Wauben 2001), maar door een nieuwe ruis karakterisatie van de sensor te ondervangen. Tevens bleek na afloop van de duurtest dat de gebruikte LD40 nog een oude lasermodule bevatte die snel verouderde waardoor het vermogen afneemt. Dit wordt door de sensor gecompenseerd door het voltage op de lasermodule te vergroten, maar dat gaat maar een tijdje goed. Op een gegeven moment is de hoogteafhankelijke ruis karakterisatie niet meer correct. Hierdoor wordt de ruis niet goed uitgefilterd waardoor deze geïnterpreteerd kan worden als een wolkenhit. De lasermodule is inmiddels omgeruild door een nieuwe module. Helaas gebeurde dit direct na de duurtest zodat niet kon worden nagegaan of de ruis karakterisatie nog correct was. De ruis is niet het gevolg van vervuiling van het venster. De ruis was namelijk ook al te zien in de metingen van de LD40 die voorafgaand aan de duurtest op 28 oktober 2001 in de productiehal van het KNMI zijn verricht (zie Figuur 4). Reflecties aan het plafond zorgen voor de wolkenhits op 25 voet. De metingen in de productiehal tonen echter ook relatief veel wolkenhits op 10.000 en 12.000 voet.

Het window backscatter signaal toont snelle fluctuaties in de orde van  $\pm 2\%$ . In Figuur 4 is te zien dat ook in de productiehal een typische variatie van  $\pm 2\%$  in het WBS signaal aanwezig is. Figuur 3 toont tevens dat de acquisitie van backscatter data door TestPoint soms berichten mist. Dit komt omdat de gewenste informatie (deels) ontbreekt in de data die de afgelopen 16 seconden via de service poort van de sensor is ontvangen. Zo ontbreekt op 14 maart 1 meting en op 18 november ontbreken er 3. Deze gaten (in het ergste geval ontbraken 24 metingen op 1 dag) hebben verder geen invloed gehad op deze duurtest. Ook is in Figuur 3 te zien dat de gemeten window backscatter op de eerste en laatste dag nauwelijks verschillen.

Duurtest LD40 and FD12P op Meetpost Noordwijk



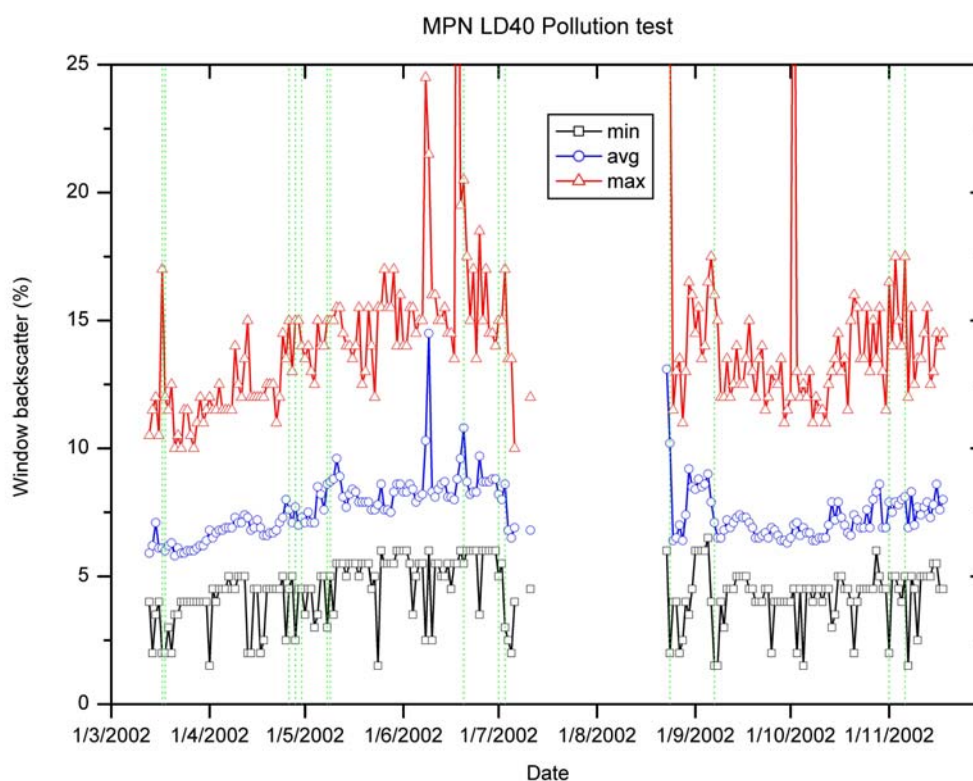
Figuur 3. De metingen van de LD40 op de eerste en laatste dag van de duurtest op Meetpost Noordwijk. Getoond worden de wolkenhits of anders het vertikaal zicht of anders het vertikaal bereik en de gemeten window backscatter (WBS).



Figuur 4. De metingen van de LD<sub>40</sub> in de productiehal van het KNMI op zondag 28 oktober voorafgaand aan de duurtest.

#### 4.2. Ontwikkeling vervuiling LD40

De ontwikkeling van de window backscatter met verloop van de tijd is gegeven in Figuur 5. Daarvoor zijn daggemiddelde waarden van de window backscatter en de dag minimum en maximum waarden in Figuur 5 uitgezet. Tevens zijn in Figuur 5 met verticale groene strepen de dagen aangegeven waarop meer dan 2 mm neerslag is gevallen volgens de FD<sub>12P</sub>. Merk op dat in de periode 6 juli tot 23 augustus de sensor gegevens ontbreken omdat in die periode de PC was gestopt. Voor en na deze onderbreking is echter geen verandering in de trend te zien. We mogen dus aannemen dat door de ontbrekende periode geen essentiële gegevens zijn gemist. De daggemiddelde window backscatter toont in de eerst 2 maanden een lichte toename van ongeveer 6,5 naar 7,5% en blijft vervolgens rond de 7,5% schommelen. Ook in de dagminima van de window backscatter is over de gehele periode geen duidelijke toename te zien. De dagmaxima toont enkele hoge pieken. De pieken op 18 juni (40%), 23 augustus (52%) en 2 oktober (38%) zijn geïsoleerde hoge waarden. De piek op 23 augustus van boven de 50% betreft 2 metingen die resulteren in een alarm. Behoudens deze 2 geïsoleerde alarmen is de window backscatter gedurende de gehele 8 maanden van de duurtest ruim onder de alarmgrens van 50%. Figuur 5 toont tevens dat er vaak, maar niet altijd, een verband is tussen neerslag en een verandering in de window backscatter. Meer hierover in de detailanalyse voor enkele dagen in sectie 5.1.



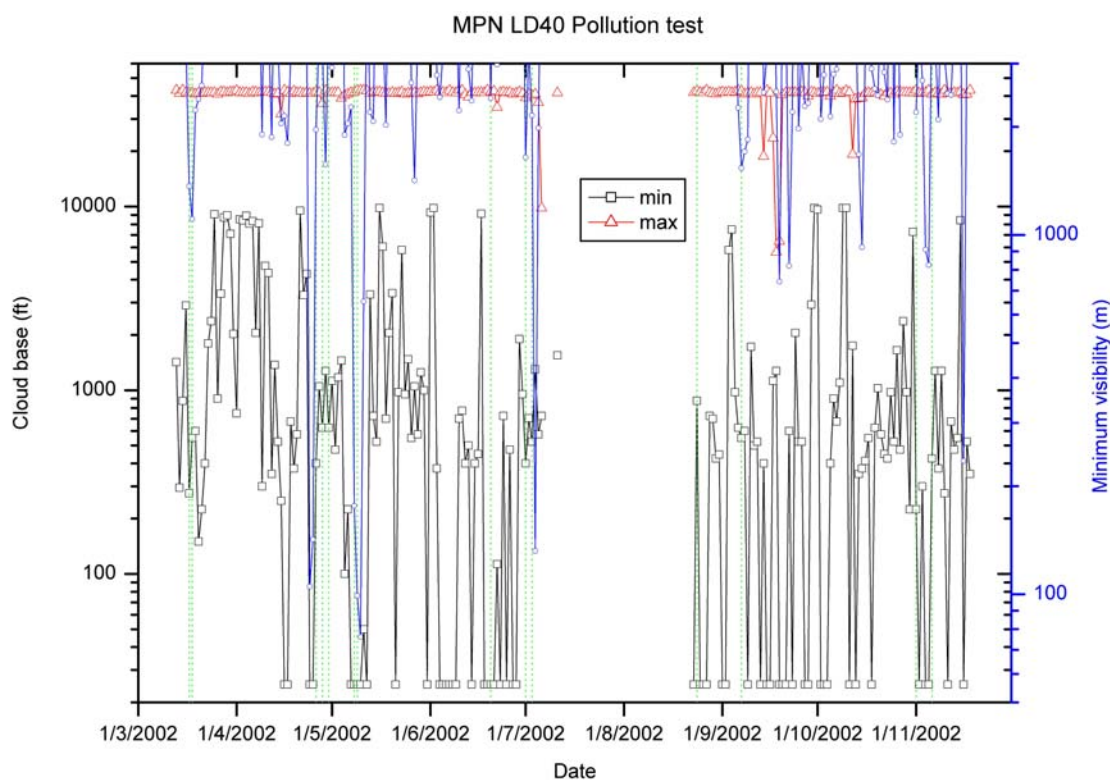
Figuur 5. Ontwikkeling van de gemeten vervuiling van de LD40 over de periode van de duurtest. Getoond worden dagelijkse minimale en maximale waarden, alsmede de daggemiddelde waarde van de window backscatter.

De data-acquisitie van de LD40 middels het passief meelesen via de service poort heeft geresulteerd in het missen van enkele metingen. Een dagelijks overzicht hiervan is gegeven in Tabel 2 in appendix A. De data-acquisitie van de wolkenbasishoogte C1 verliep goed. Maximaal ontbreken 3 metingen per dag omdat in de ontvangen gegevens het formaat afwijkt van hetgeen verwacht mag worden. Het aantal ontbrekende metingen van het vertikaal zicht VV is veel groter. Het aantal keren dat via de service poort geen correct bericht van de vorm "VERTI: 100 ft" is ontvangen varieert tussen de 0 en 700 per dag. De window backscatter ontbreekt maximaal 24 keer op een dag, maar de statusinformatie is steeds aanwezig. Dit laatste komt omdat de statusinformatie actief opgevraagd kon worden door de inwinapplicatie en daardoor stabielier verliep. De sensor geeft over de gehele periode geen enkele statusmelding behoudens de 2 meldingen van een te hoge WBS.

### 4.3. Analyse wolkenhits LD40

In Figuur 6 is voor elke dag de minimale en maximale door de LD40 gedetecteerde wolkenbasis geplot. Deze figuur toont dat bijna elke dag de maximale wolkenbasishoogte dicht bij het maximale verticale bereik van 43.000 voet ligt. Er schijnt dus geen afname te zijn van de gevoeligheid van de sensor gedurende de 8 maanden van de test. Ook het gerapporteerde maximale verticale bereik van de sensor is bijna altijd 43.000 voet behoudens enkele dagen met bewolking. Echter, er dient te worden opgemerkt dat veel van deze hoge wolkenhits het resultaat zijn van de eerder vermelde ruis, waardoor aan de hand van bovengenoemde analyse van de maximale wolkenhoogtes niet eenduidig kan worden geconcludeerd dat de LD40 geen last heeft van vervuiling. Anderzijds toont de sensor veel dagen met een minimale wolkenbasis op 25 voet. Dit gebeurt ook op dagen dat het zicht volgens de FD12P goed is en het dus niet aannemelijk lijkt dat de LD40 in de mist staat. Tevens treden de situaties met wolkenhits op 25 voet op bij verschillende windrichtingen zodat het niet aannemelijk is dat een

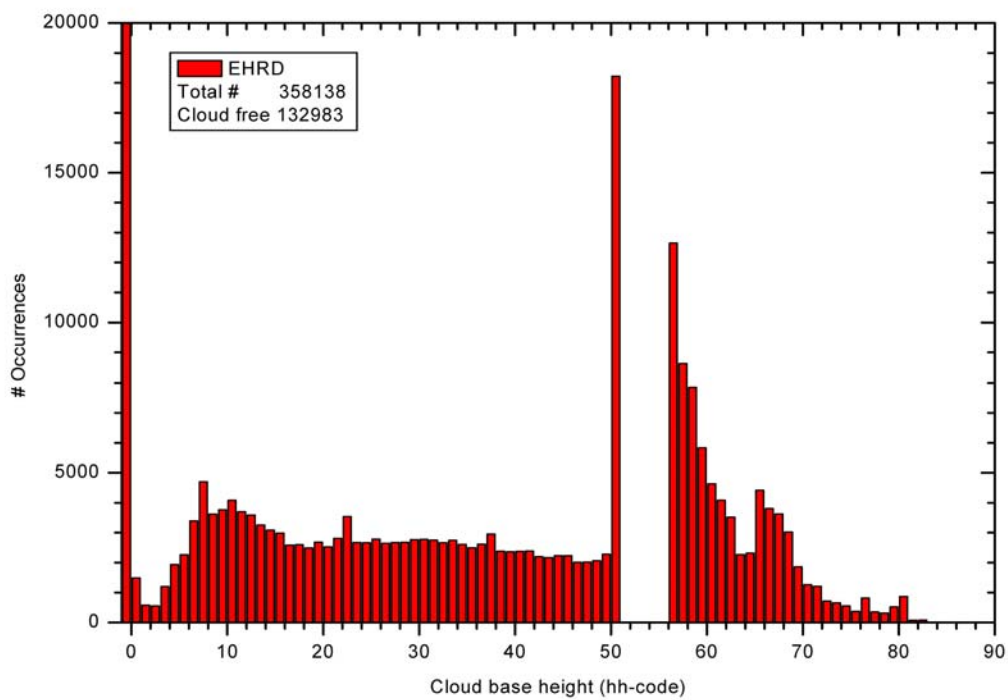
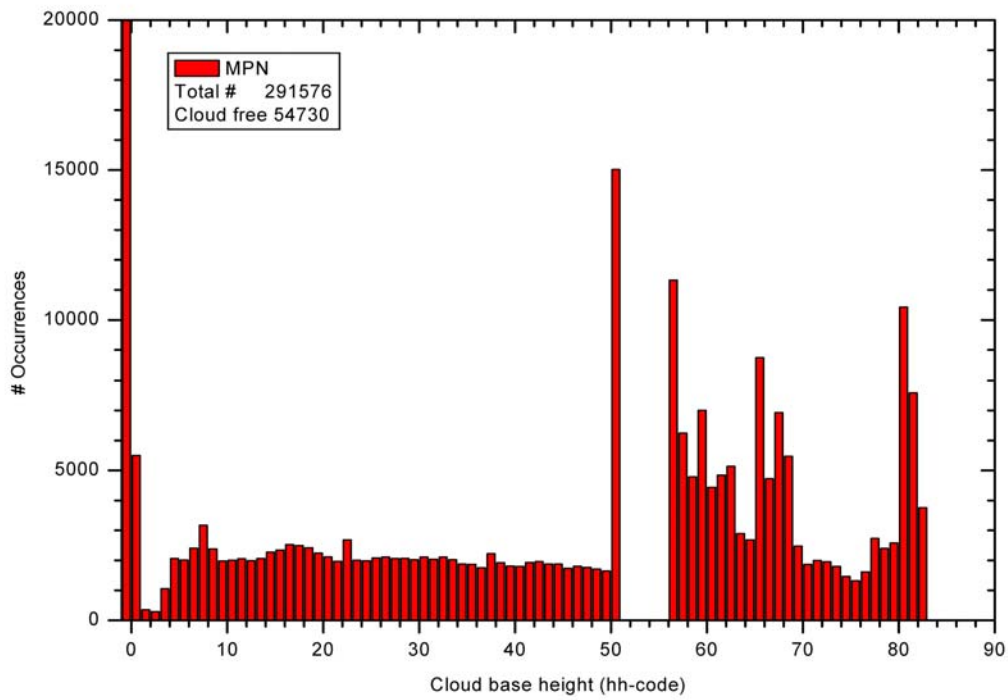
rookpluim van het platform zich in het meetpad van de LD40 bevindt. Ook dit lijkt te maken te hebben met een sensor probleem. Omgekeerd is het wel zo dat op dagen dat de FD12P mist meldt (zicht kleiner dan 1 km) de LD40 meestal wolkenhits op 25 voet rapporteert, hetgeen te verwachten is als de LD40 in de mist staat. Slechts op 4 juli, 22 september en 15 oktober vallen situaties met mist niet samen met bewolking op 25 voet. Dit zijn echter dagen met of geïsoleerde dips in het gemeten zicht of periodes met een sterke afname van het zicht tijdens neerslag. Voor een nadere analyse van deze dagen wordt verwezen naar sectie 5.



Figuur 6. Dagelijkse minimale en maximale gedetecteerde wolkenbasishoogte van de LD40 en het laagst gemeten zicht van de FD12P.



Duurtest LD40 and FD12P op Meetpost Noordwijk



Figuur 7. Frequentieverdeling van gemeten wolkenbasishoogte uitgedrukt in de hh-code hoogte-intervallen van de SYNOP voor de LD40 van de duurtest op Meetpost Noordwijk en een LD40 voor dezelfde periode op vliegveld Rotterdam.

Vervolgens is gekeken naar de frequentieverdeling van de door de LD40 gerapporteerde wolkenbasishoogtes. Hierbij is gekeken naar de eerste gedetecteerde wolkenlaag gegeven door de parameter C1 of VV op minuut basis. In Figuur 7 zijn de frequentieverdelingen gegeven voor de metingen tijdens de duurtest op Meetpost Noordwijk en voor de LD40 op vliegveld Rotterdam voor dezelfde periode. De gegevens van de LD40 op Rotterdam worden hierbij gebruikt als referentie voor een goede sensor, omdat deze continue gebruikt wordt door de aanwezige weerkundige en eventuele problemen op korte termijn zullen zijn verholpen. We gaan ervan uit dat de verdeling van de wolkenhoogtes op beide locaties in de bewuste periode gelijk zijn. Een vergelijking tussen de resultaten van Rotterdam en De Kooij toonde aan dat deze aanname voor deze stations correct is. De wolkenbasishoogte in de frequentieverdeling is gegroepeerd in de rapportage stappen van het SYNOP bericht, de zgn. hh-code. Interval -1 geeft onbewolkt aan hetgeen in Rotterdam ongeveer 35% maar voor MPN slechts 20% van de tijd optreedt. De hoogte-intervallen 0-50 gaan in stappen van 100 voet van 0 tot 5000 voet. In dit bereik is het aantal voorkomens nagenoeg gelijk. Wel valt op dat het aantal wolkenhits beneden 100 voet (hh=1) ongeveer een factor 4 groter is voor Meetpost Noordwijk in vergelijking met Rotterdam en bijna een factor 2 groter in vergelijking met De Kooij. Dit is het gevolg van de bovengenoemde foutieve wolkenhits op 25 voet. Het gebrek aan bewolking onder de 300 voet kan komen doordat de sensor minder gevoelig is in dit gebied omdat de bundels van zender en ontvanger elkaar nog niet overlappen ondanks de correctie die de sensor hiervoor maakt. Het kan echter ook deels meteorologisch verklaard worden door turbulentie nabij het oppervlak waardoor een lage wolkenbasis minder vaak zal kunnen voorkomen. De pieken op hoogte-intervallen 7, 22 en 37 worden vermoedelijk veroorzaakt door eigenschappen van de sensor. De hoogte-intervallen 56-80 gaan in stappen van 1000 voet van 6000 tot 30.000 voet. Boven de 30.000 voet (80) wordt de hoogte gerapporteerd in stappen van 5.000 voet waarbij hoogte-interval 82 het maximale bereik van 43.000 voet van de LD40 bevat. De toename in aantal voorkomens vanaf interval 50 en 80 komt door de grotere stap vanaf dat interval. De toename van interval 49 naar 50 van ongeveer een factor 10 komt overeen met een toename in de stapgrootte van 100 naar 1000 voet. Vanaf 5000 voet neemt het aantal voorkomens af met de hoogte. Dit zal deels komen doordat hogere bewolking wordt afgeschermd door lagere bewolking. Het komt echter ook deels door een afname in de gevoeligheid van de sensor met de hoogte. Het effect van de gevoeligheid van de sensor is te zien op 15.000 voet (hh=65), waar een toename van het aantal wolkenhits te zien is doordat de sensor vanaf deze hoogte een gevoeliger wolkendetectie algoritme gaat gebruiken. De frequentieverdeling voor Meetpost Noordwijk toont duidelijk een groter aantal wolkenhits boven 10.000 voet die toe te schrijven is aan de foutieve wolkenhits ten gevolge van de ruis. Dit zal ook de reden zijn dat het aantal metingen zonder bewolking op Meetpost Noordwijk beduidend lager is.

#### 4.4. Inspectie en schoonmaken LD40

Vooraf en bij terugkomst is de LD40 in de productie hal van de KNMI werkplaats doorgemeten. Vooraf is de LD40 aan de PC gekoppeld om de stabiliteit van de data-acquisitie te testen. Hierbij gaf de sensor bijna de gehele tijd een wolkenbasis op 25 voet (zie Figuur 4). Echter ook hier blijkt dat de sensor regelmatig foutieve wolkenhits gaf boven de 10.000 voet. Ervaring met andere sensoren leert dat dit niet wordt veroorzaakt door incidentele reflecties of verstoringen door andere sensoren. Deze wolkenhits boven de 10.000 voet duiden op een probleem in de sensor. Tijdens de metingen in de hal bedroeg de gemiddelde window backscatter 7% met minima van 4% en maxima van 10%. Dit komt goed overeen met de eerste metingen op Meetpost Noordwijk (zie Figuur 3), alleen dat daar de daggemiddelde window backscatter 6% bedraagt. Bij terugkomst gaf de vervuilde sensor een gemiddelde window backscatter van 9% met minima en maxima van 6 en 13%, respectievelijk. Opnieuw is dit hoger dan de daggemiddelde window backscatter van 8% gemeten op de laatste dag op de Meetpost (Figuur 3). Zowel vooraf als na de duurtest komen de window backscatter metingen in de hal goed overeen met de metingen in het veld, alleen is de window backscatter 1% hoger in de hal. Mogelijk dat de LD40 in de hal extra backscatter geeft door reflecties aan het plafond. Na schoonmaken van de sensor (en helaas ook vervanging van de laser module) gaf de sensor een gemiddelde window backscatter van 6% met minima en maxima van 4 en 8%, respectievelijk. De uitwisseling van de laser is mogelijk de oorzaak dat de window backscatter na schoonmaken 1% lager is dan voorafgaand aan de duurtest.



Figuur 8. Enkele foto's van de vervuilde LD40 na afloop van de 8 maanden duurtest op de Meetpost Noordwijk met van links naar rechts en van boven naar beneden: de behuizing van de LD40; het venster; intern en de kabels.

Na afloop van de duurtest is ook een inspectie van de LD40 sensor uitgevoerd. Een en ander is ook vastgelegd met foto's (zie Figuur 8). De sensor was behoorlijk vervuild door excrementen van vogels. Intern zag de sensor er nog prima uit. De kabels waren vervuild, maar de kunststof stekkers zagen er nog goed uit en waren zonder problemen los te krijgen. De buitenkant van de sensor zag er redelijk uit, maar na verwijdering van de kap en de zijpanelen blijkt de vervuiling van het venster en ook de excrementen die tussen de zijpanelen zijn gaan zitten. Het schoonmaken hiervan is geen prettige klus. Echter, de verwachting is dat van overlast door vogels op productieplatform F3 geen sprake zal zijn gezien de grote afstand tot het vaste land.

Tijdens de duurtest is gebruik gemaakt van LD40 sensor nummer 22. Deze heeft voorafgaand aan de duurtest op Meetpost Noordwijk op Schiphol (positie 06) gestaan in de periode van september 1999 tot en met eind 2001. Na de duurtest, om precies te zijn vanaf februari 2003, is deze sensor, inmiddels voorzien van een nieuwe lasermodule, geplaatst op Zestienhoven. In beide gevallen functioneerde de sensor zonder problemen. Dus ook zonder de bovengenoemde foutieve wolkenhits boven de 10.000 voet en op 25 voet.

#### 4.5. Overzicht metingen FD12P

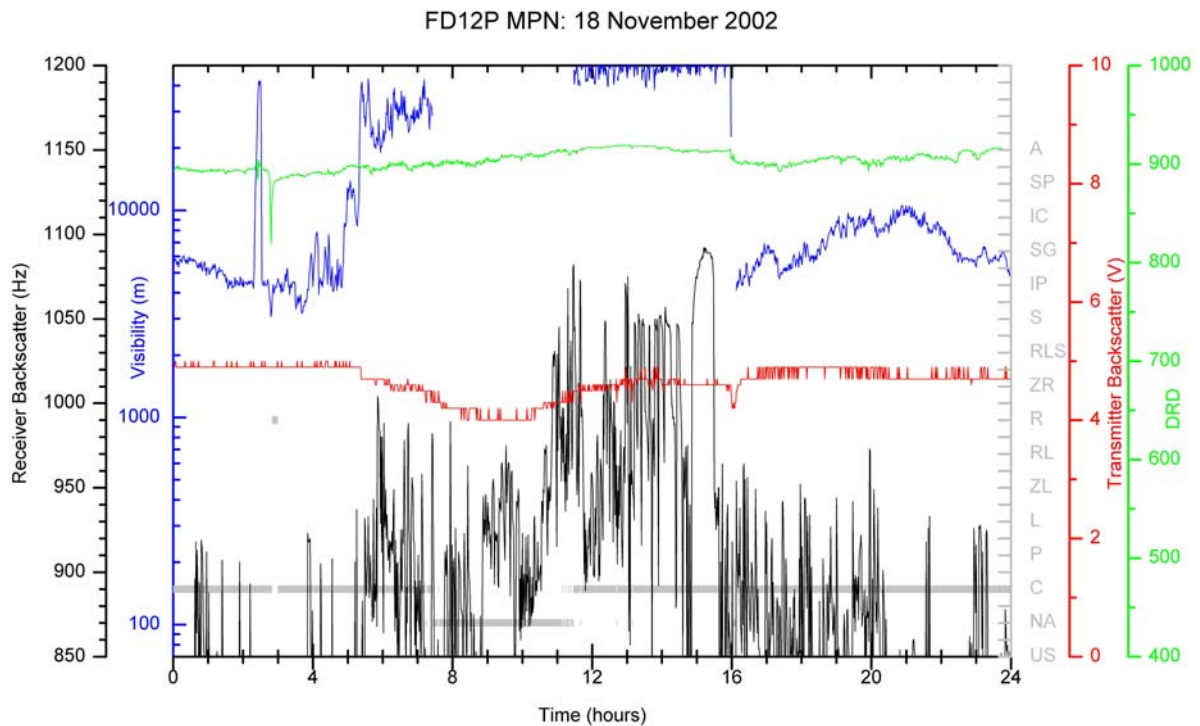
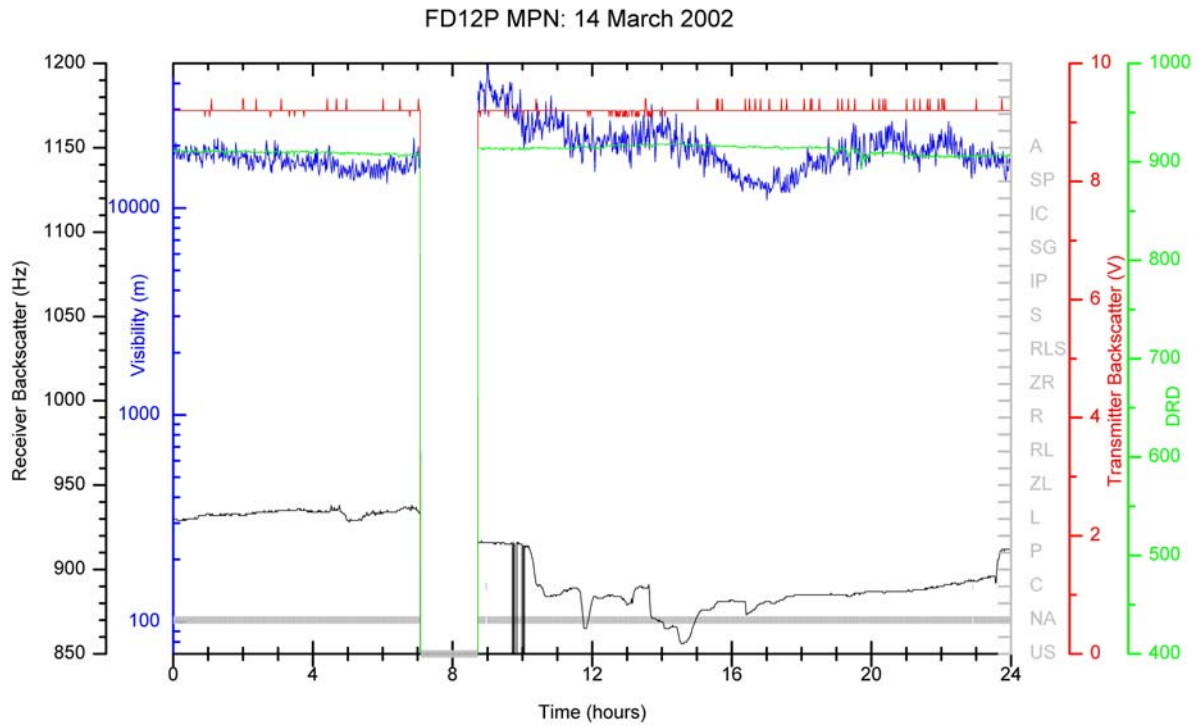
In Figuur 9 zijn de metingen van de FD12P te zien op de eerste en de laatste hele dag van de duurtest, te weten 14 maart en 18 november 2002, respectievelijk. De figuur toont elke minuut het gemeten zicht (MOR in m) in blauw en de gedetecteerde neerslagsoort in de NWS code in grijs. De NWS code "C" betekent droog/geen neerslag en de hogere codes geven de diverse neerslagsoorten aan. "NA" geeft aan dat de sensor niet correct werkte en geen neerslagsoort kan bepalen, bijvoorbeeld op 18/11/02 tussen 7:30 en 11:30UT door een alarm ten gevolge van de backscatter van de zender. "US" duidt erop dat er in het geheel geen data van de sensor beschikbaar is bijvoorbeeld doordat de communicatie met de sensor ontbrak of de inwinapplicatie hing. De figuur toont tevens de parameters die gebruikt worden om de vervuiling te monitoren, namelijk de backscatter van de ontvanger (RBS in Hz) en de zender (TBS in V) en het signaal van de neerslagdetector (DRD). De "CLEAN" referentie waarde van de ontvanger is  $RBS=959\text{Hz}$  en van de zender  $TBS=9.3\text{V}$ . Waarschuwingen worden gegeven als de RBS stijgt boven de  $1159\text{Hz}$  en/of de TBS daalt onder de  $7.8\text{V}$ . Foutmeldingen worden gegeven als de RBS stijgt boven de  $1459\text{Hz}$  en/of de TBS daalt onder de  $4.3\text{V}$ . De FD12P geeft geen waarschuwingen ten gevolge van vervuiling van de neerslagdetector. De sensor geeft alleen een foutmelding als het DRD signaal te dicht bij nul (natter dan "wet") komt.

