

Presentatie meteorologie in de luchtvaart

Dany Mariën, 19 april 2024

meteorologie voor de luchtvaart

1

1

Onderwerpen

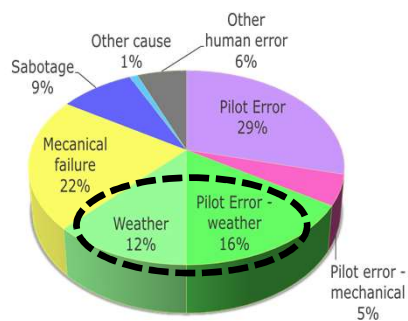
- Meteorologie & luchtvaart
- Organisatie & taken van weerdiensten
- Meteodienst Skeyes:
 - Waarnemingen (incl METAR)
 - Voorspellingen
- Maken van voorspellingen
- Maken van voorspellingen in de praktijk

meteorologie voor de luchtvaart

2

2

Meteorologie & luchtvaart



Tabel oorzaken
luchtvaartongevallen

- ca 1/3 luchtvaartongevallen te wijten aan “weersomstandigheden” (zie tabel)
- ca 80% vertragingen = > 15 min te wijten aan “weersomstandigheden”

meteorologie voor de luchtvaart

3

3

Meteorologie & luchtvaart (2)

→ Gevaarlijke weersfenomenen voor de luchtvaart:



meteorologie voor de luchtvaart

4

4

Organisatie en taken van weerdiensten

→ Op wereldschaal 2 voorname organisaties:

1. World Meteorological Organisation (WMO):



→ voornaamste taken:

- verzamelen & verspreiden van alle mogelijke meteorologische data + aanmaak weermodellen → wereldwijd netwerk van regionale & nationale weerdiensten
- standaarden ontwikkelen m.b.t. waarnemingen/ voorspellingen & monitoring uniformiteit in uitvoeren & procedures wereldwijd
- vorming & training meteorologisch personeel

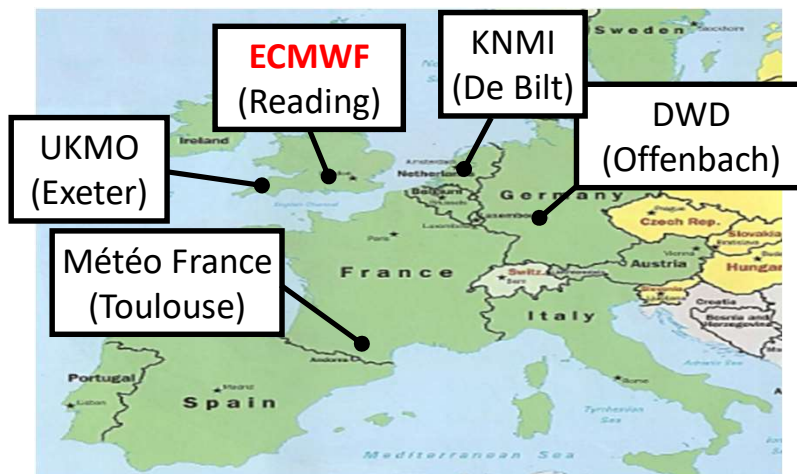
meteorologie voor de luchtvaart

5

5

Organisatie en taken van weerdiensten (2)

• Regionale weerdiensten W-Europa:



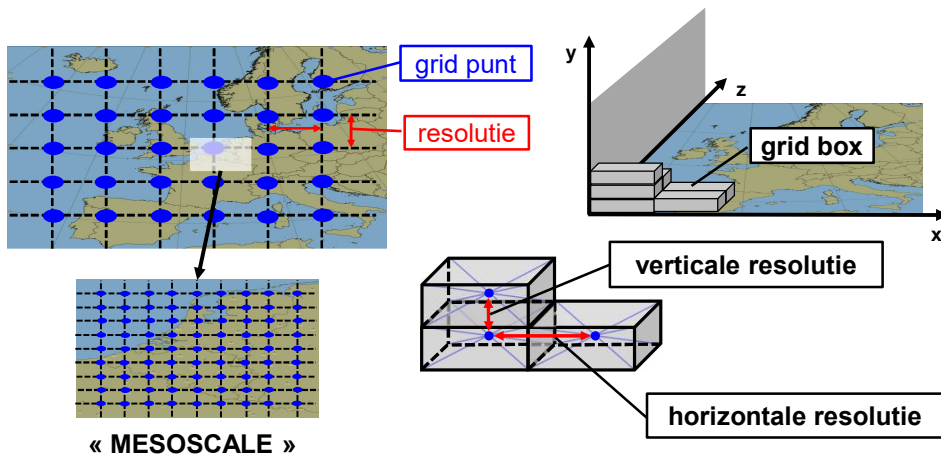
meteorologie voor de luchtvaart

6

6

Organisatie en taken van weerdiensten (3)

• Numerical Weather Prediction (NWP):

