



## **Final Assessment**

*Project*

### ***AMDAR BUSINESS CASE***

*Determined by KNMI/KLM*

Joop Konings

Arjan Scheffers  
Frank Grooters  
Marcel Bult

*KNMI Project Group  
AMDAR Business Case*

Version 1.02  
17 May 2011

## 0. Versions

Datum	Versie	Opmerkingen/Wijzigingen	Akkoord OG, PL, RM
31-03-11	1.01	Conceptversie naar KLM	
17-05-11	1.02	Par 6.6. Voorbeeld van een AMDAR data transmissie: Aircraft registratie verwijderd Par 6.2 Risk analysis hardware-software: software probleem benoemd dat soms de datatransmissie niet wordt beëindigd.	

<b>0. VERSIONS</b>	<b>2</b>
<b>1. PROJECT DESCRIPTION</b>	<b>4</b>
1.1. OBJECTIVE AND SCOPE	4
1.2. AGREEMENTS CONCLUDED BEFORE WORK BEGAN ON THE BUSINESS CASE	5
1.3. PROJECT SECTION A: SOFTWARE INSTALLATION AND DATA PROVISION	5
1.4. PROJECT SECTION B: BUSINESS CASE: AMDAR DATA IN THE WEATHER CENTRE	6
1.5. PROJECT SECTION C: CASE STUDIES	7
1.6. PROJECT SECTION D: IMPACT OF AMDAR DATA ON MODELS	8
1.7. TIME FRAME	8
1.8. PERSONS INVOLVED AND DEPLOYMENT	9
<b>2. ASSESSMENT/RESULTS</b>	<b>9</b>
2.1. PROJECT SECTION A: SOFTWARE INSTALLATION AND DATA PROVISION	9
2.2. PROJECT SECTION B: BUSINESS CASE: AMDAR DATA IN THE WEATHER CENTRE	9
2.3. PROJECT SECTION C: CASE STUDIES	13
2.4. PROJECT SECTION D: IMPACT OF AMDAR DATA ON MODELS	15
<b>3. FINANCIAL INVESTMENTS AND DATA VOLUMES</b>	<b>15</b>
3.1. HARDWARE AND SOFTWARE INVESTMENTS	15
3.2. DATA VOLUMES	16
<b>4. CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS</b>	<b>19</b>
4.1. ADDED VALUE OF AMDAR	19
4.2. PROJECT-RELATED POINTS	21
4.3. SPIN-OFF	21
4.4. RECOMMENDATIONS	22
<b>5. REFERENCES</b>	<b>22</b>
5.1. DOCUMENTATION	22
5.2. ACRONYMS	22
<b>6. ANNEXES</b>	<b>24</b>
6.1. INHOUD DIGITAAL FORMULIER	24
6.2. RISK ANALYSIS HARDWARE-SOFTWARE	26
6.3. FEEDBACK DIGITAAL FORMULIER	27
6.4. CASE STUDIE: NEERSLAGSOORT (28-12-2010)	34
6.5. CASE STUDIE: ONDERKOELDE NEERSLAG (16-01-2010)	41
6.6. EXEMPLE OF AN AMDAR DATA TRANSMISSION	44
6.7. MODEL STUDIES	47

## 1. Project description

### 1.1. Objective and scope

The Aircraft Meteorological Data Relay (AMDAR) measurements of wind and temperature taken by ascending and descending aircraft are an important source of regular upper-air information for forecasters. These measurements are used to produce vertical profiles of the atmosphere and also provide key measurement data for Numerical Weather Prediction (NWP) Models. AMDAR provides data on temperature, wind direction, wind speed and aircraft position (i.e. location, altitude). Most AMDAR profiles do not yet include any information on humidity, which is why they are referred to in this project as "AMDAR-"<sup>\*\*</sup>.

In 2009, KLM requested the development of a business case for the use of AMDAR. KLM is interested in AMDAR, but would like to have a clearer idea of the return ("added value") from using AMDAR data before making investments in financial and human resources.

The nowcasting improvements that can be achieved with AMDAR benefit a broader group than simply airline companies like KLM. Air Traffic Control (e.g. determination and distribution of available capacity) and the airport (e.g. aircraft handling and servicing) also benefit from improved weather forecasts and nowcasting. In addition, AMDAR data might help mitigate environmental problems in the aviation sector in the future (e.g. contrails and noise pollution).

The current status of "AMDAR-" at KLM is that 35 MD11s and Boeing 747s have been equipped with first-generation AMDAR software. Compared to other airlines, KLM charges relatively high transmission costs for the provision of AMDAR data, as a result of which only limited use is made of this service (two to four aircraft carry active equipment). A more recent software version – based on the standard definitions for AMDAR software – offers two significant advantages: aircraft measurements involve fewer number of bytes (lower transmission costs per measurement), and the software is designed for the possibility that a humidity sensor may be added at a later date.

The business case addresses translating the meteorological improvements in quality into the economic value gained from using AMDAR. In other words, what is gained in terms of the bottom line (cost-benefit analysis)? The final result of the business case will be a joint KNMI-KLM report presenting the findings and the conclusions.

The following questions were asked in advance about added value:

- How is the extra profile information used?
- What is the impact on nowcasting?
- What is the medium-term impact on product quality (model, six hours)?
- How important is the frequency with which data is measured (every hour, every three hours)?
- How important is geographical area (size in particular)?
- To what extent is the lack of humidity measurements a problem?

---

<sup>\*\*</sup> Only a limited number of aircraft worldwide are fitted with humidity sensors ("AMDAR+"). The quality of the data recorded using these sensors is still being investigated. Fitting humidity sensors requires modifications to the aircraft's fuselage and therefore involves lengthy approval procedures and considerable expenditure.

- Might improvements in nowcasting affect the working methods at Air Traffic Control Netherlands (LVNL)?

This report contains an assessment of the entire project.

## 1.2. Agreements concluded before work began on the business case

The following agreements were made in the lead-up to the business case:

- AMDAR data would be used in the Amsterdam FIR.
- Only the Boeing 737 Next Generation aircraft (types Boeing 737-700 and Boeing 737-800) would be used.
- AMDAR software (version 3) would be used; version 3 entails lower communication costs compared to previous versions.
- KNMI would use the profiles in the operational environment for a period of one year.
- The target would be 18 hourly profiles per day; the software would therefore be installed in 30 Boeing 737 NG aircraft.
- The project would be limited to what are known as "AMDAR-", i.e. air pressure, temperature and wind measurements, but no humidity measurements.

The arrangements regarding installation, software use and cost distribution were set out in a separate document. The protection of current data and flight movements is covered by that agreement. Other arrangements can also be found in the agreement, for example, the arrangement to the effect that measurement data from KLM aircraft fitted with AMDAR would be preferred over the AMDAR data compiled by the aircraft of other airlines for use in the Amsterdam FIR.

## 1.3. Project Section A: Software installation and data provision

Air pressure, temperature, wind and position measurements were collected using AAV3 software (as part of the ACMS software environment) and transmitted to the ground in set data blocks. AMDAR data was picked up by the KLM infrastructure and forwarded for collection in the E-AMDAR Data Acquisition System (E-ADAS), which converted the data into a WMO AMDAR Bulletin (WMO FM-42 coding) for distribution over the WMO Global Telecommunication System (GTS). The E-AMDAR Quality Evaluation Centre (QEV) received the AMDAR Bulletins from the GTS and performed the quality evaluation and assurance checks at KNMI (Jitze van der Meulen).

Optimum activation of the KLM Boeing 737 NG fleet to obtain hourly profiles for Schiphol was achieved using the E-AMDAR Optimisation System (E-ADOS) with active input by the E-AMDAR Technical Coordinator.

E-ADOS consists of two parts: the E-ADOS Filter Modules and the E-ADOS Optimiser. The LIDO E-ADOS Filter system facilitated data downlink/uplink and was included in the airline's IT environment.

According to available flight plans, the E-ADOS Optimiser was used to activate the AAV3 software in aircraft suitable for hourly measurements and deactivate it in other aircraft in order to obtain an hourly distribution that was as economic and efficient as possible. In principle, measurements were always taken inside the Amsterdam FIR. Measuring boxes could also be activated outside the Amsterdam FIR if the E-AMDAR Technical Coordinator chose to do so.

Software installation and data provision consisted of the following steps:

- Delivery of the AAV3 software to KLM;

- Testing of the AAV3 software by KLM;
- Ground-based systems:
  - KLM: Automatic routing of AMDAR reports to E-ADAS;
  - KNMI: Evaluation of the configuration of ground systems (in conjunction with QEvC);
- E-ADOS connection:
  - Plans: KLM/Lufthansa systems (LHS): planning steps and coordination with other LIDO releases;
  - Implementation:
    - LHS: E-ADOS module installation (KLM connection);
    - KLM: Modification of LIDO ACARS data flows at KLM;
    - KLM: Adaptation of MQ to LIDO;
  - Test: All components;
- Prepare E-ADOS Optimiser to receive data (KNMI action);
- Equipment installed in 737 NG aircraft with regular ACMS software updates/maintenance; KNMI was informed at set times which EU numbers had been loaded (for activation in E-ADAS);
- Protection of current data and flight movements had to be covered in an agreement/SLA; AMDAR data would be distributed via the GTS for use by national weather services only;
- Agreements were reached on costs.

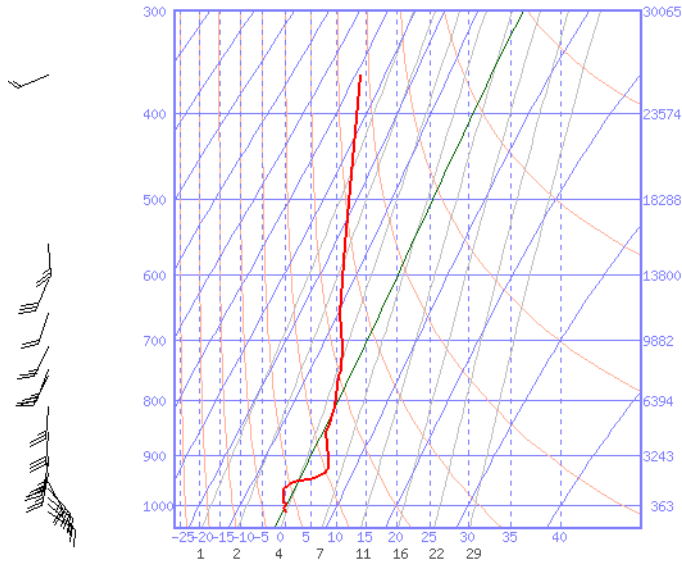
The AAV3 software was fitted on board 30 KLM Boeing 737 NG aircraft in the autumn of 2009.

#### 1.4. **Project Section B: Business Case: AMDAR data in the Weather Centre**

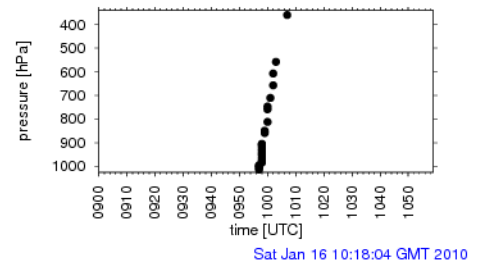
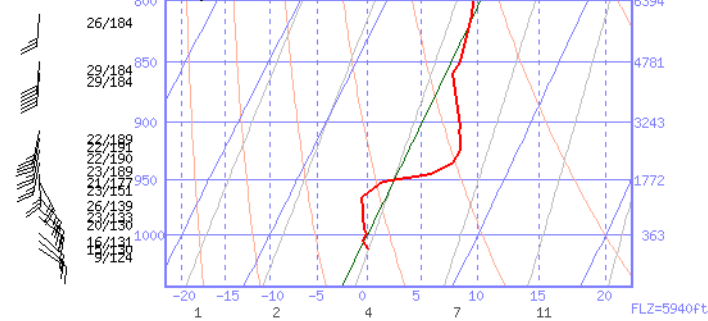
An application was developed that could read data from the GTS to display the AMDAR profiles in the KNMI central Weather Centre in De Bilt. The Meteorological Advisor Schiphol (MAS) was on site in the room in Schiphol Oost at the request of the LVNL and had the same data as the aviation forecaster in the Weather Centre. The data was also available to KLM via a password-protected website.

The mainport (aviation) forecaster in the Weather Centre had the most recent KLM AMDAR profile of the Amsterdam FIR on the screen (see figure). The forecaster could see the following data:

EU0076 20100116 : 0957 UTC - 1007 UTC



EU0076 20100116 : 0957 UTC - 1007 UTC



Sat Jan 16 10:18:04 GMT 2010

The top-left panel shows the total temperature profile as a function of altitude. Wind direction and speed are on the Y-axis. The bottom-left panel is an enlargement of the lowest layer of air. The aircraft's flight path can be seen on the top-right panel. The date and time stamp of the measurements is on the bottom-right panel which also shows whether this is an ascent (ASC) or descent (DESC) profile.

An archive function allowed the forecaster to look back and see the changes throughout the day.

The forecaster completed a digital form at the end of each shift. The basic form was adapted several times during the compilation of the business case in order to obtain more specific feedback. The different versions of the forms can be found in Annexe 6.1 [available in Dutch only].

The data's added value was determined based on the digital form.

### 1.5. Project Section C: Case Studies

KNMI studied specific weather conditions in which specific added value was indicated on the digital form. The case studies were conducted by forecasters during office hours.

## 1.6. Project Section D: Impact of AMDAR data on models

AMDAR measurements can improve the performance of both regional and global Numerical Weather Prediction (NWP) models, which rely on surface and upper-air data as input. Data from radiosondes more than 300 km away is actually too restricted for high-resolution models with 12 km to 80 km grid point spacing. Hourly AMDAR measurements were especially interesting for KNMI to investigate their impact on short-term forecasts. HIRLAM had to run with an hourly assimilation cycle to examine the impact in the immediate vicinity around Schiphol.

## 1.7. Time frame

The joint KNMI-KLM project started in November 2008. The work required to implement software, arrange the infrastructure and test data transmission was initiated in 2009. The business case itself was compiled between 22 December 2009 and December 2010.

The time frame for the various project activities was as follows:

Period	Activity	KLM	KNMI
Nov. 2008	A • First meeting of KLM/KNMI project group	X	
Dec. 2008 – May 2009	A • Preparatory agreements regarding layout, hardware, software, planning, cost distribution	X	X
09-06-2009	A,C • Go/No-Go: agreement on cost distribution		
July 2009 – Nov. 2009	A • Implementation of hardware, software, network	X	X
July 2009	A • Test ACMS	X	
Aug. 2009	A • Data flow tests	X	
Sept. 2009	A • Assessment involving a single 737 NG aircraft	X	
Oct. 2009	A • Assessment of completeness and quality of data		X
Oct. 2009	A • Infrastructure ready	X	
Nov. 2009	A • Rollout of other 737 NG aircraft	X	
Nov. 2009	A • Modification of Syntemp module		X
Nov. 2009	A • Provide data access to Weather Centre/MAS workstation		X
22-12-09	B • Start Business Case		
	B • Monitor Weather Centre use of data		X
	C • Case studies of specific situations		X
	E • Interim assessments	X	X
	D • Study of the impact on weather modules with an hourly HIRLAM assimilation cycle	X	X
31-12-2010	B • End of Business Case		
31-03-2011	E • KNMI draft assessment report		
15-04-2011	E • Feedback from KLM on the assessment		
29-04-2011	E • Final discussion		X
01-05-2011	• Decision to continue AMDAR Boeing 737 NG data flow	X	



Phase A: Software installation and data provision, presentation in the Weather Centre

Phase B: Business Case

Phase C: Case studies, offline analysis

Phase D: Model studies

Phase E: Assessment

## 1.8. Persons involved and deployment

Customer

- On behalf of KLM: Head of Dispatch, Michel Vermeij (SPL/OV)
- On behalf of KNMI: Head of Production, Fons van Loy (W-PROD)

KLM Project Group

- Paul John van Itterzon Dispatch Manager (Project Manager)
- Evert Uitslag (SPL/OX), Aircraft Data Architect
- Ton de Geest (SPL/CW)

KNMI Project Group

- Joop Konings (Weer/PPI), Project Leader
- Arjan Scheffers Account Manager (RB&C)
- Frank Grooters Staff Executive
- Marcel Bult (Weer/PPI)
- Frans Rijkhold Meesters (Weer/PROD)
- Roy Mandersloot (Weer/PROD)
- Jan Hemink (Weer/PPI)
- Siebren de Haan (Weer/OND)
- John de Vries (Weer/OND)

Steering Committee

- A steering committee was not established for this project, which was coordinated and monitored via the Periodic KLM-KNMI Consultation Meetings.

## 2. Assessment/Results

### 2.1. Project Section A: Software installation and data provision

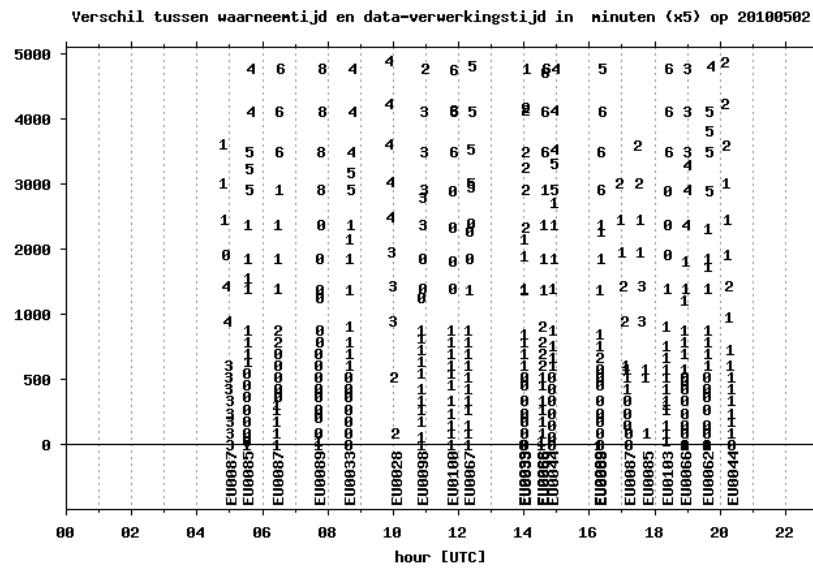
The risk analysis can be found in the annexe in Section 6.2.

### 2.2. Project Section B: Business Case: AMDAR data in the Weather Centre

KLM conducted AMDAR measurements for one year. The measurements, which were taken every hour, were used in the Weather Centre during the operational shift of the aviation forecaster.