Figuur 9 toont een onderbreking in de data-acquisitie van de FD12P, zie bijv. 14/3/02 rond 8:00UT. Gedurende de rest van de dag geeft de sensor geen geldige neerslagsoort omdat de temperatuur sensor niet correct werkt. Omdat de temperatuur sensor bij de bepaling van de neerslagsoort gebruikt wordt, ontbreekt deze laatste en ook de neerslagintensiteit. Het zicht en de achtergrondhelderheid worden wel gerapporteerd omdat deze onafhankelijk van de temperatuur worden bepaald. De defecte temperatuur sensor bleek tijdens de installatie op de Meetpost, maar omdat dit geen effect heeft op de meting van het zicht en de vervuiling is de sensor niet vervangen. Tevens blijkt dat de temperatuur sensor later meestal wel goede metingen geeft, waardoor neerslag wel gerapporteerd wordt. De onderbrekingen zorgen er wel voor dat we soms niet kunnen aangeven of neerslag al dan niet is gevallen, alhoewel uiteraard het signaal van de neerslagdetector ook een goede indicator hiervoor is.

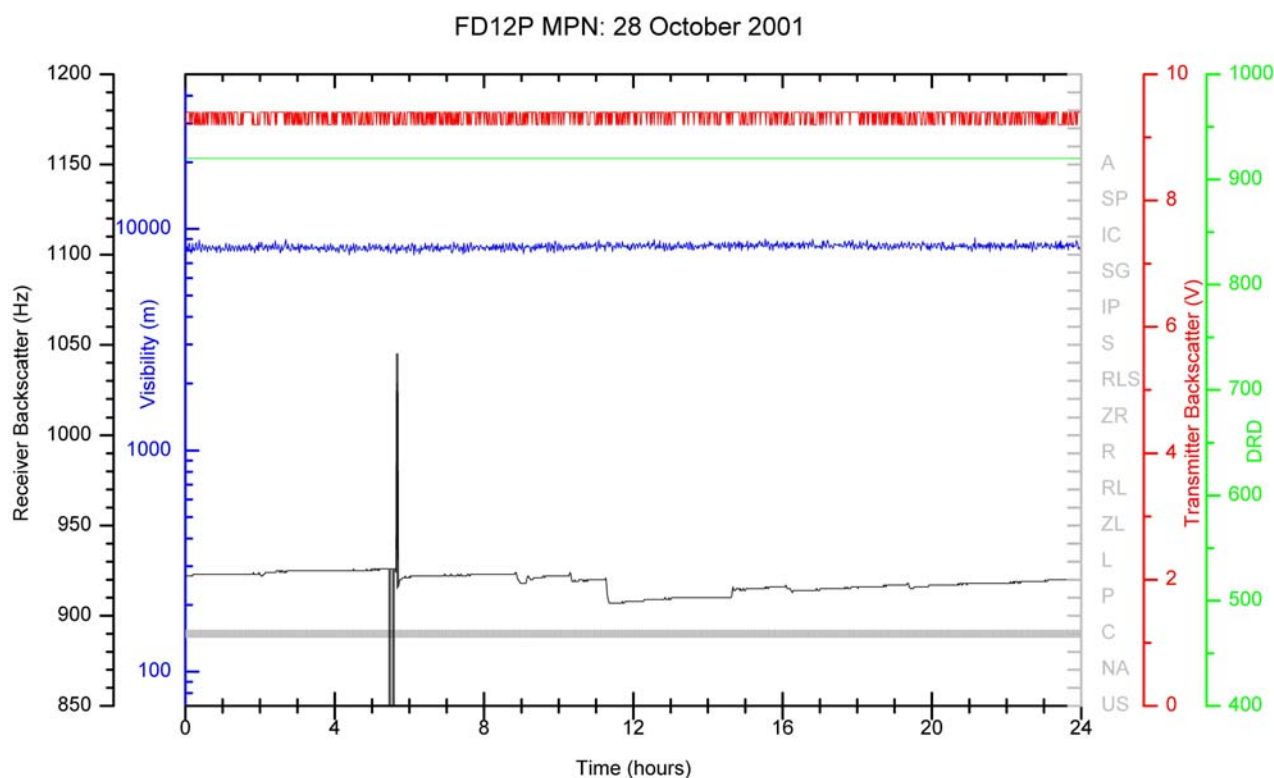
14 maart en 18 november zijn beide dagen zonder noemenswaardige neerslag. De window backscatter van de zender en de neerslagdetector vertonen daarom ook nauwelijks veranderingen over de dag. Het verloop van de window backscatter van de ontvanger is groter en tevens treden er zo nu en dan sprongetjes op in het gemeten signaal. Dit is ook te zien in de metingen vooraf op 28 oktober 2001 in de productiehal van het KNMI. Tevens is te zien dat de backscatter van de ontvanger pieken vertoont. Deze gaan dan vaak gepaard met hele lage waarden (nul). Het blijkt dat in deze situaties de door de sensor gerapporteerde backscatter van de ontvanger en de verandering van deze ten opzichte van de referentie waarde, de zgn. "CHANGE", zie Tabel 1, inconsistent zijn. De gerapporteerde verandering vertoont niet de pieken en corresponderende lage waarden van de backscatter van de ontvanger.

Op 18 november 2001 is de TBS rond de alarmgrens. De RBS vertoont veel ruis (vanaf 3 november) met daarbij waarden die lager zijn dan de referentiewaarde voor een schone sensor aan het begin van de duurtest. Vanaf dit moment is eigenlijk de referentiewaarde voor een schone sensor niet meer geldig en wordt dus ook de vervuiling niet correct meer gemeten. Ook in het gemeten zicht vertoont op 18 november een 3-tal sprongen zonder een directe relatie met neerslag zoals normaal te zien is op andere dagen. De periode tussen 5 en 16UT met grotere zicht waarden komt ruwweg overeen met een periode met hogere RBS waarden. Dit alles duidt op een mogelijk probleem waarvan de oorzaak niet helder is. Na afloop van de duurtest gaf de sensor geen indicatie van een technisch probleem en zelfs na de revisie van de sensor gaf deze lage RBS waarden. De kortstondige opslag van de sensoroutput gedurende de testen achteraf gaf geen uitsluitsel of nog steeds sprake was van een hoge variatie in het RBS signaal.

Duurtest LD40 and FD12P op Meetpost Noordwijk



Figuur 9. De metingen van de FD12P op de eerste en laatste dag van de duurtest op Meetpost Noordwijk. Getoond worden het gemeten zicht (MOR), de neerslagsoort, het window backscatter signaal van ontvanger (RBS) en zender (TBS) en het signaal van de neerslagdetector (DRD).



Figuur 10. De metingen van de FD12P in de productiehal van het KNMI op zondag 28 oktober voorafgaand aan de duurtest.

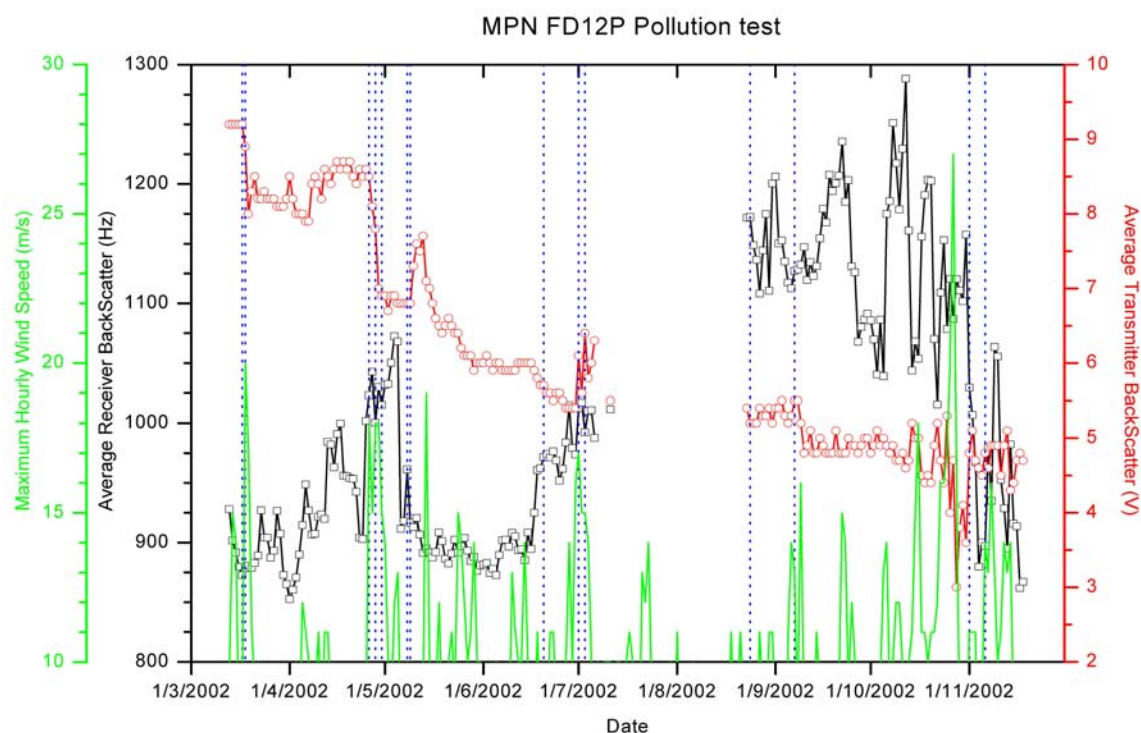
#### 4.6. Ontwikkeling vervuiling FD12P

De ontwikkeling van de window backscatter met verloop van de tijd is gegeven in Figuur 11. Daarvoor zijn daggemiddelde waarden van de backscatter van de ontvanger en zender uitgezet. Tevens zijn in Figuur 11 met verticale blauwe strepen de dagen aangegeven waarop meer dan 2 mm neerslag is gevallen volgens de FD12P. Let op dat vervuiling bij de ontvanger tot een toename van het backscatter signaal leidt terwijl bij de zender het signaal juist afneemt. Ook hier ontbreken de gegevens in de periode van 6 juli tot 23 augustus doordat de inwinapplicatie niet liep. De backscatter van de ontvanger geeft op diverse dagen aan het begin, maar ook op het eind van de duurtest waarden die lager zijn dan de referentie waarde voor schoon van 959 Hz. Dit komt waarschijnlijk doordat een FD12P na groot onderhoud wel voorzien wordt van een nieuwe zicht ijking (na controle van de oude ijking), maar voor de referentie waarden van de backscatter wordt alleen nagegaan of deze na schoonmaken weer dicht bij de “clean” waarde liggen. Een nieuwe clean referentie wordt slechts ingevoerd als na schoonmaken de afwijking boven de 50 Hz blijft, en een negatieve waarde (sensor schoner dan de “clean” referentie) wordt ongewijzigd gelaten.

Figuur 11 laat zien dat de ontvanger backscatter de eerste maanden variaties vertoont maar geleidelijk toeneemt. De vervuiling blijft echter onder het waarschuwniveau van 1159 Hz. Veranderingen van de backscatter van de ontvanger treden vaak op tijdens periodes met neerslag (toename op bijv. 25 april, maar afname op bijv. 5 mei), maar niet altijd, want de afname op 1 november geschied niet rond de periode met neerslag. Na de onderbreking op 23 augustus is de backscatter van de ontvanger boven het waarschuwniveau, maar hij daalt weer naar bijna de oorspronkelijke waarde in de laatste maand. De ontwikkeling van de daggemiddelde waarde van de backscatter van de zender (TBS) verloopt geleidelijker. Bij de start van de duurtest is de vervuiling nagenoeg gelijk aan de referentie waarde voor schoon van 9.3 V. De gemeten backscatter neemt geleidelijk toe (voltage neemt af) met de tijd. Ook hier treden grotere veranderingen vaak op dagen op met neerslag, maar er zijn ook weer dagen dat neerslag

## Duurtest LD40 and FD12P op Meetpost Noordwijk

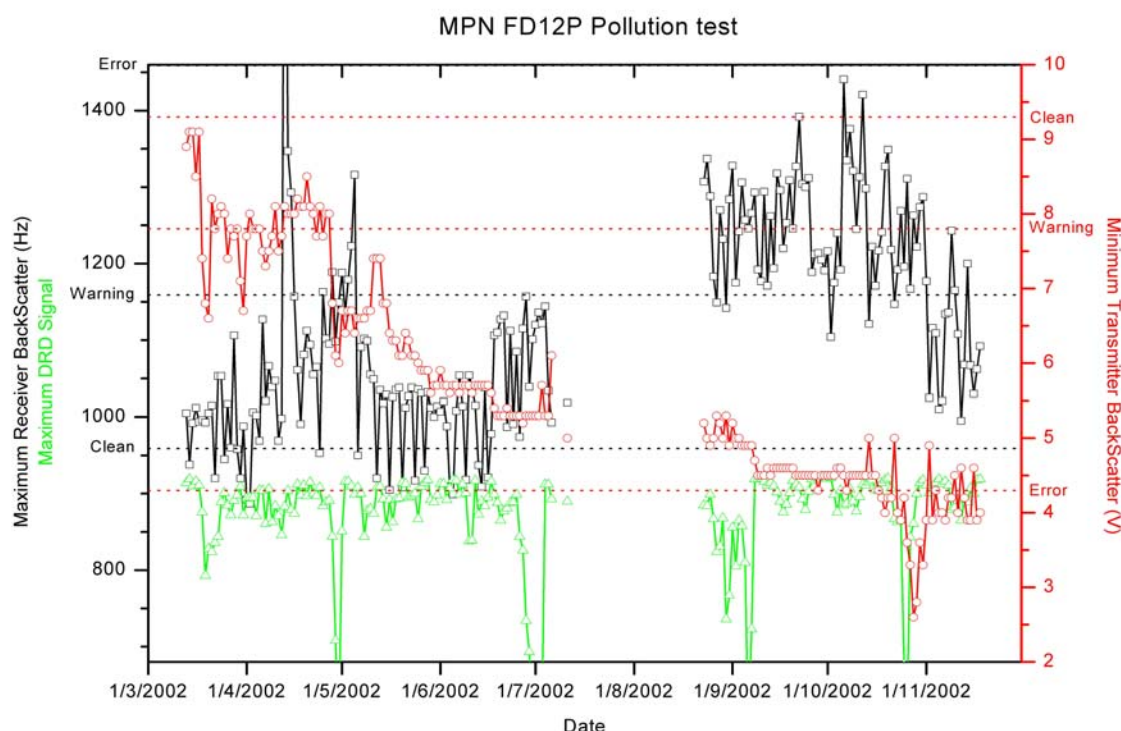
weinig effect heeft alsmede dagen zonder neerslag terwijl toch de vervuiling toeneemt. De gemeten TBS is sterk gekoppeld aan de windsnelheid. Dagen met een maximale uurgemiddelde windsnelheid boven de 15 m/s vallen meestal samen met dagen dat de TBS meer dan gemiddeld afneemt. Dit komt omdat neerslag niet rechtstreeks tot vervuiling/schoonwassen van de vensters van de FD12P leidt omdat deze sensoren schuin omlaag gericht zijn. De vervuiling zal daardoor ook niet zo zeer beïnvloed worden door de aanwezigheid van vogels. Hij zal daarentegen meer afhankelijk zijn van de wind die vervuiling in de sensor blaast. Gezien de overheersende Zuidwesten winden in onze regio is dan ook te verwachten dat de naar het Zuidwesten gerichte zender meer vervuilt dan de ontvanger. Meer hierover in de detailanalyse voor enkele dagen in sectie 5.2.



Figuur 11. De ontwikkeling van de gemeten vervuiling van de FD12P gemeten aan ontvanger (RBS) en zender (TBS) over de periode van de duurtest. Getoond worden daggemiddelde waarden voor RBS en TBS. Tevens is de dagelijkse maximale uurgemiddelde windsnelheid in de grafiek geplott en zijn de dagen aangegeven waarop meer dan 2mm neerslag is gevallen.

Het optreden van waarschuwingen en alarmen kan beter worden nagegaan aan de hand van de dagelijkse extremen in Figuur 12. In deze figuur zijn de clean, waarschuwing en alarm grenzen van de backscatter als horizontale lijnen in de figuur opgenomen in dezelfde kleuren als de backscatter van ontvanger en zender. De maximale ontvanger backscatter is eerst onder het waarschuwniveau. Het maximum op 13 april van bijna 2000Hz en dus boven het alarmniveau is een geïsoleerde hoge waarde. Op 13 en 14 april treden verder nog enkele hoge waarden van respectievelijk rond 1150 en 1300Hz op tijdens periodes met neerslag (zie Appendix B). Na de onderbreking in augustus geeft de backscatter van de ontvanger haast elke dag wel een waarschuwing, maar eind oktober neemt hij weer af tot onder het waarschuwniveau. Het aantal waarschuwingmeldingen van de ontvanger per dag varieert erg sterk waarbij dagen met alleen maar waarschuwingen bijna direct volgen op dagen zonder waarschuwingen. In Figuur 12 is tevens de dagelijkse minimale backscatter van de zender gegeven. De eerste waarschuwing treden al op vanaf 18 maart, maar eerst overheersen nog steeds de goede metingen. Vanaf 28 april geeft de zender continue een waarschuwing voor vervuiling. Vervolgens komen op 28 september de eerste foutmeldingen (slechts 5), maar vanaf 17 oktober komen regelmatig foutmeldingen voor. Ook nu weer varieert het aantal foutmeldingen sterk van dag tot dag. Vanaf 26 tot

en met 31 oktober treden er bijna continue foutmeldingen op, behoudens in de nacht van 26 op 27 oktober. Vanaf 1 november wordt het weer wat beter doordat de backscatter weer net boven de alarmgrens voor vervuiling komt. Als extra parameter is gekeken naar het signaal van de neerslagdetector. Er is geen waarschuwing/alarm grens voor deze sensor tenzij de gemeten waarde veel te laag wordt. Het maximum van de waarde van de neerslagdetector wordt als een vervuilingindicator gebruikt. Dit maximum is echter afhankelijk van het optreden van neerslag en van de luchtvochtigheid. Het maximum hoort op droge dagen in de buurt van de droge referentie waarde te komen. In Figuur 12 is te zien dat de maximale waarde over de gehele periode van de duurtest rond de 920 is. Dagen met een lage maximale DRD waarde corresponderen met dagen met neerslag. Naast bovengenoemde storingen heeft de FD12P heeft in de periodes van 13 tot en met 16 maart en van 16 tot en met 21 april last van storingen van de ingebouwde temperatuur sensor, waardoor de sensor geen neerslaghoeveelheid en neerslagsoort meldt (zie ook Figuur 13). In appendix A is een tabel opgenomen met het dagelijkse aantal waarschuwing en alarmmeldingen voor diverse onderdelen van de FD12P.



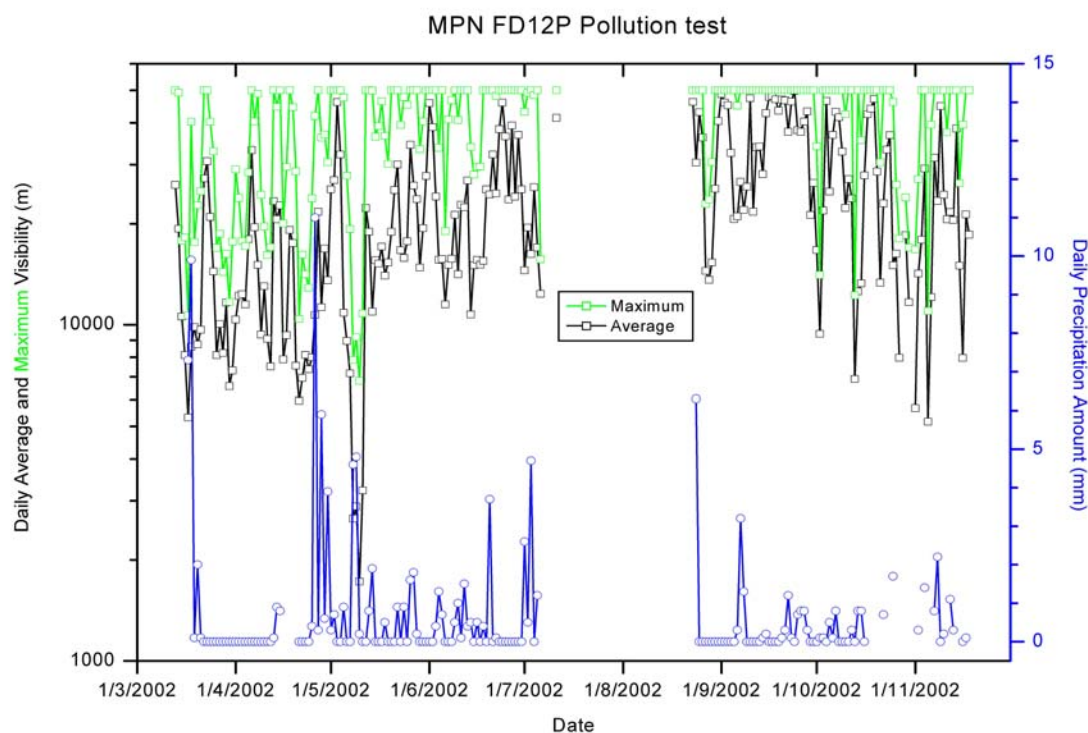
Figuur 12. De dagelijkse extremen van de door de FD12P gemeten backscatter van ontvanger (RBS) en zender (TBS) over de periode van de duurtest alsmede de maximale waarden van de neerslagdetector. De horizontale lijnen geven de clean, waarschuwing en alarmgrenzen van de RBS en TBS in corresponderende kleuren.

#### 4.7. Analyse meteorologisch zicht FD12P

In Figuur 13 is voor elke dag het gemiddelde en maximale gemeten zicht van de FD12P gegeven. Over de gehele periode van de duurtest zijn dagen waarop het maximale zicht van 50km is gemeten. Er is dus geen afname te merken van de maximaal gerapporteerde zichtwaarde als gevolg van vervuiling. Het effect van vervuiling van de lenzen op het zicht kan beide kanten op. Door een toegenomen absorptie ten gevolge van vervuiling zal het door de ontvanger gemeten signaal afnemen bij gelijke mate van verstrooiing in het meetvolume en dus tot hogere zichtwaardes leiden. Door een toegenomen verstrooiing ten gevolge van vervuiling kan het signaal juist groter zijn en dus tot lagere zichtwaardes leiden. In Figuur 13 lijkt het maximale gemeten zicht aan het begin van de duurtest vaker lager te zijn dan aan het eind van de duurtest. Dit kan een indicatie zijn voor een toename van het zicht ten gevolge van vervuiling, maar het kan ook een seizoenseffect van het zicht zijn. In het gemiddelde zicht is ook



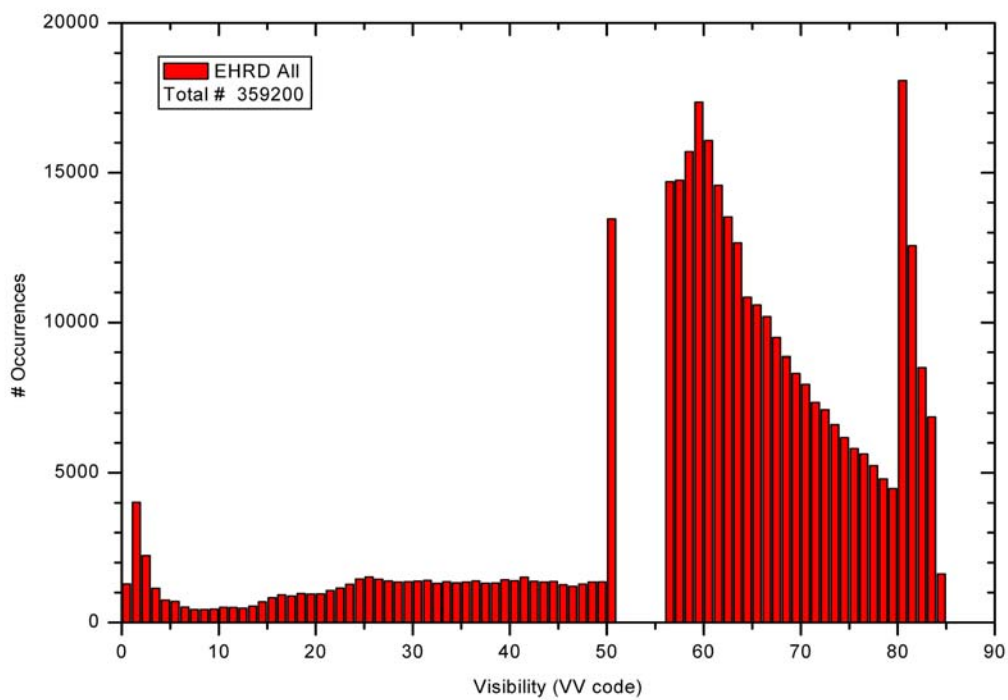
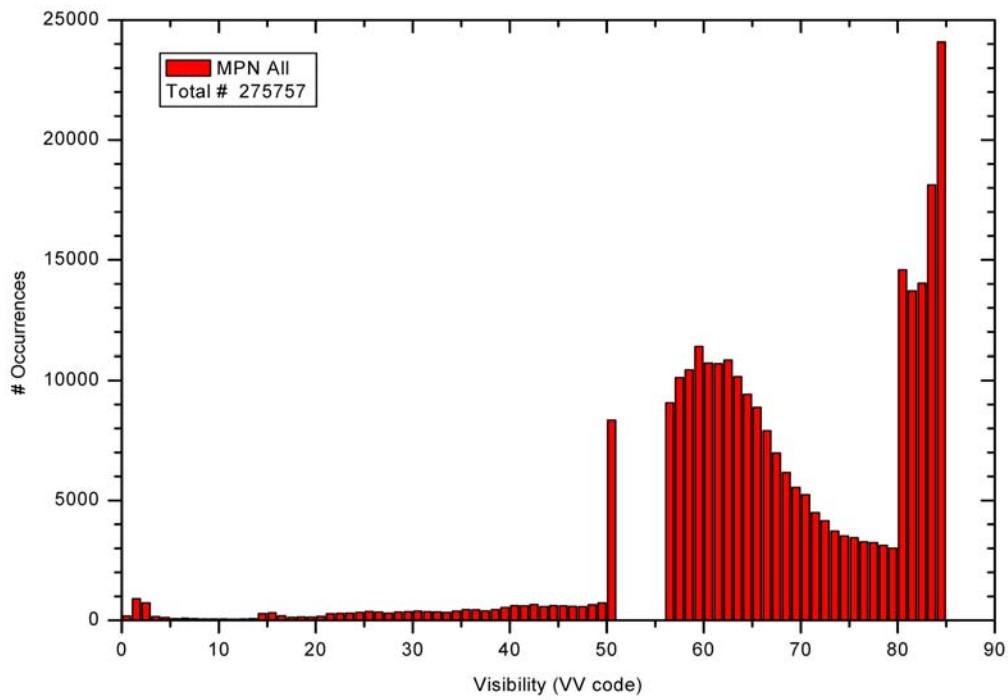
geen duidelijke trend te zien, behoudens dat het zicht in de zomer beter is dan in het voor- en najaar. Tevens is in Figuur 13 de dagsom van de neerslag gemeten door de FD12P opgenomen. De som ontbreekt in de periodes 13 tot en met 16 maart en 16 tot en met 20 april ten gevolge van storingen van de temperatuur sensor. Op enkele dagen in oktober/november ontbreekt de dagsom van de neerslag omdat door het alarm van de backscatter van de zender meer als 10% van de 1-minuut gegevens ontbreken.