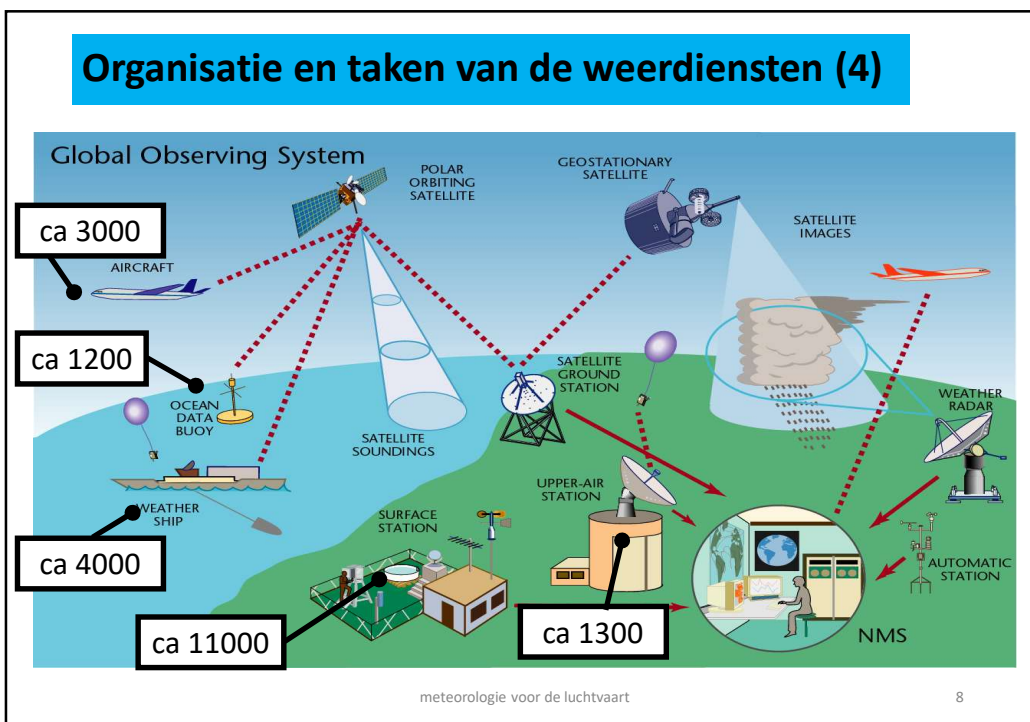


meteorologie voor de luchtvaart

7

7

Organisatie en taken van de weerdiensten (4)



meteorologie voor de luchtvaart

8

8

Organisatie en taken van de weerdiensten (5)

→ geostationaire weersatellieten:



Gebied gezien door MSG

Geostationaire satellieten

meteorologie voor de luchtvaart

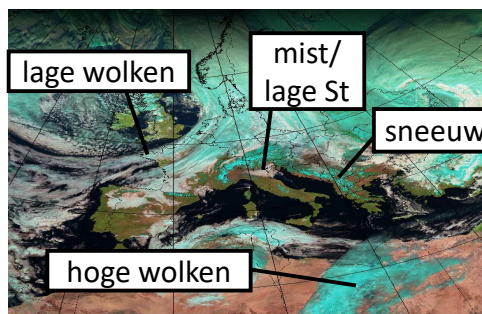
9

9

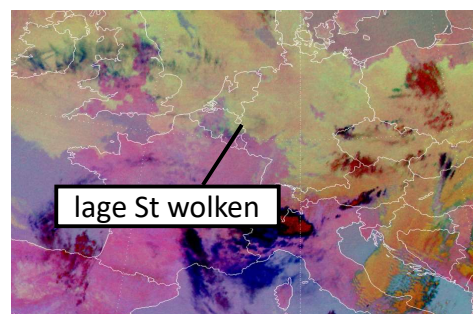
Organisatie en taken van de weerdiensten (6)

→ geostationaire weersatellieten (2):

- 12 kanalen → 3 "klassieke" (vis, IR & WV) + 9 tussenkanalen
- RGB-producten → combinatie info van meerdere kanalen = specifieke producten in kleuren voor opsporen van bepaalde fenomenen bvb lage wolken, vulkanische as, hoeveelheid water in wolken,....



Voorbeeld RGB 321



Voorbeeld RGB at night

meteorologie voor de luchtvaart

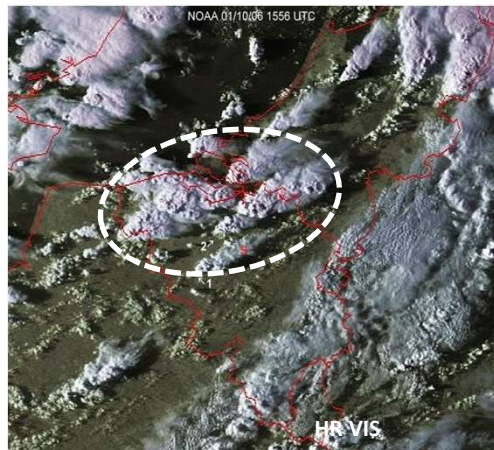
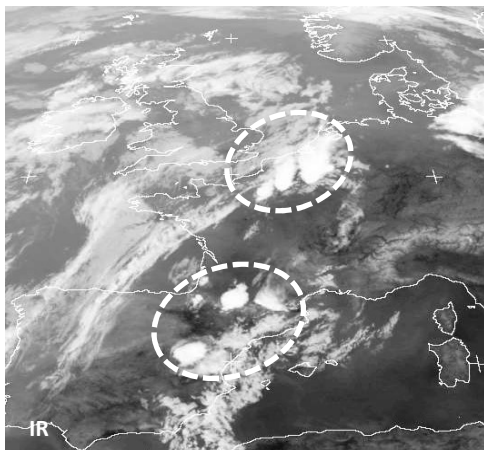
10