#### ***Number of profiles per day***

The number of profiles at the forecaster's disposal varied between 13 and 18 per day. A total of 18 profiles in a day should have been achievable based on flight plans. The profiles were distributed as follows throughout the day (day chosen at random from this period):



[Translation for above figure:]

Vershil tussen waarneemtijd ... = Difference between measurement time and data-processing time in minutes (x5) for 20100502

The X-axis shows the time of day and the Y-axis the altitude at which a measuring point was processed; the numbers indicate the difference between the measurement time and the data-processing time. The figure clearly shows that the profiles were distributed reasonably well throughout the day, with the exception of the nighttime hours between 21:00 and 05:00 UTC. The data-processing time was between two and eight minutes.

A year of hourly profiles in the operational environment formed the core of the business case. The digital feedback form was completed at the end of every shift.

The reactions on the form can be divided into the following categories:

- A number of reactions concerned the interface itself, especially in the initial period. The interface was modified based on these suggestions;
- In a number of cases there was no added value or no data;
- There were also substantive reactions where added value had been observed.

In principle, there should have been three reactions per day. In many cases, however, reports were submitted that there was insufficient data during the night shift. Based on two shifts per day after which the form should have been completed, the final total should have been  $375 \times 2 = 750$  completed forms. However, the actual total was 543 forms, which means that the form was completed in 72% of cases.

Reasons for not completing the digital form included:

- No data available (applies to the morning shift in particular);
- AMDAR offered no added value, so it was not deemed necessary to complete the form;
- There was no time to complete the form due to higher priorities during the shift (e.g. hazardous weather conditions or an emergency situation).

### **Meteorological use of AMDAR data**

Added value for the forecaster during the operational shift was explicitly indicated 227 times (30% of the total) between 22-12-2009 and 31-12-2010 inclusive. The detailed results can be found in Section 6 of the annexe.

AMDAR measurements are especially valuable in nowcasting situations with rapidly changing conditions. Examples of added value include:

1) Confirmation of weather conditions (extra measurements).

The results show that AMDAR has now become a key source of information. One of the forecasters described the extra profile information on the assessment form as "*vital for zero-degree altitude and nowcasting the type of precipitation*". In certain situations, AMDAR provides extra and/or supplementary information that is used as the basis for deciding whether to modify weather forecasts.

2) An assessment of the model's quality (deviation in the model based on extra measurements)

The stated current weather conditions and weather forecasts may be adjusted based on the points mentioned above. Examples of possible changes include:

- Freezing Level (FZL) (from T)
  - Determination of altitude;
  - Determination of one or more FZL levels;
  - Monitoring changes over time.
- Upper-air winds (from wind)
  - Determination of deviation in wind speed and direction at various altitudes;
  - Monitoring changes over time.
- Stability from the temperature profile (from T)
  - Determination of one or more (ground) inversions;
  - Determination of the stability/instability of the atmosphere (extent and altitude);
  - Monitoring changes over time.
- Type of precipitation (from T)
  - Determination of the type of precipitation using the altitude of one or more FZL levels (ice triangle).
- Timing (importance of hourly profiles) (wind/T)
  - Passage of a weather front;
  - Monitoring of phenomena, such as the dispersion of a layer of fog or a change in the type of precipitation.
- Geographical information (wind/T)
  - Passage of a weather front.

## Results

The forecaster indicated on the form 227 times between 22-12-2009 and 31-12-2010 inclusive that AMDAR had substantive added value. Accordingly, given the potential total of 750 forms, *added value was attributed to AMDAR measurements in 227/750 = 30% of the total number of shifts.*

For those occasions when added value was perceived, the table below shows the number of times each individual category of added value was mentioned.

Category of added value	Winter %	Spring %	Summer %	Autumn %	Total* %
1. Confirmation of weather conditions	16	2	9	2	8
2. Assessment of the weather model	10	3	16	44	16
Nowcasting/forecasting:					
3. Freezing level	65	75	59	33	60
4. Upper-air winds	26	51	70	74	52
5. Stability, T-profile	26	15	2	16	15
6. Type of precipitation	20	2	0	0	7
7. Timing/importance of hourly data	13	14	7	14	12
8. Geographical information*	0	0	0	5	1
<b>Number of cases of added value</b>	N=69	N=59	N=56	N=43	N=227

The percentages indicate how often a category was mentioned compared to the total number of cases of added value per meteorological season. The figures in the final column (\*) are normalised for all 227 cases of added value and disregard seasonal influences.

A number of conclusions can be drawn from the use of AMDAR in the Weather Centre:

- 1) AMDAR measurements provided added value throughout the year, with the greatest added value in absolute terms in winter.
- 2) FZL and upper-air winds were the most important parameters in every season of the year. Upper-air winds were particularly important in the summer and autumn, whereas FZL was the most important parameter in winter and spring.
- 3) Confirmation of weather conditions was mentioned explicitly more often in winter than in the other seasons.
- 4) Stability from the T-profile was important in winter, spring and autumn, but much less so in the summer. The availability of humidity measurements could have a major positive impact during the summer months.
- 5) The type of precipitation was only important in winter (wintry conditions).
- 6) Added value in terms of timing was distributed more or less evenly over the seasons, but it did not play a really significant role.
- 7) Geographical information was not deemed to be of added value. All of the data used came from within the Amsterdam FIR and in that sense the measurements were worthwhile for the entire area around Amsterdam Airport Schiphol. Further geographical information does not seem to have been important within that ring, however.

AMDAR data was always compared to the current weather forecast, which was largely based on the HIRLAM model. As a result, AMDAR became a nearly automatic means of checking that weather forecast during operational service. However, the forecaster only explicitly mentioned those cases where the forecast was changed on the feedback form. In other words, the intrinsic added value of AMDAR is greater than was indicated in the feedback from the forecasters.

The following question was added to the form during the last three months of the business case period: "Do you think that AMDAR influenced the choice of runway

(yes/no)?" Despite the fact that no one answered this question affirmatively, there were a number of situations where the timing of the passage of a weather front was changed based in part on AMDAR wind measurements. AMDAR probably did influence the choice of runway, but it probably did not influence airport capacity. The forecasters did not report any influence on the choice of runway as they do not advise on what course of action to take. On the other hand, however, they can see the result of the information they provide on the choice of runway.

The changes in the Terminal Aerodrome Forecast (TAF, i.e. the Schiphol Probability Forecast) could theoretically be deemed to be added value derived from the AMDAR measurements. As a more precise determination of weather conditions and improved forecasting would have directly impacted the Probability Forecast, the original idea was to quantify the added value using the TAF guidance verification/Schiphol Probability Forecast, in which the issued TAF would be compared to the actual conditions observed. At the end of the business case period, the results of this comparison would show whether AMDAR profiles helped to improve the forecast. However, the results of this business case show that the added value of AMDAR is precisely in/in relation to/during *specific* situations and that the improvements in nowcasting/forecasting would disappear in the noise when analysing the full dataset where there are also days of "no specific meteorological situation".

### 2.3. Project Section C: Case Studies

Case studies were performed to examine more closely those categories mentioned by forecasters where AMDAR had added value. These studies show in greater detail how and why AMDAR had specific added value, as reported by the forecasters during their shifts.

The following studies were conducted and documented during the business case period (F. Rijkhold Meesters, R. Mandersloot, J. Hemink):

Date	Category of added value	Conclusion
2 January 2009 (RM)	Layer of cold air (timing of the passage of a weather front)	A <u>layer of cold air</u> near the surface in which the flying conditions are poor is dispersed more quickly in the coastal provinces (e.g. around Schiphol) than would be the case further inland (e.g. around De Bilt). In these cases, the <u>location</u> of the measurements is important.
18/19 May 2009 (RM)	Radiation inversion (T-profile)	The development and disappearance of a <u>radiation inversion</u> . The changes in the vertical temperature profile are clearly shown because of the high frequency with which the measurements are taken. AMDAR data confirmed that the radiation inversion had dispersed.
29 December 2009 (RM)	Ice storm or ice pellets	The HIRLAM model showed a deep, cold lower layer at -2°C that did not register in AMDAR measurements. This suggested that the chance of an <u>ice storm or ice pellets</u> was minimal, and that the type of precipitation would be mainly snow and sleet.
27 January 2010 (MA)	Timing of the passage of a weather front	While runway use was restricted at Amsterdam Airport Schiphol (due to a combination of wind and rain and the resulting marginal weather conditions), a <u>detailed wind profile</u> was obtained from the AMDAR soundings. The winds measured at higher altitudes showed that the front would come through earlier than forecast and that better weather conditions would also occur earlier than forecast.
25 May 2010 (RM)	Model validation	The AMDAR measurements were used to <u>validate the model</u> . There was a layer of near-freezing air that the model was unable to reflect in its calculations. If there had been more humidity around freezing point in this situation in reality (as the model indicated), ice accretion would have been a potential danger. However, the AMDAR

		measurements proved that this danger was not present.
22 December 2009 (RM)	Advection of warm air	AMDAR measurements were used to explain the <u>advection of warm air</u> with increasingly veering wind at higher altitudes in the lower layers of the atmosphere. Differences in temperature were measured by flying in a northerly, southeasterly or southwesterly direction. This showed a change from solid precipitation (snow and light snow) to a more liquid form of precipitation (sleet or only rain).
15 October 2010 (MA)	Passage of a weather front	Establishing the timing of the <u>passage of a cold front</u> . The added value was an improved and refined forecast (wind direction). The cold front passed by earlier. If a situation like this happened during the inbound peak, there could be a major impact as regards a change in runway with consequent loss of capacity at Amsterdam Airport Schiphol.
28 December 2010 (MA)	Type of precipitation	Obtaining more information about the <u>type of precipitation</u> to expect. According to the model, there was a high probability of snow and freezing fog, but the AMDAR measurements proved that this high probability was not present.
16 January 2010 (JH)	Rain changes to snow	The value of the AMDAR profile was shown especially when the system measured/recorded the <u>cooling of the upper air</u> one hour in advance. It was therefore possible to report that the initial precipitation would take the form of an ice storm or ice pellets, but that this would change into snow/sleet.
21 September 2010 (JH)	Fog	AMDAR profiles provided an added value in the fog forecast by determining the <u>altitude of the inversion boundary layer</u> .
25 January 2009 (RM)	Measurement of humidity	Measurements taken by LH flight #3021 EDDF-EHAM-EDDF were compared with the radiosonde measurements from De Bilt to give an impression of AMDAR with <u>measurement of humidity</u> . The measurement of air humidity in this case gave values which were generally too low/far too low when compared to those measured by the radiosonde. AMDAR humidity measurements were still of a lesser quality in early January 2009.

Two examples of a detailed case study can be found in the annexe. Copies of the other case studies are available on request from KNMI.

As a supplement to the case studies, forecaster Jan Hemink spent a number of weeks examining the AMDAR data in detail, away from the hectic operational environment. His remit was to determine whether there was any further information to be gained from the profiles apart from the information indicated by the operational forecasters during their shifts. Hemink concluded as follows:

- It is noticeable that different forecasters had 'different perspectives' when they looked at the data. You can see a different approach on a lot of days. Where one forecaster put the emphasis more on the boundary layer and the short-term changes in that layer, another focuses more on any changes in upper-air winds and FZL. There were no differences in the forecasters' working methods in dangerous weather conditions such as reported wind shear or a very substantial temperature inversion at low altitude.
- There were no/hardly any differences in usage when determining the type of precipitation at temperatures around freezing point on the ground or at low altitude.



- There were marginal differences in usage of the changes in stability in the upper air.
- The operational forecaster did not always explicitly state the behaviour of the boundary layer on the feedback form, despite the fact that the boundary layer is vital for aviation forecasters and was monitored as well as possible (including the use of AMDAR). The fact that the changes in the boundary layer were not reported every time was a result of the assumption that the changes were common knowledge.

In conclusion, it seems that the AMDAR profiles contain even more than was noticed by the forecaster during operational service.

#### 2.4. Project Section D: Impact of AMDAR data on models

A study was conducted to examine the impact of hourly AMDAR measurements on the HIRLAM model. Two model runs were performed – one with and one without KLM AMDAR data – over a 20-day period. The results are described in a separate Annex *(Assimilation of Hourly KLM AMDARs in HIRLAM)*.

The comparison of AMDAR upper wind and temperature data with the radiosonde data showed that the impact on the forecast was neutral. In an area around Schiphol and at an altitude of approximately 600 hPa, the minor negative impact from the assimilation of additional KLM AMDARs was measured in the wind, while a small positive impact on the wind bias was measured at 875 hPa. The signal was very weak, however, and did not appear significant.

No impact was recorded outside the area around Schiphol. Due to the relatively limited added value of KLM AMDAR compared to the total number of measurements, the conclusion must be drawn that there is no added value from AMDAR measurements in the current model set-up. Nowcasting and short-term forecasting, on the other hand, will provide added value in the hourly models, simply because a better description of the atmosphere is available more quickly.

A winter period was analysed. A problem occurred in the blacklisting of the AMDAR equipment (i.e. omission of Boeing 737 NG data) in the model runs for the summer period. Given the large amount of computing time needed for this exercise, it was decided not to wait for completion of the summer analysis before publishing this final assessment report. However, we expect that an analysis of the summer period will show a larger impact, especially in convective and unstable situations.

### 3. Financial investments and data volumes

#### 3.1. Hardware and software investments

The following hardware/software investments have been made for this project (in euros):

Description	E-AMDAR	KLM	KNMI
(1) Link to the <u>LIDO E-ADOS filter</u> and modifications to facilitate uplinks and downlinks (internal at KLM).			15,000
(2) Link to and modification of <u>E-ADOS</u> (external).	12,500		

(3) Modification of E-ADAS to receive and process Boeing 737 NG AMDAR data was incorporated in the regular maintenance contract between the UK Met Office and the supplier of E-ADAS.			
(4) <u>Implementation of AMDAR AAV3</u> software in the KLM 737 NG ACMS software environment. The installation was carried out during regular software updates/maintenance of ACMS.		10,000	
(5) <u>Processing of AAV3 software</u> on the ground. Implementation of this link was outsourced to Frank Tamis (Airdatec).			1,500

### 3.2. Data volumes

The measurements started in December 2009. The data was also made available via the GTS during this period once the initial problems had been resolved. This period also saw the further development of the interface to export and display data. At the same time, the digital feedback form was introduced. The data was actually available in the Weather Centre starting on 22 December 2009.

The daily data volumes for January 2010 to March 2010 can be found in Annexe 5.1. Based on 18 profiles a day, the average number of characters to expect per day was 19,220. This figure includes measurements of departure and arrival profiles within the Amsterdam FIR.

Measurements were mistakenly taken outside the Amsterdam FIR when the business case period began in December 2009 and also in the first week of January 2010. As a consequence, the budgeted cost level was significantly exceeded, and work on the business case was temporarily halted as a result on 7 January. When work resumed on 14 January 2010, the only measurements taken were within the Amsterdam FIR.

An agreement was concluded with KLM and E-AMDAR to the effect that measurements could also be taken outside Amsterdam FIR<sup>††</sup>. In general, E-AMDAR has made little use of this option. An exception occurred on 22 and 23 March, however, when there was a strike at Lufthansa and the KLM Boeing 737 NG aircraft were used to compensate for the data shortfall.

An amount of €1,365 per profile was assumed when the business case period began. However, experience revealed that the actual costs were slightly higher due to increased number of measurements per profile and the inclusion of uplinks and downlinks (i.e. costs were approximately 15% higher). This gave a final amount of €2.19 per profile, which – based on 18 profiles a day – comes to a total of €39.44 per day (19,220 characters).

KNMI cost overview	Current Jan. 2010
Measurements per profile:	24
Uplinks/downlinks	13%

<sup>††</sup> The agreement stated that KLM would invoice KNMI for all transmission costs. In turn, KNMI would submit a claim for costs incurred outside Amsterdam FIR to E-AMDAR.



Number of measurements per block	8
Number of blocks per profile	3.5 (4 ASC and 3 DESC)
Number of characters per block	277
Costs per profile	€2.19 (3.5*277*1.13)*€0.002
Number of profiles per day:	18
Costs per day	€39.44
Costs per year	€14,395
Margin	10%
<b>Total</b>	<b>€15,835</b>

Costs invoiced to KNMI by KLM:

Month	No. of characters	Costs
Dec.		
Jan.	705,920	1,411.84
Feb.	634,112	1,268.22
Mar.	641,140	1,282.28
Apr.	616,018	1,232.04
May	774,955	1,549.91
June	621,353	1,242.71
July	657,811	1,315.62
Aug.	568,133	1,136.27
Sept.	511,655	1,023.31
Oct.	559,773	1,119.55
Nov.	583,955	1,167.91
Dec.	645,065	1,290.13
	<b>Total</b>	<b>15,039.79</b>

E-AMDAR provided the following overview of costs (Jan. 2010 to Dec. 2010 inclusive):

Location	Costs
Within Amsterdam FIR	9,261.60
Outside of Amsterdam FIR	2,578.72
<b>Total</b>	<b>11,840.32</b>

In the data format agreed between KNMI and KLM, KLM charged for all the characters, i.e. not only the net AMDAR data (210 characters), but also the communication characters (66 characters) transmitted along with that data (see Annexe 6.6 for an example of an AMDAR message).

In E-AMDAR, the net AMDAR data characters are usually charged (i.e. the costs KNMI can charge E-AMDAR).

AMDAR Business Case report size:

The downlink for the report consists of 276 characters. See an example below with the number of characters indicated:

Text char	CR/L F char.	Sum char.	Downlinked AMDAR message	Sum of char. per part
10	2	12	QU AMSOTKL	Not billed
15	2	17	.QXSXMXS 010747	Not billed
3	2	5	N2T	
19	2	21	FI KL1229/AN PH-BXA	51
23	2	25	DT QXS PAR3 010747 D71A	
11	2	13	* EHAMLFPG	13
12	2	14	AMDAR3EU0027	
50	2	52	RL-2 R4 :DZLBNB3QCK- K///9RJ2 7 UKLHK9UQKZ K///9	
46	2	48	RJ1 7 UKLHJA0QMKY K///9RJ4JI UKLHKAAQKL5 K///9	210
46	2	48	DJ9JA UKL73CSQDKT K///9D I J ,L5.C-QMKP K///9	
46	2	48	D E E MCL08E3QWKL K///9D E D MHKYRFIQR - M///9	
	2			2
<b>Total</b>				<b>276</b>

The initial assumption of 268 characters is exceeded because the departure-destination line is followed by 210 characters in the report text instead of the 203 stated in the AMDAR AAV3 Software Requirements Specification. This is then followed by an extra carriage return/line feed.

## 4. Conclusions and recommendations

### 4.1. Added value of AMDAR

The results of the business case show that the current AMDAR profiles have become an important source of information for forecasters.