Figuur 13. Dagelijkse gemiddelde en maximale gemeten zicht en de dagsom van neerslag volgens de FD12P tijdens de duurtest op Meetpost Noordwijk.

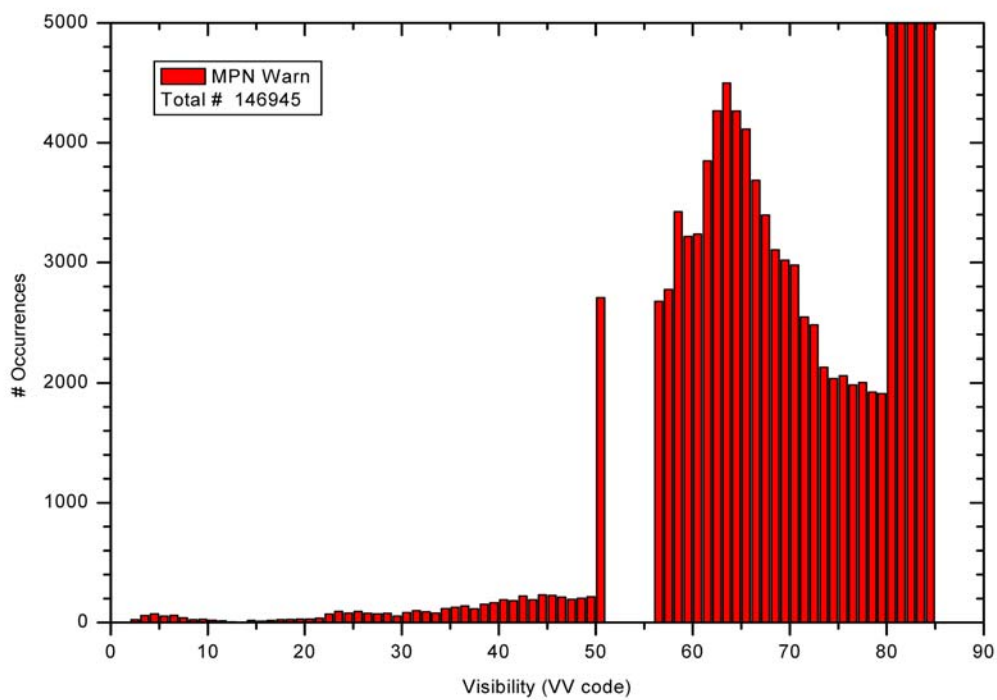
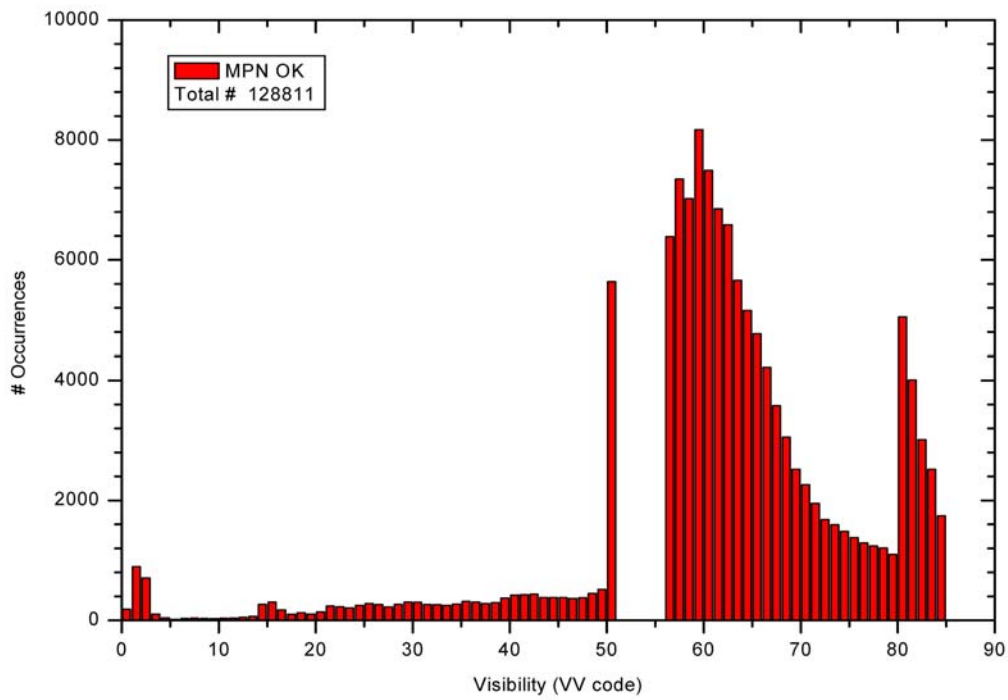
In Figuur 14 zijn de frequentieverdelingen gegeven voor het door de FD12P gerapporteerde meteorologisch zicht op Meetpost Noordwijk tijdens de duurtest en voor de FD12P op vliegveld Rotterdam voor dezelfde periode. De gegevens van Rotterdam worden hierbij gebruikt als referentie voor een goede sensor, omdat deze continue bewaakt wordt door de aanwezige weerkundige en problemen of waarschuwingen voor vervuiling op korte worden verholpen. We gaan ervan uit dat de verdeling van de zicht waarden in de bewuste periode op beide locaties gelijk zijn. Een vergelijking tussen de resultaten van Rotterdam en De Kooij toonde aan dat deze aanname voor deze stations correct is. Het meteorologisch zicht in de frequentieverdeling is gegroepeerd in de rapportage stappen van het SYNOP bericht, de zgn. VV-code. De zicht intervallen 0-50 gaan in stappen van 100m van 0 tot 5km. In dit bereik is het aantal voorkomens nagenoeg gelijk behoudens een piek bij 200m en minder gevallen met zicht tussen ongeveer 400 en 2000m. De piek bij 200m komt door mist situaties. De zicht intervallen 56-80 gaan in stappen van 1km van een zicht van 6 tot 30km. Zicht boven 30km gaat in stappen van 5km van 80 (30km) tot en met 84 (50km), waarbij 50km de hoogste waarde is die de FD12P kan melden. De toename in aantal voorkomens vanaf interval 50 en 80 komt door de grotere stap vanaf dat interval. De toename van interval 49 naar 50 van ongeveer een factor 10 komt overeen met een toename in de stapgrootte van 100m naar 1km. Boven een zicht van ongeveer 10km neemt het aantal voorkomens geleidelijk af. De kans op een zicht beter dan 10km zal dus geleidelijk afnemen met het zicht. Figuur 14 toont een duidelijk verschil tussen de frequentieverdeling van Meetpost Noordwijk en Rotterdam. Meetpost Noordwijk heeft relatief meer hoge zicht waarden en vooral zicht boven de 30km komt veel vaker voor, en het aantal neemt dan zelfs toe bij grotere zicht waarden.

Duurtest LD40 and FD12P op Meetpost Noordwijk



Figuur 14. Frequentieverdeling van gemeten meteorologisch zicht uitgedrukt in de VV-code intervallen van de SYNOP voor de FD12P tijdens de duurtest op Meetpost Noordwijk en de FD12P gedurende dezelfde periode op vliegveld Rotterdam.

Duurtest LD40 and FD12P op Meetpost Noordwijk



Figuur 15. Frequentieverdeling van gemeten meteorologisch zicht voor de FD12P op Meetpost Noordwijk opgesplitst in situatie zonder en met waarschuwing ten gevolge van vervuiling.

In Figuur 15 is de frequentieverdeling voor het door de FD12P gerapporteerde meteorologisch zicht op Meetpost Noordwijk gesplitst in de gevallen zonder en met een waarschuwing voor vervuiling. De waarschuwingsgrens voor de backscatter van de zender (TBS) is daarbij gelegd op 6V om in beide situaties ongeveer evenveel gevallen te hebben. De wijziging van deze grens (6V in plaats van 7.8V) heeft nagenoeg geen effect op beide frequentieverdelingen. Doordat de vervuiling van zender van de FD12P gelijkmatig is toegenomen komt de situatie zonder waarschuwing ruwweg overeen met de periode maart-juni terwijl de vervuiling de maanden juli, september en oktober beslaat (zie Figuur 12). Figuur 15 toont dat de frequentieverdeling van het zicht zonder vervuiling goed overeenkomt met de verdeling op Rotterdam. Het aantal gevallen met zicht boven de 30km is minder maar de afname bij hogere zicht waardes is nu wel aanwezig. Het gebrek zicht waardes boven 30km kan komen doordat hier enkel metingen uit het voorjaar worden meegenomen. De frequentieverdeling van het zicht tijdens vervuiling toont duidelijk het grotere aantal metingen met hogere zicht waardes en het toenemende aantal metingen voor zicht boven de 30km. Tevens blijkt tijdens vervuiling de piek voor een zicht van 200m niet voor te komen. Om mogelijke seizoenseffecten uit te sluiten zijn ook de zicht metingen van Rotterdam en De Kooij opgesplitst per seizoen, maar deze tonen niet bovengenoemde effecten. Aannemende dat de metingen op Meetpost Noordwijk en Rotterdam representatief en vergelijkbaar zijn, kunnen we concluderen dat het effect van vervuiling op de zicht metingen van de FD12P op Meetpost Noordwijk duidelijk aantoonbaar is en geresulteerd heeft in te hoge zicht waardes. Dit effect is niet duidelijk merkbaar in de 'onderste' helft van het waarschuwing domein, maar duidelijk aanwezig in de 'bovenste' helft.

#### 4.8. Inspectie en schoonmaken FD12P

Vooraf en bij terugkomst van de duurtest is de FD12P in de productie hal van het KNMI doorgemeten. Vooraf gaf de FD12P in de hal (zie Figuur 10) bij een gemiddeld zicht van 8,5km (bij variaties van 7,6 tot 9,1km) en een temperatuur van 22.7°C (22,1 tot 23,4°C): een daggemiddelde backscatter van de ontvanger van 919Hz (907 tot 926Hz) en een geïsoleerde piek van 1045Hz; een backscatter van de zender van 9,3V (9,2 tot 9,4V); en de neerslagdetector gaf de gehele dag 920. Deze waarden komen goed overeen met de eerste metingen op Meetpost Noordwijk (zie Figuur 9), waarbij de neerslagdetector gemiddeld 912 (892-919) geeft, de gemiddelde backscatter van de zender 9,2V (9,1-9,4V) is, en van de ontvanger 902 Hz (856-938Hz). Merk hierbij op dat de backscatter van de ontvanger halverwege de eerste dag al een stuk afneemt. Bij terugkomst gaf de vervuilde sensor een RBS van 1086Hz, een TBS van 4.7V en een droge DRD van 920. De DRD en TBS zijn opnieuw nagenoeg gelijk aan de waarde van de laatste dag van 919 en 4,7V, respectievelijk (Figuur 9). De gemiddelde RBS van de laatste dag is 867Hz, maar deze varieert behoorlijk over de dag (548-1092Hz). Het blijkt dat vanaf 3 november de variatie in het gemeten RBS signaal groot is. Bij controle bleek dat de vuile sensor zonder referentieplaat een frequentie van 0.095Hz gaf (22km zicht). Met referentieplaat was de frequentie 740.7Hz (zicht 10m).

Na schoonmaken van de sensor gaf deze een RBS van 776Hz, een TBS van 9.2V en een droge DRD van 920. Bij controle bleek dat de vuile sensor zonder referentieplaat een frequentie van 0.22Hz gaf (12km zicht). Met referentieplaat was de frequentie 1234.0Hz (zicht 6m). De waarde met referentieplaat wijkt dus nauwelijks af van de referentiewaarde van 1238.0Hz. Dit toont aan dat schoonmaken van de sensor niet persé een herijking van het zicht vereist. Dit komt overeen met de ervaring van FD12P die terugkomen van landstations. Het is natuurlijk wel zo dat de sensoren na schoonmaken op het KNMI van een nieuwe ijking worden voorzien ongeacht de afwijking. Na schoonmaken in het veld zal dit echter normaal gesproken niet gebeuren. De DRD en TBS geven na schoonmaken weer de oorspronkelijke referentiewaardes. Dit geldt echter niet voor de RBS. Deze geeft een te lage waarde, en is met 776Hz zelfs buiten het typisch bereik van 800-2000Hz volgens de handleiding, maar volgens Vaisala is een schone waarde in het bereik 500-2500Hz nog acceptabel. Mogelijk zijn deze lage waardes gekoppeld aan de plotselinge toename in de variatie van het RBS signaal vanaf 3 november 2002.



Figuur 16. Enkele foto's van de vervuilde FD12P na afloop van de 8 maanden duurtest op de Meetpost Noordwijk. Van links naar rechts en van boven naar beneden zijn te zien de DRD, de kop van de zender, de lens van de zender en van de ontvanger.

Na afloop van de duurtest is ook een inspectie van de FD12P sensor uitgevoerd. Een en ander is ook nu weer vastgelegd met foto's (zie Figuur 16). Ook deze sensor is behoorlijk vervuild door vogel excrementen. Hier zijn zelfs enkele kabels een beetje beschadigd. De stekkers waren zo sterk aangetast door corrosie dat ze maar met moeite los te krijgen waren. Één stekker was bij verwijdering van de sensor niet handmatig los te krijgen zodat de kabel is doorgeknipt. De achtergrondhelderheid sensor ziet er nog goed uit. Op de neerslagdetector is vervuiling te zien, met name het element dat naar het Noordoosten was gericht. De vervuiling op de lens van de zender is ook duidelijk waar te nemen. Tevens is te zien dat water onder het verwarmingselement in de kap is gekomen. Dit is ook al bij sensoren op landstations geconstateerd en daarom worden tegenwoordig de randen van het verwarmingselement preventief afgekit. De vervuiling op de ontvanger is duidelijk minder dan die van de zender.

Tijdens de duurtest is gebruik gemaakt van FD12P sensor nummer 11. Deze heeft voorafgaand aan de duurtest op Meetpost Noordwijk op Lelystad (locatie 05) gestaan in de periode van juli tot en met eind 2001. Ook hier gaf de FD12P een alarm van de temperatuur sensor waardoor hij vervolgens is uitgewisseld. Na de duurtest is deze sensor eind 2002 geplaatst op Eelde. Op Eelde werkt de sensor sindsdien zonder storingen.

## 5. Detailanalyse metingen van enkele dagen

In deze sectie worden enkel interessante dagen nader geanalyseerd. De bijbehorende figuren zijn gegeven in appendix B. In appendix B zijn dagplots van de metingen van de LD40 en de FD12P opgenomen voor enkele interessante dagen. Deze figuren worden elders in het rapport besproken. De figuren zijn chronologisch gerangschikt in appendix B om ze eenvoudig te kunnen vinden.

### 5.1. Analyse metingen van de LD40 wolkenhoogtemeter

De verhoogde window backscatter waarde van de LD40 op 17 maart komt ten gevolge van een periode met neerslag en keert vervolgens weer terug naar de oude waarde.

De hoge WBS waarden op 8 en 9 juni 2002 vallen niet samen met een periode met neerslag volgens de FD12P. De toename in WBS gebeurt plotseling op 8 juni rond 17:30 UT en blijft hoog tot hij op 9 juni tussen 21 en 24 UT weer afneemt door neerslag. Tevens valt op dat de LD40 op 8 juni voorafgaand aan de plotselinge toename van de WBS regelmatig, en op 9 juni enkel even na 15 UT een wolkenbasis op 25 voet geeft en dat terwijl het zicht volgens de PWS rond de 10 km is. Dus de LD40 stond op die momenten niet in de mist. De reden voor de detectie van bewolking op 25 voet is onduidelijk, maar het lijkt een sensor probleem te zijn, mogelijk gekoppeld aan de hoge ruis en niet aan vervuiling van de sensor. De plotselinge toename van WBS kan natuurlijk door een vogel 'event' komen die vervolgens door de neerslag op 9 juni weer verwijderd wordt. Dit verklaart echter niet het verschil in het aantal wolkenhits op 25 voet voor en na het 'event'.

Een soortelijke situatie treedt op rond 19-20 juni. Nu neemt de WBS langzaam toe op 19 juni en op 20 juni tussen 4 en 12 UT neemt hij weer af tijdens neerslag. Op beide dagen geeft de sensor veel wolkenhits op 25 voet. Ook op momenten zonder neerslag en met een zicht van 10 km of meer. In deze periode valt op dat de detectie van bewolking op 25 voet vaak gepaard gaat met foutieve wolkenbasis meldingen op bijna 10.000 en 12.000 voet. Soortgelijke metingen waren te zien tijdens de test in de productie hal van het KNMI voorafgaand aan de duurtest (zie Figuur 4). Op 20 juni schommelt de WBS nog redelijk over het verloop van de dag. Op 21 juni is de WBS weer terug op een 'constante' lage waarde, maar er treden nog enkele wolkenhits op 25 voet events op in de eerste helft van de dag. Op 22 juni zijn de wolkenhits op 25 voet verdwenen. Op deze bewolkte dag is de ruis voor hoge bewolking stukken minder.

Bovengenoemde hits van 25 voet en de valse wolkenhits boven de 10.000 voet lijken dus niet het gevolg te zijn van vervuiling. Dat rondvliegende meeuwen tot de wolkenhits op 25 voet leiden lijkt niet aannemelijk. De hits treden op in nauw aaneengesloten blokken en slechts op 'enkele' dagen. Als vogels zich nestelen op de sensor (waarvan geen meldingen zijn ontvangen) dan zouden er meer 'vervuilingevents' in die periode moeten zijn opgetreden. Ook zijn soortgelijke problemen niet bekend van andere opstellingen aan de kust. Een andere tijdelijke afscherming van de sensor is ook niet erg aannemelijk. Merk ook op dat bijvoorbeeld op 8 en 20 juni de 'foutieve' hits op 25 voet rond het middaguur gepaard gaan met meldingen van 'echte' bewolking. Tevens kan worden opgemerkt dat meervoudige verstrooiing nodig is om op de lage hoogte signaal van de zender in de ontvanger te kunnen krijgen omdat de bundels van deze elkaar pas vanaf ongeveer 500ft beginnen te overlappen. Hierdoor zal ook het backscatter signaal stukken kleiner zijn en mogelijk gevoeliger voor ruis of verstoringen door een defecte lasermodule. Bij eerdere problemen met de karakterisatie van de ruis bleken foutieve wolkenhit met name op 10.000 en 12.000 voet op te treden, hoogtes waarop zich omslagpunten in de integratie periode van de sensor bevinden.

Op 23 augustus, bijna direct na de periode met ontbrekende sensordata doordat de inwinapplicatie gestopt was, zien we opeens weer bijna 2 uur met bewolking op 25 voet samen met foutieve hits rond de 10.000 voet. Opnieuw is het zicht hoog. Vervolgens is er een plotselinge toename van de backscatter en de bewolking op 25 voet treedt niet meer op. Op 24 augustus 7 UT meent de backscatter tijdens neerslag weer snel af, en de bewolking op 25 voet blijft vervolgens achterwege. Ook op 6 september zien we na een geleidelijke toename van de window backscatter van de LD40 op voorafgaande dagen, om 8 UT weer een afname tijdens een periode met neerslag.

De storm op 27 oktober laat geen duidelijke verandering zien van de window backscatter van de LD40. Er treden op die dag wel schommelingen op in het window backscatter signaal.

## 5.2. Analyse metingen van de FD12P Present Weather Sensor

Zoals reeds gemeld treden veranderingen van de backscatter van de ontvanger vaak op tijdens of na periodes met neerslag alhoewel de naar het Noordoosten gerichte sensor naar beneden kijkt. De verandering tijdens neerslag kan beide kanten op gaan. Zo is bijvoorbeeld een toename in RBS te zien op 25 april (een dag met een maximale uurgemiddelde Zuidwesten wind van 8m/s), maar een afname op 5 mei (maximale uurgemiddelde Noorden wind van 13m/s). Er zijn echter ook dagen waarop een verandering niet optreedt tijdens een periode met neerslag. Zie bijvoorbeeld de afname op 1 november (ZW-11m/s) en de plotselinge toename van de backscatter van de ontvanger met 150Hz op 6 oktober (ZO-14m/s). Daarnaast komen ook soms behoorlijke variaties voor die niet aan periodes met neerslag zijn gekoppeld. Zie bijvoorbeeld de afname in de RBS op 26 september ten gevolge van neerslag die gevolgd wordt door variaties tot 100Hz (maximaal NW-10m/s). Ook op 31 oktober zijn variaties in RBS van 100Hz te zien terwijl er volgens de neerslagdetector geen sprake is van neerslag en de gemiddelde windsnelheid is de gehele dag niet hoger dan 5m/s en uit het Oosten. Er zijn dus dagen waarop de verandering niet te verklaren zijn met het optreden van neerslag en de wind.

Het verband tussen neerslag en vervuiling is niet zo duidelijk voor de zender behoudens enkele situaties zoals bijvoorbeeld op 18/19 maart, op 29 april en gedurende de storm op 27 oktober. Tijdens deze dagen zijn tevens de uurgemiddelde windsnelheden nogal hoog, namelijk maximaal 20, 18 en 27m/s, respectievelijk, zodat de neerslag in de sensor wordt geblazen en kan zorgen voor een toenemende vervuiling van de zender. Op deze dagen is de windrichting rond het Zuidwesten, dus gericht op de zender.

Op 26 april, de dag tijdens de duurtest met de grootste neerslagsom volgens de FD12P, is het effect van neerslag op de neerslagdetector en de backscatter van de ontvanger duidelijk te zien, maar de backscatter van de zender neemt gedurende de dag geleidelijk slechts een beetje af. De windrichting is hier echter Noordwest. Alleen rond 13:30UT is een kleine dip te zien in het TBS signaal op het moment dat de FD12P sneeuw meldt. Deze melding van sneeuw bij een luchttemperatuur van rond de 10°C is hoogstwaarschijnlijk fout. De cross-arm temperatuur van de sensor is op die dag gemiddeld 9°C met minimum en maximum waarden van 6,5 en 10,5°C, respectievelijk. Op de momenten met sneeuw is de cross-arm temperatuur 7 à 7,5°C en dus onder de sneeuw limiet van 8°C van de FD12P. De responsetijd van de TS is, ondanks dat de sensor in de cross-arm zit, redelijk. In de gemeten TS op 26 april is gezien dat deze bij aanvang van (zware) neerslag binnen enkele minuten 1 à 2°C kan afnemen.

Op 20 juni is opnieuw het effect van neerslag op de backscatter van de zender gering. De RBS toont een dal bij aanvang en een lichte toename na afloop van de neerslag. De DRD is lager tijdens de neerslag, maar stijgt snel weer naar de oorspronkelijke waarde op het eind. Hetzelfde is te zien op 3 juli, maar dan blijft het signaal van de DRD enkele uren laag. Op deze dag staat wel een redelijke wind (maximale uurgemiddelde van 15 m/s uit het Noordwesten). Na een korte periode met neerslag rond middernacht stijgt het DRD signaal op 4 juli weer snel naar de 900. Het effect van neerslag in combinatie met Zuidwesten wind op de vervuiling van de zender is verder ook te zien op 28 april, 14 mei, 1 juli en 8 november. Op 28 april blijft de TBS nog uren na een periode met neerslag langzaam dalen. Variaties in de TBS zijn ook opgetreden op 9 september, een dag zonder neerslag, maar wel met Zuidwesten wind met een maximale uurgemiddelde snelheid van 16m/s.

Op 4 juli is het zicht boven de 10km, maar 1 meting van de FD12P geeft een zicht van 130m. Dit gebeurt in een situatie zonder neerslag, maar de TBS geeft op dat moment van de lage zicht waarde een piek en de RBS een dip. Waarschijnlijk dat een kortstondige obstructie de oorzaak was van deze lage zichtwaarde. Het is daarom niet vreemd dat de LD40 op deze dag geen lage bewolking meet. Op 22 september en 15 oktober treden de lage zichtwaarden van net onder de 1km op tijdens periodes neerslag. Met name de situatie op 22 september is opmerkelijk omdat tijdens de neerslag op 18:30UT, die samenvalt met een zicht van 820m, tevens de backscatter van de ontvanger plotseling afneemt van 1300 naar 1100Hz.

De metingen van 29 oktober tonen rond 4UT een plotselinge toename van de RBS gevolgd door een geleidelijke afname. Op hetzelfde tijdstip geeft ook de DRD een plotselinge afname die echter minder is dan te verwachten valt bij neerslag. Tevens neemt op dat moment de TBS toe zodat de foutmelding

verdwijnt en de FD12P weer zicht en een neerslagsoort (droog) meldt. Om 9UT neemt de DRD weer een beetje toe en even later gaat de TBS weer door het alarm niveau. De reden voor de plotselinge toename van de vervuiling van de RBS en de gelijktijdige afname in de vervuiling van de TBS is onbekend.

De neerslagdetector toont in het algemeen een directe relatie met neerslag. Tijdens neerslag neemt het signaal sterk af en als de neerslag stopt gaat het signaal snel weer terug naar zijn oorspronkelijke waarde (zie bijv. 18 maart). Daarnaast wordt het signaal ook beïnvloed door spray en de luchtvochtigheid. De dagplots tonen echter nog enkele andere interessante situaties. Zo lijkt de variabiliteit in het DRD en in het RBS signaal aan elkaar gekoppeld te zijn in periodes zonder neerslag. Een lage variabiliteit in de DRD correspondeert namelijk met een lage variabiliteit in de RBS (bijv. 18 maart en 1 november) en vice versa (bijv. 13 april en 22 september), terwijl op 9 september vlak voor 18UT te zien is dat de variabiliteit in DRD en RBS gelijktijdig toenemen. Na 3 november, als de variabiliteit van de RBS continue hoog is, is deze relatie afwezig.

Op 15 en 23 oktober is te zien dat na een plotselinge afname van het DRD signaal tijdens neerslag, deze na beëindiging van de neerslag wel weer stijgt, maar niet direct terugkomt op het oorspronkelijke signaal, maar iets lager blijft steken. Ook toont het DRD signaal soms sprongetjes of dips zonder neerslag (zie bijv. 25 april, 29 oktober, 31 oktober en 1 november). Tot slot tonen de metingen van bijv. 26 april met een neerslagperiode rond het midden van de dag aan dat het DRD signaal na de neerslag hoger is dan aan het begin van de dag.



## 6. Samenvatting, conclusies en aanbevelingen

*De afspraken gemaakt tijdens het AO-INSA overleg van 13 augustus 2003, naar aanleiding van de behandeling van dit verslag, zijn hier cursief opgenomen. Tevens zijn acties en ervaringen die sindsdien zijn uitgevoerd c.q. opgedaan verwerkt op 10 september 2003.*

### 6.1. Samenvatting

De metingen van de LD40 tijdens de duurtest op Meetpost Noordwijk tonen aan dat de sensor gedurende het verblijf van 8 maanden zonder onderhoud goed blijft functioneren. De LD40 gaf geen alarm ten gevolge van vervuiling behoudens 2 geïsoleerde alarmen op 23 augustus, die optraden onder verdachte omstandigheden. Ook blijkt gedurende de duurtest dat tijdens een regenbui de vervuiling van de LD40 vaak weer afneemt. Dit reinigende effect op het aan de elementen blootgestelde venster van de LD40 heeft een positieve bijdrage aan het onderhoudsinterval. De LD40 die gebruikt is tijdens de duurtest was technisch niet geheel in orde. De conclusie betreffende vervuiling lijkt echter niet hierdoor te zijn beïnvloedt. Tot slot zei opgemerkt dat de LD40, en met name de kunststof kap, de storm op 27 oktober met uurgemiddelde windsnelheden tot 27m/s en windstoten tot 38m/s goed heeft doorstaan.