10

Organisatie en taken van de weerdiensten (7)

→ geostationaire weersatellieten (3):

- Gevaarlijke buien- of onweerswolken (CB) zeer herkenbaar



meteorologie voor de luchtvaart

11

11

Organisatie en taken van weerdiensten (8)

2. International Civil Aviation Organisation (ICAO):



- gespecialiseerd agentschap Verenigde Naties voor internationale luchtvaart
- Voornaamste taken:
 - vastleggen vereisten mbt internationale luchtvaart waaraan lidstaten moeten voldoen
 - vastleggen & zorgen voor naleving van regels internationale luchtvaart via **International Standards & Recommended Practices (SARPs)** (vastgelegd in Annexen)
 - SARPs meteorologie in **Annex 3**

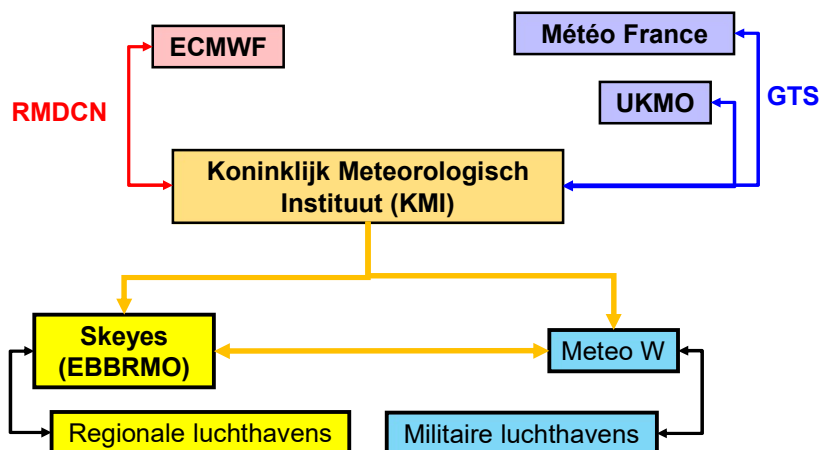
meteorologie voor de luchtvaart

12

12

Organisatie en taken van weerdiensten (7)

• Weerdiensten in België:

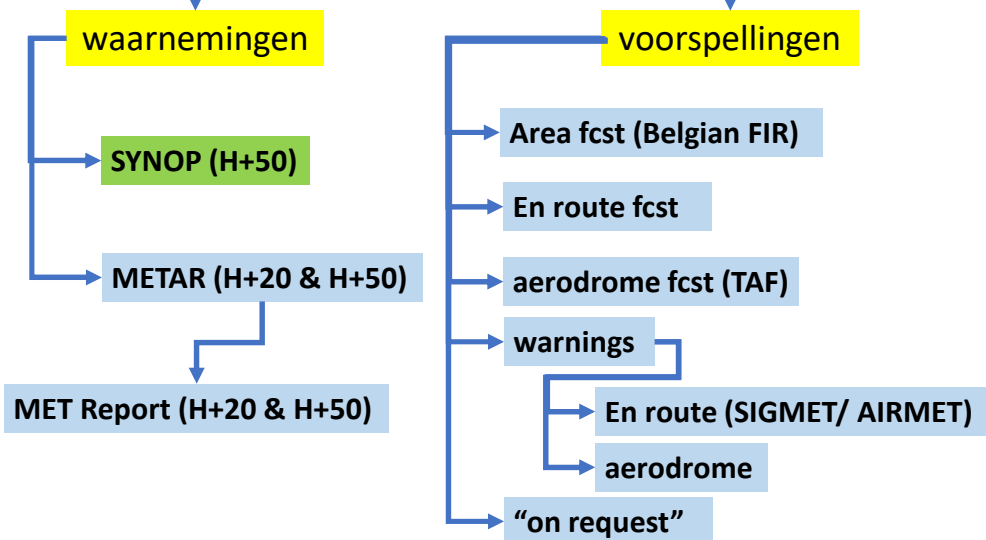


meteorologie voor de luchtvaart

13

13

Meteodienst Skeyes



meteorologie voor de luchtvaart

14

14

Waarnemingen

→ meeste parameters m.b.v instrumenten



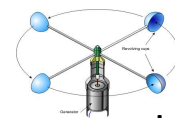
ceilometer → bepalen van hoogte wolkenbasis (dag & nacht)



temperatuursensoren



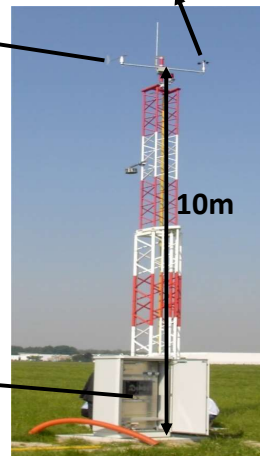
windvaan (windrichting)



anemometer (windsnelheid)



luchtdruksensoren



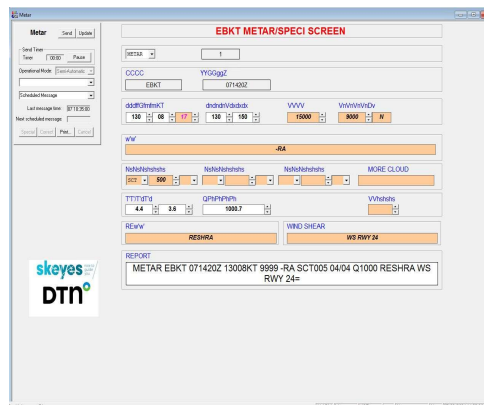
meteorologie voor de luchtvaart

15

15

Waarnemingen (2)