AMDAR measurements proved to be especially useful in the following situations:

- Confirmation of weather conditions (extra measurements);
- Assessment of the model's quality (deviation in the model based on extra measurements);
- This resulted in improved nowcasting/forecasting in specific cases, particularly with respect to:
  - Freezing Level (FZL);
  - Upper-air winds;
  - Stability from the temperature profile;
  - Altitude of the boundary layer;
  - Type of precipitation;
  - Timing (importance of hourly profiles).

To what extent did this assessment provide answers to the questions asked in advance regarding added value?

- The extra information was used to validate the information provided by the model.
- It was also used in the monitoring of the current weather forecast.
- The frequency of the data provided extra and supplementary information, e.g. when no information was previously available.
- The results show that nowcasting has improved in a number of different situations: extra profile information showed temperature and wind measurements that differed from the model calculations, resulting in a revised weather forecast (Freezing Level (FZL) altitude and upper-air winds were the two main changes).
- Product quality in the medium term (model, six hours) was certainly affected, although the impact was less than on the quality of nowcasting. For example, there was now more evidence to support the certainty/uncertainty of the medium-term forecast (Schiphol Probability Forecast), and this forecast was sometimes revised based on the extra profile information such as the timing of an impending change in the weather conditions.
- Temperature and wind changes in the lower layers of air could be closely monitored because data was measured on an hourly basis.

Based on the model studies conducted to date, the extra AMDAR data does not make a major contribution to the model forecast.

N.B.: It is definitely possible that more frequent measurements will have a greater impact in the summer when more small convective weather systems usually occur. The validation did not differentiate between different times of the day as regards the impact of the extra AMDAR data. Most of the AMDAR measurements took place during

daylight hours. Mixing daytime and nighttime situations in the verification process can obscure the relative impact of the extra AMDAR data.

The AMDAR equipment used measured wind and temperature, which are two variables that are already quite well “constrained” in a relatively large-scale model such as HIRLAM. If the equipment also measured humidity, the relative impact of more measurements on the model would presumably be very different (i.e. a lot more positive because the model’s description of humidity is much less well developed). The HIRLAM model will be replaced in due course by ‘Harmonie’, which as a model with a higher spatial resolution requires the input of data of a higher spatial and temporal resolution. It is not clear what the outcome would be if the same experiment were conducted using Harmonie, but the impact of more frequent measurements would presumably be greater.

KLM has stated that they see demonstrable added value in AMDAR in two key areas:

- 1) Improved safety;
- 2) Reduced costs.

Re 1): Aviation safety is improved if forecasters can better assess the current situation based on AMDAR measurements. The data may determine the altitude of a layer of fog and ice formation, for example, and thereby confirm the current weather forecast or show that it should be changed.

Re 2): Costs are reduced if parties/customers in the aviation sector, such as airlines or air traffic control, can adjust their decisions based on more accurate meteorological information. These adjustments might include:

- A more efficient choice of runway (e.g. when a weather front is passing by), which increases capacity for inbound and outbound traffic;
- Anticipating weather conditions that will require air traffic to be diverted;
- The implementation of a Continuous Descent Approach (CDA) based on AMDAR wind measurements, resulting in fuel cost savings.

Directly translating the use of AMDAR to the cost-cutting adjustments mentioned above remains a challenge, but forecasters are able to provide better information more quickly for the various parties/customers involved in aviation to use in their own decision-making processes. We are convinced of this added value, but based on this study we cannot quantify *how many* thousands of euros would be saved by improvements in nowcasting and/or forecasting.

Finally, we also have a number of other comments.

One of the questions asked going into the business case period was how important the size of the geographical area would be. The business case revealed that profile information about temperature and wind are especially important and that the size of the area is determined during the descent and ascent. In that sense, the choice of the Amsterdam FIR seems to be sufficient.

Another question asked prior to the business case was to what extent the lack of humidity measurements would be a problem. One of the risk factors identified at the start of the project was that the AMDAR profiles (temperature, wind) might provide little added value because of the lack of information about humidity. However, the results of this assessment show that the added value is considerable even without humidity measurements: a great deal of benefit can be gained from the temperature profile alone.

Can AMDAR data also be obtained from other data?

1. The frequency of radiosondes is too low compared to that of AMDAR data.
2. Using mode-S data could be an alternative. Mode-S provides data about flying speed and direction and the Mach number. Together with the position of the aircraft, this data can be used to derive wind and temperature information. However, that information is still derived and of a lesser quality compared to measured (AMDAR) values<sup>††</sup>. Mode-S data provides temperature measurements that are less certain, but the wind measurements are almost equivalent to the data produced by AMDAR. In principle, the data can be exported from each aircraft, and there is a high frequency of data.
3. The operational forecaster ran a regular comparison with SODAR wind measurements at Schiphol. The Sound Detection and Ranging (SODAR) instrument transmits and receives audio signals, which are scattered and reflected in the air. Wind direction and wind speed can be determined from the scatter and reflection. However, the wind measurements only go up to a maximum of 2,000 to 3,000 feet.

#### 4.2. Project-related points

KNMI and KLM worked closely together on the AMDAR project, both parties investing financial and human resources in the project without knowing in advance what added value might be provided by AMDAR. Initially, it was a challenge to install the AMDAR software in 30 Boeing 737 NG aircraft within a short period of time. In addition, the AAV3 software used had not been tested in the northern hemisphere.

KLM enquired about the interim results on a regular basis as the business case progressed. The impact of AMDAR was discussed at scheduled meetings between the two parties, and the necessary adjustments were made (e.g. in the contents of the digital feedback form). KLM also provided KNMI with the data volume figures on a regular basis.

The project depended on a single person (Frank Grooters) to deliver the software and see to communications with the international AMDAR community. This situation was identified in advance as a risk factor, resulting in fact in miscommunication on a number of occasions. Whenever there is a dependency on a single person, there is always a risk that the person in question might be unavailable at some point. This problem was recognised, but there was no solution available.

The project-related points within KNMI will be assessed in a separate document.

#### 4.3. Spin-off

Talks have been held with Transavia.com regarding their possible participation in the business case project. Given its flight schedule, Transavia's participation would fill the gap in the data in the early morning (i.e. transition from nighttime to daytime). A final decision has not yet been taken in this regard.

The international AMDAR community is very interested in the results of this business case. The intensive use of the data in an operational meteorological environment and the positive results obtained are further justification for the worldwide financial

---

<sup>††</sup> See also "Assimilation of High Resolution Mode-S Wind and Temperature Observations in a Limited Area NWP-model", Siebren de Haan and Ad Stoffelen, KNMI WR 2010-03.

investments in AMDAR. The impact of AMDAR data on models is also the subject of great interest.

#### 4.4. Recommendations

Based on the results of the business case, we recommend the following:

- *Continue with AMDAR Boeing 737 NG aircraft using the current approach.*  
The hourly wind and temperature measurements in the upper air have become an almost unmissable part of the daily routine of the operational forecaster<sup>§§</sup>.
- *If possible, equip more aircraft with the AMDAR software required.*  
More data and a higher frequency of data mean that forecasters are able to produce an even better analysis of current weather conditions and improve their forecasting on that basis. Measurements taken in the early hours of the morning would help determine the behaviour and development of the boundary layer.
- *Further model studies of the impact of AMDAR measurements.*  
Not all situations have been modelled and analysed in the current model studies. There is even more potential in this area for the future.
- *Add reliable measurements of humidity.*  
The current business case shows that AMDAR offers major added value, even without humidity measurements. Nevertheless, reliable humidity measurements are expected to represent a significant step forward from a meteorological viewpoint, in particular as regards the identification of cloud banks (top and bottom of the clouds), convection, fog and visibility.

## 5. References

### 5.1. Documentation

The following websites were used:

- E-AMDAR QEvC site: <http://www.knmi.nl/samenw/geoss/eumetnet/E-Amdar/QEvC/index.html>
- Syntemp site: <http://info.knmi.nl/-holleman/syntemp.html>
- WMO AMDAR site: <http://www.wmo.int/amdar/>
- NOAA AMDAR site: <http://amdar.noaa.gov/java>
- EUMETNET site with a link to EUCOS (and also E-AMDAR): <http://www.eumetnet.eu/>
- For Syntemp, see IR 2003-03 via the link [http://www.knmi.nl/publications/fulltexts/ir\\_syntemp.pdf](http://www.knmi.nl/publications/fulltexts/ir_syntemp.pdf)
- Countless profiles have been posted on <http://orias.dwd.de/webeamdar/home.htm> (UCPW-protected).

### 5.2. Acronyms

---

<sup>§§</sup> The final decision about whether to continue with the AMDAR Boeing 737 NG data flow will ultimately be taken based on this final assessment. KNMI has decided to maintain the data flow pending that final decision.

AAAV3	AMDAR ACARS ACMS version 3
ACARS	Aircraft Communication Addressing and Reporting System
ACMS	Aircraft Condition(ing) Monitoring System
AMDAR	Aircraft Meteorological Data Relay
ATC	Air Traffic Control
BC	Business Case
CDA	Continuous Descent Approach
DSS	Decision Support System
E-ADAS	E-AMDAR Data Acquisition System
E-ADOS	E-AMDAR Data Optimisation System
E-AMDAR	EUMETNET Aircraft Meteorological Data Relay
EHAM	ICAO code for Amsterdam Airport Schiphol
FIR	Flight Information Region
GTS	Global Telecommunication System (WMO)
HIRLAM	High-Resolution Limited Area Model
ICAO	International Civil Aviation Organisation
KLM	Koninklijke Luchtvaartmaatschappij (Royal Dutch Airlines)
KMS	Kwaliteits Management Systeem (Quality Management System)
KNMI	Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut (Royal Netherlands Meteorological Institute)
LHS	Lufthansa Systems
LIDO	Lufthansa Integrated Dispatch Operation system
LVNL	Luchtverkeersleiding Nederland (Air Traffic Control Netherlands)
MAS	Meteorological Advisor Schiphol
NWP	Numerical Weather Prediction
PM	Project Management
POKK	Periodiek Overleg KLM KNMI (Periodic KLM-KNMI Consultation Meeting)
QEvC	Quality Evaluation Centre (E-AMDAR)
RS	Radiosonde
SESAR	Single European Sky ATM Research
SLA	Service Level Agreement
SPL	Amsterdam Airport Schiphol
TMA	Terminal Control Area (also known as Terminal Manoeuvring Area)
W-OND	KNMI Weather Research Department
W-PPI	KNMI Weather Product and Process Innovation Department
W-RBC	KNMI Weather Account Management and Contracts Department



## 6. Annexes

### 6.1. Inhoud digitaal formulier

De volgende formulieren zijn tijdens de BC ingevuld door de meteoroloog. Het basisformulier is een aantal keren bijgestuurd om een meer specifieke terugkoppeling te verkrijgen.

Inhoud formulier	Datum
Datum dienst (pull down) Naam meteoroloog (pull down) Meerwaarde AMDAR 1. geen 2. gering 3. groot 4. zeer groot (vinkbox) Door AMDAR betere nowcasting/forecasting? ja nee (vinkbox) Beschrijving meerwaarde (weerssituatie, frequentie/tijdigheid, ...) (tekst invulveld)	22-12-2009
Datum dienst (pull down) Naam meteoroloog (pull down) Meerwaarde AMDAR 1. geen 2. gering 3. groot 4. zeer groot (vinkbox) Door AMDAR betere nowcasting/forecasting? ja nee (vinkbox) Beschrijving meerwaarde (weerssituatie, frequentie/tijdigheid, ...) (tekst invulveld)  <i>Beschrijving relevante activiteiten en interventies op basis van deze AMDAR gegevens:</i> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. weersituatie</li> <li>2. frequentie/tijdigheid</li> <li>3. welke actie heb je ondernomen met de extra informatie?</li> <li>4. wat levert het de afnemers extra op in dit geval?</li> <li>5. hoe kan het product nóg verder verbeterd worden?</li> </ol> (graag de activiteiten en interventies op dezelfde gedetailleerde manier beschrijven als dat wordt gedaan in het Evaluatie MAS formulier).	20-1-2010
Datum dienst (pull down) Naam meteoroloog (pull down) Meerwaarde door gebruik AMDAR m.b.t.: (meerwaarde / Betere verwachting) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hoogtewind</li> <li>• Nulgradenniveau</li> <li>• Opbouw atmosfeer</li> <li>• Lage bewolking/mist</li> <li>• Buien/onweer</li> <li>• Neerslagsoort</li> <li>• Anders</li> </ul> Toelichting: (tekst invulveld) Verbeterpunten ja / nee Toelichting (tekst invulveld)	22-9-2010



<p>Datum dienst (pull down)</p> <p>Naam meteoroloog (pull down)</p> <p>Meerwaarde door gebruik AMDAR m.b.t.: (meerwaarde / Betere verwachting)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hoogtewind</li> <li>• Nulgradenniveau</li> <li>• Opbouw atmosfeer</li> <li>• Lage bewolking/mist</li> <li>• Buien/onweer</li> <li>• Neerslagsoort</li> <li>• Anders</li> </ul> <p>Toelichting: (tekst invulveld)</p> <p>Verbeterpunten ja / nee</p> <p>Toelichting (tekst invulveld)</p> <p>Denk je dat AMDAR invloed heeft gehad op de baankeuze? (ja / nee)</p> <p><i>AMDAR applicatie indien mogelijk uurlijks bekijken, data wordt gemiddeld uurlijks geüpdate. Oog hebben voor de (al dan niet opgetreden) veranderingen helpt bij de bepaling van de meerwaarde</i></p> <p><i>Voor de interpretatie van de AMDAR - waarnemingen kun je onderstaande aandachtspunten als leidraad gebruiken:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <i>Is er een (grond)inversie (&lt;1000vt) al dan niet met BR of FG of ST?</i></li> <li>2. <i>Helpt de hoogte van het AMDAR-profiel bij het inschatten van de top van FG, BR of ST?</i></li> <li>3. <i>Hoe en wanneer verdwijnt die inversie (wind, straling)?</i></li> <li>4. <i>Is, of komt er een inversie op lage hoogte (&lt; 5000ft), is er een plaklaag inversie? Kan deze inversie ook verdwijnen?</i></li> <li>5. <i>Wat valt op aan de windwaarneming in de onderste 1000 en/of 5000vt, heb je hier iets aan voor de korte termijnprognose in combinatie met de veranderingen van de (grond) inversie? (Denk aan ruimen / krimpen en de eerste of laatste windvlagen).</i></li> <li>6. <i>Hoe ziet de stabiliteit van de lucht er uit als de laagste inversie is opgelost, of boven de inversies, zijn er nog meer inversielagen? Vergelijk veranderingen in T-profiel met de droog en verzadigd adiabaten (helling voorover, recht of achterover).</i></li> <li>7. <i>Veranderen die inversielagen ook in de tijd en heb je hier iets aan voor de wolken toppen of de buientoppen of de kans op neerslag (toppen verrijzen)?</i></li> <li>8. <i>Wat valt op in de windwaarnemingen in de hogere luchtlagen? Zijn er grote richting en/of snelheidsverschillen die misschien samenvallen met inversielagen en turbulentie kunnen veroorzaken?</i></li> <li>9. <i>Aanpassing van de AAA-winden misschien nodig?</i></li> <li>10. <i>Krimpt (advectie koude lucht) of ruimt (advectie warme lucht) de bovenwind misschien ook?</i></li> <li>11. <i>Hoe hoog ligt het FZL, zijn er meerdere niveaus met T = 0 C en treden er veranderingen op in de loop van de tijd? Misschien ook in neerslag?</i></li> <li>12. <i>Is er een ijsdriehoek, hoe hoog, kan er neerslag doorheen vallen of zit er misschien een wolkenlaag?</i></li> <li>13. <i>Vergelijk de antwoorden met de andere informatiebronnen als TEMP en PROGTemp en vul daarna aangepaste evaluatie in.</i></li> </ol>	<p>14-10-2010</p>
--	-------------------

## 6.2. Risk analysis hardware-software

### Chain

- Aircraft:      1. ACMS hardware/software  
                  2. ACMS Database  
                  3. AMDAR Software package (AAAv3)  
                  4. ACARS  
                  5. ARINC/SITA Air-to-Ground Communication
- Ground:        6. ARINC/SITA Network (Communication to Airline)
- Airline:        7. Separation (software) aircraft information/meteorological information
- Ground:        8. ARINC/SITA Network (Communication to E-ADAS Infrastructure, eg. E-ADAS)
- E-AMDAR:      9. E-ADAS  
                  10. E-ADOS  
                  11. QEvC
- Dissimination: 12. GTS

### Analysis

1. ACMS (hw/sw) is a critical part of the A/C (monitoring) and therefore well maintained by the airline. AMDAR is dependant on the status of the ACMS. Risk: low
2. ACMS database. Airline dependant format. AAA software needs to be embedded in accordance with DB specifications. Should be fine after rightly done adaptation of the AAA software. Risk: low
3. AMDAR Software Package (AAAv3). Development as an upgrade of AAAv2, not compliant with ARINC620 Version 4 Supplement 5 specification. No warranty/maintenance guaranteed by BoM. Known anomaly in position south of the equator. The Base40 encoding error may affect data in addition to the navigational information. An analysis of this should be carried out to be certain. The software correction is not implemented in the BC software package. KLM Boeing 737 aircraft do not fly into the zones where position display is not correct. For any change in the software coding Airdatec should be contacted.

In some cases too many AMDAR message are being sent and a KLM aircraft keeps sending AMDAR reports. As a temporary solution an uplink must be send which will clear RAM and ISD for the aircraft. This item needs to be resolved if it is decided KLM will continue to provide AMDAR data to KNMI/EUMETNET.

Risk: medium/low

4. ACARS. Crucial communication system for the a/c-airline information exchange. Risk: low
5. ARINC/SITA Air-to-Ground Communication. Redundant system. Near large airports some delay in communication because of saturation possible. Risk: low
6. ARINC/SITA Ground Network. Redundant system. Risk: low

7. Software Package at KLM (separation a/c-meteorological data). This package separates the AMDAR data from the a/c-data stream and for forwarding the AMDAR data to the E-AMDAR infrastructure (over the ARINC/SITA Ground Network). Is simple file-system, operational also for long haul contribution to E-AMDAR. Risk: low
8. ARINC/SITA Ground Network. Redundant system. Risk: low
9. E-ADAS. Operational system with hot stand-by, separated from the Met Office secured infrastructure. Operator available only during working hours. Performance better than 95% (target). Risk: low
10. E-ADOS. Optimization System embedded in the Lufthansa Systems IT for DWD. Performance better than 95%. Risk: low
11. QEvC. Embedded in the KNMI IT. Operator available only during working hours. Performance better than 95%. Risk: low
12. GTS. World wide meteorological store-and-forward network. Large degree of redundancy. KNMI had main connection to UK Met Office, with back-up connection to DWD. Risk: low

### 6.3. Feedback digitaal formulier

In onderstaande tabel zijn de volledige resultaten weergegeven voor die situaties waarin een meerwaarde werd gemeld. Merk op dat niet altijd alle cellen zijn gevuld; dat komt omdat het formulier tijdens de duur van de BC wijzigingen heeft ondergaan waarbij velden zijn toegevoegd / gewijzigd.