De metingen van de FD12P tijdens de duurtest op Meetpost Noordwijk tonen aan dat de sensor na 6 maanden ernstig vervuild is en al eerder onderhoud vereist. De FD12P op Meetpost Noordwijk geeft al na enkele dagen waarschuwingen ten gevolge van vervuiling van de zender; na ongeveer anderhalve maand geeft de sensor bijna continu waarschuwingen; na ongeveer 6 maanden komen de eerste foutmeldingen en in de laatste maand komen foutmeldingen door vervuiling van de zender regelmatig voor, alhoewel de situatie op het eind weer iets verbetert. De naar het Zuidwesten gerichte zender blijkt met name te vervuilen tijdens situaties met een combinatie van neerslag en een wind uit het zuidwesten. De vervuiling van de ontvanger is stukken minder, alhoewel waarschuwingen regelmatig voorkomen na ongeveer 5 maanden. Ook hier wordt de situatie weer iets beter op het eind van de duurtest. Een analyse van de frequentieverdeling van het gemeten zicht toont aan dat de metingen beïnvloed zijn door vervuiling. Vervuiling heeft hierbij geresulteerd in hogere zicht waardes. Dit effect wordt merkbaar halverwege het waarschuwing domein van de vervuiling van de zender. Vanaf 3 november is opeens de variatie in de gemeten window backscatter van de ontvanger veel groter. Hierbij worden ook heel lage backscatter waardes gemeten die ruim onder de referentie waarde van de schone sensor liggen. In deze situatie is de referentiewaarde voor een schone sensor niet meer geldig en wordt de vervuiling niet meer correct gemeten hetgeen kan leiden tot onbetrouwbare zichtmetingen. De veranderingen in de backscatter van de ontvanger treden niet alleen op tijdens neerslag, maar ook op dagen zonder neerslag of grote windsnelheden. Een eventuele verandering tijdens neerslag kan zowel tot een toename als een afname van de vervuiling leiden. De neerslagdetector schijnt gedurende de gehele periode geen last te hebben van vervuiling. De maximale (droge) gemeten waarden zijn over de gehele periode nagenoeg gelijk. Alleen op dagen met neerslag of met hoge luchtvochtigheid is de maximale DRD waarde lager.

### 6.2. Conclusies

Het is lastig in te schatten hoe de LD40 en de FD12P zich zullen gedragen midden op de Noordzee. De vervuiling door vogels zal minder zijn, maar anderzijds zullen de omstandigheden wat betreft wind en spray midden op zee erger zijn dan voor het nabij de kust gelegen Meetpost Noordwijk. Daarnaast zal op beide locaties vervuiling ten gevolge van diesilverbranding optreden. De extremere omstandigheden midden op zee zullen maar ten dele gecompenseerd worden door de grotere hoogte waarop de sensoren zijn geplaatst. Gezien het bovengenoemde is het op dit moment niet mogelijk om een onderhoudstermijn te geven voor beide sensoren. De LD40 lijkt 6 maanden zonder onderhoud aan te kunnen, echter de FD12P lijkt regelmatig onderhoud in de vorm van schoonmaken te vereisen. Het onderhoudstermijn van de FD12P zal vermoedelijk in de buurt van de 1 à 2 maanden zijn. Omdat de vervuiling niet geleidelijk, maar met sprongen afhankelijk van de meteorologische omstandigheden kan toenemen, is het aan te raden het schoonmaken van de sensoren op verzoek te laten gebeuren. Op die manier kan ook eenvoudiger controle plaatsvinden en kunnen gebruikers worden geïnformeerd.

Naar aanleiding van toekomstige ervaring opgedaan op productieplatform F3 kan later eventueel alsnog een keuze gemaakt worden voor een preventief onderhoudstermijn. Door Engeland en Noorwegen wordt de FD12P reeds gebruikt op productieplatforms op de Noordzee. Hun ervaring is dat vervuiling op platforms sterk is en dus schoonmaken essentieel is. Daarom laten ook zij routinematig onderhoud door lokale personen verrichten. Op de Engelse platforms worden de FD12Ps elke maand schoon gemaakt en zelfs vaker bij zwaar weer (Wilson, 2003). Tevens laten zij de sensor geheel anodiseren en verrichten elk jaar een nieuwe zicht ijking op locatie. Hun ervaring bevestigt ook dat een wolkenhoogtemeter minder gevoelig is voor vervuiling.

De conclusie is dat beide sensoren geschikt zijn voor plaatsing op productieplatforms op de Noordzee. Echter, de FD12P zal hierbij niet kunnen volstaan met een onderhoudstermijn van 6 maanden. De sensor zal vaker schoongemaakt moeten worden. Gezien de moeilijke bereikbaarheid van de locaties op de Noordzee moet een regeling getroffen worden met de lokale beheerder om op verzoek de FD12P te poetsen. Hiervoor moet een procedure, instructies en een schoonmaakset worden versterkt. Ervaring leert dat de FD12P na schoonmaken weer nagenoeg terug gaat naar zijn referentiewaarden. Dus poetsen op locatie kan zonder een herijking van het zicht. Wel is het aan te bevelen om de SIAM van de FD12P aan te passen zodat deze eenduidig informatie geeft over de waarschuwingen en alarmen voor vervuiling van de zender en ontvanger afzonderlijk. Nu geeft de XZ4 SIAM van de FD12P een algemene hardware melding die ook betrekking kan hebben op een afwijkende/verdachte interne spanning. Bij uitvoerigere statusmeldingen kan door het KNMI beter op afstand worden nagegaan of er sprake is van vervuiling en of het schoonmaken geholpen heeft. Voor dit laatste zou een modem verbinding met de sensor (net zoals bij de door het KNMI gebruikte transmissometer) nuttig zijn, omdat dan het resultaat van het poetsen precies te zien is, en niet indirect via het al dan niet overschrijden van grenzen middels de statusmeldingen. Tevens kan met een modem verbinding, indien noodzakelijk, ook een nieuwe "CLEAN" referentiewaarde ingegeven kan worden. Uiteraard is met deze directe verbinding met de sensor ook mogelijk een detail analyse uit te voeren vanuit de Bilt om de oorzaak van problemen te kunnen achterhalen en mogelijk enkel sensor modules (te laten) uitwisselen. Minimaal zou de SIAM een derde limiet moeten bevatten die aangeeft of de backscatter van een schoongemaakte lens weer dicht genoeg bij de oorspronkelijke referentiewaarde van de schone sensor zit.

*Op basis van een voorlopige versie van dit rapport is besloten de LD40 en FD12P te installeren op Platform F3. De installatie is uitgevoerd op 16 juni 2003. Er zijn afspraken gemaakt zodat de operator de sensoren schoonmaakt op verzoek. Sinds de installatie hebben beide sensoren goed gefunctioneerd zonder waarschuwingen voor vervuiling. Er is in die periode niet gepoetst. Let wel dat gedurende de afgelopen 2½ maand geen zwaar weer is geweest.*

*Bovengenoemde suggesties voor aanpassingen van de SIAM zullen in het project voor de nieuwe generatie SIAMs worden meegenomen. Bij de FD12P is het niet mogelijk om naast de bevraging door de SIAM een modemverbinding op te zetten.*

### **6.3. Aanbevelingen**

Verder zijn er nog enkele aanbevelingen, met name betreffende de FD12P. Gezien de problemen met de LD40 en FD12P tijdens de duurtest op Meetpost Noordwijk is het aan te bevelen om beide sensoren uitvoerig te testen alvorens ze uit te zetten. Dit kan bijvoorbeeld 's nachts in de productiehal geschieden met behulp van de inwinapplicatie en verwerkingssoftware die ten behoeve van de duurtest op MPN is gemaakt. Op die manier zullen mogelijk evident verdachte sensoren vooraf geïdentificeerd kunnen worden. Het KNMI heeft naar aanleiding van deze duurtest nu voor het eerst gekeken naar het gedrag van de diverse signalen die gebruikt worden om vervuiling te monitoren. Het is niet bekend of deze resultaten representatief zijn voor deze sensoren. Het verrichten van soortgelijke metingen bij andere sensoren op het KNMI kan hierover informatie geven en mogelijk tevens leiden tot het traceren van verdachte sensoren.

Het KNMI heeft operationele ervaring met bovengenoemde sensoren sinds begin 2000 op een tiental landstations. Daarbij bleek dat met name de FP12P op kuststations regelmatig waarschuwingen geeft voor vervuiling. Tevens is gebleken dat de overgang van waarschuwing naar alarm maar zelden optreedt. Om onderhoudstermijnen te vergroten is het raadzaam te onderzoeken of de waarschuwingsgrens voor vervuiling niet op een hogere waarde kan worden gezet. De analyse van de

frequentieverdeling van het gemeten zicht toont aan dat een waarschuwingsgrens van 3.3V ten opzichte van een schone sensor mogelijk acceptabel is. Aan de andere kant is de huidige alarmgrens mogelijk te laag. Het is echter niet bekend wat het effect van de gemeten vervuiling op het gemeten zicht precies is. Pas als duidelijk is welke fout in het gemeten zicht hieraan gekoppeld is, kan de grens worden aangepast. Onderzoek naar verschillen in zicht tussen sensoren waarvan de ene vuil en een ander schoon is, dient plaats te vinden. De test kan in De Bilt gebeuren maar ook elders omdat daar andere vervuiling optreedt (bijv. roet op Schiphol en zout in Vlissingen). Tevens zijn kortstondige metingen van uitgewisselde/vervulde sensoren in De Bilt mogelijk om het effect van vervuiling op de nauwkeurigheid van het gemeten zicht in kaart te brengen. Ook kan het effect van vervuiling worden bestudeerd aan de hand van kunstig aangebrachte vervuiling (Van der Meulen, 1995) en tevens zou het effect van vervuiling op de transmissie van de lens direct gemeten kunnen worden.

Samengevat en aangevuld met enkele andere korte opmerkingen zijn de aanbevelingen:

- De corrosie van de stekkers van de FD12P moet worden verholpen om eenvoudige uitwisseling in de toekomst mogelijk te maken (kunststof stekkers?). Ook moet worden gelet op corrosie van de elektronikakast van de FD12P welke het KNMI reeds heeft geconstateerd op enkele andere stations, maar niet na de 8 maanden duurtest op Meetpost Noordwijk, en waarvoor preventief wordt geanodiseerd voor sensoren op Engelse platforms.

*Corrosie van de stekkers is ondervangen door het contactoppervlak tussen stekker en plug te voorzien van een niet-geleidende silicone pasta. De FD12P wordt standaard ook voorzien van een betere laklaag. Dit gebeurt voor alle FD12P sensoren die offshore worden geplaatst.*

- De kabels van de FD12P moeten preventief worden afgeschermd om beschadiging door vogels te voorkomen (in ieder geval voor meetlocaties nabij de kust).

*Dit probleem speelde alleen tijdens deze duurtest en niet op andere kuststations. Het wordt als een eenmalig incident opgevat. Indien dit nodig blijkt, zal op een locatie een bescherming worden aangebracht.*

- De oorzaak van het terugkerend probleem met een defecte temperatuur sensor achterhalen en verhelpen (los contact?).

*Er bleek hier inderdaad sprake te zijn van een los contact. Verder zij opgemerkt dat inmiddels ook de ijkprocedure van de temperatuursensor is verbeterd.*

- Het ingeven van een nieuwe "CLEAN" referentiewaardes voor de backscatter van de lenzen moet worden opgenomen als een onderdeel van de ijking van de FD12P op het KNMI om een verlopen referentiewaarde te ondervangen.

*Dit is inmiddels onderdeel van de ijkprocedure die tegenwoordig in de donkere kamer wordt uitgevoerd.*

- De inconsistenties tussen de door de sensor gerapporteerde backscatter van de ontvanger en de verandering ten opzichte van de schone referentie, die vermoedelijk te wijten is aan een foutieve melding van de RBS waarde, moet worden gemeld aan de leverancier.

*Dit is niet relevant voor het operationeel gebruik van de sensoren.*

- De plotselinge afname en de toegenomen variabiliteit van de backscatter van de ontvanger moeten nader worden onderzocht. Ga na hoe de andere FD12P's zich wat dit betreft gedragen en of dit mogelijk een indicatie is van een probleem/storing.

*Dit zal worden meegenomen in een vervolgproject van de nationale zichtstandaard van het KNMI.*

- Maak een betere testmogelijkheid op het KNMI voor de LD40 en FD12P om technisch niet geheel correct werkende sensoren te kunnen identificeren. Dit hoeft niet persé met een opstelling buiten.

*Inmiddels worden de sensoren onderworpen aan een 24-uurs duurtest alvorens plaatsing.*

- Ga na of hogere grenswaarde kan worden gekozen voor de waarschuwing voor vervuiling van de FD12P. De sensor geeft nu vrij snel een waarschuwing, maar een foutmelding treedt bijna niet op. Aanpassing van de grens is pas mogelijk nadat het verband tussen de gemeten vervuiling en de fout in het gemeten zicht bekend is.

*Dit zal worden meegenomen in een vervolgproject van de nationale zichtstandaard van het KNMI.*

- Ga na of de alarmgrens voor vervuiling van het venster van de LD40 goed is. Na afloop van de duurtest was het venster zichtbaar vervuild, maar de bijbehorende backscatter waarde was nagenoeg gelijk aan de waarde voor een schoon venster. Aanpassing van de grens is pas mogelijk nadat het

verband tussen de gemeten vervuiling en de afname van de gevoeligheid voor hoge en/of dunne bewolking bekend is.

*Geen actie. De relatie tussen WBS en vervuiling is hiervoor vermoedelijk te onzeker. Daarnaast wordt dit in de huidige praktijk niet als een probleem ondervonden.*

- Het verband tussen de 'gemeten' vervuiling en de fout in het gemeten meteorologisch zicht van de FD12P en de afname in de gevoeligheid van de wolkendetectie met de hoogte van de LD40 moet in kaart worden gebracht.

*Geen actie. Alhoewel dit als een belangrijke ontbrekende eigenschap van een operationele sensor wordt erkend, kan dit niet eenvoudig worden bepaald. De relatie tussen backscatter en vervuiling is vermoedelijk te onzeker om dit in kaart te kunnen brengen. Beide sensoren gebruiken overigens de gemeten backscatter niet voor een vervuilingcorrectie.*

## 7. Referenties

- Bijma, J.R.: 1999a: XZ4-SIAM Vaisala FD12P PW-sensor, versie 1.0, 7 juli 1999, KNMI, De Bilt.
- Bijma, J.R.: 1999b: XC4-SIAM Impulsphysik LD40 Ceilometer, versie 1.0, 19 oktober 1999, KNMI, De Bilt.
- Bijma, J.R.: 2001: X-SIAM Specificatie, Extended Protocol, versie 1.8, 12 september 2001, KNMI, De Bilt.
- Impulsphysik, 1998: User manual for Laser Ceilograph LD-25/40 Explorer/Tropopauser, maart 1998, Schenefeld, BRD.
- Van Leusden, C., 2000: Duurtest LD40 en FD12P op Meetpost Noordwijk, projectplan, KNMI, De Bilt.
- Van Leusden, C., 2001: Duurtest LD40 en FD12P op Meetpost Noordwijk, bezoekrapport, KNMI, De Bilt.
- Van der Meulen, J.P., 1995: Performance HSS PW402b: Contamination compensation, Measurement Datasheet, 20 maart 1995, KNMI, De Bilt.
- Wilson, D. , 2003: Persoonlijke mededeling, Muir Matheson Ltd., Aberdeen, Verenigd Koninkrijk.
- Wauben, W.M.F., Ivens, R. en de Vries, P.Y.: Specificaties AVW, versie 1.0, 13 november 2001, KNMI, De Bilt.
- Wauben, W.M.F., 2001: Memo status LD40's, 31 mei 2001, KNMI, De Bilt.
- Wauben, W. M. F., 2002a: Automation of visual observations at KNMI: (i) Comparison of present weather, AMS Symposium, 13-17 januari 2002, Orlando, Florida.
- Wauben, W. M. F., 2002b: Automation of visual observations at KNMI: (ii) Comparison of automated cloud reports with routine visual observations, AMS Symposium, 13-17 januari 2002, Orlando, Florida.
- Wauben, W. M. F., 2003: Comparison of visibility measurements with routine visual observations in the Netherlands, 3<sup>rd</sup> International Conference on Experiences with Automatic Weather Stations, 19-21 februari 2003, Torremolinos, Spanje.
- Vaisala, 1998: Weather Sensor FD12P, User's Guide, FD12P-U106en-1.2, 25 augustus 1998, Helsinki, Finland.

## **8. Dankwoord**

Commentaar op, en discussie naar aanleiding van, een vorige versie van dit rapport met Hans de Jongh, Hannelore Bloemink, Ruud Ivens en Jitze van der Meulen hebben geresulteerd in diverse verbeteringen. Ook de medewerking en nadere uitleg van Alfons Driever, Hans de Heus, Co van Leusden en Paul van Es werd zeer op prijs gesteld door de auteur. Ik hoop dat ik jullie bijdrage correct heb verwoord in deze rapportage.

## Appendix A: Overzicht waarschuwingen en alarmen

Tabel 2. Dagelijkse aantallen waarschuwingen en alarmen van de LD40 en van de onderdelen van de FD12P gedurende de duurtest op Meetpost Noordwijk. Voor de LD40 is vermeldt het aantal goede C1 metingen en het aantal ontbrekende metingen van C1, VV en BWS ten gevolge van de data-acquisitie en het aantal alarmen van de LD40. Voor de FD12P is gegeven het aantal verrichtte metingen en het aantal storingen gemeld door de TS, DRD, RBS en TBS en het totale aantal waarschuwingen en het totale aantal foutmeldingen (allen ten gevolge van de TBS).

Datum	LD40					FD12P						
	#C1	no C1	no VV	no WBS	Alarms	#	TS*	DRD*	RBS*	TBS*	Warning	Error
13/3/2002	524	0	86	3	0	512	507	0	0	0	506	0
14/3/2002	1440	0	348	1	0	1342	1339	0	0	0	1339	0
15/3/2002	1440	0	7	0	0	1440	1432	0	0	0	1432	0
16/3/2002	1441	0	270	5	0	1441	1379	0	0	0	1379	0
17/3/2002	1439	1	193	0	0	1440	0	0	0	0	0	0
18/3/2002	1440	0	64	1	0	1440	0	0	0	84	84	0
19/3/2002	1440	0	77	1	0	1440	0	0	0	421	421	0
20/3/2002	1440	0	52	1	0	1440	0	0	0	137	137	0
21/3/2002	1440	1	223	2	0	1441	0	0	0	0	0	0
22/3/2002	1439	1	315	3	0	1440	0	0	0	2	2	0
23/3/2002	1440	0	370	1	0	1440	0	0	0	0	0	0
24/3/2002	1440	0	458	11	0	1440	0	0	0	0	0	0
25/3/2002	1440	0	185	6	0	1440	0	0	0	0	0	0
26/3/2002	1441	0	25	1	0	1441	0	0	0	39	39	0
27/3/2002	1440	0	704	5	0	1440	0	0	0	8	8	0
28/3/2002	1440	0	671	3	0	1440	0	0	0	31	31	0
29/3/2002	1440	0	617	6	0	1440	0	0	0	29	29	0
30/3/2002	1441	0	475	2	0	1441	0	0	0	148	148	0
31/3/2002	1439	1	280	2	0	1440	0	0	0	299	298	0
1/4/2002	1440	0	195	1	0	1440	0	0	0	5	5	0
2/4/2002	1440	0	378	3	0	1440	0	0	0	0	0	0
3/4/2002	1440	0	649	3	0	1440	0	0	0	4	4	0
4/4/2002	1440	1	604	5	0	1441	0	0	0	24	23	0
5/4/2002	1440	0	608	1	0	1440	0	0	0	50	50	0
6/4/2002	1438	2	655	9	0	1440	0	0	0	972	968	0
7/4/2002	1440	0	629	9	0	1440	0	0	0	855	857	0
8/4/2002	1441	0	509	4	0	1441	0	0	0	32	32	0
9/4/2002	1438	2	193	5	0	1440	0	0	0	15	15	0
10/4/2002	1440	0	536	2	0	1440	0	0	0	0	0	0
11/4/2002	1440	0	429	2	0	1440	0	0	0	22	22	0
12/4/2002	1440	0	459	9	0	1440	0	0	0	20	20	0
13/4/2002	1441	0	257	3	0	1441	0	0	1	0	1	0
14/4/2002	1440	0	61	0	0	1440	0	0	59	0	59	0
15/4/2002	1439	1	0	0	0	1440	0	0	15	0	15	0
16/4/2002	1439	1	51	0	0	1440	1187	0	0	0	1187	0
17/4/2002	1439	1	219	6	0	1440	1440	0	0	0	1440	0
18/4/2002	1445	1	295	1	0	1447	1447	0	0	0	1447	0
19/4/2002	1441	0	518	7	0	1441	1441	0	0	0	1441	0
20/4/2002	1437	3	545	12	0	1440	736	0	0	0	736	0

Duurtest LD40 and FD12P op Meetpost Noordwijk

Datum	LD40					FD12P						
	#C1	no C1	no VV	no WBS	Alarms	#	TS*	DRD*	RBS*	TBS*	Warning	Error
21/4/2002	1439	1	516	7	0	1440	96	0	0	0	96	0
22/4/2002	1440	0	185	2	0	1440	0	0	0	0	0	0
23/4/2002	1440	0	471	12	0	1440	0	0	0	21	21	0
24/4/2002	1441	0	323	6	0	1441	0	0	0	0	0	0
25/4/2002	1440	0	291	3	0	1440	0	0	0	18	18	0
26/4/2002	1439	1	92	3	0	1440	0	0	0	0	0	0
27/4/2002	1440	0	190	1	0	1440	0	0	0	0	0	0
28/4/2002	1439	1	40	0	0	1440	0	0	0	706	704	0
29/4/2002	1441	0	198	5	0	1441	0	0	0	1419	1419	0
30/4/2002	1440	0	31	0	0	1440	0	0	0	1440	1440	0
1/5/2002	1439	1	385	0	0	1440	0	0	0	1440	1440	0
2/5/2002	1439	1	147	0	0	1440	0	0	0	1440	1440	0
3/5/2002	1441	0	337	2	0	1441	0	0	0	1441	1441	0
4/5/2002	1440	0	52	3	0	1440	0	0	1	1440	1440	0
5/5/2002	1440	0	1	1	0	1440	0	0	341	1440	1440	0
6/5/2002	1438	2	143	3	0	1440	0	0	0	1440	1440	0
7/5/2002	1440	0	468	6	0	1440	0	0	0	1440	1440	0
8/5/2002	1440	1	234	6	0	1441	0	0	0	1441	1441	0
9/5/2002	1440	0	268	8	0	1440	0	0	0	1440	1440	0
10/5/2002	1440	0	59	0	0	1440	0	0	0	1440	1440	0
11/5/2002	1438	2	1	1	0	1440	0	0	0	1440	1440	0
12/5/2002	1440	0	125	1	0	1440	0	0	0	1440	1440	0
13/5/2002	1441	0	450	7	0	1441	0	0	0	1091	1083	0
14/5/2002	1438	2	219	3	0	1440	0	0	0	1440	1440	0
15/5/2002	1439	1	353	3	0	1440	0	0	0	1440	1440	0
16/5/2002	1440	0	609	6	0	1440	0	0	0	1440	1440	0
17/5/2002	1440	1	676	5	0	1441	0	0	0	1441	1441	0
18/5/2002	1439	1	69	1	0	1440	0	0	0	1440	1440	0
19/5/2002	1440	0	402	3	0	1440	0	0	0	1440	1440	0
20/5/2002	1441	0	259	5	0	1441	0	0	0	1441	1441	0
21/5/2002	1440	0	263	7	0	1440	0	0	0	1440	1440	0
22/5/2002	1440	0	64	1	0	1440	0	0	0	1440	1440	0
23/5/2002	1440	0	542	12	0	1440	0	0	0	1440	1440	0
24/5/2002	1439	1	283	11	0	1440	0	0	0	1440	1440	0
25/5/2002	1440	1	457	8	0	1441	0	0	0	1441	1441	0
26/5/2002	1440	0	223	7	0	1440	0	0	0	1440	1440	0
27/5/2002	1440	0	262	0	0	1440	0	0	0	1440	1440	0
28/5/2002	1440	0	336	4	0	1440	0	0	0	1440	1440	0
29/5/2002	1441	0	276	1	0	1441	0	0	0	1441	1441	0
30/5/2002	1440	0	425	4	0	1439	0	0	0	1439	1439	0
31/5/2002	1439	1	446	0	0	1440	0	0	0	1440	1440	0
1/6/2002	1440	0	746	1	0	1440	0	0	0	1440	1440	0
2/6/2002	1437	3	583	1	0	1440	0	0	0	1440	1440	0
3/6/2002	1441	0	166	3	0	1441	0	0	0	1441	1441	0
4/6/2002	1440	0	143	4	0	1440	0	0	0	1440	1440	0
5/6/2002	1440	0	99	1	0	1440	0	0	0	1440	1440	0
6/6/2002	1440	0	98	6	0	1440	0	0	0	1440	1440	0
7/6/2002	1440	0	164	0	0	1440	0	0	0	1440	1440	0
8/6/2002	1441	0	364	8	0	1441	0	0	0	1441	1441	0
9/6/2002	1438	2	189	10	0	1440	0	0	0	1440	1440	0



Duurtest LD40 and FD12P op Meetpost Noordwijk

Datum	LD40					FD12P						
	#C1	no C1	no VV	no WBS	Alarms	#	TS*	DRD*	RBS*	TBS*	Warning	Error
10/6/2002	1439	1	216	2	0	1440	0	0	0	1440	1440	0
11/6/2002	1440	0	220	3	0	1440	0	0	0	1440	1440	0
12/6/2002	1441	0	62	2	0	1441	0	0	0	1441	1441	0
13/6/2002	1440	0	29	1	0	1440	0	0	0	1440	1440	0
14/6/2002	1440	0	34	0	0	1440	0	0	0	1440	1440	0
15/6/2002	1440	0	248	1	0	1440	0	0	0	1440	1440	0
16/6/2002	1440	0	263	0	0	1440	0	0	0	1440	1440	0
17/6/2002	1440	1	476	1	0	1441	0	0	0	1441	1441	0
18/6/2002	1438	2	426	3	0	1440	0	0	0	1440	1440	0
19/6/2002	1440	0	236	4	0	1440	0	0	0	1440	1440	0
20/6/2002	1440	0	32	0	0	1440	0	0	0	1440	1440	0
21/6/2002	1441	0	318	6	0	1441	0	0	0	1441	1441	0
22/6/2002	1439	1	41	0	0	1440	0	0	0	1440	1440	0
23/6/2002	1440	0	315	8	0	1440	0	0	0	1440	1440	0
24/6/2002	1440	0	510	12	0	1440	0	0	0	1440	1440	0
25/6/2002	1439	1	307	7	0	1440	0	0	0	1440	1440	0
26/6/2002	1440	1	341	0	0	1441	0	0	0	1441	1441	0
27/6/2002	1438	2	344	2	0	1439	0	0	0	1439	1439	0
28/6/2002	1439	1	143	2	0	1440	0	0	0	1440	1440	0
29/6/2002	1440	0	321	1	0	1440	0	0	0	1440	1440	0
30/6/2002	1440	0	307	1	0	1440	0	0	0	1440	1440	0
1/7/2002	1440	1	58	3	0	1441	0	0	0	1441	1441	0
2/7/2002	1440	0	174	1	0	1440	0	0	0	1440	1440	0
3/7/2002	1440	0	13	0	0	1440	0	0	0	1440	1440	0
4/7/2002	1440	0	280	8	0	1440	0	0	0	1440	1440	0
5/7/2002	1440	1	27	2	0	1441	0	0	0	1441	1441	0
6/7/2002	36	0	0	0	0	37	0	0	0	37	37	0
7/7/2002	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
10/7/2002	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
11/7/2002	752	0	371	0	0	754	0	0	0	754	754	0
12/7/2002	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
22/8/2002	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
23/8/2002	929	0	161	2	2	929	0	0	851	929	929	0
24/8/2002	1440	0	40	0	0	1440	0	0	987	1440	1440	0
25/8/2002	1439	1	330	4	0	1440	0	0	195	1440	1440	0
26/8/2002	1441	0	405	4	0	1441	0	0	306	1441	1441	0
27/8/2002	1437	3	93	4	0	1440	0	0	0	1440	1440	0
28/8/2002	1439	1	420	15	0	1440	0	0	143	1440	1440	0
29/8/2002	1440	0	431	24	0	1440	0	0	1051	1440	1440	0
30/8/2002	1440	1	212	2	0	1441	0	0	0	1441	1441	0
31/8/2002	1440	0	60	0	0	1440	0	0	984	1440	1440	0
1/9/2002	1440	0	467	4	0	1440	0	0	1104	1440	1440	0
2/9/2002	1440	0	491	13	0	1440	0	0	487	1440	1440	0
3/9/2002	1440	0	454	3	0	1440	0	0	803	1440	1440	0
4/9/2002	1440	1	601	6	0	1441	0	0	349	1441	1441	0
5/9/2002	1440	0	586	11	0	1440	0	0	32	1440	1440	0
6/9/2002	1440	0	168	1	0	1440	0	0	0	1440	1440	0
7/9/2002	1440	0	39	0	0	1440	0	0	22	1440	1440	0
8/9/2002	1441	0	30	0	0	1441	0	0	60	1441	1441	0