- “menselijke” input → zichtbaarheid, wolken (type, hoeveelheid & wolkenhoogte) & weersfenomenen (observer screen)
- Alle info verzameld en verwerkt in semi- automatisch weerstation → specifieke pagina's voor aanmaken van METAR & Met Report



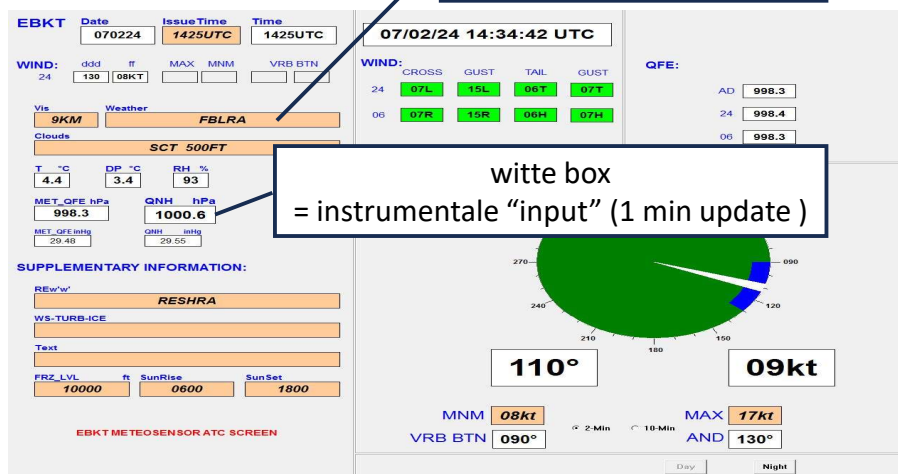
meteorologie voor de luchtvaart

16

16

Waarnemingen (3)

- Resultierend scherm:



meteorologie voor de luchtvaart

17

17

Waarnemingen (4)

→ METAR:

- = **meteorological aerodrome routine weather report** = "actuele" weercondities op bepaalde luchthaven op vastgelegd tijdstip (uurlijks of halfuurlijks)
- ICAO code specifiek voor luchtvaart (piloten, luchthavenautoriteiten,...) → in Engelse taal + in vastgelegde volgorde groepen van officiële ICAO afkortingen en/ of cijfers
- enkel parameters belangrijk voor luchtvaart
- kan extra info bevatten bvb info over wind schering en/ of TREND fcst (= voorspelde warden van bepaalde parameters voor volgende 2 uren)
- format kan aangepast worden volgens nationale criteria

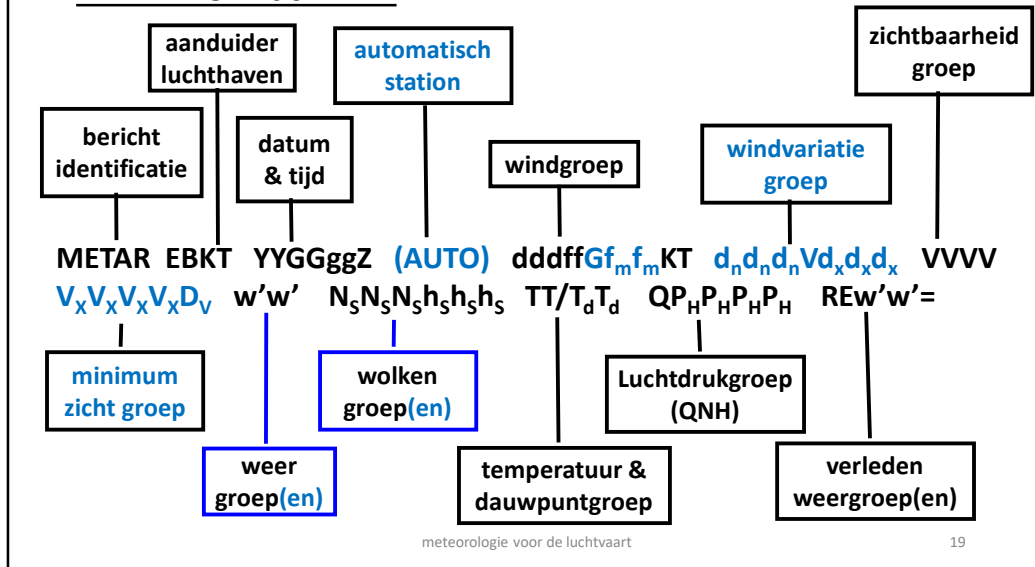
meteorologie voor de luchtvaart

18

18

Waarnemingen (5)