Datum	Seizoen	Meerwaarde	Betere verwachting	Toelichting
22-12-2009	1	groot	ja	Binnendringen van warmere lucht na koude periode. Tevens toename van de wind goed te zien.
23-12-2009	1	gering	ja	Update van de webpagina gebeurt niet. In dit geval meerwaarde om het freezing level te kunnen volgen
24-12-2009	1			AMDAR bevestigt T 2 graden boven nul tot 3-4000 vt. Dat deed de "oude" syntemp ook.
24-12-2009	1			AMDAR erg handig, voor wat betreft temperatuur op geringe hoogte en wind informatie i.v.m. ST.
24-12-2009	1	gering	nee	In dez situatie met temperaturen op lage hoogte net boven nul van belang voor soort neerslag, goed bruikbaar deze tudssentijdse meldingen!
25-12-2009	1	gering	nee	Stijging nulgradenniveau. Het beeld ververst niet automatisch!
27-12-2009	1	zeer groot	ja	Situatie: een stabiele grenslaagopbouw in combinatie met een onstabiele bovenlucht. Frequentie: gemiddeld 1 maal per uur. Meerwaarde: t.b.v. monitoren nulgradenniveau. Ook ter beoordeling van de schiphol-progtemp. Eindoordeel: zeer waardevol now casting tool.
29-12-2009	1	zeer groot	ja	IJzel, (natte)sneeuw of regen. Het was allemaal erg subtiel. Met de KLM waarnemingen werd dat wel wat inzichtelijker.
30-12-2009	1			AMDAR bevestigt beeld dat de progtemps laten zien (doet de "oude" syntemp ook). Jammer dat alleen de laatste AMDAR's bekeken kan worden.
30-12-2009	1	groot	nee	In deze situatie met een temp laag rond nul prima informatie

30-12-2009	1	groot	nee	Vandaag een overgang van regen naar ijzel en dan naar sneeuw. Op hoogte moest de lucht volgens het model steeds kouder worden. Met AMDAR was goed te volgen of en hoe snel dat proces ging. Verder zou het nog wel zijn aardig om oude (een paar uur terug) temps terug te kunnen kijken.
31-12-2009	1	gering	nee	Bevestiging van het beeld, even als "oude" syntemp. Jammer dat alleen de laatste beschikbaar is.
1-1-2010	1	gering	nee	Jammer dat de frequentie terug loopt in de avond. Wel goed in de onderste niveaus is te zien dat de temperatuur langzaam naar de 0 graden loopt ivm krimpende grondwind naar west.
2-1-2010	1	gering	nee	Goed is te zien hoe de temperatuur op hoogte onder nul komt. Kan er ook een loopje gemaakt worden van oude amdar en nieuwe waarnemingen? En kan ik inzoomen en detail data aflezen?
4-1-2010	1	gering	nee	Update tempprofiel
6-1-2010	1	gering	nee	3000 vt uit model klopte niet bepaald, dus als deze hoogte aanwezig was dan was het zeker een aanvulling. Toch zou ik het graag als dddff gepresenteerd zien i.p.v. windvaantjes.
20-01-10	1	groot	ja	Met name door de geregelde updates een goed beeld kunnen krijgen van nul graden niveau en dat is ook goed in de hoogtewindjes tot uitdrukking gekomen.
22-01-10	1	gering	nee	oostelijke stroming. temp op lage hoogte rond nul.
23-jan-10	1			Opgeroepen ivm RASN. Condities net boven M(zicht), geen cap beperkingen. Aangegeven dat regen in de middag geleidelijk overgaat in natte sneeuw en eind van de middag/begin avond in droge sneeuw. AMDAR waarnemingen zijn nu extra interessant ivm FZL.
25-01-10	1	gering	nee	Prettig ter controle dat de temperatuur ruim onder nul blijft. Afgelopen weekend het FZL op SPL kunnen gebruiken voor het beter bepalen van neerslagsoort.
27-01-10	1	zeer	ja	Voor nulgraden niveau en nowcasten van neerslagsoort onmisbaar.
27-jan-10	1			Amdar laat T-stijging in de onderste laag goed zien, een prettige bevestiging van modeldata.
28-01-10	1	gering	nee	vanwege FZL
28-01-10	1	gering	nee	Bijhouden van FZL.
28-jan-10	1			Amdar geeft de toename van buientoppen mooi weer met de tijd.
30-01-10	1	geen	nee	HIRLAM heeft buien en wind niet goed gemodelleerd. Amdar kan flinke helpen, echter er zijn geen vluchten.
31-01-10	1	gering	nee	Controle FZL. Weinig data.
1-02-10	1	groot	ja	Door sneeuwbuien SHSN verlaagt tijdelijk het FZL. Dit wordt bevestigd door AMDAR waarnemingen. Verwachting voor FZL aangepast. (van 1200 ft naar 0700 ft). Latere vlucht geeft mooi 1200 ft aan.
1-02-10	1	geen	nee	Geen "weer", aan het einde van de dienst even naar de wind gekeken (krimping na rugpassage)
2-02-10	1	gering	nee	Invloed bij het bepalen van het FZL. Opm; Graag bij de uitvergroting in de grafiek een fijnere temperatuur schaal gewenst of ook zelf kunnen inzoomen. Oudere waarnemingen dmv scrollen(zie progtemps) kunnen bekijken. Opm van de MAS: 05z al een syntemp: pas om 06.07 een AMDAR? Kan dit? Wordt er data geselecteerd of uitgefilterd?
5-02-10	1	zeer	ja	Met name bepalen van nul graden niveau
7-02-10	1	gering	ja	Slecht 2 a 3 Amdars gehad en was belangrijk voor Freezinglevel. Vindt het freezing level wel wat springerig. Ene moment 80 vt, andere moment bijna 600 ft. Kan echter niet meer terugkijken, want het Archief werkt niet meer
8-feb-10	1			Rond 11.30z door meerdere, uitklimmende kisten meldingen: "negative windshear" van 15kt rond 1500vt. Bedoeld wordt natuurlijk "performance loss". Wind ruim weliswaar 30 graden, maar windsnelheid is slechts 10-15kt. Wel is er rond 1500vt een inversie van 9 graden volgens AMDAR (volgens progtemp ca. 6 graden).
9-02-10	1	gering	nee	Informatie is consistent met actuele data en progtemps en komt vanaf 06 Z frequent binnen. Verder niets mee gedaan.
10-feb-10	1			AMDAR-data laat ook de toename van de onstabiele zien, maar noopt niet tot andere verwachtingen.
11-02-10	1	gering	nee	Bevestiging AMDAR waarden met huidige modeluitvoer. In deze weersituatie weinig toegevoegde waarde.
11-feb-10	1			Amdar geeft bevestiging van de progtemp. Verder weinig mee gedaan.
13-02-10	1	gering	nee	Check protemp mbt basis inversie.
15-02-10	1	gering	nee	In dez situatie bij temp ruim onder nul geen extra informatie. De wind geeft een goed beeld.
16-02-10	1	gering	nee	Enkele keren gebruikt om hoogtewinden te checken.
17-02-10	1	groot	nee	Frontale neerslag met winterse neerslag in alle vormen. De amdars laten een afkoeling zien naar een isotherme opbouw rond 0 C in de onderste 2000 voet. In dit geval is de kans op ijzel nihil. In de laatste verwachting kans al naar 0% teruggebracht. Wel prettig om in dit soort situaties een temp te hebben.

18-02-10	1	groot	ja	Dankzij amdar was te evolutie van freezinglevel goed te volgen.
18-02-10	1	gering	ja	Regelmatig nieuwe amdar, hierdoor fzl goed te volgen tov progtemps.
19-02-10	1	zeer	ja	Geweldige tool om het nulgraden niveau in de gaten te houden
19-02-10	1	gering	ja	Polaire lucht met -SHRASNGS. De frequentie van nieuwe data lag laag. Tussen 15:30 en 19:30 geen nieuwe data.
20-02-10	1	gering	ja	Freezing level goed te volgen.
20-02-10	1	gering	ja	W-stroming, polaire lucht en (natte) sneeuwbuien. Handige hulp voor FZL.
21-02-10	1	groot	ja	CAD over NL met RA/RASN en SN. M.n. voor FZL erg handig.
23-02-10	1	groot	ja	Noordoostelijke stroming met een langzaam oplopende T op EHAM. Met name het FZL was mooi te volgen, al was de frequentie net te laag om de stijging daarvan bij te houden toen de opklaringen zich aandienen.
24-02-10	1	gering	nee	FZL kunnen aanpassen.
25-02-10	1	gering	ja	Freezing level lastig te bepalen, windjes gebruikt voor verificatie SODAR
26-02-10	1	gering	ja	Freezing level blijft onduidelijk
28-02-10	1	gering	ja	Lucht is nu relatief warm, dus is freezing level minder belangrijk. Hoogte van de windwaarnemingen blijven moeilijk af te schatten
28-02-10	1	groot	nee	toename van de wind en later afname op hoogte; ruiming van de wind en binnenkomen van koudere lucht.
2-apr-10	2	gering	nee	Goed bruikbaar voor FZL en wspd. Alleen afgelegde route is soms wat vreemd, mogelijk meerdere vliegtuigen over elkaar geplot.
2-apr-10	2	gering	ja	Betere info over hoogtewinden als aanvulling op de sodar, die in stabiele situaties niet hoger gaat dan 1000 vt, en daarnaast betrouwbare info over freezing level.
8-apr-10	2	gering	ja	FZL en hoogtewinden goede hulp voor WH-Report en AAA winden
9-apr-10	2	gering	nee	NW-lijke stroming, polaire lucht. Geleidelijke ruimeing wind hetgeen amdars ook laten zien. Noordnoordoostelijke stroming voert polaire lucht aan. Er zit een kleine inversie tussen 2000-3000 vt, waarbij de Tempcurve even beneden 0 gr. komt. Derhalve de WHT-reps EHAM en EHRD van 21UTC aangepast. Dit zal de top van de SC-bewolking zijn, die dan net even in het ijs zit.
10-apr-10	2	gering	ja	Noordnoordoostelijke stroming voert polaire lucht aan. Er bevindt zich een inversie tussen 2000-3000 vt, waarbij de temp-curve even onder 0 gr komt. Dit is waarschijnlijk de top van de SC-bewolking. De WHT-reps van EHRD en EHAM van 21UTC aangepast.
10-apr-10	2	gering	ja	de SC-bewolking. De WHT-reps van EHRD en EHAM van 21UTC aangepast.
11-apr-10	2	gering	nee	geringe toegevoegde waarde maar wel gekeken naar bevestiging van wind en FZL
12-apr-10	2	gering	ja	Voldoende frequentie en op tijd. Altijd bruikbaar voor de hoogtewinden en voor verdere commentaren, zie alle voorgaande berichten.
12-apr-10	2	gering	nee	Straffe noordoostelijke stroming, verificatie van hoogtewinden erg handig.
13-apr-10	2	gering	ja	FZL handig. Is het mogelijk om de uitvergroting links aan de onderzijde van de pagina iets verder uit te vergroten? Zo te zien is dit slechts met een factor 2 gedaan, terwijl er ruimte is om dit plaatje 3x te vergroten. Heeft als extra voordeel dat de windjes links in de vergroting minder door elkaar heen staan en dus beter leesbaar worden. Bij voorbaat dank. Frits
15-apr-10	2	gering	nee	FZL en wind goede aanvulling op SODAR
25-apr-10	2	gering	ja	Beter nowcasting windverandering.
25-apr-10	2	gering	nee	Passage van kofront, wind niet goed verwacht in model. AMDAR geven goede aanvulling v.w.b. hoogtewinden.
27-apr-10	2	groot	ja	Door gebrek aan SODAR-winden boven 1000 vt goede aanvulling voor wind en FZL.
29-apr-10	2	gering	nee	Handig voor 2000' en 3000' winden.
30-apr-10	2	gering	nee	Af en toe bruikbaar voor 2000-3000 vt winden en FLZ, frequentie wel vrij laag.
01-May-2010	2	gering	nee	Af en toe bruikbaar voor 2-3000 vt wind en FZL, frequentie AMDARS laag.
02-Mar-2010	2	gering	ja	FZL en windjes goed bruikbaar.
02-May-2010	2	gering	ja	Goede aanvulling van 2000-3000 vt wind en FZL
03-Mar-2010	2	gering	nee	FZL bepaling via AMDAR. Hoe kan het dat de eerste waarneming de laagste temperatuur +2 C is, terwijl de waarneem temp -3 C. is. De luchtdruk is 1024, de grafiek/toestandkromme komt tot 1300 voet.
04-May-2010	2	gering	ja	Net als altijd. Prettig om winden en temperaturen te kunnen vergelijken
05-Mar-2010	2	gering	nee	voor de hoogtewindjes erg handig om actualiteit te toetsen met de modelwinden en sodar gegevens.
05-May-2010	2	gering	nee	Bruikbaar voor 2000-3000 vt winden en FZL.
06-Mar-2010	2	gering	nee	Hoogte FZL.
06-May-2010	2	gering	nee	Wanneer beschikbaar, bruikbaar voor 2000-3000 vt wind en FZL..

08-Mar-2010	2	groot	ja	In dit geval was de hoogte van het FZL bepalend voor de neerslag in de vorm van sneeuw.
08-May-2010	2	gering	nee	Weinig wind, dus veel gebruikt voor de hoogtewinden.
09-Mar-2010	2	groot	ja	Vooraf nul graden niveau goed te bepalen met AMDAR
10-Mar-2010	2	gering	ja	Noordoostelijke stroming. SC-velden in het noorden van het land in het zuiden geen weer. Vandaag vooral gebruikt voor de hoogtewinden. De wind op 3000 vt werd door het model wat te hoog ingeschat. Voor het 0-graden niveau was AMDAR weer minder handig. Het 0-graden niveau werd te lang aan de grond gegeven terwijl de 1.5m temperatuur al boven 0 was. Kan ook een resolutie-kwestie zijn. Verder weinig meerwaarde, maar er was ook weinig weer.
11-Mar-2010	2	gering	nee	Passage van rugas en dagelijkse gang mooi te volgen.
11-Mar-2010	2	gering	ja	Ik kon uit de amdar een betere inschatting maken van de hoogte van het freezinglevel.
12-Mar-2010	2	gering	ja	In de middag met tijdige Amdars het freezing level kunnen finetunen. In de avond weer progtemps moeten gebruiken.
12-May-2010	2	geen	nee	Noordelijke stroming, laag boven Duitsland. aanvankelijk nog wat regen, later NSW. Duidelijke stroming, windsprong van noord naar zuid rond FL100, wat AMDARs mooi weergeven.
12-May-2010	2	groot	ja	Voorname handig voor monitoren FZL.
13-Mar-2010	2	groot	nee	Goede hulp bij FZL en WH report
13-May-2010	2	gering	ja	Vooraf handig om de hoogte van het FZL te bepalen.
14-Mar-2010	2	gering	ja	FLZ en 3000 ft wind goed af te leiden
15-Mar-2010	2	groot	ja	Voor bepalen van nulgradenniveau en hoogtewindjes ideaal en zo langzamerhand onmisbaar.
15-Mar-2010	2	gering	nee	FZL en hoogtewinden goed bruikbaar. Zeer handig voor het monitoren van het FZL. Wind mag van mij in tabelvorm: hoogte in vt vs dddd om ook dat snel te kunnen zien. Verder is dit voorlopig de laatste feedback, omdat het feitelijk steeds hier op neer komt.
15-May-2010	2	groot	ja	Nog altijd nuttig voor hoogtewinden en freezing level.
16-Mar-2010	2	groot	ja	Geweldig systeem om nulgradenniveau bij te houden en de hoogte van de onstabiele laag
17-Mar-2010	2	gering	ja	Goede aflezing FZL en hoogtewinden.
22-Mar-2010	2	groot	ja	Glazen frontje met windsprong, inversie die net aan de 0 C nipt. FZL goed te volgen.
23-Mar-2010	2	gering	nee	FZL kunnen bijstellen.
23-Mar-2010	2	groot	ja	1. zuidelijke stroming, weinig aan de hand. 2. ok. 3. FZL bijpoetsen. 4. accuratere informatie. 5. -
23-May-2010	2	gering	nee	af en toe gekeken naar de wind
24-Mar-2010	2	groot	ja	Nulgraden niveau en het tijdstip dat de atmosfeer onstabiel wordt. Het verschil met de modelberekeningen was vrij groot vanwege een vrij dikke isotherme laag rond 0 C, die niet in het model zat. Vandaar dat de regelmatige aanwezigheid van het temperatuurprofiel uit de amdars essentieel was.
25-May-2010	2	groot	ja	
26-Mar-2010	2	groot	nee	Goed zichtbaar dat wspd hoger was dan model en FZL lager.
26-May-2010	2	gering	nee	Weinig data. Laatste AMDAR 09.09 utc. FZL interessant.
26-May-2010	2	gering	nee	NO-lijke stroming achter occlusie, aanvoer polaire lucht. Wel mooi 3 FZL's in temperatuurverloop te zien in plaatje van 20.27utc.
27-Mar-2010	2	groot	ja	Ik weet geen nieuwe feedback meer te bedenken. Het is extra informatie over het verticale temperatuur- en windprofiel en dat is altijd goed.
28-May-2010	2	geen	nee	Alleen freezinglevel gecheckt.
30-Mar-2010	2	gering	nee	Verandering van FZL duidelijk te volgen.
30-Mar-2010	2	gering	nee	Diverse fronten paseerden vandaag. Had regelmatig nieuwe waardes (1x per uur of zo). Het freezing level was nu mooi te volgen na de frontpassages.
30-May-2010	2	gering	nee	Check FZL en details wind in onderste 5000 voet.
31-Mar-2010	2	groot	ja	Goed bruikbaar voor het volgen van het nul graden niveau.
2-jun-10	3	gering	nee	Vooraf goed voor fzl en 3000 ft winden.....
3-jun-10	3	gering	ja	Goed bruikbaar voor 2000-3000 vt winden en fzl. redelijk vaak update.
4-jun-10	3	gering	ja	Cavok condities, veranderlijke wind op 2000-3000 vt, FZL stationair op 11500 vt.
14-jun-10	3	geen	nee	Stakke noordoostelijke wind met een toename in de avond door nachtelijk windmaximum. E.e.a. wordt door de amdar ook aangegeven.
15-jun-10	3	groot	nee	Geen AMDAR data na 10.57 UTC. Bij navraag bij Siebren kwam, zonder interventie van Siebren AMDAR van 14.08 binnen. Er was een scherpe inversie waarbij het normale freezing level rond de FL100 lag, maar in top van SC velden mogelijk rond 4500 voet. Radiosonde de Bilt gaf 0.5 graad Celsius op 4700 voet. We hadden graag bevestiging gevonden in AMDAR. AMDAR van 14.08-14-14.19 gaf deze niet.