Duurtest LD40 and FD12P op Meetpost Noordwijk

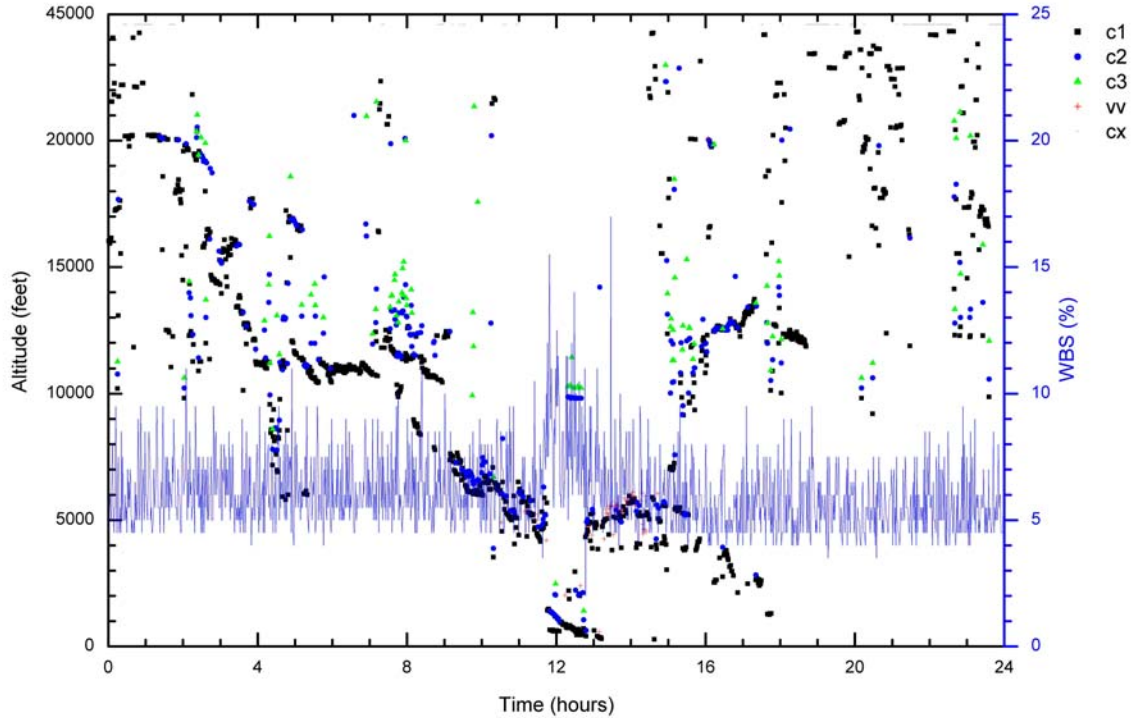
Datum	LD40					FD12P						
	#C1	no C1	no VV	no WBS	Alarms	#	TS*	DRD*	RBS*	TBS*	Warning	Error
9/9/2002	1440	0	285	0	0	1440	0	0	334	1440	1440	0
10/9/2002	1440	0	152	8	0	1440	0	0	232	1440	1440	0
11/9/2002	1440	0	204	1	0	1440	0	0	39	1440	1440	0
12/9/2002	1440	0	545	11	0	1440	0	0	159	1440	1440	0
13/9/2002	1441	0	522	15	0	1441	0	0	69	1441	1441	0
14/9/2002	1440	0	27	1	0	1440	0	0	203	1440	1440	0
15/9/2002	1438	2	403	6	0	1440	0	0	678	1440	1440	0
16/9/2002	1440	0	244	5	0	1440	0	0	1234	1440	1440	0
17/9/2002	1440	0	0	0	0	1440	0	0	720	1440	1440	0
18/9/2002	1441	0	6	1	0	1441	0	0	1441	1441	1441	0
19/9/2002	1439	1	0	0	0	1440	0	0	1436	1440	1440	0
20/9/2002	1439	1	101	0	0	1440	0	0	1426	1440	1440	0
21/9/2002	1438	2	27	2	0	1440	0	0	1440	1440	1440	0
22/9/2002	1441	0	221	2	0	1441	0	0	1113	1441	1441	0
23/9/2002	1439	1	455	12	0	1440	0	0	991	1440	1440	0
24/9/2002	1439	1	491	7	0	1440	0	0	1201	1440	1440	0
25/9/2002	1444	1	73	0	0	1446	0	0	516	1446	1446	0
26/9/2002	1440	0	117	1	0	1440	0	0	87	1440	1440	0
27/9/2002	1440	0	158	3	0	1440	0	0	0	1440	1440	0
28/9/2002	1441	0	115	0	0	1441	0	0	0	1441	1436	5
29/9/2002	1440	0	472	1	0	1440	0	0	0	1440	1440	0
30/9/2002	1439	0	644	7	0	1439	0	0	225	1439	1439	0
1/10/2002	1439	1	407	17	0	1440	0	0	0	1440	1440	0
2/10/2002	1439	1	153	2	0	1440	0	0	0	1440	1440	0
3/10/2002	1441	0	246	4	0	1441	0	0	0	1441	1441	0
4/10/2002	1440	0	458	12	0	1440	0	0	0	1440	1440	0
5/10/2002	1440	0	43	1	0	1440	0	0	3	1440	1440	0
6/10/2002	1440	0	338	11	0	1440	0	0	873	1440	1440	0
7/10/2002	1437	2	83	7	0	1440	0	0	734	1440	1439	1
8/10/2002	1439	2	484	8	0	1441	0	0	1238	1441	1441	0
9/10/2002	1437	3	575	12	0	1440	0	0	1317	1440	1440	0
10/10/2002	1439	1	525	4	0	1440	0	0	1062	1440	1440	0
11/10/2002	1440	0	520	1	0	1440	0	0	1440	1440	1440	0
12/10/2002	1438	2	0	0	0	1440	0	0	1440	1440	1440	0
13/10/2002	1441	0	8	0	0	1441	0	0	564	1441	1441	0
14/10/2002	1439	1	6	1	0	1440	0	0	0	1440	1440	0
15/10/2002	1440	0	59	1	0	1440	0	0	0	1440	1440	0
16/10/2002	1440	0	37	0	0	1440	0	0	113	1440	1440	0
17/10/2002	1441	0	147	2	0	1441	0	0	931	1441	1207	234
18/10/2002	1439	1	228	0	0	1440	0	0	1371	1440	727	713
19/10/2002	1437	3	287	3	0	1440	0	0	1277	1440	1110	330
20/10/2002	1439	1	118	3	0	1440	0	0	1440	1440	634	806
21/10/2002	1440	0	103	0	0	1440	0	0	271	1440	1208	232
22/10/2002	1441	0	43	0	0	1441	0	0	0	1441	1441	0
23/10/2002	1440	0	220	2	0	1440	0	0	94	1440	1164	276
24/10/2002	1440	0	252	1	0	1440	0	0	426	1440	342	1098
25/10/2002	1439	1	58	0	0	1440	0	0	27	1440	1388	52
26/10/2002	1441	0	127	3	0	1441	0	0	181	1441	123	1318
27/10/2002	1439	1	56	0	0	1440	0	0	28	1440	831	609
28/10/2002	1440	0	380	2	0	1440	0	0	1	1440	0	1440
29/10/2002	1439	1	203	0	0	1440	0	0	174	1440	286	1154

Duurtest LD40 and FD12P op Meetpost Noordwijk

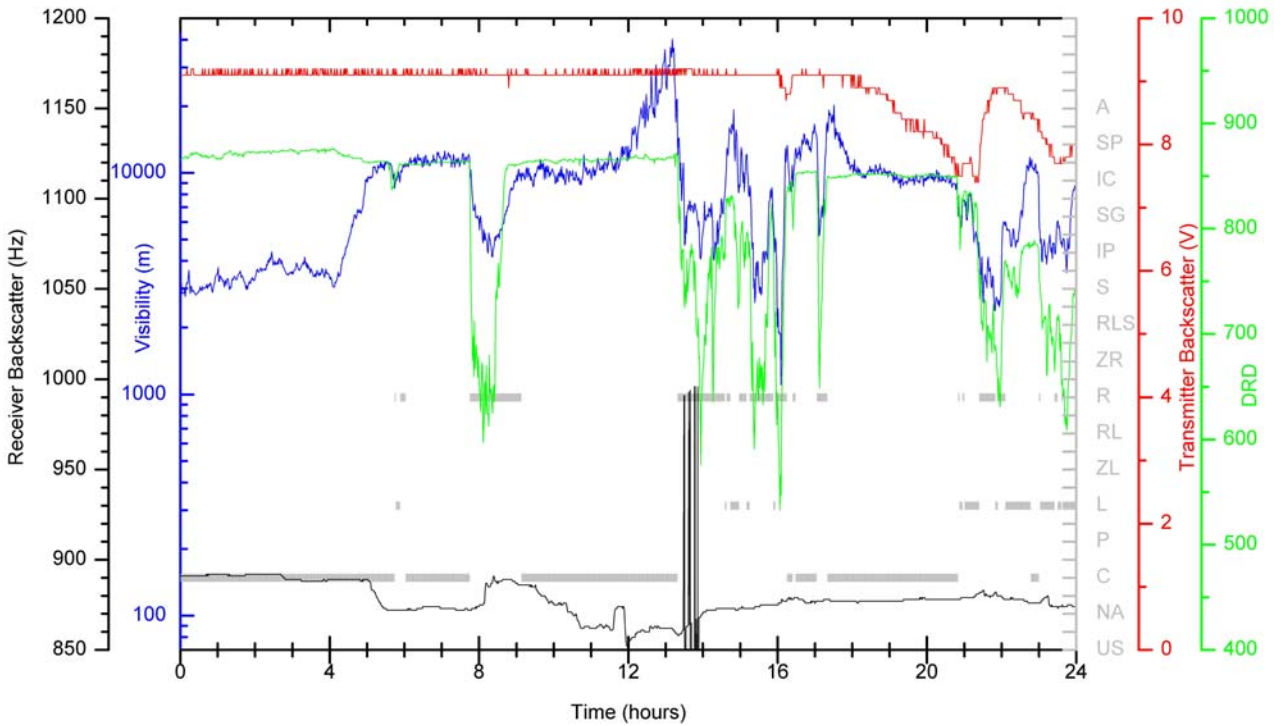
Datum	LD40					FD12P						
	#C1	no C1	no VV	no WBS	Alarms	#	TS*	DRD*	RBS*	TBS*	Warning	Error
30/10/2002	1440	0	169	1	0	1440	0	0	65	1440	211	1229
31/10/2002	1441	0	479	5	0	1441	0	0	654	1441	0	1441
1/11/2002	1440	0	45	3	0	1440	0	0	0	1440	1017	423
2/11/2002	1440	0	311	6	0	1440	0	0	0	1440	1440	0
3/11/2002	1440	0	297	11	0	1440	0	0	0	1440	1037	403
4/11/2002	1440	0	288	10	0	1440	0	0	0	1440	1395	45
5/11/2002	1440	1	119	1	0	1441	0	0	0	1441	1036	405
6/11/2002	1440	0	164	7	0	1440	0	0	0	1440	1211	229
7/11/2002	1440	0	296	5	0	1440	0	0	0	1440	1399	41
8/11/2002	1440	0	154	6	0	1440	0	0	0	1440	1371	69
9/11/2002	1441	0	222	2	0	1441	0	0	0	1441	1387	54
10/11/2002	1440	0	88	0	0	1440	0	0	146	1440	1440	0
11/11/2002	1438	2	357	3	0	1440	0	0	0	1440	667	773
12/11/2002	1440	0	241	5	0	1440	0	0	0	1440	1440	0
13/11/2002	1439	1	92	3	0	1440	0	0	0	1440	1356	84
14/11/2002	1439	2	331	7	0	1441	0	0	0	1441	538	903
15/11/2002	1440	0	515	7	0	1440	0	0	0	1440	878	562
16/11/2002	1440	0	82	0	0	1440	0	0	0	1440	1440	0
17/11/2002	1440	0	168	5	0	1440	0	0	0	1440	1361	79
18/11/2002	1438	2	246	3	0	1441	0	0	0	1441	1192	249