→ METAR format EBKT:



19

Waarnemingen (6)

→ METAR format EBKT (2):

- **(AUTO)**: enkel waarnemingen van instrumenten
- **dddffGf_mf_mKT**: windgroep
 - **ddd**: gemiddelde windrichting in periode OT - 10min
 - **ff**: gemiddelde windsnelheid in periode OT - 10min
 - **KT** = eenheid windsnelheid = knopen
 - **Gf_mf_m**: maximale windstoot in 10 min periode → **enkel gemeld indien f_mf_m = > ff + 10KT**
- Opmerking: geen wind = 00000KT, veranderlijke wind = VRB01KT of VRB02KT
- **d_nd_nd_nVd_xd_xd_x**: windvariatiegroep → **enkel gemeld indien 60° = > variatie = < 180° (ff = > 3KT)**

meteorologie voor de luchtvaart

20

20

Waarnemingen (7)

→ **METAR format EBKT (3):**

• **VVVV: (horizontale) zichtbaarheid in 4 cijfers**

- < 5km → VVVV in m bvb 0000 = <50m, 0250 = 250m, 1200 = 1200m, 3400 = 3400m,..., 5000 = 5000m
- ≥ 5 km → VVVV in km bvb 5km = 5000, 6km = 6000, ..., 9km = 9000, = > 10km = 9999

V_xV_xV_xV_xD_v: minimum zicht → enkel gemeld indien < 5000m & < ½ VVVV of indien < 1500m (altijd)

Opmerking D_v = richting waarin minimum zicht is waargenomen bvb 1200NW, 0800S, 0550E,...

Waarnemingen (8)

→ **METAR format EBKT (4):**

• **groep(en) w'w'**: weersfenomenen (max 3) in 10min periode voor OT

| codetabel 4678 | | | | |
|-----------------------------|--------------|---------------|-------|--------|
| voorkomen | | weersfenomeen | | |
| intensiteit of in nabijheid | beschrijving | neerslag | zicht | andere |
| - (licht) | MI | DZ | BR | |
| geen aanduiding | BC | RA | FG | PO |
| (matig) | PR | SN | FU | SQ |
| + (hevig) | DR | SG | VA | FC |
| | BL | PL | DU | SS |
| | SH | GR | SA | DS |
| VC (in nabijheid) | TS | GS | HZ | |
| | FZ | UP | | |

Waarnemingen (9)

→ METAR format EBKT (5):

- groep(en) w'w': voorbeelden
- "single" fenomeen = 2 letters bvb **BR** = nevel, **HZ** = droge nevel, **FG** = mist,...
- Neerslagfenomeen = 2 letters + intensiteit + beschrijving (indien van toepassing)
 - lichte regen = **-RA**, matige sneeuwval = **SN**, hevige motregen = **+DZ**,...
 - lichte regenbui = **-SHRA**, onweer met matige sneeuwval = **TSSN**, hevige hagelbui = **+SHGR**,...
- in buurt van luchthaven (VC) bvb **VCSH** (bui), **VCTS** (onweer), **VCFG** (mist),...
- andere beschrijvingen bvb **BCFG** = mistbanken, **MIFG** = dunne grondmist, **DRSA** = opwaaierend zand (< 2m), **BLSN** = opwaaierend sneeuw (> 2m)

meteorologie voor de luchtvaart

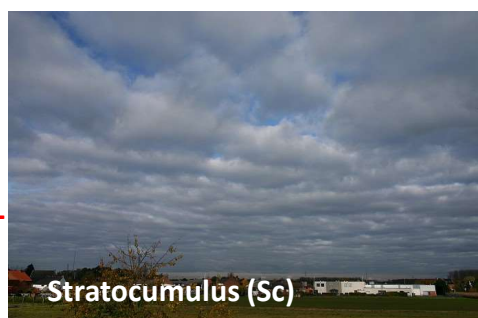
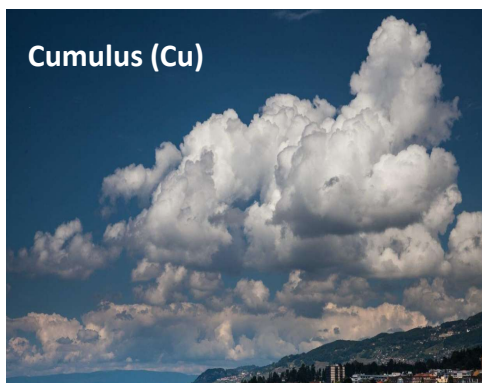
23

23

Waarnemingen (10)

→ METAR format EBKT (6):

- Groep(en) N₅N₅N₅h₅h₅h₅:
- **wolkengroep(en) < 5000FT AGL**



meteorologie voor de luchtvaart

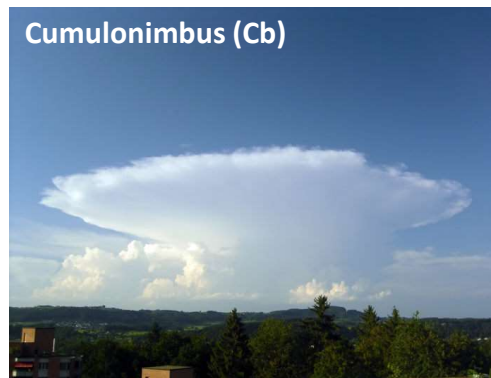
24

24

Waarnemingen (11)