16-jun-10	3	gering	ja	bruikbaar voor 2000-3000 vt en FZL
16-jun-10	3	gering	nee	Af en toe gekeken naar AMDAR ivm freezing level. Verder NSW
17-jun-10	3	gering	ja	2000-3000 vt winden en fzl, redelijke verversing dus goed bruikbaar. FZL in AMDAR van 13.25-1328 UTC geeft 4475 ft-4739 ft, in radiosonde oplating de Bilt 13 UTC temp FZL 5091-5227 ft. Volgens Hirlam 06 run +6 Vert v geeft vert bewegingen (neg) boven Noord-Holland itt midden en oost Nederland(pos= subsidentie). Ook kan het verschil komen door confectie boven de Noordzee waardoor subsidentie tegengewerkt wordt. Het Hoog ligt overigens boven Engeland en een laag boven Zuid-Scandinavië. FZL van AMDAR gebruikt ipv temp de Bilt.
20-jun-10	3	groot	ja	
21-jun-10	3	gering	ja	2000-3000 vt wind en Fzl.
				Weinig gradiënt en geen beperkende condities. Zeer hoog FZL, niettemin blijft het op deze manier handig om te kunnen volgen. Van enige stroming is nauwelijks sprake, dus de windgegevens hebben weinig waarde vandaag. Toch zou ik graag nog eens naast de grafiek een tabel zien met in de linkerkolom de voor de gronddruk gecorrigeerde hoogte in voeten, de tweede kolom dddff en in de derde kolom de temperatuur. Sowieso vraag ik me af of de hoogte van het FZL wel gecorrigeerd wordt voor de gronddruk.
22-jun-10	3	groot	ja	
22-jun-10	3	gering	nee	NSW, subsidentie, regelmatige check Freezing level Hogedrukgebied met rustig weer. Vanmiddag zeewind. Amdar laat hetzelfde beeld zien wat ook verwacht werd.
23-jun-10	3	geen	nee	hoogtewinden en FZL nauwelijks bruikbaar door zwakke veranderlijke wind en beperkt aantal amdars.
28-jun-10	3	gering	ja	Modeluitvoer gaf een te grote afwijking van het FZL. M.b.v. Amdar betere WHT's kunnen produceren.
28-jun-10	3	gering	nee	
29-jun-10	3	groot	ja	Tijdens koufrontpassage goede weergave van veranderlijke winden tijdens passage. Goede aanvulling van SODAR v.w.b. 1000-2000-3000 vt wind en FZL.
30-jun-10	3	gering	ja	Door aanwezigheid convergentielijn toegevoegde waarde v.w.b. tijdstip windomslag en snelheden, ook FZL
1-jul-10	3	groot	ja	Door gebrek aan wind en zeer beperkte SODAR winden welkom aanvulling voor wind en FZL
2-jul-10	3	groot	ja	Betere inschatting hoogtewinden.
5-jul-10	3	gering	nee	Bijpoetsen hoogtewinden.
				Aanhoudende noordwestelijke stroming. Door kouadvectie laat afnemende wind. In model goed aanwezig, en wordt door de amdars ook getoond.
5-jul-10	3	geen	nee	
6-jul-10	3	gering	nee	Fijntunen hoogtewinden.
6-jul-10	3	gering	nee	Finetunen hoogtewinden.
7-jul-10	3	gering	nee	Finetunen hoogtewinden.
7-jul-10	3	gering	nee	wind op lage hoogte goed kunnen aanpassen mbv amdar gegevens.
10-jul-10	3	gering	nee	bevestiging van andere waarnemingen.
12-jul-10	3	geen	nee	Heb alleen het freezing level af en toe kunnen bijsturen met behulp van de gegevens.
14-jul-10	3	groot	nee	wind op lage hoogte week sterk af van de modelwinden, amdar gaf een goed beeld.
14-jul-10	3	gering	nee	Bijpoetsen hoogtewinden.
15-jul-10	3	gering	nee	model en actualiteit zaten prima bij elkaar. Vandaag hogedrukgebied boven NL dus weinig wind. De gegevens nu wel gebruikt om hoogtewinden wat bij te sturen. Maar het viel wel op de de hoogtewinden tot 2000 voet niet altijd overheen kwamen met de hoogtewinden van de sodar (bijvoorbeeld om 15:30 UTC). Tot 2000 voet werd er door een vliegtuig een 300 richting gemeten terwijl de sodar 260 aangaf en op 2000 voet zelfs 220. Windsnelheden kwamen ook niet echt overeen: sodar ongeveer 15 knopen en amdar 5-10 knopen. Maar sodar meet op 1 punt en een vliegtuig legt toch een kleine afstand af in die onderste 2000 vt. Maar goed, alles bij elkaar toch weinig meerwaarde.
18-jul-10	3	geen	nee	
				gebruik gemaakt voor: FZL; Hoogtewinden i.c.m. doorkomst vore; Grote brand in Valkenswaard voor de stabiliteitsbepaling van de atmosfeer; ZW-W stroming met onstabiele lucht. Uit AMDAR was een beter FZL te halen dan uit de progtemps.
21-jul-10	3	groot	ja	
22-jul-10	3	gering	ja	
23-jul-10	3	gering	nee	Bijpoetsen hoogtewinden.
23-jul-10	3	gering	ja	Bij verschillende AMDAR werd FZL gemeld, welke door progtemps op andere hoogte werd gemeld.
23-jul-10	3	gering	ja	
31-jul-10	3	gering	nee	hoogtewinden regelmatig aan kunnen passen iom de sodar maar niet met het model.
1-aug-10	3	gering	nee	hoogtewinden gebruikt gaf de actuele situatie weer week af van modelwinden.
2-aug-10	3	gering	ja	Meerwaarde tussen gering en groot, m.n. richting hoogtewinden.
3-aug-10	3	gering	ja	Blijft toegevoegde waarde houden voor FZL en 3000 ft winden. Weertechnisch weinig aan

				de hand.
5-aug-10	3	gering	ja	W-NW stroming met polaire lucht. Door Amdar beter FZL te bepalen ten opzichte van progtemps.
6-aug-10	3	gering	nee	Gebruikt voor hoogtewinden en freezing level.
11-aug-10	3	gering	nee	Gebruikt voor hoogtewinden en freezing level. Overigens na 17:30 UTC geen nieuwe data meer gehad.
12-aug-10	3	zeer	ja	1. Buien met een occlusie voor de deur. 2. helaas was er een storing (werkzaamheden COD), gelukkig zeer snel verholpen door Siebren (dank!!) 3. FZL en windinfo aangepast 4. zou je ken zelf moeten vragen 5. moeten we nog eens over brainstormen!
12-aug-10	3	geen	nee	Weinig gebruikt. Tussen 13:30 UTC en 17:00 UTC geen waarnemingen, daarna wel ieder uur. Indien wel aanwezig af en toe hoogtewinden en freezing level gecheckt.
13-aug-10	3	geen	nee	Weer vooral naar de hoogtewinden en freezing level gekeken. Er stond vandaag erg weinig wind en dan valt wel op dat de vliegtuigen in de onderste 2000 vt wel andere windrichtingen meten dan de sodar op schiphol.
14-aug-10	3	gering	nee	In oorspronkelijke polaire lucht stijgt het freezinglevel. Het moment van verandering van het fzl wordt door AMDAR bevestigd. Enkele hoogtewinden gebruikt.
14-aug-10	3	gering	ja	Windrichtingen waren door stevige bui boven zeeland meer gekrompen dan modelwinden. ook FZL lag lager dan progtemp.
15-aug-10	3	gering	nee	Hoogtewinden en fzl gebruikt. FZL ligt volgens AMDAR iets lager (1500') tov de Hirlam progtemp.
15-aug-10	3	groot	ja	Goed beeld van wel of geen onstabiele opbouw. Tevens veel nut van fluctuaties in FZL en de hoogtewinden.
16-aug-10	3	groot	nee	sterk afwijkende modelwinden. samen met sodar goed aan kunnen passen.
20-aug-10	3	gering	ja	Niet voor de grote luchtvaart omdat het cavok was, maar tesamen met de sodar was de hoogte van de zeewind goed te bepalen, hetgeen bijdroeg aan de begeleiding van de ballonvaarders
23-aug-10	3	gering	ja	Helaas beperkt aantal amdars maar gaven goede indicatie over de windsnelheid en FZL, waarden lagen hoger dan model door de buien
24-aug-10	3	groot	nee	Hirlam model gaf een te hoog fzl rond 1000 voet.
26-aug-10	3	gering	nee	Aanpassen hoogtewinden.
28-aug-10	3	gering	ja	gebruikt voor FZL bepaling.
30-aug-10	3	gering	nee	Noordelijke stroming met onstabiele lucht, waarin enkele buien voorkwamen. Door AMDAR goed inzicht gehad in hoogte FZL. Meerwaarde tussen gering en groot.
1-sep-10	4	gering	nee	NW-lijke stroming, polaire lucht. Hoogtewinden iets bijgepoetst.
2-sep-10	4	gering	nee	Noordelijke stroming met zwakke trog. Aanvoer van koelere lucht, waarin FZL zakt. Dit was goed te monitoren.
4-sep-10	4	geen	nee	Hoog boven Scandinavie, noordoostelijke stroming, aanvoer polaire lucht. Weinig wind 5-10 kn, na sunset wordt een nachtelijk windmaximum verwacht hetgeen in de amdar naar voren komt.
5-sep-10	4	geen	nee	Oostelijke stroming die in kracht toeneemt, ondanks een toenemende wrijvingslaag gedurende de avond. Wordt een nachtelijk windmaximum verwacht, wat ook terugkomt in de amdar, kortom niets bijzonders.
8-sep-10	4	groot	nee	Wegens ontbreken van SODAR, AMDAR gebruikt voor finetunen hoogtewinden (model en werkelijkheid kwamen niet overeen).
9-sep-10	4	groot	ja	Door ontbreken van SODAR veel toegevoegde waarde, mede door verschil met modelwinden.
11-sep-10	4	groot	nee	Bij gebrek aan Sodar en 12 uur Temp is de meerwaarde groot. Het fzl is hoger dan het model heeft berekend. De wind van de waarneming komt overeen met Cabauw.
12-sep-10	4	gering	nee	Verandering van het fzl is mooi te volgen na een koufrontpassage.
13-sep-10	4	gering	ja	Door het ontbreken van de sodar veel gebruik gemaakt van de AMDAR voor de hoogtewinden. Hirlam zat met de winden redelijk goed, maar het freezing level bleek wel wat af te wijken van Hirlam (was in werkelijkheid lager). Vandaar een geringe meerwaarde. Had ook bijna ieder uur een waarneming.
14-sep-10	4	gering	ja	dOOR HET ONTBREKEN VAN DE SODAR EN VEEL WIND WAREN DE AANWEZIGE AMDARS EEN BIJDRAGE TOT HET MAKEN VAN GOEDE HOOGTEWINDEN
18-sep-10	4	gering	ja	AMDAR vooral gebruikt voor temperatuurbepaling op hoogte. Winden zijn door de slechts geringe vergroting van het plaatje beneden niet altijd goed afleesbaar. Plaatje beneden graag 3x in plaats van 2x zo groot maken als het plaatje erboven en dan de tekst eronder opschuiven naar rechts.
20-sep-10	4	gering	nee	Niet veel gebruikt vandaag. Af en toe freezing level gecontroleerd.



21-sep-10		De hoogtewinden zaten kennelijk niet heel goed in het model. Uit de AMDAR kwamen namelijk hele andere winden. Maar aangezien de windsnelheden 5 knopen of minder waren lijkt mij de meerwaarde niet heel groot. Verder valt de laatste tijd al op dat de AMDAR het freezing level altijd lager geeft dan dat het Hirlam berekent. Ik pas het freezing level dus altijd aan (ik ga er maar vanuit dat de AMDAR waarnemingen kloppen). Maar doordat het freezing level rond 11000 voet zat vandaag lijkt de meerwaarde me ook niet heel relevant. Verder was er wel veel mist en stratus, maar door het ontbreken van het dauwpunt is hier niet uit te halen hoe dik de laag was. Er was wel uit te halen hoe dik de stabiele laag was (en waarschijnlijk ook wel de dikte van de mistlaag). En deze zag ik aan het einde van de dienst ook mooi verdwijnen. Maar ik had vooral in de ochtend weinig waarnemingen en dat komt waarschijnlijk weer door de vele vertragingen en uitwijkers op schiphol als gevolg van die mist...:-)
21-sep-10	4	SODAR gaf om 17:45 en 18:00 ineens hoge windsnelheden vanaf circa 1000 vt, wat NIET in het beeld paste. De AMDAR data bevestigde dat.
29-sep-10	4	Ik wil nog steeds graag een presentatie in tabelvorm. Van links naar rechts: hoogte (vt) - Temperatuur (C) - dddff M.b.t. dit formulier: namen graag op Alfabetische volgorde?
30-sep-10	4	Cavok condities, zwakke wind, opbouw windmaximum goed te volgen.
04-Oct-2010	4	Frontpassage goed zichtbaar in de wind, ook FZL en DDFF meer gekrompen dan modelwinden.
04-Oct-2010	4	Bijpoetsen hoogtewinden.
06-Oct-2010	4	Bijpoetsen hoogtewinden.
07-Oct-2010	4	Koufront kwam vandaag wat eerder door dan het Hirlam aangaf. Op hoogte ruimde de wind daardoor ook eerder, wat in de AMDAR goed te zien was. Hiermee heb ik de hoogtewinden dan ook wat bij kunnen stellen.
07-Oct-2010	4	De beschikbaarheid was aanvankelijk gering. Later kon ik zowel in de windrichting als snelheid verschillen waarnemen met de SODAR-data. Bijvoorbeeld om 10:45 SODAR zat in de onderste 1500 voet op 100/120 met 10 knopen. AMDAR komt met 130/160 en 5 tot 8 knopen.
07-Oct-2010	4	Zwak warmtefront passeerde in de namiddag/vroege avond en was mooi terug te vinden in de verschillende uitvoeren.
08-Oct-2010	4	AMDAR bevestigde SODAR vooral m.b.t. windsnelheid in onderste 1000 voet. Model kwam op 20-25 kt waar AMDAR en SODAR op 15-20kt meldden.
09-Oct-2010	4	cavok condities; alleen de hoogtewinden zijn van belang.
10-Oct-2010	4	Check fzl en subsidentie inversie. Homogene situatie, ook de subsidentie inversie is ook goed te zien in de temp van de Bilt.
13-Oct-2010	4	in deze situatie met een klein laag net ten noorden wijken de modelwinden af en toe flink af van de werkelijkheid. met behulp van de amdar gegevens betere data
15-Oct-2010	4	sterk variërende winden in tijd en hoogte. amdar geeft goede informatie.
18-Oct-2010	4	Extra informatie over hoogtewind en freezing level. Bevestiging van andere beschikbare informatie
26-Oct-2010	4	Warmtefront is vanavond gepasseerd. Dit was goed te volgen in het freezing level.
5-nov-10	4	Jammer dat op het ogenblik dat er een golfje in een zwak front met grote windsprong vanuit het WNW voorbij kwam, de toestellen met AMDAR-gegevens uit het oosten kwamen en dus geen aanleiding gaven om hier aandacht aan te besteden. In de analyse was op dat moment eigenlijk niet te zien, dat er een golfje aankwam. Het front kon ook als vloeiende kromme getekend worden.
8-nov-10	4	Aanvullende informatie over hoogtewind en nulgradenniveau
10-nov-10	4	Door passage lichte buien in de avond viel de grondwind en 500 vt wind tijdelijk terug naar VRB/2-5 kn, terwijl model meer dan 10 kn genereerde, was zichtbaar in sodars en werd bevestigd door de amdars(helaas beperkt aantal
11-nov-10	4	Er is goed te zien in de tijd, dat er warme lucht op hoogte werd aangevoerd en de atmosfeer stabiliseerde, derhalve meerwaarde groot. Hoogtewind is gebruikt om een pilotreport met melding van 78kn op 2000 vt met de nodige scepsis te bekijken. Wel WHT-reports iets naar boven bijgesteld, 5 knopen boven hirlamuitvoer.
11-nov-10	4	Door tijdsinterval van 3 uur bij HIRLAM miste je de tijdelijke windafname na frontpassage, was in amdar en sodar wel goed zichtbaar.
13-nov-10	4	Goede aanvulling op HIRLAM en SODAR en verfijning van windrichting en FZL.
17-nov-10	4	Vandaag een sigmet van severe ijs moeten uitgeven en de amdar gaf betere waarden voor het freezing level
24-nov-10	4	Hoogtewinden in Hirlam waren te geruimd ten opzichte van actualiteit. Betreffende de activiteit van de buien was in amdar mooi te zien, dat het boven land minder actief zou worden. Meerwaarde tussen gering en groot in.
24-nov-10	4	Hoogtewinden uit Hirlam waren te geruimd ten opzichte van actualiteit. Uit amdargegevens goed op te maken, dat buien activiteit boven land zouden verliezen omdat het te koud was. Meerwaarde tussen gering en groot in. Dit is een correctie op de vorige betreffende naam/dienst en betere verwachting bij hoogtewind i.c.m. Sodar.