## Appendix B: Metingen LD40 en FD12P op geselecteerde dagen

LD40 MPN: 17 March 2002

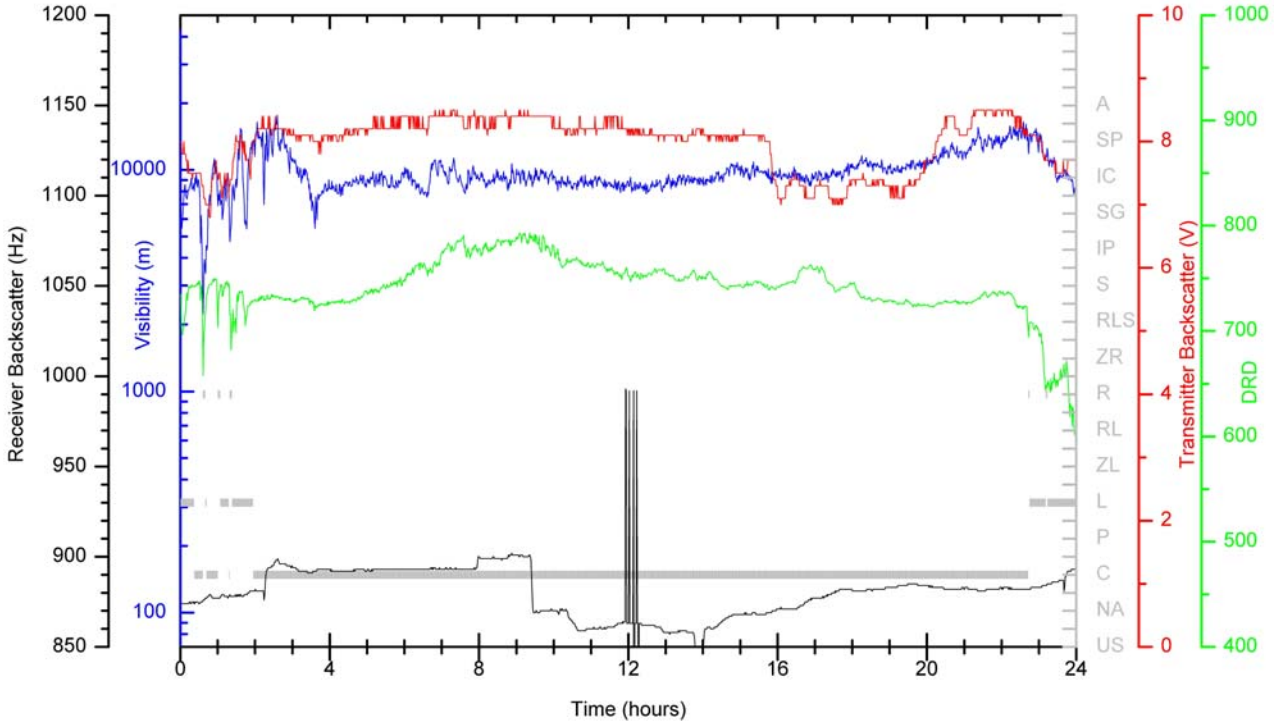


FD12P MPN: 18 March 2002

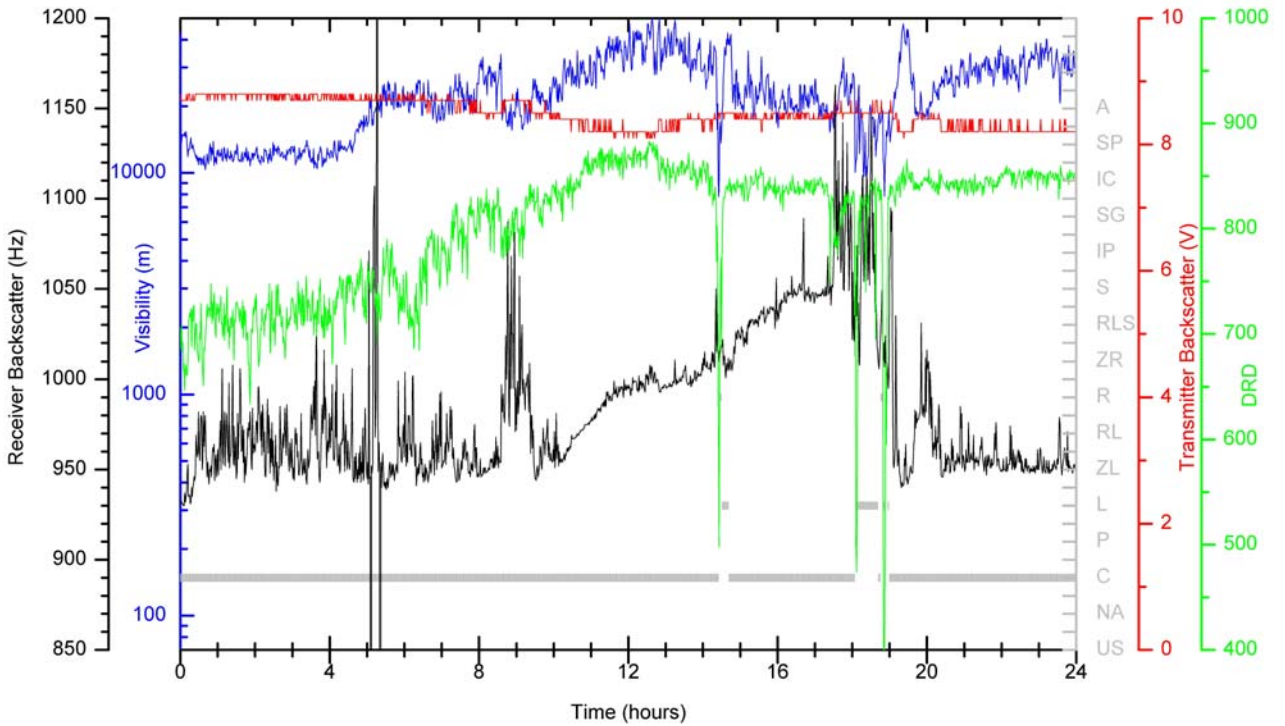


Duurtest LD40 and FD12P op Meetpost Noordwijk

FD12P MPN: 19 March 2002

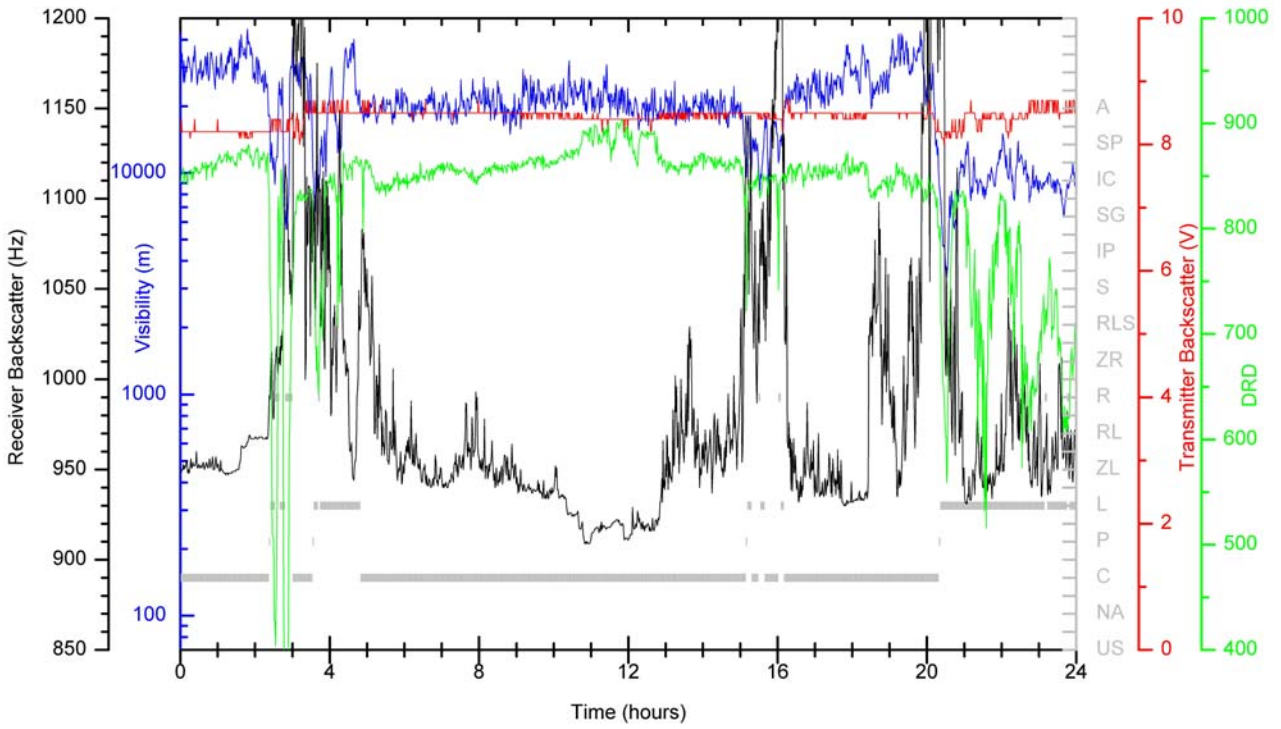


FD12P MPN: 13 April 2002

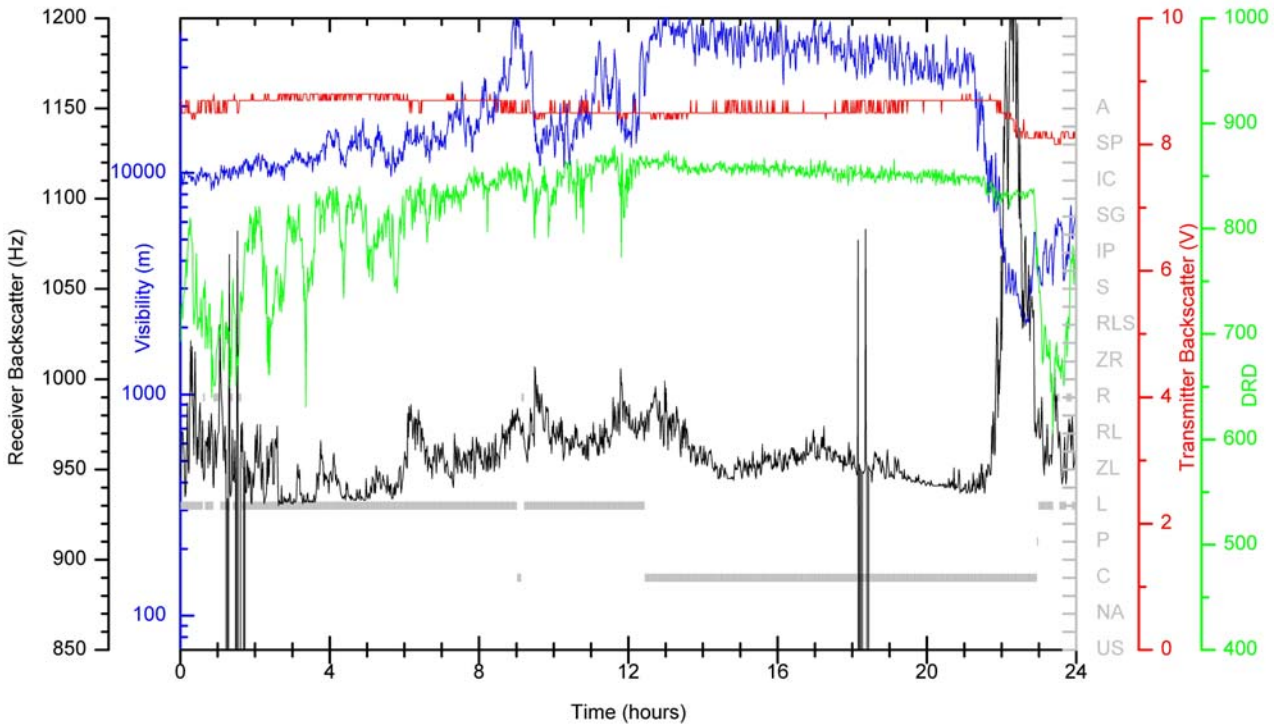


Duurtest LD40 and FD12P op Meetpost Noordwijk

FD12P MPN: 14 April 2002

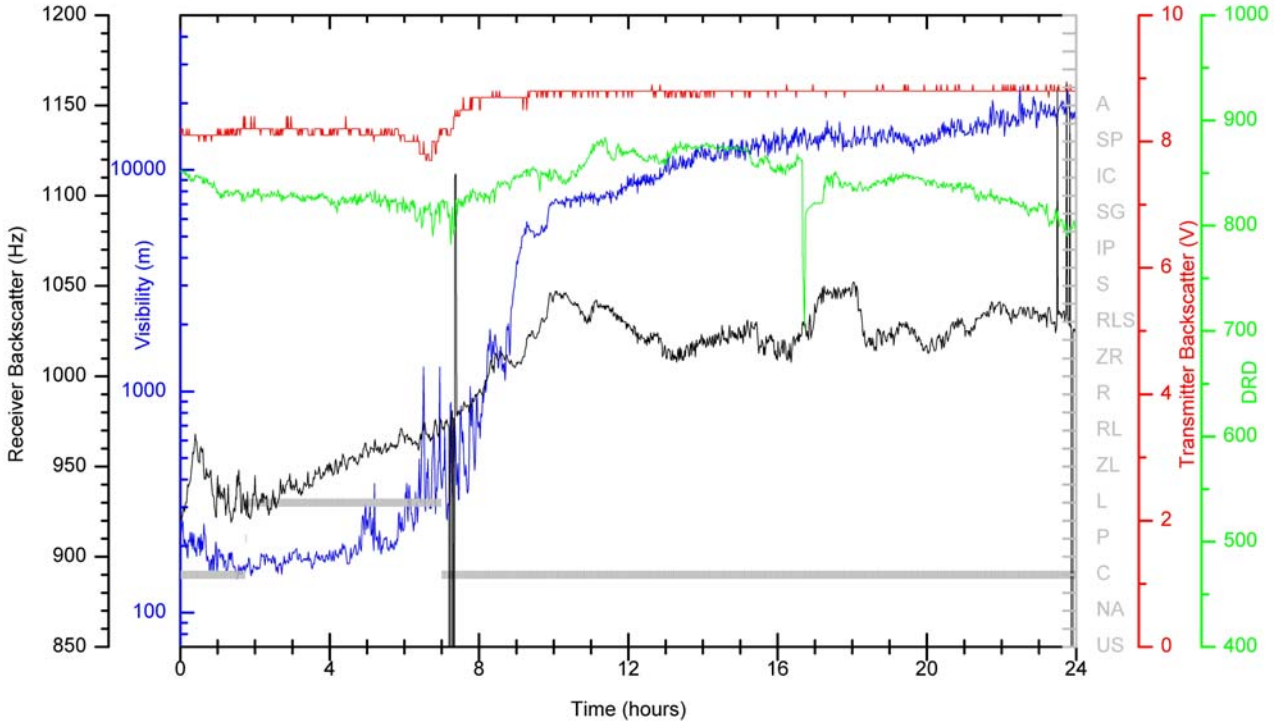


FD12P MPN: 15 April 2002

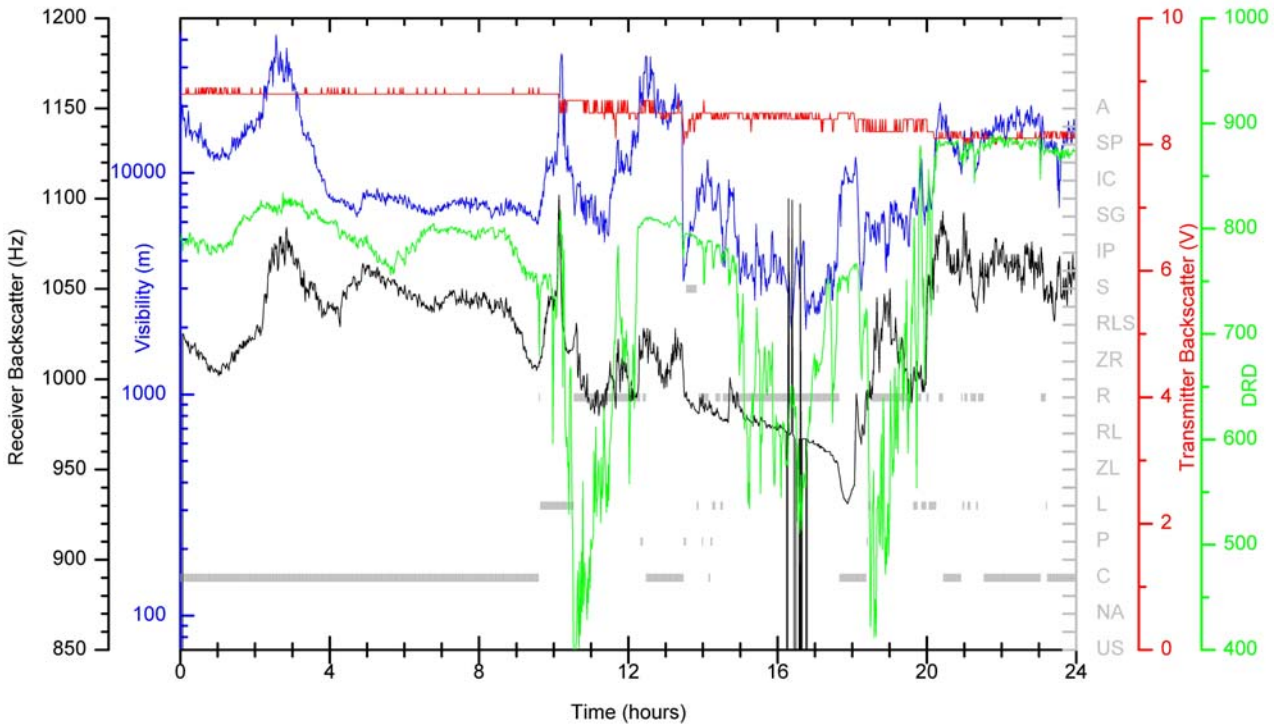


Duurtest LD40 and FD12P op Meetpost Noordwijk

FD12P MPN: 25 April 2002

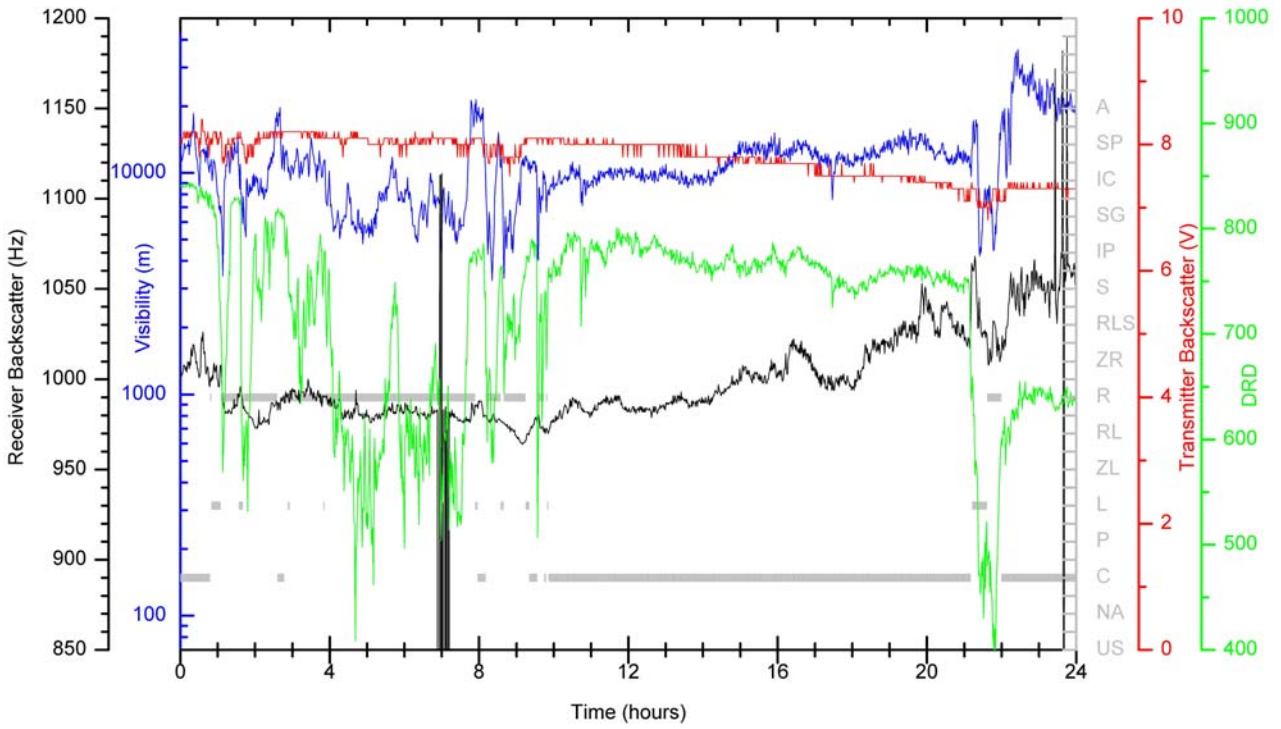


FD12P MPN: 26 April 2002

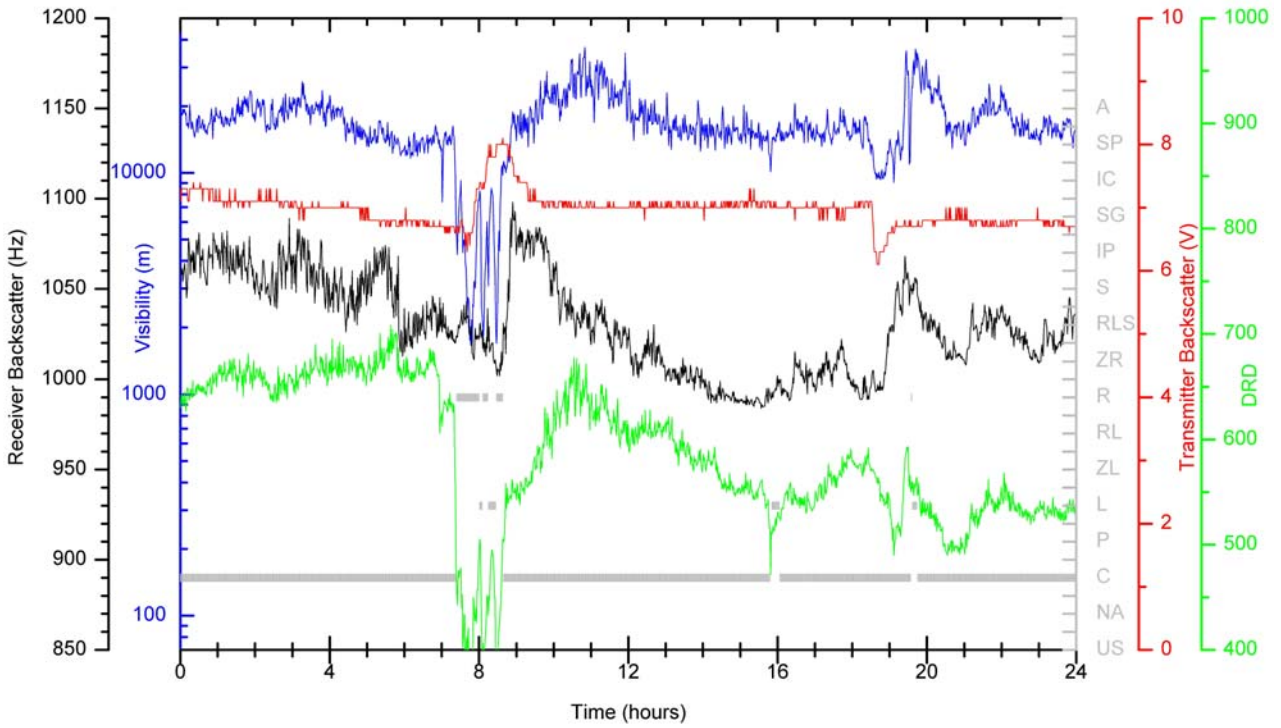


Duurtest LD40 and FD12P op Meetpost Noordwijk

FD12P MPN: 28 April 2002



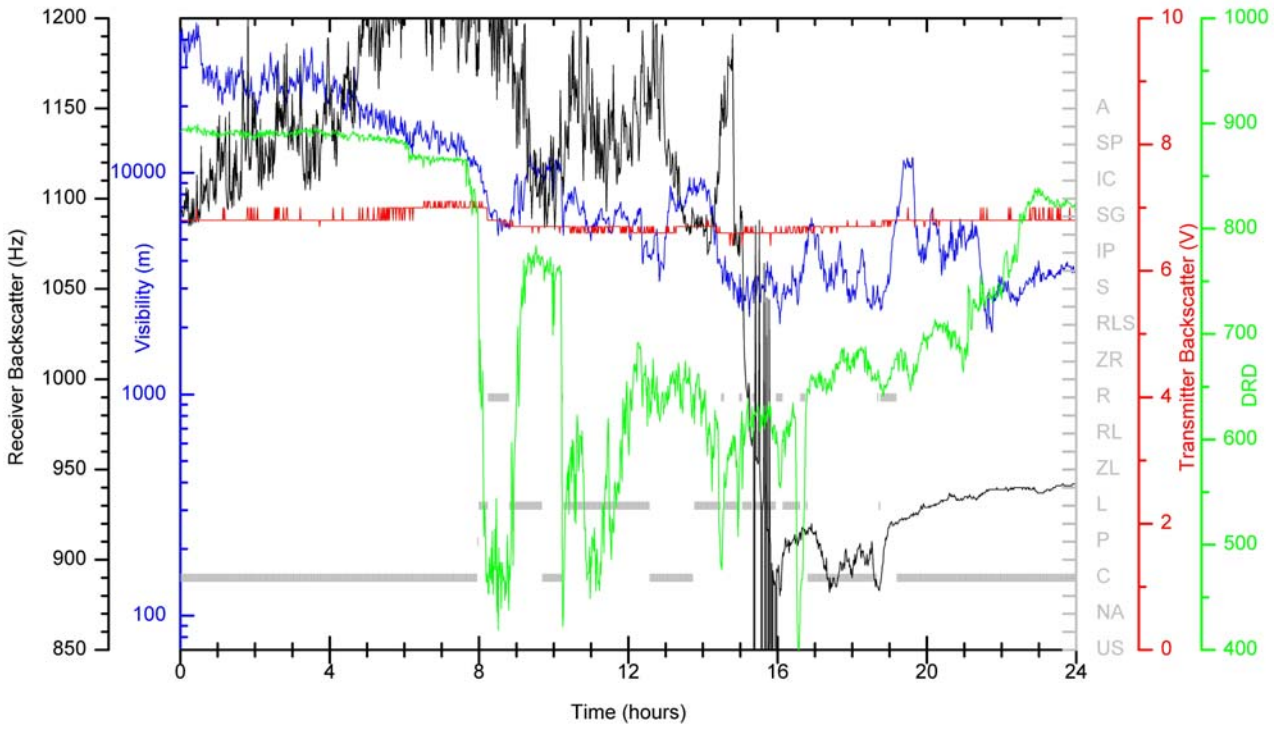
FD12P MPN: 29 April 2002



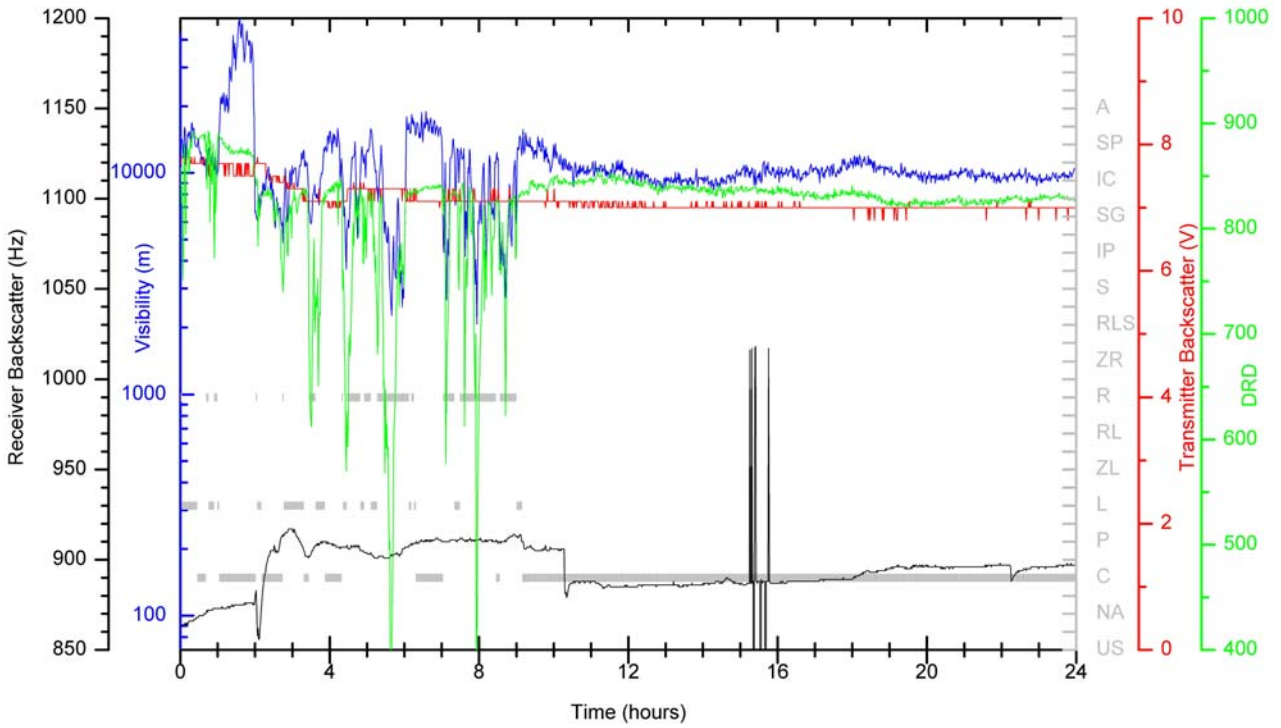


Duurtest LD40 and FD12P op Meetpost Noordwijk

FD12P MPN: 5 May 2002

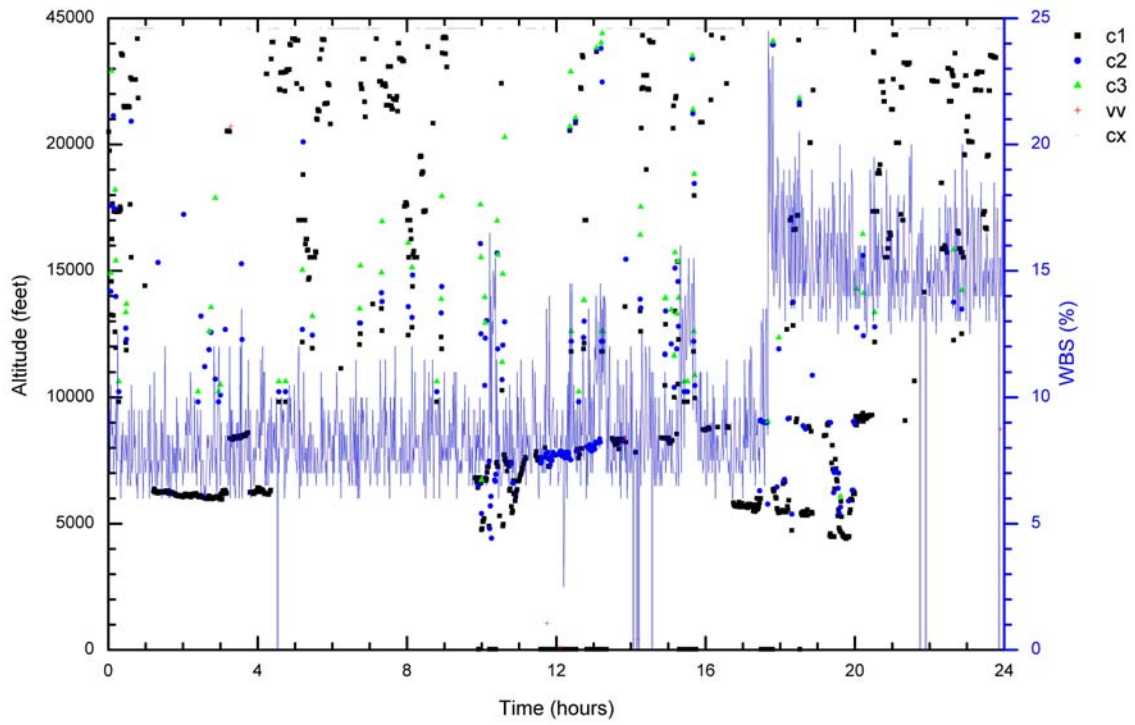


FD12P MPN: 14 May 2002

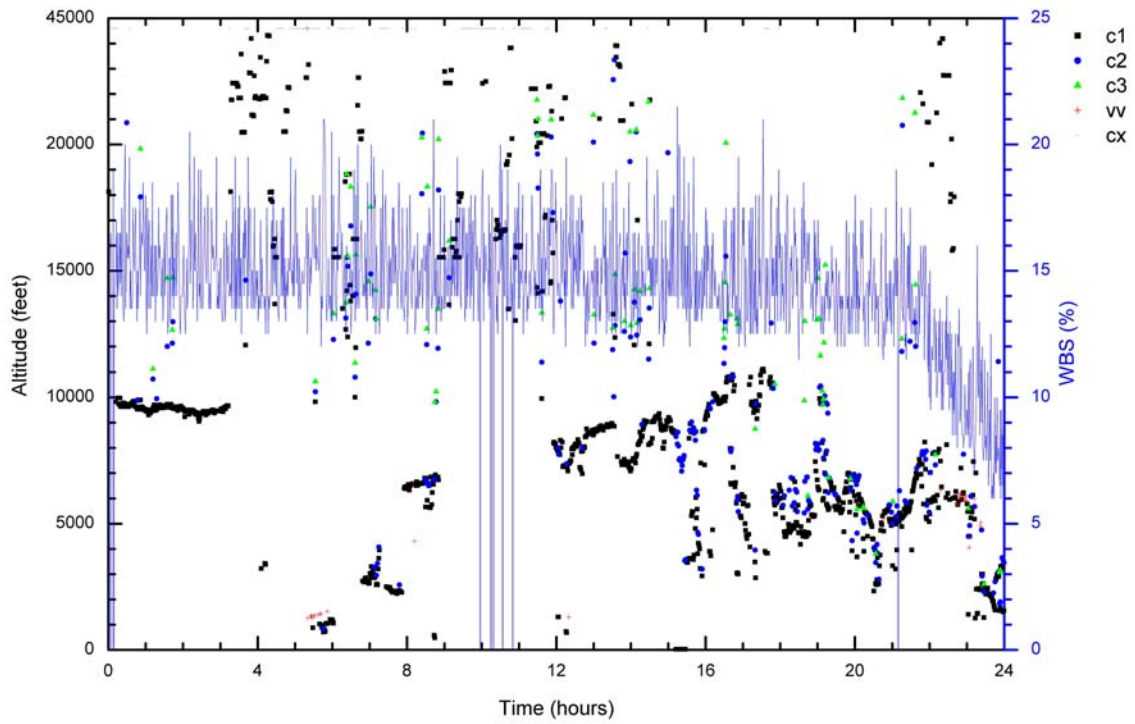