→ **METAR format EBKT (7):**

- Groep(en) $N_s N_s N_s h_s h_s h_s$ (2):
- **wolkengroep(en) < 5000FT AGL → towering Cumulus (TCU)**
en/ of **Cumulonimbus (CB)**



meteorologie voor de luchtvaart

25

25

Waarnemingen (12)

→ **METAR format EBKT (8):**

- Groep(en) $N_s N_s N_s h_s h_s h_s$ (3):

- Max 4 groepen:

1. Laagste wolken ongeacht hoeveelheid
2. Wolken(laag) met min 3/8 hoeveelheid
3. Wolken(laag) met min 5/8 hoeveelheid
4. TCU of CB indien nog niet in 1 van vorige groepen

- $N_s N_s N_s$: hoeveelheid → FEW (1-2/8), SCT (3-4/8), BKN (5-7/8) of OVC (8/8)

- $h_s h_s h_s$: hoogte wolkenbasis in FT AGL → 3 cijfers (bvb 000 = < 100FT, 001 = 100FT, 010 = 1000FT, 025 = 2500FT,....)

Voorbeelden; 2/8 Cu op 2000FT = FEW020, 5/8 Sc op 4200FT = BKN042, 3/8 St op 700FT & 8/8 St op 1000FT = SCT007 OVC010,....

- indien TCu of CB aanwezig $N_s N_s N_s h_s h_s h_s$ TCU of $N_s N_s N_s h_s h_s h_s$ CB bvb SCT030TCU, SCT005 BKN012CB,....

meteorologie voor de luchtvaart

26

26

Waarnemingen (13)

- **METAR format EBKT (9):**

- **TT/T_dT_d** : temperatuur & dauwpunt in gehele graden (indien < 0°C = MTT/MT_dT_d) bvb 12/08, 01/M01, M02/M03,...
- **QP_HP_HP_HP_H** : luchtdruk (QNH) in gehele hPa bvb Q0998, Q1001, Q1015,...
- **REw'w'**: "belangrijk" weersfenomeen in periode tussen huidige en vorige METAR bvb RETSRA, REFZDZ, RESHGR,...
- =: einde van METAR
- Voorbeelden:

METAR EBKT 111420Z 24012KT 9999 SCT040 10/05 Q1014=

METAR EBKT 080650Z VRB02KT 2500 BR BKN005 M01/M02 Q1020 REFZRA=

METAR EBKT 271020Z 20017G30KT 4000 SHRA SCT005 OVC012CB 20/16 Q0999 RETSRA=

meteorologie voor de luchtvaart

27

27

Waarnemingen (12)

- **METAR format EBKT (10):**

- Enkele speciale gevallen:

METAR EBKT 221220Z 18005KT 7000 NSC 15/09 Q1012=

- NSC = geen wolken (0/8) of geen wolken < 5000FT AGL en geen TCU en/ of CB

METAR EBKT 171850Z 09008KT CAVOK 07/02 Q1020=

- CAVOK = NSC + zicht = > 10KM + geen belangrijk weersfenomeen

meteorologie voor de luchtvaart

28

28

Voorspellingen

- Area forecast → Belgian FIR
- Forecast bulletins bvb General Forecast, GAMET
- En route forecasts → info van wind & temperatuur op verschillende vliegniveau 's
- aerodrome forecasts → TAF
- ICAO code met voorspelde waarden van wind, zicht, weersfenomenen & wolken binnen een bepaalde periode (codering idem als METAR incl NSC, CAVOK)
- voorbeeld:

TAF EBBR 111130Z 1112/1218 22015G25KT 7000 -RA SCT005
 OVC011 **TEMPO** 1112/1115 4000 RA SCT003 BKN005 **BECMG**
 1115/1117 30010KT 9999 NSW SCT025 TEMPO 1121/1206
 32015G25KT 4000 SHRA SCT005 BKN020CB **PROB30 TEMPO**
 1121/1124 32020G35KT 2500 TSRA=

meteorologie voor de luchtvaart

29

29

Voorspellingen (2)

→ Warnings:

- En route → SIGMET of AIRMET (vluchten < FL100)
 - ICAO code met melding van "gevaarlijke" weersfenomenen tijdens de vlucht bvb hevige turbulentie, onweders,...
 - bevat info m.b.t. locatie, periode, vluchthoogte(n), intensiteit en beweging
 - grote impact op luchtverkeer
- Aerodrome warning → bij voorkomen van gevaarlijke weersfenomenen (bvb onweer, sneeuwval, sterke wind,...) op specifieke luchthaven(s)
 - specifiek voor luchthaveninspectie & ATS dienst
 - specifieke ICAO format incl type fenomeen & intensiteit, tijdsduur + soms bijkomende info m.b.t zicht, verwachte piekwaarden van wind, hoeveelheid sneeuw,....

meteorologie voor de luchtvaart

30

30

Voorspellingen (3)

→ “on request”: specifieke voorspellingen bvb voor ATC of luchthaven

Voorbeelden:

- Special visibility warning (SVW) → wanneer zicht < 1500m en/ of “ceiling” < 500FT AGL
 - Voorbereiding op eventueel **Low Visibility Procedures (LVP)** → vis < 800m en/ of “ceiling” < 300FT
- Lightning warning: bij blikseminslag(en) in Ø 5km van luchthaven → stoppen van alle “fueling”

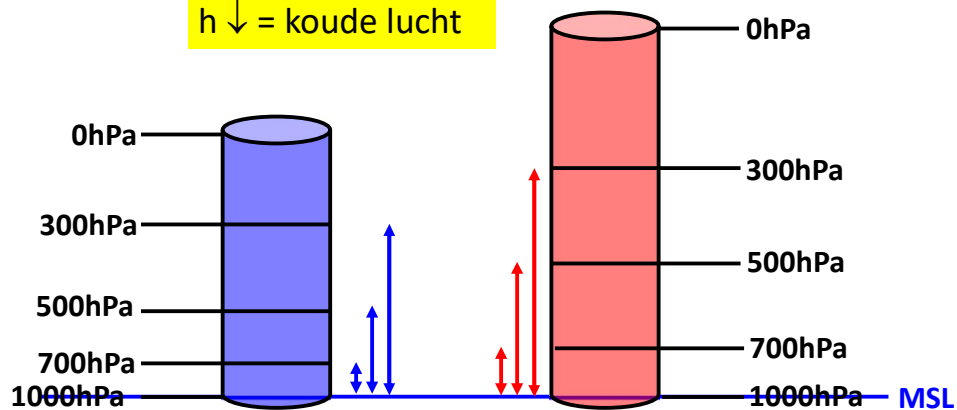
Maken van de voorspellingen

- vooral m.b.v. NWP producten (groot- en kleinschalige hoogtekarten) + bepaalde voorspellingstechnieken (vooral hoogtepeilingen) + “ervaring”
- NWP hoogtekarten = constante drukvlakken
 - $P = R\rho T \rightarrow R = \text{constant} \ \& \ \text{indien } P = \text{constant} \Rightarrow \rho$ (luchtdichtheid) $\approx \text{constant}$
 - Altimeter = barometer die luchtdruk (P) omzet in hoogte
- meest gebruikte standaard drukvlakken
 - 850hPa ($\approx 1.5\text{km}/5000\text{FT AMSL}$)
 - 700hPa ($\approx 3\text{km}/10000\text{FT AMSL}$)
 - 500hPa ($\approx 5\text{km}/18000\text{FT AMSL}$)
 - 300hPa ($9\text{km}/30000\text{FT AMSL}$),...

Maken van de voorspellingen (2)

→ Basisprincipe van hoogtekaarten:

$h \uparrow$ = warme lucht
 $h \downarrow$ = koude lucht



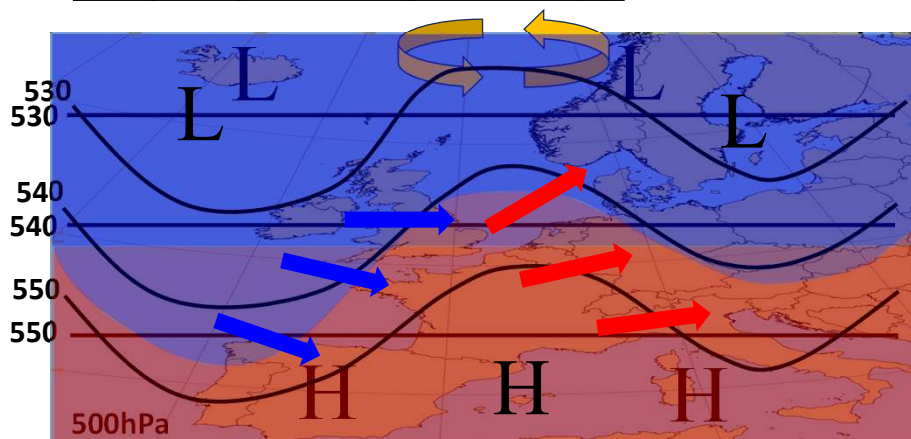
meteorologie voor de luchtvaart

33

33

Maken van de voorspellingen (3)

→ Basisprincipe van hoogtekaarten (2):



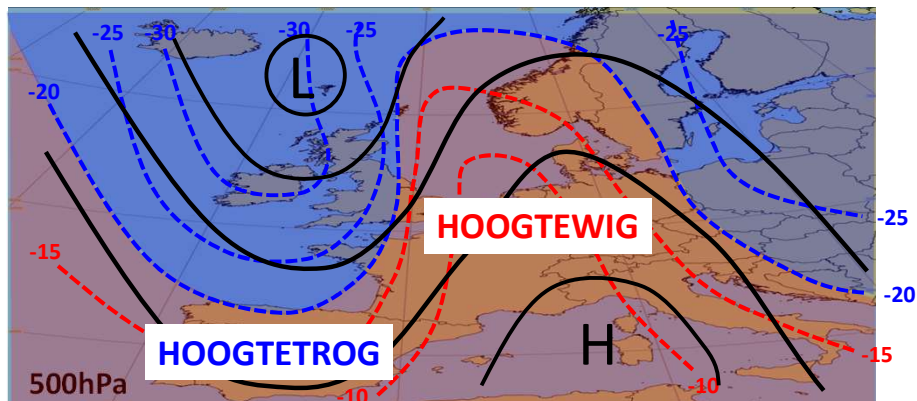
meteorologie voor de luchtvaart

34

34

Maken van de voorspellingen (4)