25-nov-10		Details in windpatroon werden door model niet of niet goed gepakt. Amdar gaf welkome aanvulling omtrent actuele ontwikkelingen.
25-nov-10	4	Vooraf voor nulgradennivo een betere verwachting, Hirlam zat te hoog met zijn uitvoer.
27-nov-10	4	Meerwaarde tussen gering en groot in.
27-nov-10	4	Omdat het Hirlam 'er naast' zat met veel te gekrompen winden, konden naast de Sodarwinden voor lagere hoogten (zeg tot 1500 vt), de AMDAR winden op iets grotere hoogte als indicator gebruikt worden. Kortom, bij ontbrekende of 'foute' modelwinden zijn de winden uit AMDAR-gegevens zeker bruikbaar.
27-nov-10	4	Door gebrek aan sodar winden boven 1000 vt, goede aanvulling. Winden meer gekrompen dan modelwind.
29-nov-10	4	Kleine aanpassingen verricht op grond van AMDAR.
1-dec-10	1	Zeer beperkte SODAR (tot 600 vt), daarom goede aanvulling voor hoogtewinden.... FZL aan aardoppervlak.
7-dec-10	1	Beter inzicht in het verloop van het fzl rond de nul graden isotherm.
10-dec-10	1	FZL goed te volgen tijdens WF passage
12-dec-10	1	Met een snel dalend freezing level is het goed om daar meerdere waarnemingen van te hebben
15-dec-10	1	Betere inschatting van FZL, Hirlam was aanvankelijk te hoog en na 09UTC meestal te laag.
15-dec-10	1	Goed bruikbaar voor FZL en 2000-3000 vt wind.
16-dec-10	1	Zoals al eerder gemeld heeft Hirlam wat problemen met temperaturen in windtemp- uitvoer, waardoor Amdar een beter beeld geeft. Ook onstabiele en geleidelijk stabiliseren mooi te zien, maar buien blijven nog even doorgaan.
18-dec-10	1	Als eerste informatie ter controle van de uitvoer voor de hoogtewind/temperatuur verwachting gaf het een goede indicatie. Verder waren de gegevens conform de verwachting. Jammer dat er maar 2 Amdars binnen kwamen tijdens mijn dienst.
19-dec-10	1	Windgegevens gebruikt om uitvoer voor windhoogte te controleren.
22-dec-10	1	Heel nuttig voor de bepaling van het freezing level en de warme bel op enige hoogte boven de grond
23-dec-10	1	Met name de temp opbouw in de onderste 1000 ft gaf info over de te verwachten neerslag
25-dec-10	1	Betere neerslagsoort verwachting door meer observaties van freezing level en opbouw in de onderste 3000 FT.
28-dec-10	1	AMDAR laat zien dat onderste laag in HIRLAM te koud is en niet onder nul is. Daardoor geen onderkoelde neerslag en betere schatting FZL.
28-dec-10	1	Vandaag erg interessant voor het bepalen van het freezing level, en ook voor de neerslagsoort. Af en toe wel twijfelachtig of de temperatuurmetingen kloppen. Zo was om 12:30 UTC de onderste 1200 voet onder 0, daarboven een laag tot 3000 voet boven 0 en de rest weer onder 0. Maar om 14:30 UTC was de hele temp onder 0 (om 14:30 werd er overigens gewoon regen gemeld). En die van 15:30 leek weer op die van 12:30. Verder was er wel goed te constateren met de AMDAR dat het Hirlam wat te koud was waardoor we de kans op sneeuw wat naar beneden hebben kunnen bijstellen.
29-dec-10	1	Goed zichtbaar dat opbouw isotherm is tot 4500 vt, t > 0 terwijl preset FZL met SFC of 100 vt aankomt.

#### 6.4. Case studie: neerslagsoort (28-12-2010)

*Casestudie mogelijke meerwaarde AMDAR m.b.t. verwachte neerslagsoort (dinsdag 28 december 2010)*

Auteur: Roy Mandersloot

##### **Inleiding**

In dit verslag wordt de mogelijke meerwaarde van het gebruik van AMDAR-profielen van 28 december 2010 onderzocht. Uit de evaluatie blijkt dat de dienstdoende meteorologen grote meerwaarde hebben ondervonden van de voorhanden zijnde profielen. Er zal worden onderzocht in hoeverre de ondervonden meerwaarde heeft geleid tot een verbeterde verwachting en welke invloed deze mogelijk heeft gehad op de banenkeus en capaciteit (aantal vertrekkende en/of landende vliegtuigen) uitgegeven door de LVNL. In deze situatie was er ook invloed op het proces van de-icen van de KLM en het behandelen van de banen door AAS. Een goede verwachting van (winterse) neerslagsoorten (sneeuw en onderkoelde neerslag) is van groot belang voor (de

veiligheid van) de luchtvaart. De vorm waarin neerslag valt is bij temperaturen rond het vriespunt (met name in de onderste laag van de atmosfeer) vaak moeilijk in te schatten. Een graad meer of minder kan bijvoorbeeld het verschil tussen regen en sneeuw betekenen. Het AMDAR-profiel kan dan meer duidelijkheid geven omtrent de opbouw van de betreffende laag van de atmosfeer en geeft dan meer zekerheid over de te verwachten neerslagsoort.

### Samenvatting

Een mogelijk meerwaarde van het gebruik van AMDAR-profielen is in dit verslag onderzocht. In dat kader worden casestudies gedaan. In dit geval betrof het zowel de vroege als de late dienst van dinsdag 28 december 2010. De dienstdoende meteorologen hebben aangegeven meerwaarde ondervonden te hebben van het gebruik van de profielen. Zowel in de ochtend als de middag is door de actuele situatie (o.a. AMDAR-profiel) beter inzicht verkregen in de te verwachten neerslagsoort. Volgens het model was er een grote kans op sneeuw en onderkoelde neerslag, maar deze grote kansen werden in twijfel getrokken door de waarnemingen, o.a. de AMDAR-profielen. De meerwaarde zat in de mate van zekerheid waarmee het verwachten van sneeuw en onderkoelde neerslag kon worden afgebouwd.

### Weersituatie

Een NW-ZO georiënteerde frontale zone bereikt het zuidwesten in de ochtend en trekt vertragend in noordoostelijke richting. De stroming is zuidelijk en voert vrij droge en stabiele lucht aan. Nabij de zone is de lucht vochtiger, komt nevel voor en valt van tijd tot tijd lichte, lokaal matige sneeuw, in de loop van de dag een toenemende kans op lichte regen. Nabij de zone tevens kans op onderkoelde neerslag.

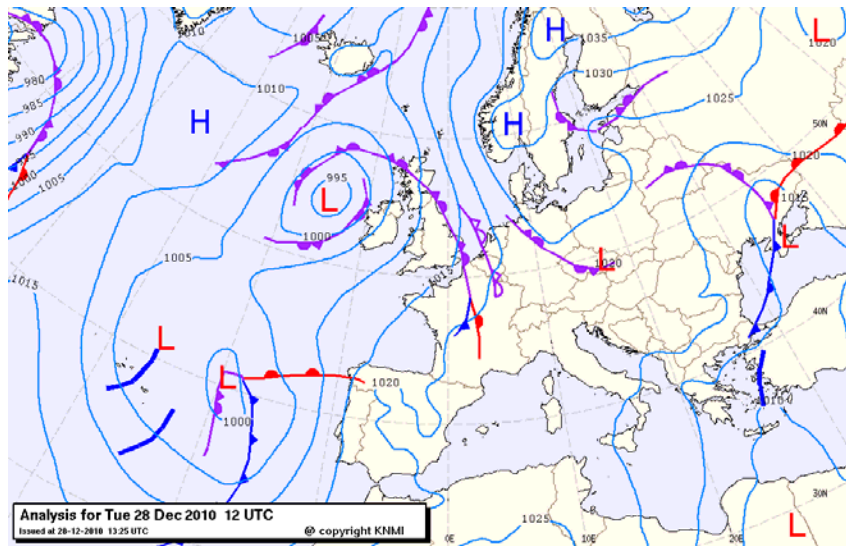


Fig. 1. Analyse vrijdag 28 december 2010 (12 UTC)

### Oproep MAS

Zowel de vroege als late MAS werd opgeroepen vanwege kans op winterse neerslag.

### Uitstaande verwachtingen en waargenomen weer

In de kansverwachting (zie Tab. 1) stond een kans op sneeuw en onderkoelde neerslag. Deze kans werd in de kansverwachtingen gedurende de dag verder afgebouwd. Ook in de TAF's (0612 en 1218, zie pag. 2 en 3) werd de kans op sneeuw in de loop van de dag afgebouwd (PROB TEMPO –SNRA –SN/SN werd –RASN –SN/-SNRA –SN). Onderkoelde neerslag werd niet in de TAF vermeld, omdat de kans klein was.

Tab. 1. Schipholkansverwachting uitgegeven om 09.50 UTC

	11	12	13	14	15	16	17	18
--	----	----	----	----	----	----	----	----

Temperature (C)	1	1	1	1	1	1	1	1
Dewpoint (C)	-2	-2	-1	-1	-1	-1	-1	-1

Snow (%)	20	25	30	30	30	25	20	15
Moderate or heavy snow (%)	0	0	5	5	5	0	0	0
Freezing rain (%)	5	10	10	10	10	10	5	5

TAF EHAM 280515Z 2806/2912 15009KT CAVOK  
 BECMG 2809/2812 FEW012 BKN040  
**PROB40 TEMPO 2809/2821 4000 -SN -SNRA SCT008 BKN012**  
**PROB30 TEMPO 2811/2820 2000 SN BKN008**  
 BECMG 2814/2817 12009KT 5000 BR BKN015  
 BECMG 2819/2822 2500 SCT003 BKN005

TAF COR EHAM 281257Z 2812/2918 13008KT 9999 FEW025 BKN045  
**TEMPO 2812/2918 5000 -RASN -SN BKN018**  
 BECMG 2816/2819 7000 BKN012  
**PROB30 TEMPO 2818/2902 2500 -SN -SNRA BKN007**  
 BECMG 2900/2903 4000 BR BKN007  
 PROB30 TEMPO 2902/2909 2000 -DZRA BKN003  
 BECMG 2908/2911 2500 BKN003  
 PROB30 2909/2918 1200 BKN002=

De waarnemingen (METAR's) tussen 06.00 en 19.00 UTC waren de volgende:

METAR EHAM 280555Z 13008KT CAVOK 01/M03 Q1017 NOSIG=  
 METAR EHAM 280625Z 13008KT CAVOK 01/M03 Q1017 NOSIG=  
 METAR EHAM 280655Z 15010KT CAVOK 01/M03 Q1017 NOSIG=  
 METAR EHAM 280725Z 14009KT CAVOK 01/M03 Q1017 NOSIG=  
 METAR EHAM 280755Z 15007KT CAVOK 01/M03 Q1017 NOSIG=  
 METAR EHAM 280825Z 15007KT CAVOK 01/M03 Q1018 NOSIG=  
 METAR EHAM 280855Z 13006KT 9999 FEW033 BKN046 01/M03 Q1018 NOSIG=  
 METAR EHAM 280925Z 16006KT 9999 FEW046 01/M03 Q1018 NOSIG=  
 METAR EHAM 280955Z 16007KT CAVOK 01/M03 Q1018 NOSIG=  
 METAR EHAM 281025Z 14006KT 110V180 9999 FEW038 01/M03 Q1018 NOSIG=  
 METAR EHAM 281055Z 13006KT 9999 FEW026 BKN042 01/M03 Q1018 NOSIG=

METAR EHAM 281125Z 10006KT 070V140 9999 FEW026 SCT042 01/M02 Q1018  
METAR EHAM 281155Z 11006KT 080V150 9999 SCT042 01/M02 Q1018 NOSIG=  
METAR EHAM 281225Z 09004KT 050V130 9999 SCT042 01/M02 Q1018 NOSIG=  
METAR EHAM 281255Z 13005KT 9999 FEW025 BKN044 01/M02 Q1019 NOSIG=  
*METAR EHAM 281325Z 13004KT 9999 -SN PL FEW017 BKN044 01/M02 Q1019*  
*METAR EHAM 281355Z 10006KT 9999 -RASN BKN017 BKN030 01/M02 Q1019*  
*METAR EHAM 281425Z 12007KT 9999 -RA FEW013 BKN015 OVC025 01/M02 Q1019*  
*METAR EHAM 281455Z 10007KT 8000 -RA FEW015 SCT045 01/M01 Q1019 BECMG*  
*NSW=*  
*METAR EHAM 281525Z 11007KT 9000 -RADZ FEW015 01/M01 Q1019 BECMG NSW=*  
METAR EHAM 281555Z 11009KT 9000 FEW020 01/M01 Q1019 NOSIG=  
METAR EHAM 281625Z 11010KT 9999 FEW020 01/M01 Q1019 NOSIG=  
METAR EHAM 281655Z 11009KT 9999 FEW035 BKN042 01/M01 Q1019 NOSIG=  
METAR EHAM 281725Z 12010KT 9999 FEW033 BKN042 01/M02 Q1019 NOSIG=  
METAR EHAM 281755Z 12009KT 9999 FEW035 OVC040 01/M02 Q1020 NOSIG=  
METAR EHAM 281825Z 12009KT 9999 FEW036 OVC040 01/M02 Q1020 NOSIG=  
METAR EHAM 281855Z 12008KT 9999 FEW034 OVC040 01/M02 Q1020 NOSIG=

Uit de waarnemingen (METAR's) valt af te leiden dat er op Schiphol tussen ongeveer 13.25 en 15.25 UTC (zie bovenstaande  *cursief gedrukte METAR's*) in eerste instantie lichte sneeuw en ijsregen is gevallen en dat deze neerslag spoedig in (mot)regen overging. Er is geen onderkoelde neerslag gemeld.

Waarom meerwaarde AMDAR?

Wanneer we de modelgegevens (Progtemps, Fig. 1 t/m 6) en de AMDAR-profielen (Fig 7 t/m 14) met elkaar vergelijken dan valt op dat de temperatuur in de onderste 2000 voet in het model lager is dan actueel werd waargenomen. Dat verschil is met name te zien in Fig. 2 (model) en Fig. 10 en 11 (waarneming, nul gradenlijn groen in AMDAR-profiel). In meer of mindere mate geldt dat ook voor de overige modelgegevens en AMDAR-profielen. Het verschil lijkt klein, maar juist rond het nulgradenniveau hebben deze kleine verschillen grote invloed op de neerslagsoort. In het model ligt de temperatuur in de onderste 2000 voet grotendeels onder nul, terwijl deze in de waarnemingen overwegend positief zijn. Voorgaande verklaart het verschil in de neerslagsoort berekend door het model (sneeuw, onderkoelde neerslag) en wat er in werkelijkheid werd waargenomen (kortdurende lichte sneeuw en ijsregen gevolgd door motregen).