Duurtest LD40 and FD12P op Meetpost Noordwijk

LD40 MPN: 8 June 2002

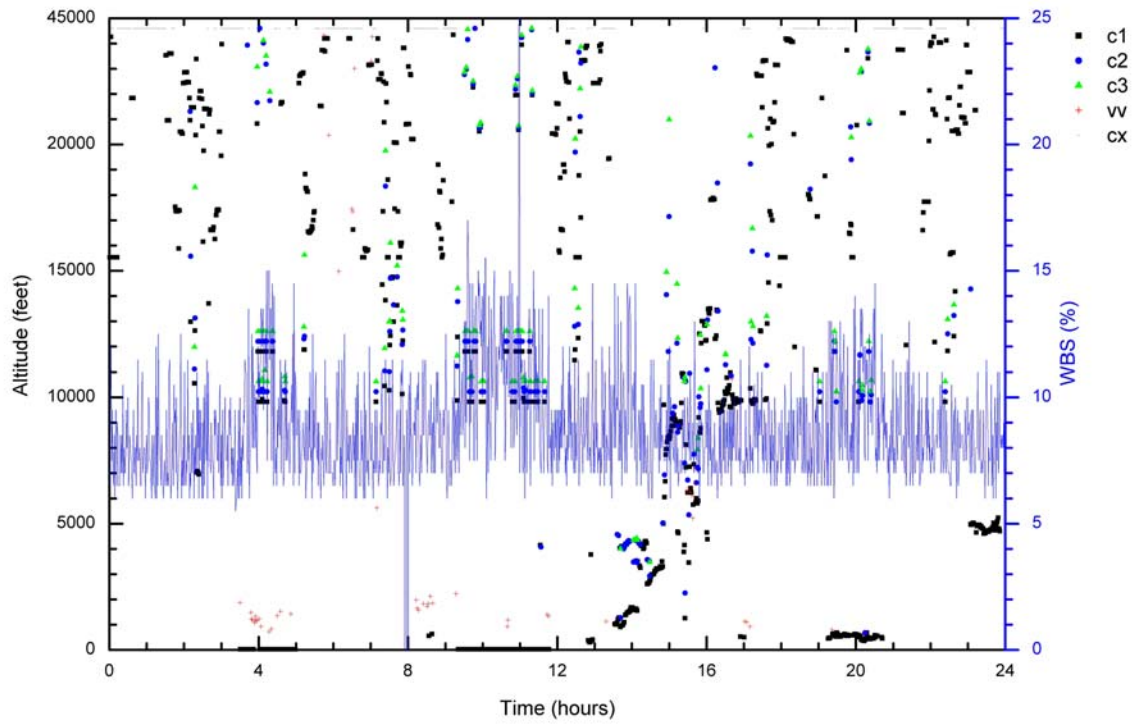


LD40 MPN: 9 June 2002

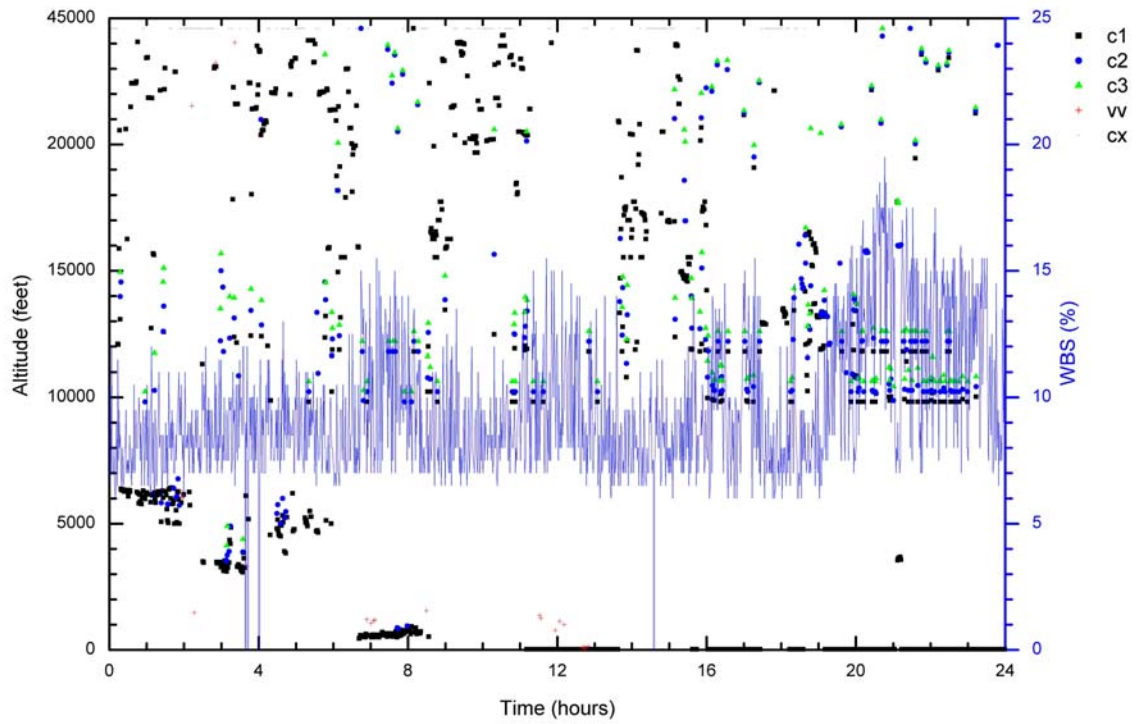


Duurtest LD40 and FD12P op Meetpost Noordwijk

LD40 MPN: 18 June 2002

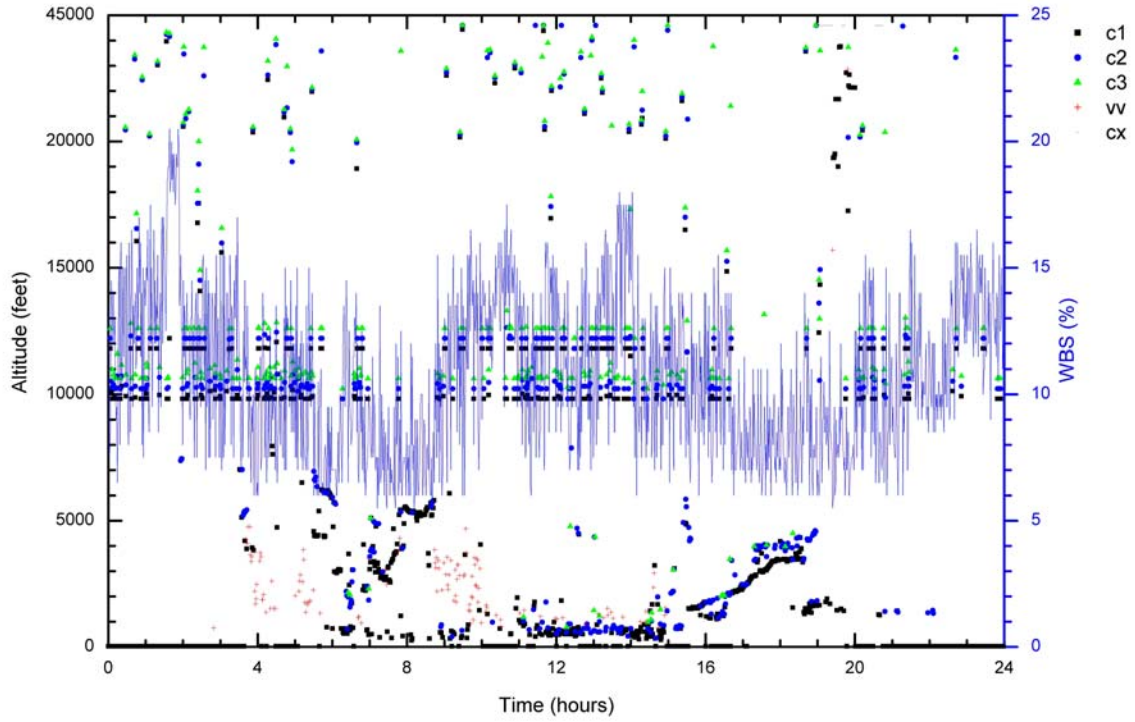


LD40 MPN: 19 June 2002

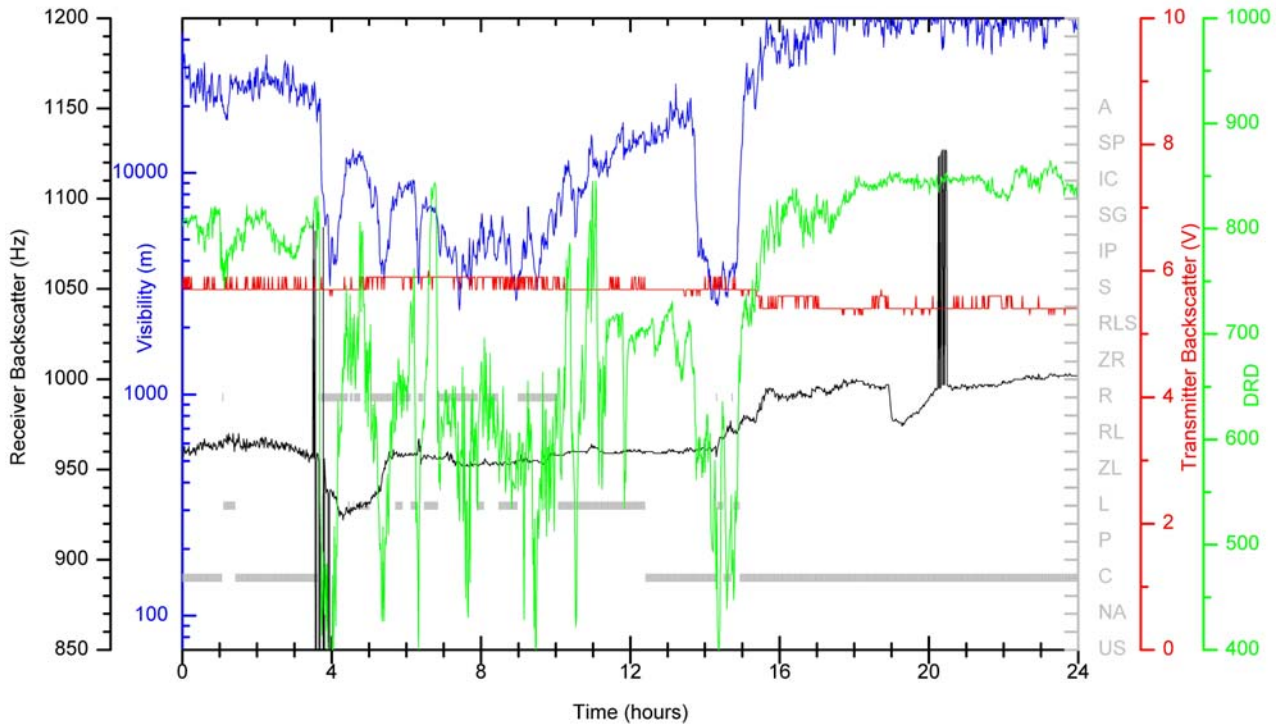


Duurtest LD40 and FD12P op Meetpost Noordwijk

LD40 MPN: 20 June 2002

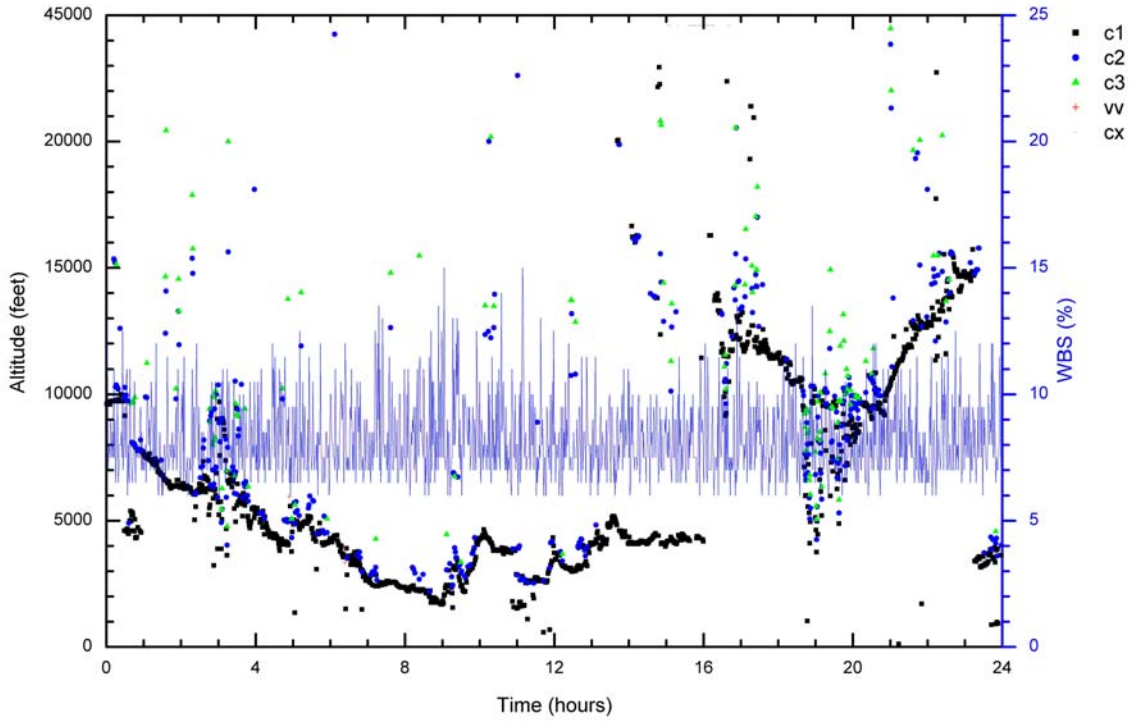


FD12P MPN: 20 June 2002

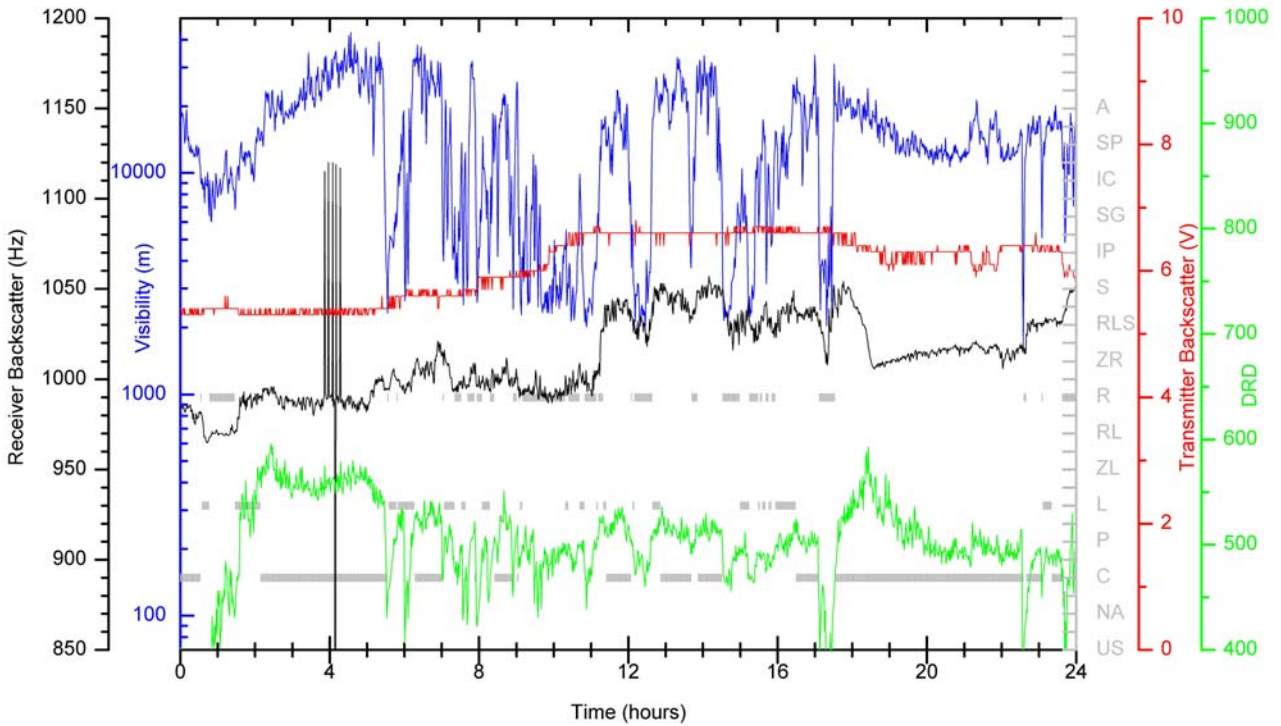


Duurtest LD40 and FD12P op Meetpost Noordwijk

LD40 MPN: 22 June 2002

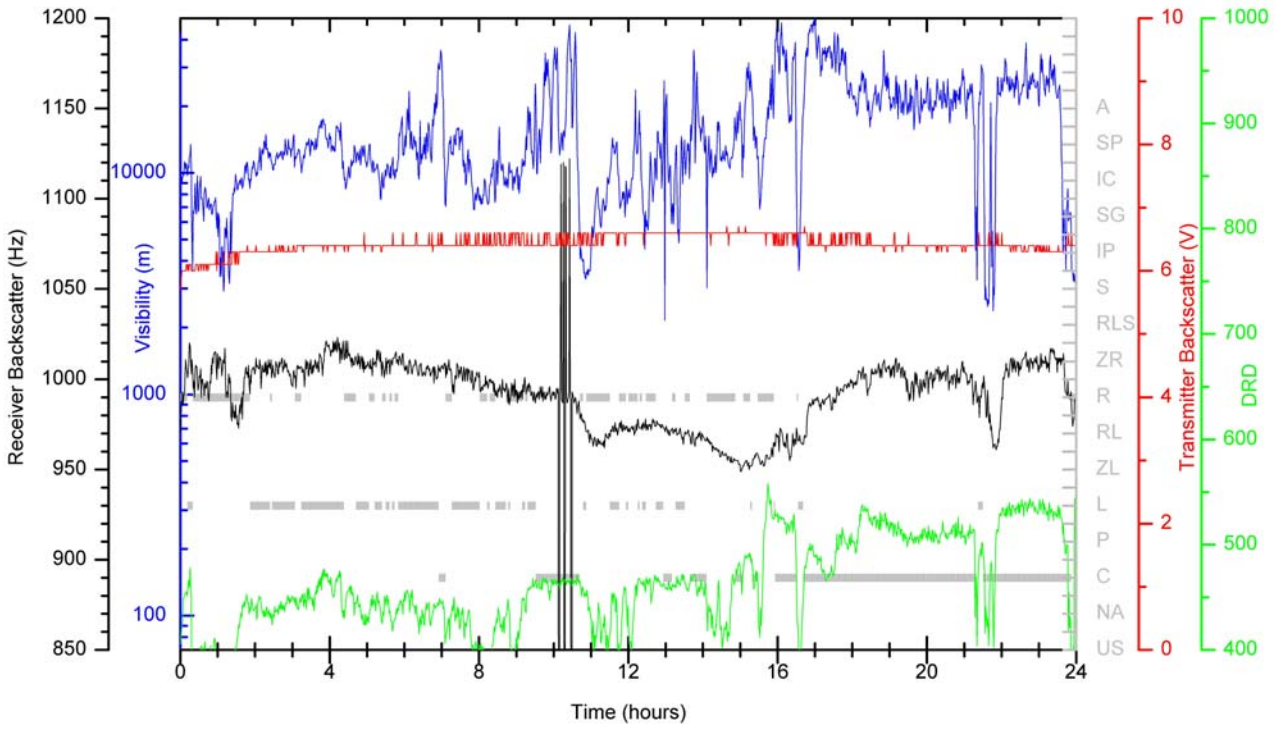


FD12P MPN: 1 July 2002

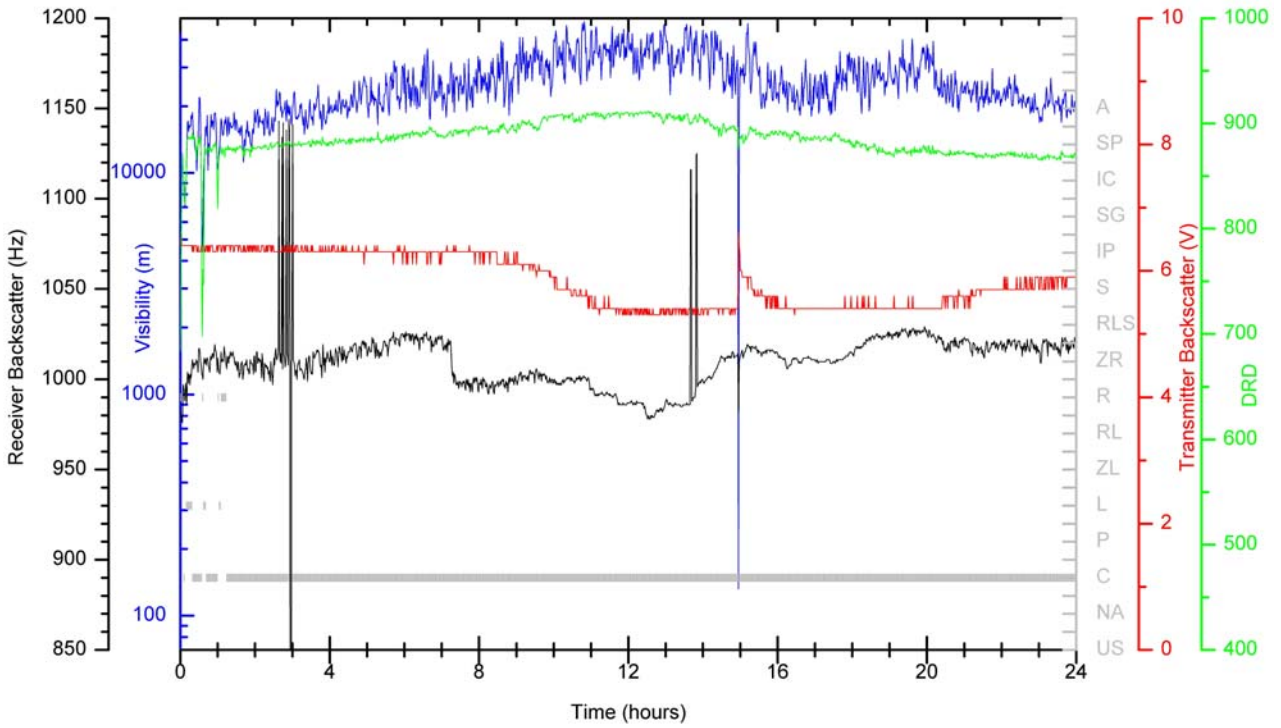


Duurtest LD40 and FD12P op Meetpost Noordwijk

FD12P MPN: 3 July 2002

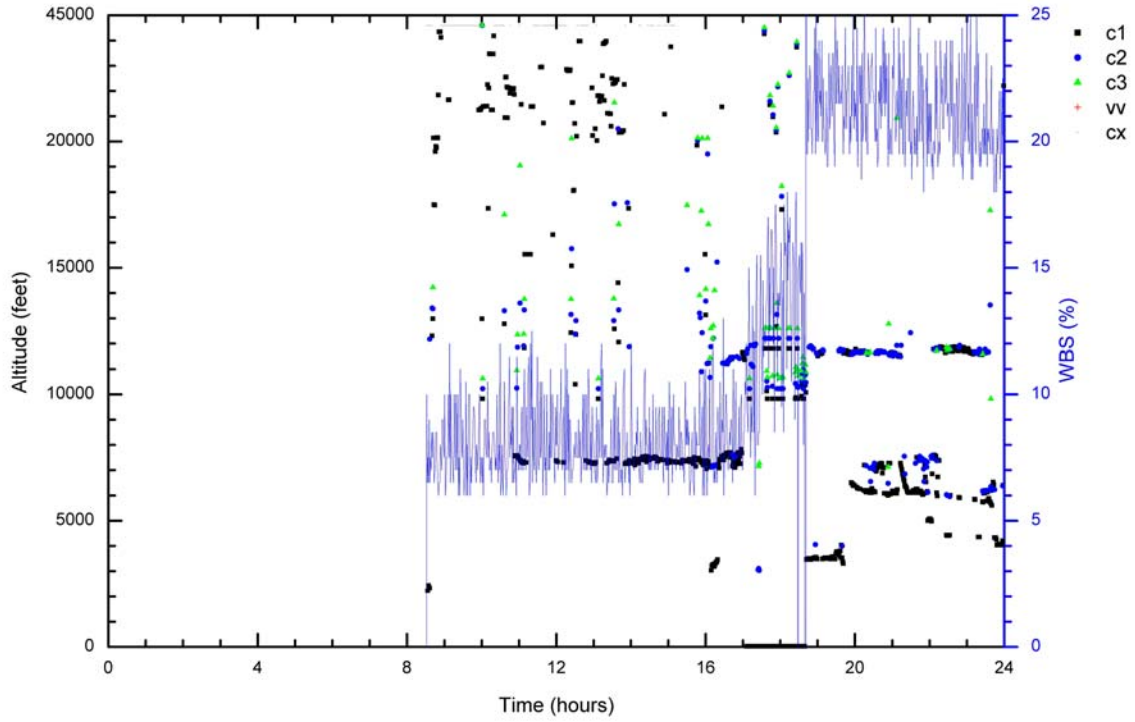


FD12P MPN: 4 July 2002

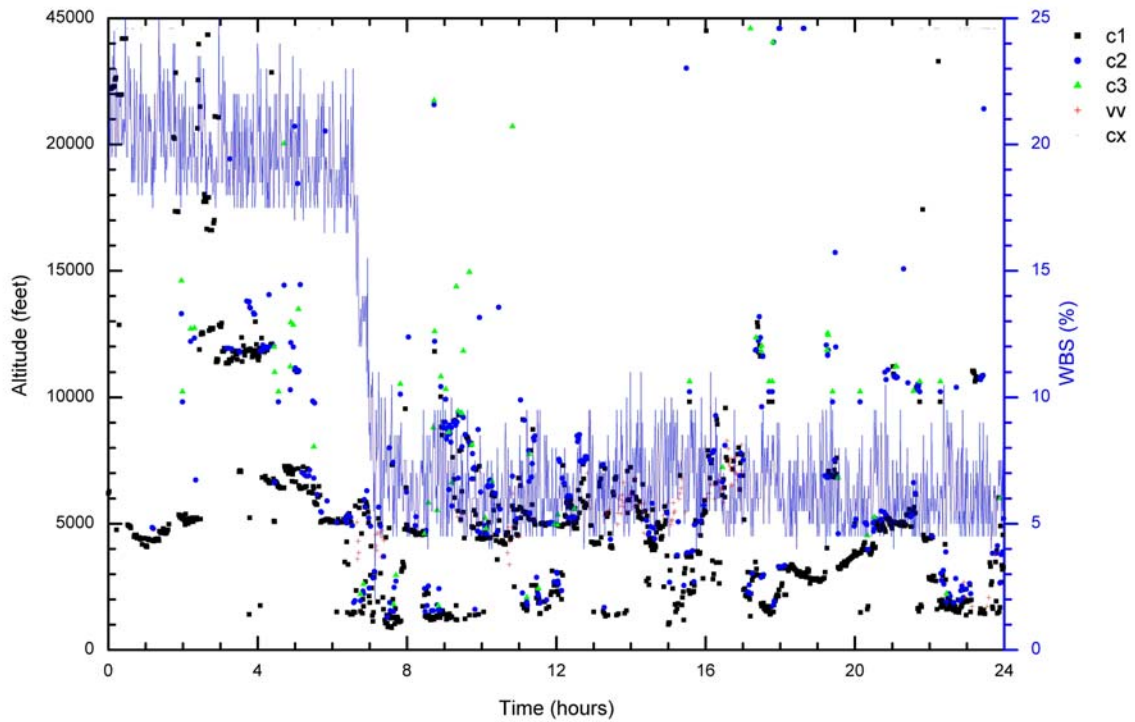


Duurtest LD40 and FD12P op Meetpost Noordwijk

LD40 MPN: 23 August 2002

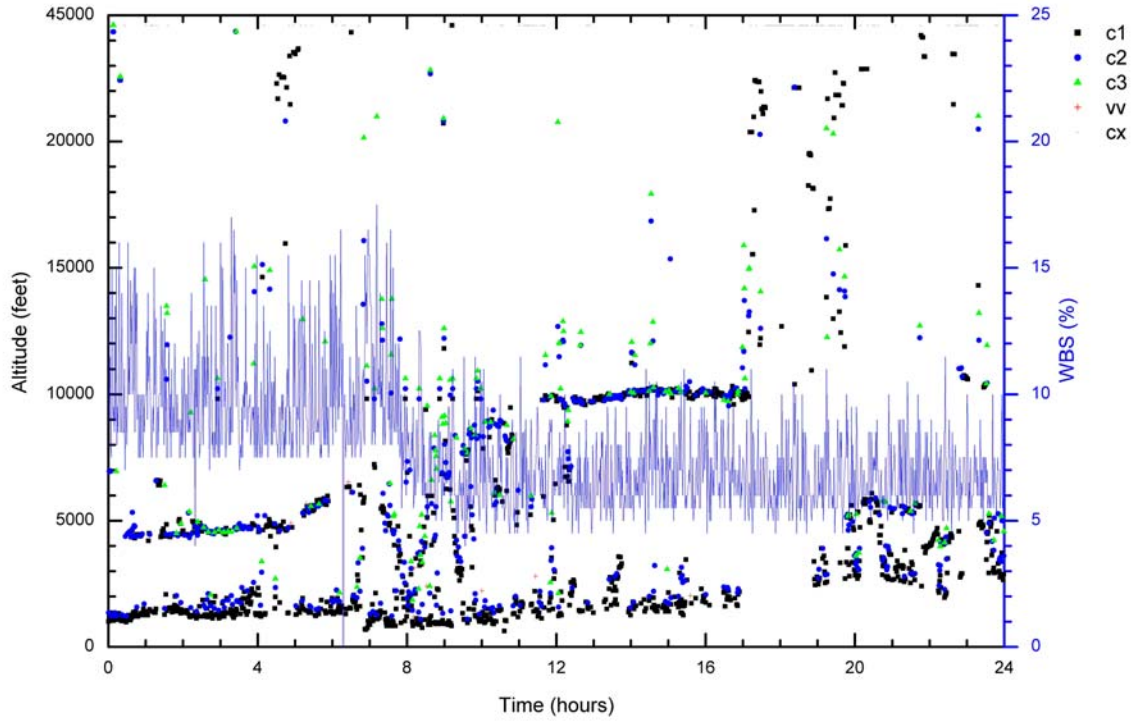


LD40 MPN: 24 August 2002

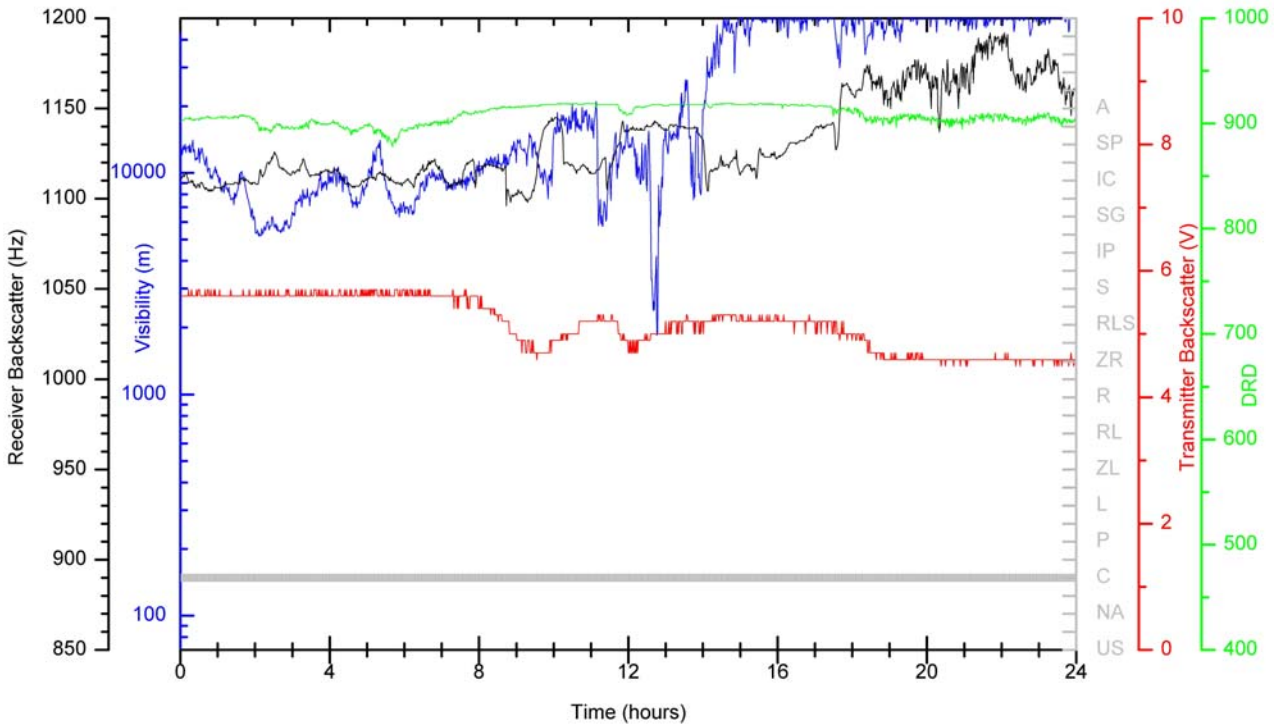