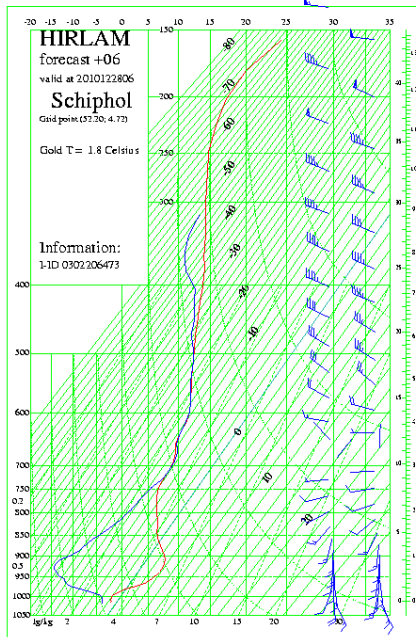


Fig. 1. Progtemp model 06 UTC

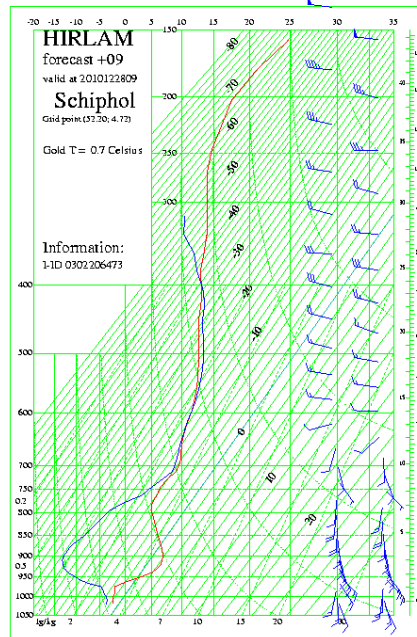


Fig. 2. Progtemp model 09 UTC

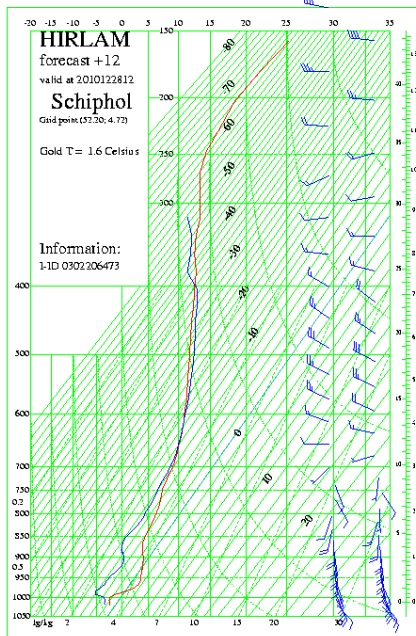


Fig. 3. Progtemp model 12 UTC

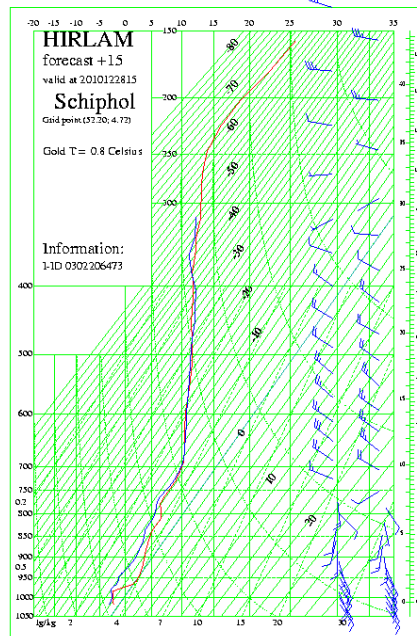


Fig. 4. Progtemp model 15 UTC

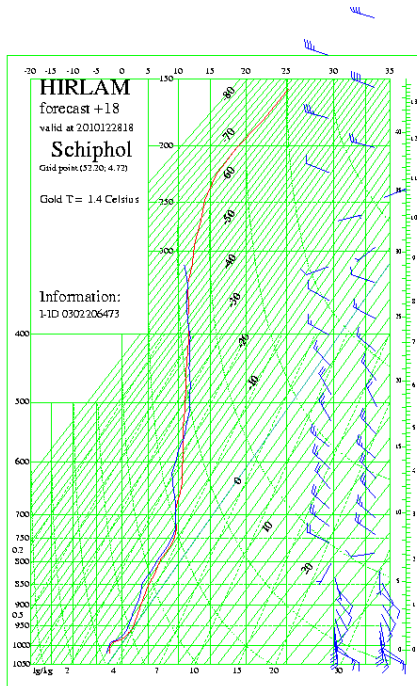


Fig. 5. Progtemp model 18 UTC

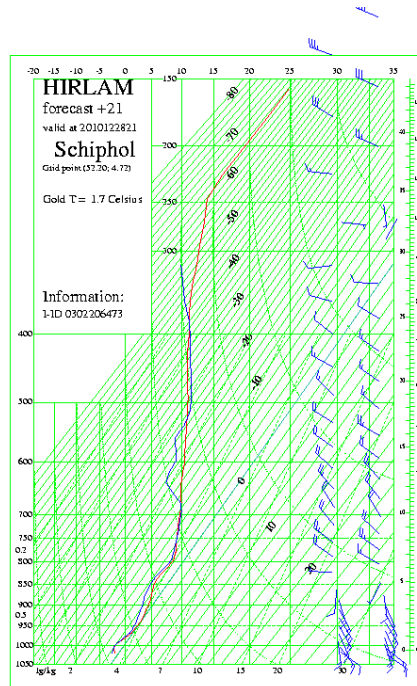


Fig. 6. Progtemp model 21 UTC

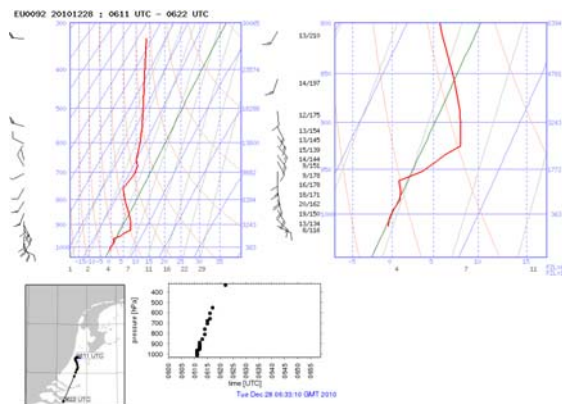


Fig. 7. AMDAR-profiel 06.15 UTC

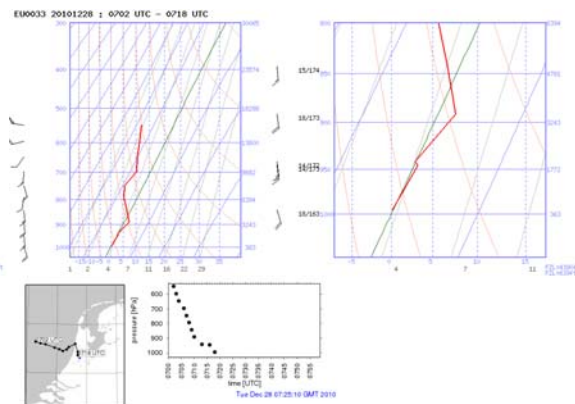


Fig. 8. AMDAR-profiel 07.10 UTC

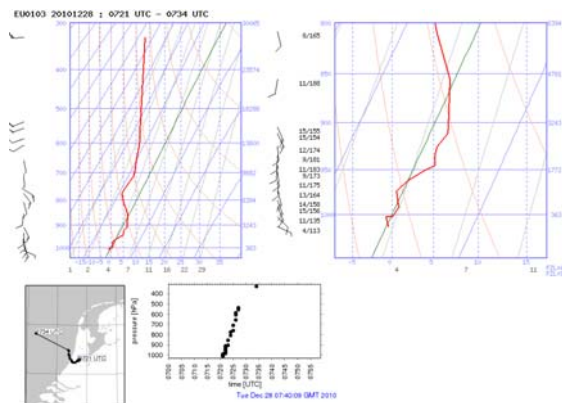


Fig. 9. AMDAR-profiel 07.30 UTC

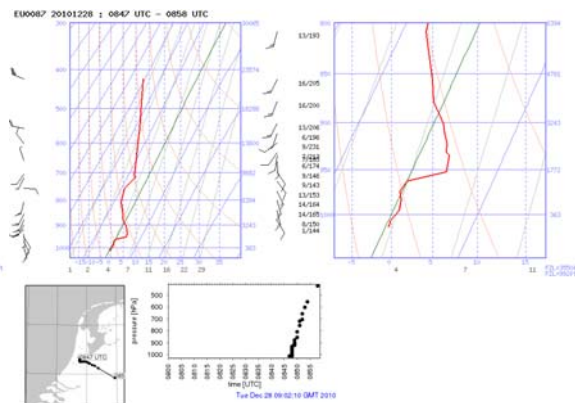


Fig. 10. AMDAR-profiel 08.50 UTC

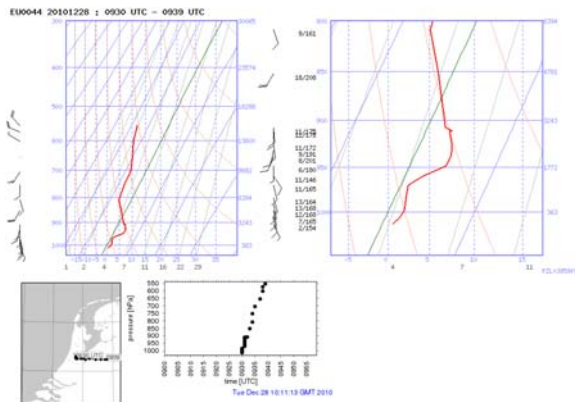


Fig. 11. AMDAR-profiel 09.35 UTC

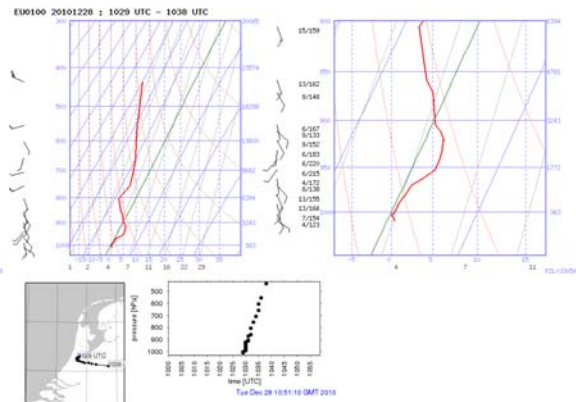


Fig. 12. AMDAR-profiel 10.50 UTC

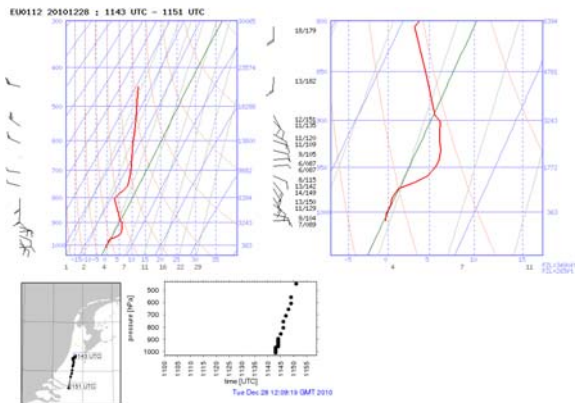


Fig. 13. AMDAR-profiel 11.45 UTC

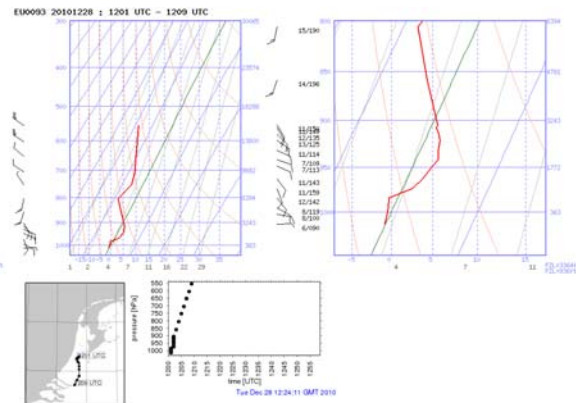


Fig. 14. AMDAR-profiel 12.05 UTC

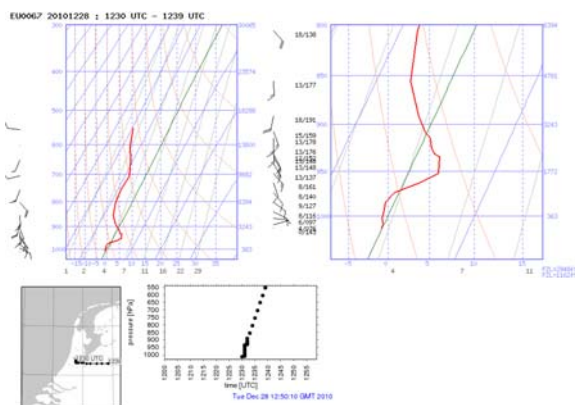


Fig. 15. AMDAR-profiel 12.35 UTC

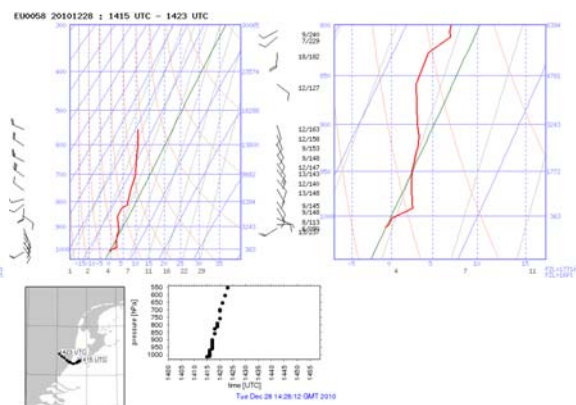


Fig. 14. AMDAR-profiel 14.20 UTC

Het verschil tussen de modeldata en de AMDAR-profielen is met name in de onderste 2000 voet markant. In deze laag berekent het model een duidelijk lagere temperatuur dan er daadwerkelijk gemeten wordt. Gebruik makende van de gegevens van de AMDAR-profielen heeft de dienstdoende meteoroloog de kans op sneeuw en onderkoelde neerslag afgebouwd. Er werd echter nog wel natte sneeuw verwacht. Uiteindelijk is er gedurende twee uur neerslag gevallen, meest in de vorm van (mot)regen. Uit de evaluatie van de MAS bleek dat er geen capaciteitsbeperkingen waren geweest, mogelijk mede dankzij het feit dat de kans op vaste neerslag gedurende de dag verkleind was.



## Conclusie

- In deze case is een meerwaarde van het gebruik van AMDAR-profielen door de meteoroloog gevonden.
- Op basis van de actualiteit (o.a. AMDAR-profiel) waren er twijfels over de neerslagsoort (sneeuw, onderkoelde neerslag) die het model berekende. Het model berekende een te koude laag in de onderste 2000 voet. Op basis van hiervan werd de kans op sneeuw en onderkoelde neerslag afgebouwd en naar alle waarschijnlijkheid was dat de reden dat er geen capaciteitsbeperkingen werden afgegeven.

## 6.5. Case studie: onderkoelde neerslag (16-01-2010)

### *Neerslag en afkoeling van de bovenlucht*

Auteur: Jan Hemink

Het AMDAR - profiel van 1428utc vertoont een zogenoemde ijsdriehoek. Boven een koude grondlaag tot ongeveer 1000vt (grondtemperatuur net boven 0, dalend naar -1 in de koude laag) bevindt zich een dikke laag (4500vt dik) met warme lucht,  $T \geq 0$  gr C, tot ongeveer 825hPa = 5500vt. Neerslag die door deze laag valt smelt in de warme laag tot regen. De regendruppels kunnen opnieuw onderkoeld raken in de koude lucht net boven de grond en zo aanleiding geven tot onderkoelde regen of motregen in die luchtlaag en/of op de grond.

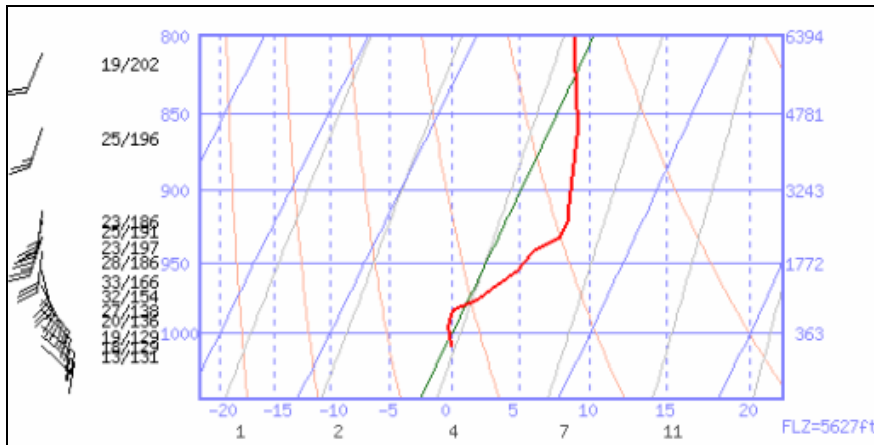
Die warme luchtlaag kan dunner en kouder worden bij aanvoer van koude lucht ( $T \leq 0$ ) of door verdampende neerslag indien de oorspronkelijke relatieve vochtigheid van de laag gering was. Dat laatste is niet af te leiden uit het profiel omdat het verloop van het dauwpunt en de natte bol temperatuur niet bekend is. Ook kan de laag afkoelen als de koude, vallende neerslag in de vorm van sneeuw, de hele laag van boven af koelt tot het vriespunt of iets daaronder.

Het profiel van 1548utc laat zien dat de koude laag boven het aardoppervlak is gegroeid tot een dikte van bijna 2000vt. De dunner geworden warme laag, zowel aan de onderkant als aan de bovenkant afgekoeld, is nu ongeveer 2500vt dik (van 2000 - 4500vt). In de koude lucht onder de warme laag kunnen nog steeds onderkoelde druppels zorgen voor onderkoelde neerslag. Om 1555utc meldt de waarnemer SPL: matige RAPL = matige regen en ijsregen.

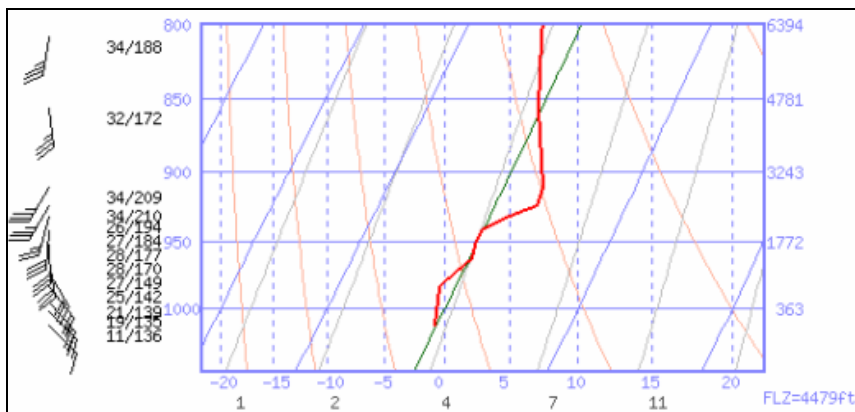
Doorgaande afkoeling van de warme laag zal uiteindelijk leiden tot een geheel koude laag met  $T \leq 0$ . Het AMDAR - profiel van 1935utc bevestigt dat de warme laag geheel is verdwenen. In de periode 1625 - 1825 wordt matige regen en sneeuw gemeld, overgaand in lichte sneeuw tot iets na 2025utc.

De waarde van het AMDAR - profiel komt vooral tot uiting in het voortijdig (1 uur van tevoren) waarnemen / registreren van de afkoeling van de bovenlucht. Zo kan met succes aangekondigd worden dat de eerste neerslag in de vorm van ijzel of ijsregen zal vallen overgaand in (natte) sneeuw.

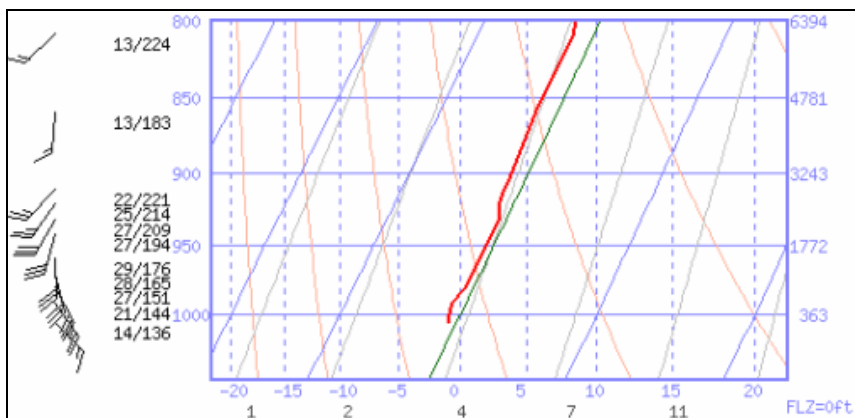
Onderstaande voorbeelden geven het proces weer dat hierboven is beschreven.