Duurtest LD40 and FD12P op Meetpost Noordwijk

LD40 MPN: 6 September 2002

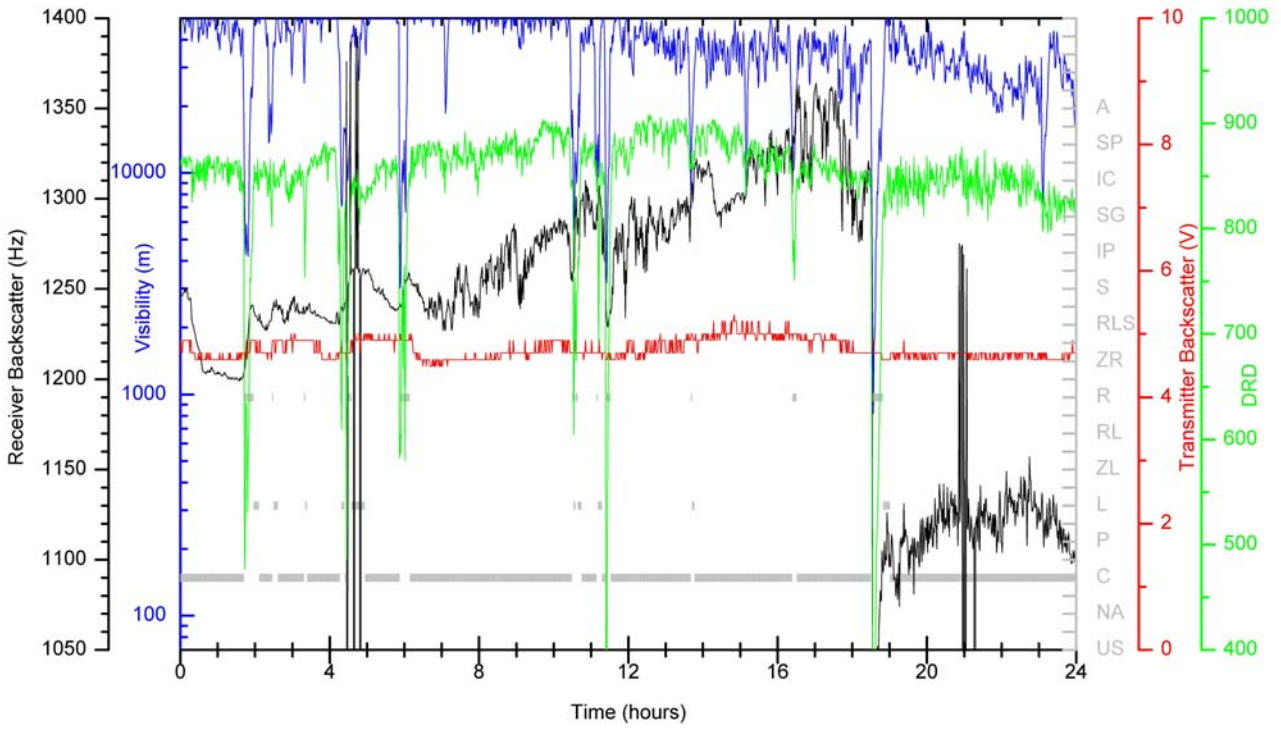


FD12P MPN: 9 September 2002

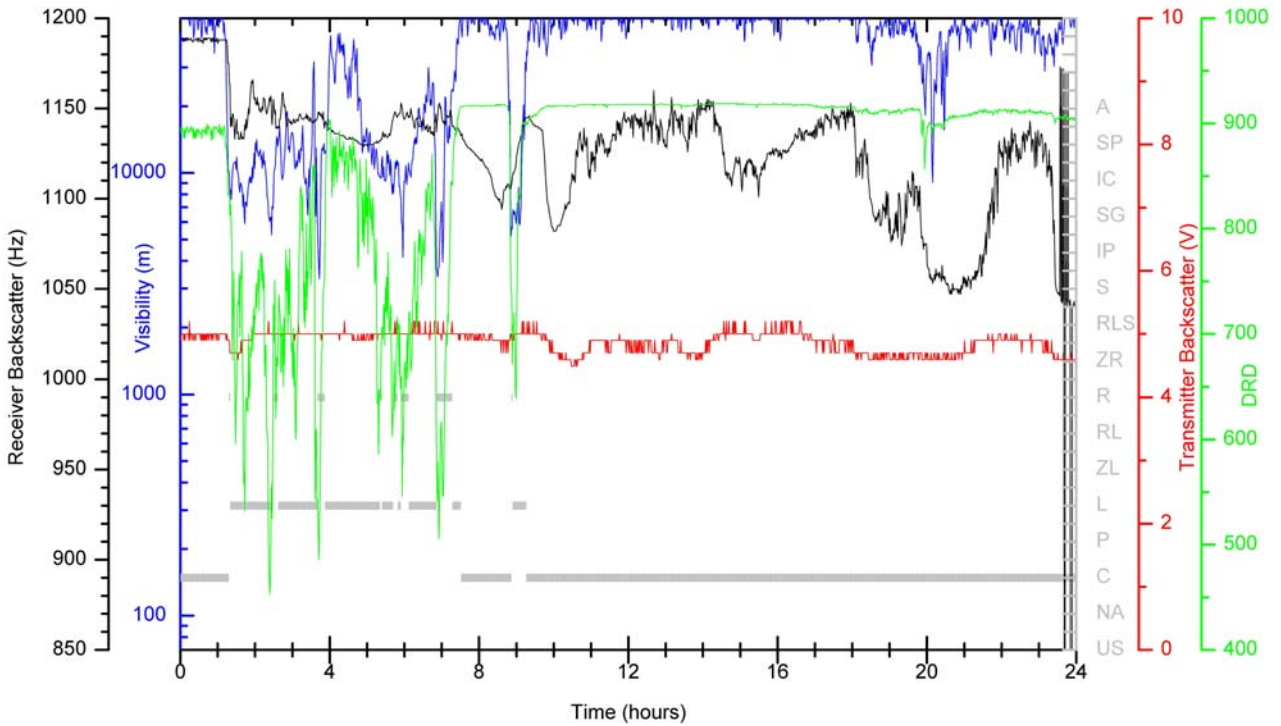




FD12P MPN: 22 September 2002

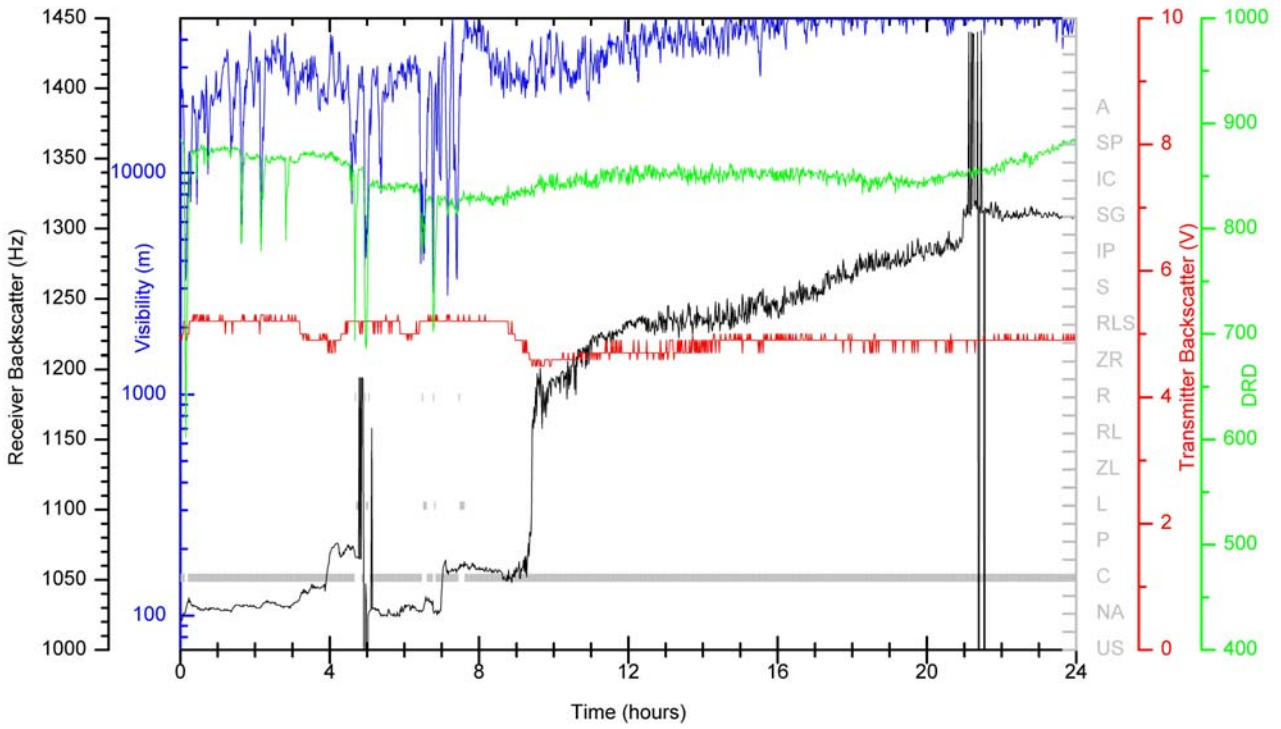


FD12P MPN: 26 September 2002

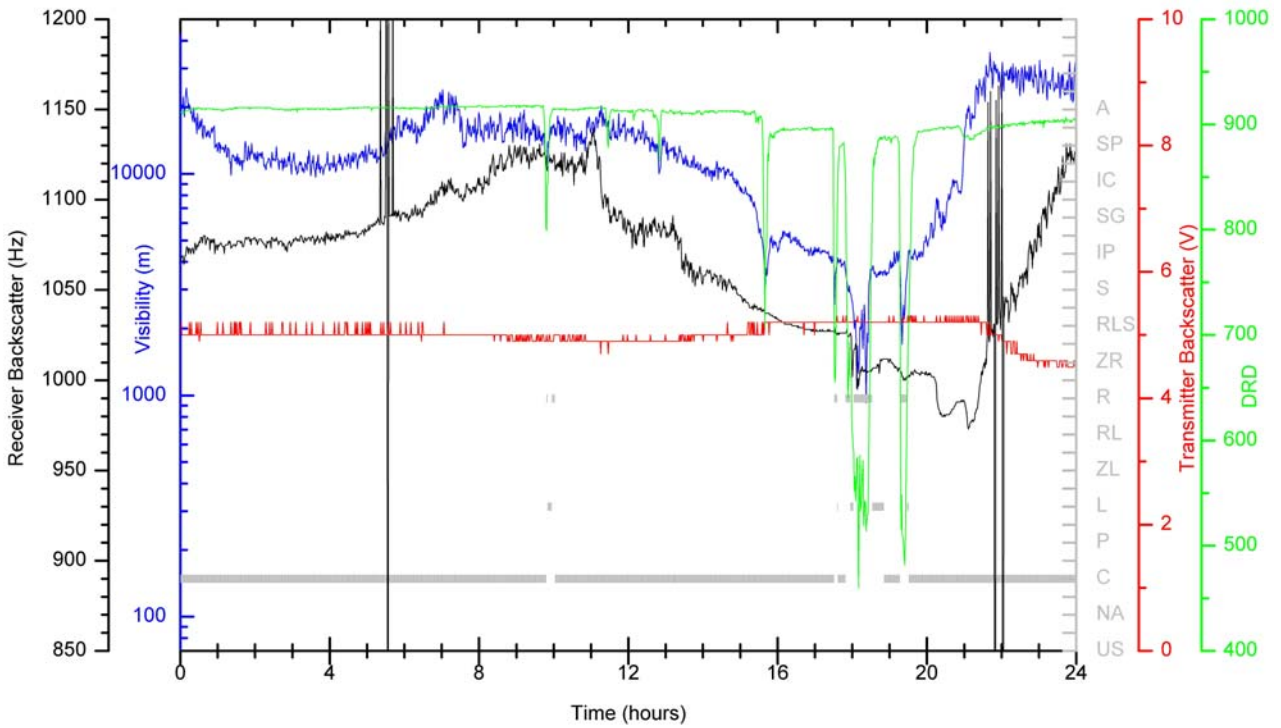


Duurtest LD40 and FD12P op Meetpost Noordwijk

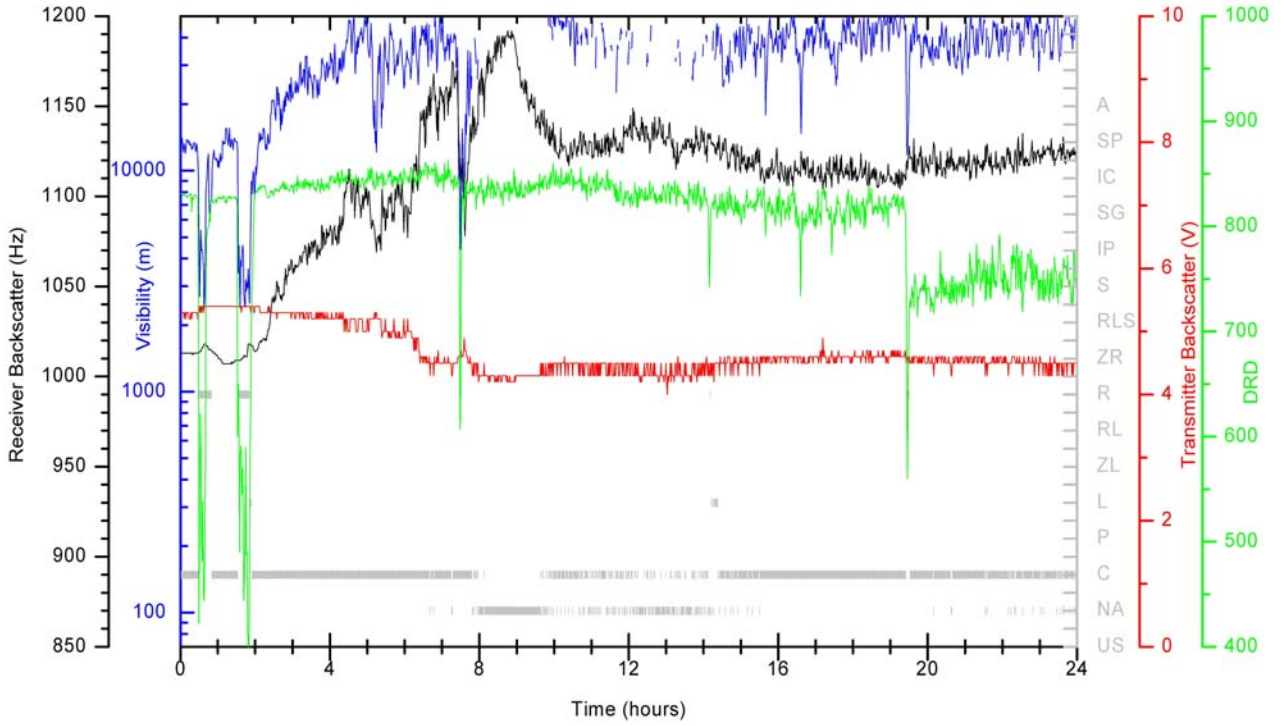
FD12P MPN: 6 October 2002



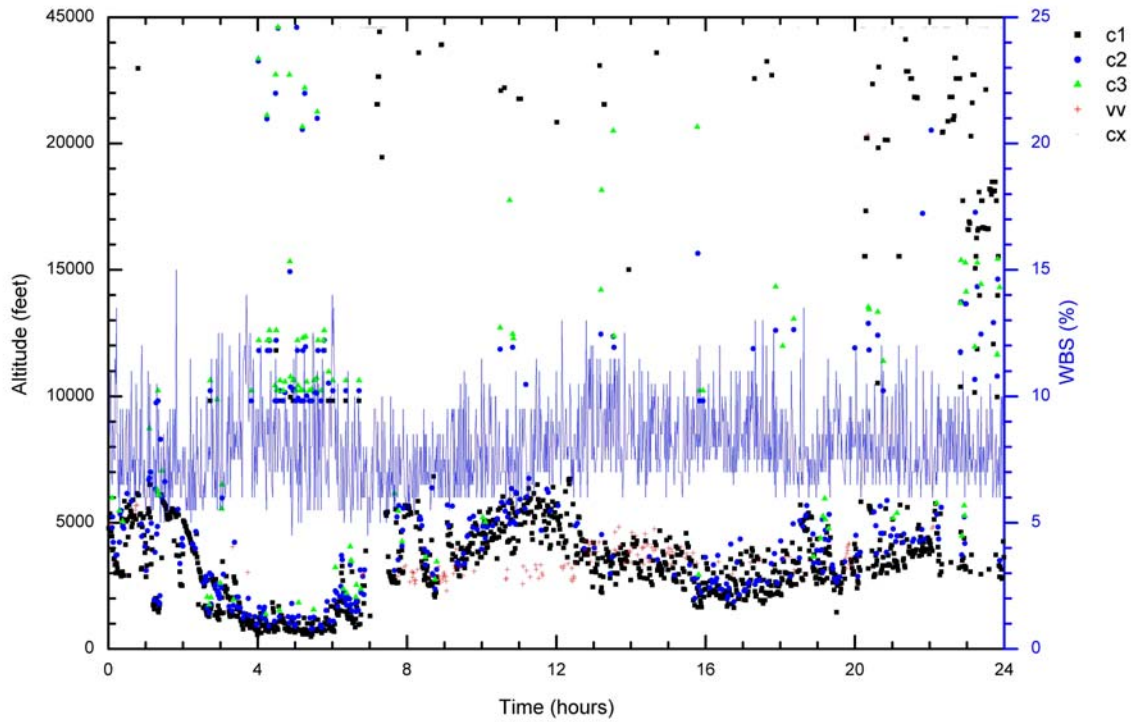
FD12P MPN: 15 October 2002



FD12P MPN: 23 October 2002

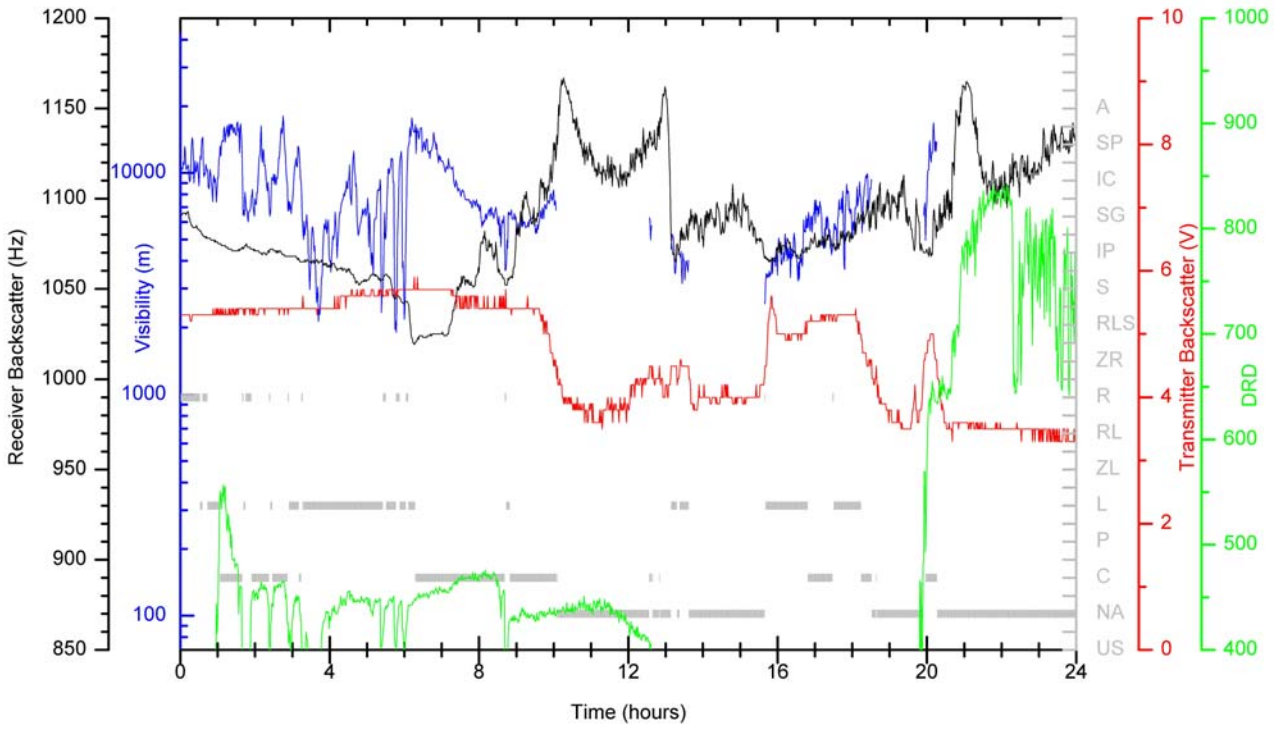


LD40 MPN: 27 October 2002

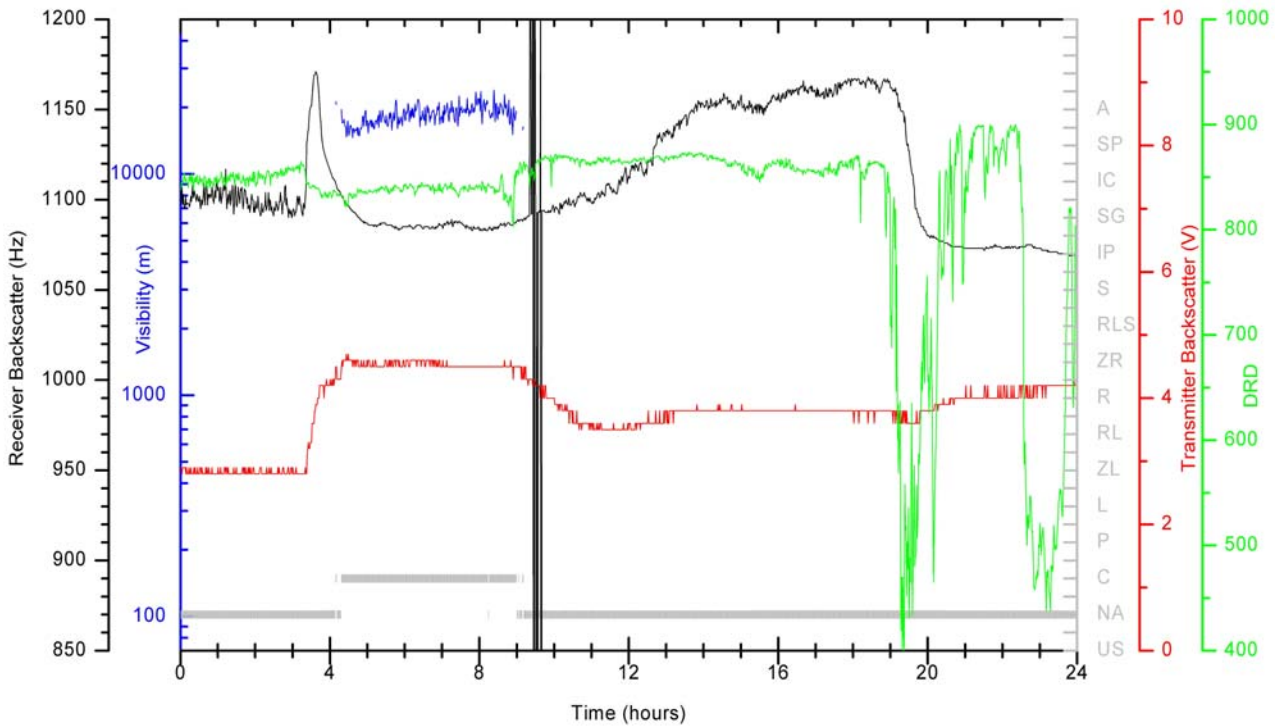


Duurtest LD40 and FD12P op Meetpost Noordwijk

FD12P MPN: 27 October 2002

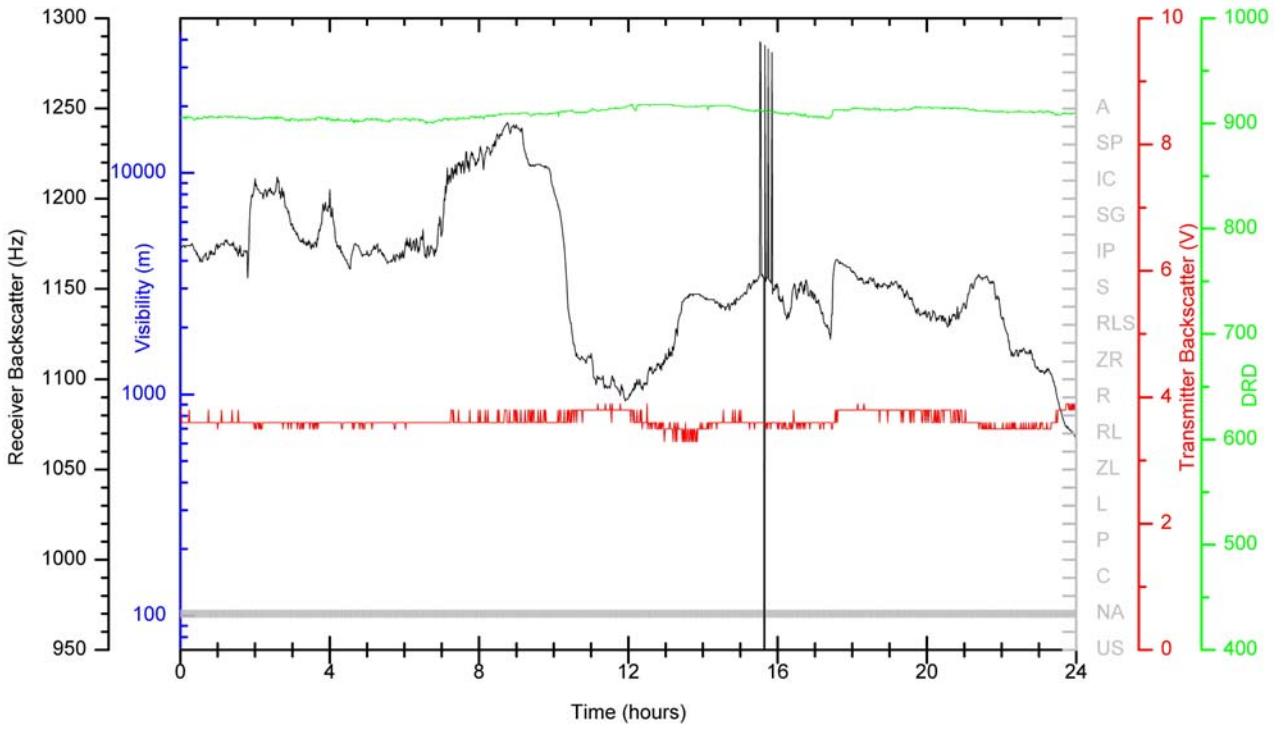


FD12P MPN: 29 October 2002

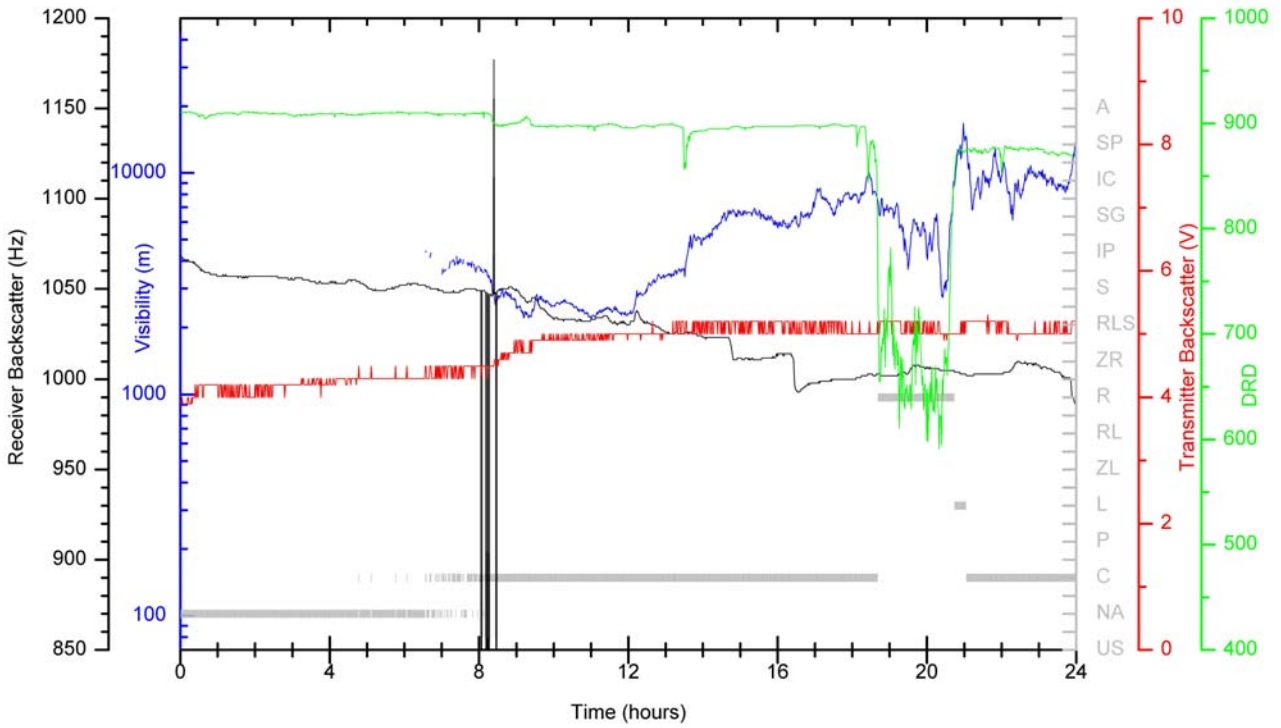


Duurtest LD40 and FD12P op Meetpost Noordwijk

FD12P MPN: 31 October 2002

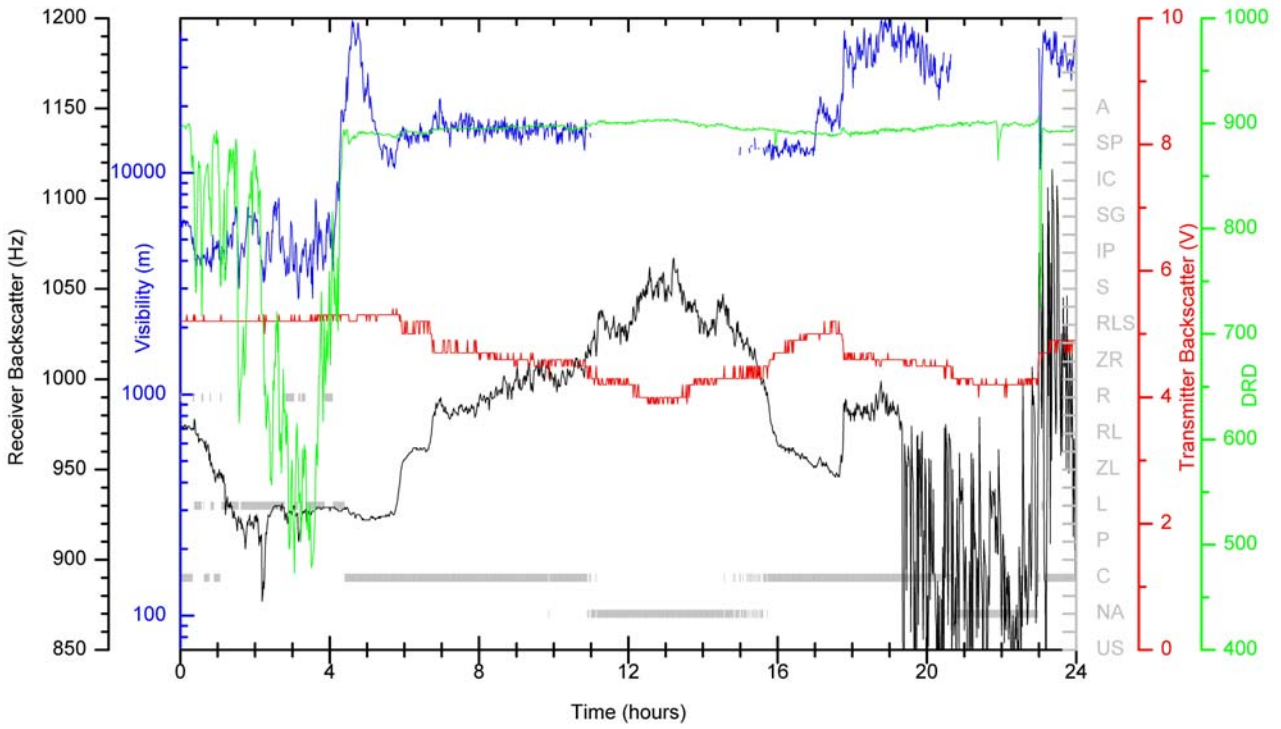


FD12P MPN: 1 November 2002



Duurtest LD40 and FD12P op Meetpost Noordwijk

FD12P MPN: 3 November 2002



FD12P MPN: 8 November 2002