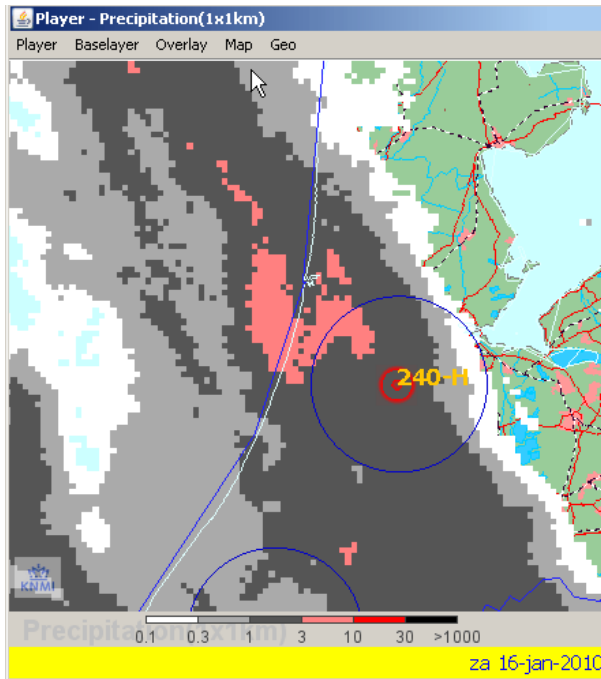
AMDAR – profiel 16 januari 2010 14.28z



AMDAR – profiel 16 januari 2010 15.48z



AMDAR – profiel 16 januari 2010 19.35z



*Een foto van het radarbeeld, van 16 januari 2010 16.00 UTC, toont de matige neerslag boven het vliegveld Schiphol (240-H = stationsnummer Luchthaven Schiphol), door de waarnemer gecodeerd als regen en ijsregen, overgaand in regen en sneeuw.*

## 6.6. Exemple of an AMDAR data transmission

1EE30.LOGPO06.DEC.SASLIB  
16:57 Wednesday, January 6, 20

ACREG=PH-BGA

DD TEXT

```
02 .._QU QXSXMXS...AMSOTKL 021257.KLM05U7OTL1.._DFX..AN PH-xxx/TP QXS..-
XCM 99 METONOFU 0.._
04 .._QU QXSXMXS...AMSOTKL 040827.KLM05OHSAG1.._DFX..AN PH-xxx/TP QXS..-
XCM 99 METONOFU 2.._
04 ..QU AMSOTKL...QXSXMXS 040828..DFD..FI KL017M/AN PH-xxx..DT QXS AMS6
040828 D36A..- /OK..XCM 99 METONOFU 2..AA ....
04 ..QU AMSOTKL...QXSXMXS 040944..N2T..FI KL017M/AN PH-xxx..DT QXS TLS3
040944 D41A..- EHAMELEMD..AMDAR3EU0087..RL,K QX OM2FL8,BXSCKS M///9RIZJ9
UKM088XSJL6 L///9..RIWJ3 UKMBE7ZSLLB L///9RITJ1 UKMCJ6,SILN L///9..RIPJB
UKMCJ6SSGL- L///9RIOJB UKMCK6
04 ..QU AMSOTKL...QXSXMXS 041038..N2T..FI KL017M/AN PH-xxx..DT QXS MAD3
041038 D45A..- EHAMELEMD..AMDAR3EU0087..RLRG 0 OO6FMCK4XSGMA N///9RIVJ1
UKMCJ4XSBL. N///9..RIZI- UKMCJ4XSALU N///9RJ9IN UKMCK4SS2LK N///9..RJ9IP
UKM7J5ZR-LA N///9RJ1J4 UKLW-9
04 ..QU AMSOTKL...QXSXMXS 041328..N2T..FI KL018C/AN PH-xxx..DT QXS BOD3
041328 D04A..- LEMDEHAM..AMDAR3EU0087..RLLK FE OUGZL5ZFRRXK- L///9RL7KO
UKL:P8QRRLA L///9..RL6KR UKME.4TSHL5 K///9RL5KR UKMF04FS6LC K///9..RL1K:
UKME.4IS5LN K///9RL1KU UKME.4
04 ..QU AMSOTKL...QXSXMXS 041423..N2T..FI KL018C/AN PH-xxx..DT QXS AMS4
041423 D08A..- LEMDEHAM..AMDAR3EU0087..RLU7 KU OWKZME.4NSLLX M///9RL2 -
UKMF04ISIM0 M///9..RL3 . UKMF04NSDM1 M///9RL3KK UKMF05GSGLV L///9..RL0K,
UKMF05XSELU M///9RL0K- UKM6W6
04 .._QU QXSXMXS...AMSOTKL 041439.KLM05XRSXF1.._DFX..AN PH-xxx/TP QXS..-
XCM 99 METONOFU 3.._
04 ..QU AMSOTKL...QXSXMXS 041439..DFD..FI KL018C/AN PH-xxx..DT QXS AMS4
041439 D11A..- /OK..XCM 99 METONOFU 3..AA ....
04 ..QU AMSOTKL...QXSXMXS 041445..N2T..FI KL018C/AN PH-xxxGA..DT QXS
AMS5 041445 D12A..- LEMDEHAM..AMDAR3EU0087..DL-W Q: OY-X O-KPP1 . O///9A J
P LJ O.KPO. Z M///9..A J L L3 O.KPOT Z P///9D F K MC O2KUO.KM Q///9..D G K
MU ,LHOE : W///9//////////
04 .._QU QXSXMXS...AMSOTKL 041552.KLM05ZLS121.._DFX..AN PH-xxx/TP QXS..-
XCM 99 METONOFU 2.._
04 ..QU AMSOTKL...QXSXMXS 041552..DFD..FI KL079F/AN PH-xxx..DT QXS AMS5
041552 D14A..- /OK..XCM 99 METONOFU 2..AA ....
04 ..QU AMSOTKL...QXSXMXS 041658..N2T..FI KL079F/AN PH-xxx..DT QXS LHR3
041658 D18A..- EHAMEGGBB..AMDAR3EU0087..RL-5 P- O.0FL8HCFRUL7 N///9R 718
UKLY.90S3MD K///9..R EI8 UKLY.8ZS1LX K///9R EI8 UKLRKASS1LD K///9..D ZIM
UKL6BEZRZL7 M///9D K K LL67E
04 .._QU QXSXMXS...AMSOTKL 041757.KLM052PTAN1.._DFX..AN PH-xxx/TP QXS..-
XCM 99 METONOFU 6.._
```

04 ..QU AMSOTKL...QXSXMXS 041845..N2T..FI KL080L/AN PH-xxx..DT QXS AMS3  
041845 D25A..- EGBBEHAM..AMDAR3EU0087..RL-L J9 P3CZLB,DLRNL0 O///9R JM4  
UKL,J8ARWLJ K///9..R LM5 UKLP7B4S6LW K///9D QLF ROL64E5R,LG K///9..D L W  
LRL0CE5R-KV L///9D K S L9K:9E  
04 ..\_QU QXSXMXS...AMSOTKL 042012.KLM0553TLW1..\_DFX..AN PH-xxx/TP QXS..-  
XCM 99 METONOFU 6..\_  
04 ..QU AMSOTKL...QXSXMXS 042012..DFD..FI KL039N/AN PH-xxx..DT QXS AMS5  
042012 D00A..- /.OK..XCM 99 METONOFU 6..AA ....  
04 ..QU AMSOTKL...QXSXMXS 042027..N2T..FI KL039N/AN PH-xxx..DT QXS AMS5  
042027 D02A..- EHAMEKBI..AMDAR3EU0087..AL-H R5 P801 LL.QC TKP///9A K K Q  
KLLZQB Y ///9..A K J P L7LSQD : W///9A K K N LOLPQD . W///9..A K K M LYLMQE .  
V///9A K K P MML  
04 ..QU AMSOTKL...QXSXMXS 042030..N2T..FI KL039N/AN PH-xxx..DT QXS AMS6  
042030 D04A..- EHAMEKBI..AMDAR3EU0087..AL-G R3 P812 OYKWQJKO N///9A K K  
Q PMKRQHKO S///9..A K J Q QBKMQFKO V///9A K K R R3KKQFKM Y///9..U L G LI VG  
0QB - X///9U K K : X2J  
04 ..QU AMSOTKL...QXSXMXS 042054..N2T..FI KL039N/AN PH-xxx..DT QXS HAM3  
042054 D06A..- EHAMEKBI..AMDAR3EU0087..AL-O R3 P85TKO2H5QOKL N///9A M M  
KXKSXGDQU , P///9..U P P LNKXVF4QZKP ,///9U L R L2K.DDURHKU U///9..U K M  
SL0CDNRLKZ ,///9RK,L3 UKL.28  
04 ..QU AMSOTKL...QXSXMXS 042116..N2T..FI KL039N/AN PH-xxx..DT QXS BLL1  
042116 D09A..- EHAMEKBI..AMDAR3EU0087..UM3N Y1 P9TF P1 KNP QKK///9D L I KV  
O- KNC V Y///9..D K I KK OD PNE R S///9D J C MT KUKPOL M  
U///9..////////////////////  
04 ..QU AMSOTKL...QXSXMXS 042117..N2T..FI KL039N/AN PH-xxx..DT QXS BLL1  
042117 D11A..- EHAMEKBI..AMDAR3EU0087..DM3O X. P9U6 O- KNC V Y///9D K K P O.  
KNP R ,///9..D K I Z OD PNE R S///9D J J . NN SOG Q Q///9..D K I KO MZ UPC R N///9D  
K I KN M6  
05 ..\_QU QXSXMXS...AMSOTKL 050449.KLM05I0T2F1..\_DFX..AN PH-xxx/TP QXS..-  
XCM 99 METONOFU 6..\_  
05 ..QU AMSOTKL...QXSXMXS 050449..DFD..FI KL030K/AN PH-xxx..DT QXS BLL1  
050449 D12A..- /.OK..XCM 99 METONOFU 6..AA ....  
05 ..QU AMSOTKL...QXSXMXS 050512..N2T..FI KL030K/AN PH-xxx..DT QXS BLL1  
050512 D14A..- EKBIEHAM..AMDAR3EU0087..AM3O XT PRQ, KQKPMX PKV///9A K K  
Q L9KMM, UKQ///9..A K L R M0 :NK : ///9A K K R MU UNS - Z///9..A K L R NI PNWKN  
U///9A K K R O8  
05 ..QU AMSOTKL...QXSXMXS 050514..N2T..FI KL030K/AN PH-xxx..DT QXS BLL1  
050514 D16A..- EKBIEHAM..AMDAR3EU0087..AM3O XW PRS2 PI DN-KQ W///9U K K P  
Q5 8O2KR X///9..U K L P QY 5O4KS V///9U K K Q RU 0N.KU X///9..U J M K,  
VEJ0O8KSKO///9A I J KP ZBI  
05 ..QU AMSOTKL...QXSXMXS 050542..N2T..FI KL030K/AN PH-xxx..DT QXS AMS4  
050542 D18A..- EKBIEHAM..AMDAR3EU0087..AM3J XS PRVHKN.GVO9KX N///9A H F  
L8KSUFNOTKS U///9..A J H KSKXTEQONK- S///9A H G K.K.ADAOKL2 P///9..U 1J2  
R3LMOAKP:KK K///9RI-IY UKM4.7  
05 ..\_QU QXSXMXS...AMSOTKL 050659.KLM05L9UAW1..\_DFX..AN PH-xxx/TP QXS..-  
XCM 99 METONOFU 2..\_  
05 ..QU AMSOTKL...QXSXMXS 050659..DFD..FI KL1073/AN PH-xxx..DT QXS AMS5  
050659 D22A..- /.OK..XCM 99 METONOFU 2..AA ....  
05 ..QU AMSOTKL...QXSXMXS 050751..N2T..FI KL1073/AN PH-xxx..DT QXS LHR4  
050751 D26A..- EHAMEGCC..AMDAR3EU0087..RL-U Q1 PWMZL7QDIPMKZ  
M///9RKQID UKLY.88OYKW K///9..R YI2 UKLY.80OJKZ K///9R TH: UKLX98LN:L2 K///9..D  
WI4 U4L6JCPPAKT P///9D K H :L3:D

05 ..\_QU QXSXMXS...AMSOTKL 050946.KLM05QGUKU1..\_DFX..AN PH-xxx/TP QXS..-  
XCM 99 METONOFU 6..\_  
05 ..QU AMSOTKL...QXSXMXS 050947..DFD..FI KL1074/AN PH-xxx..DT QXS MAN5  
050947 D30A..- /.OK..XCM 99 METONOFU 6..AA ....  
05 ..QU AMSOTKL...QXSXMXS 051015..N2T..FI KL1074/AN PH-xxx..DT QXS MAN5  
051015 D33A..- EGCCEHAM..AMDAR3EU0087..AM00 GN P.OZ KLLUPJ Q .///9A K J Z  
KSLXOO TKR///9..A K K R LDLROV ZKM///9A J K Q L,LNP1KLKM///9..A K J O  
MGLHP5KKKK///9A K K P N6L  
05 ..QU AMSOTKL...QXSXMXS 051017..N2T..FI KL1074/AN PH-xxx..DT QXS MAN5  
051017 D34A..- EGCCEHAM..AMDAR3EU0087..AL.. GK P.2F PLL0PQ . Y///9A K K L  
PPL2PQKK Z///9..A K K P Q8KYPWKM -///9A K J Q R0KUQ2KR -///9..U K K Q  
RYKKQ2KP -///9U K I KZ UH  
05 ..QU AMSOTKL...QXSXMXS 051031..N2T..FI KL1074/AN PH-xxx..DT QXS MAN3  
051031 D35A..- EGCCEHAM..AMDAR3EU0087..AM03 GK P.5F ,IIXQ3K: U///9A K  
M : .QIIQ6KZ Q///9..A M S LGKO8HUQCKT L///9A L R K-KSTGPQCKU M///9..A K Q  
K,KXZFPQEK P N///9A L R L1K.AE  
05 ..QU AMSOTKL...QXSXMXS 051052..N2T..FI KL1074/AN PH-xxx..DT QXS AMS3  
051052 D37A..- EGCCEHAM..AMDAR3EU0087..RL.G MF P.:ZLWJ90PK . L///9R BL,  
UKLG5AGPVKW L///9..D F - MZL62D5P.KU L///9D I W L,L08EPP,KY L///9..D H V  
LYKYVFUQ5KW M///9D I U LUKTVG  
05 ..QU AMSOTKL...QXSXMXS 051106..N2T..FI KL1074/AN PH-xxx..DT QXS AMS5  
051106 D40A..- EGCCEHAM..AMDAR3EU0087..AL-V R4 Q0WZ O.L7PVK, R///9D J J -  
P0L5PWK, R///9..D G K M: NTLCPKY S///9D G K M. TL,O: Y T///9..////////////////////  
05 ..QU AMSOTKL...QXSXMXS 051107..N2T..FI KL1074/AN PH-xxx..DT QXS AMS5  
051107 D42A..- EGCCEHAM..AMDAR3EU0087..DL-U R3 Q0XD P0L5PWK, R///9D H K  
MD OILCPVK, R///9..D J K KN NTLCPKY S///9D J K KO N1LHPIKW R///9..D J K KP  
MCLHPBKQ R///9D J K KO LOL  
05 ..\_QU QXSXMXS...AMSOTKL 051208.KLM05T0UQ31..\_DFX..AN PH-xxx/TP QXS..-  
XCM 99 METONOFU 6..\_  
05 ..QU AMSOTKL...QXSXMXS 051209..DFD..FI KL1627/AN PH-xxx..DT QXS AMS5  
051209 D00A..- /.OK..XCM 99 METONOFU 6..AA ....  
05 ..QU AMSOTKL...QXSXMXS 051224..N2T..FI KL1627/AN PH-xxx..DT QXS AMS5  
051224 D02A..- EHAMLIMC..AMDAR3EU0087..AL-H R5 Q3ZZ IM0PI TKM///9A K K K  
IM0PI TKM///9..A K K R UL,O, WKS///9A K J P KXLZP9 - Y///9..A K K O LFLUPCKM  
W///9A K K P M6L  
05 ..QU AMSOTKL...QXSXMXS 051226..N2T..FI KL1627/AN PH-xxx..DT QXS AMS5  
051226 D04A..- EHAMLIMC..AMDAR3EU0087..AL-H R3 Q3:Y OLLFPWK R :///9A J K Q  
P9LAQ5KR U///9..A K K Q P:L2Q8KR P///9A K J Q QKZQBKR Q///9..U J I K- VJ JQIKN  
U///9U J K KP YPJ  
05 ..QU AMSOTKL...QXSXMXS 051248..N2T..FI KL1627/AN PH-xxx..DT QXS FRA4  
051248 D06A..- EHAMLIMC..AMDAR3EU0087..AL-C R6 Q40FKO2HUQ6KY T///9A K K  
KKO2HUQ6KY T///9..A I P L3KSRGUQ1KX N///9A I O KXKX,FSQ5KY P///9..A H P  
L9K.CEMPXKX O///9R 0L1 RFLUJ8  
05 ..QU AMSOTKL...QXSXMXS 051328..N2T..FI KL1627/AN PH-xxx..DT QXS BLQ3  
051328 D09A..- EHAMLIMC..AMDAR3EU0087..RLYL W7 Q52FMMK65QAKK M///9RIT X  
UKMMK5SQVL1 M///9..RIT O UKM096HR2LB O///9RIS H UKL:M7FRBKZ M///9..RIU Q  
UKLGLB:RTKY M///9DJJ V P5L5:E  
05 ..\_QU QXSXMXS...AMSOTKL 051612.KLM05Z3U5L1..\_DFX..AN PH-xxx/TP QXS..-  
XCM 99 METONOFU 2..\_  
05 ..QU AMSOTKL...QXSXMXS 051612..DFD..FI KL1628/AN PH-xxx..DT QXS MXP1  
051612 D12A..- /.OK..XCM 99 METONOFU 2..AA ....  
05 ..QU AMSOTKL...QXSXMXS 051750..N2T..FI KL1628/AN PH-xxx..DT QXS STR3  
051750 D17A..- LIMCEHAM..AMDAR3EU0087..ULSE WD QEBFLA0DWSCKM



S///9RKSIR UKM6N55S0L: M///9..RK,J3 UKMF051RRLD L///9RK,J2 UKMF051RKLN  
M///9..RL8 I UKMF05DRDLE M///9RL7 B UKMF05  
05 ..QU AMSOTKL...QXSXMXS 051805..N2T..FI KL1628/AN PH-xxx..DT QXS AMS3  
051805 D19A..- LIMCEHAM..AMDAR3EU0087..ULZM RD QG69M3I5ZR7MC M///9UKZJD  
T6LJYBNR1LR M///9..DKR B QRL64EPR1LL M///9D P I LEL0SFUQ.LK O///9..D P J L6KY-  
GPQZLF L///9D P I LDKVHH  
05 ..\_QU QXSXMXS...AMSOTKL 051924.KLM054WVE51..\_DFX..AN PH-xxx/TP QXS..-  
XCM 99 METONOFU 2..\_  
05 ..QU AMSOTKL...QXSXMXS 051924..DFD..FI KL009T/AN PH-xxx..DT QXS AMS5  
051924 D23A..- /.OK..XCM 99 METONOFU 2..AA ....  
05 ..QU AMSOTKL...QXSXMXS 052045..N2T..FI KL009T/AN PH-xxx..DT QXS CDG3  
052045 D28A..- EHAMPLEMD..AMDAR3EU0087..RL,N Q: QL4FL6MEIQSL8 M///9RI,J9  
UKL,27CQRL K///9..WJE 3 Q1M8K4WR5L: N///9R 1 7 OJMH34ZQXLK L///9..RI,J5  
UKMHK4UQWLE L///9RI,J8 UKMHK4  
05 ..QU AMSOTKL...QXSXMXS 052141..N2T..FI KL009T/AN PH-xxx..DT QXS MAD3  
052141 D32A..- EHAMPLEMD..AMDAR3EU0087..RLTY LX QM,ZMHK3SR2LW N///9RI,J8  
UKMHJ3UR5LP N///9..RI,J8 UKMHK3PR7LM N///9RJ0J2 UKMHJ40R3LC N///9..RJ7IY  
UKMHK3PQ-LF N///9RJ8IX UKMHJ3  
05 ..QU AMSOTKL...QXSXMXS 052203..N2T..FI KL009T/AN PH-xxx..DT QXS MAD3  
052203 D34A..- EHAMPLEMD..AMDAR3EU0087..ULM7 E2 QP1ZLSTB0QFKZ S///9DI, A  
U4L6KG3QEKV Q///9..D J K :L5LFZQLKX S///9D E K LYL0SH5QIKY Q///9..D D M  
M5KZ9IAQBKP O///9D D N M3KU8J  
06 ..\_QU QXSXMXS...AMSOTKL 060446.KLM05IXVYM1..\_DFX..AN PH-xxx/TP QXS..-  
XCM 99 METONOFU 6..\_  
1EE30.LOGPO06.DEC.SASLIB  
16:57 Wednesday, January 6, 20

## 6.7. Model studies

See separate document: Assimilation of Hourly KLM AMDARs in HIRLAM