→ Basisprincipe van hoogtekaarten (3):



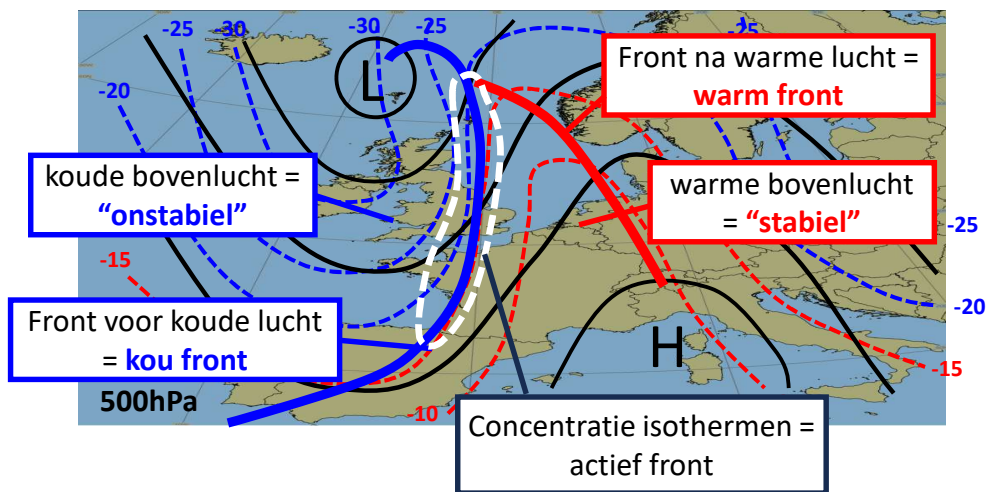
meteorologie voor de luchtvaart

35

35

Maken van de voorspellingen (5)

→ Relatie hoogtepatrioon/ weer aan de grond:



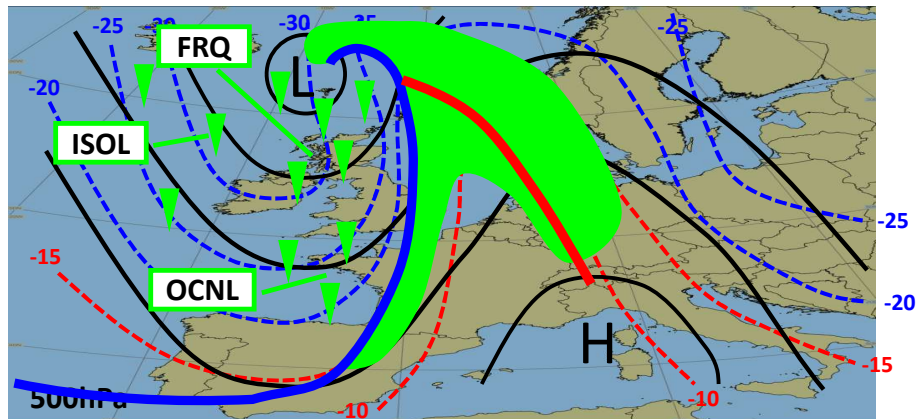
meteorologie voor de luchtvaart

36

36

Maken van de voorspellingen (6)

→ Relatie hoogtepatroon/ weer aan de grond (2):



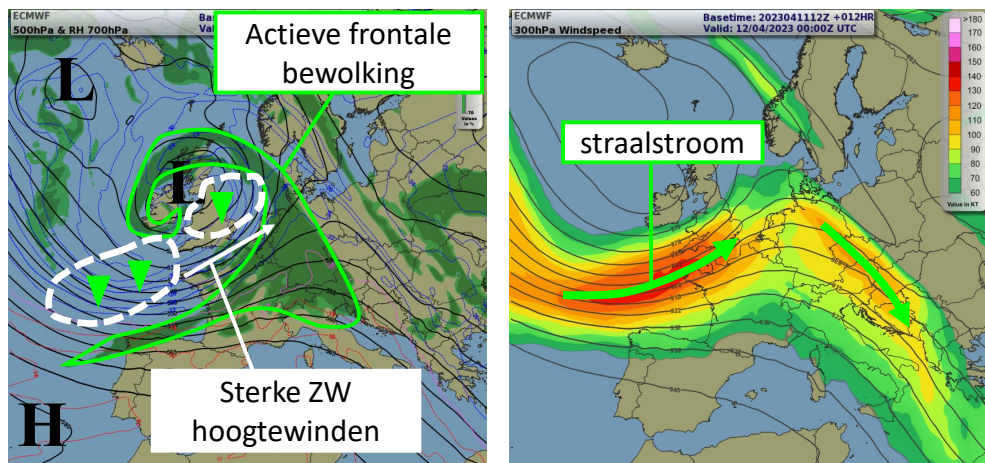
meteorologie voor de luchtvaart

37

37

Maken van de voorspellingen in de praktijk

→ Stap 1: bekijken van grootschalige patronen in hogere luchtlagen (500hPa & 300hPa)



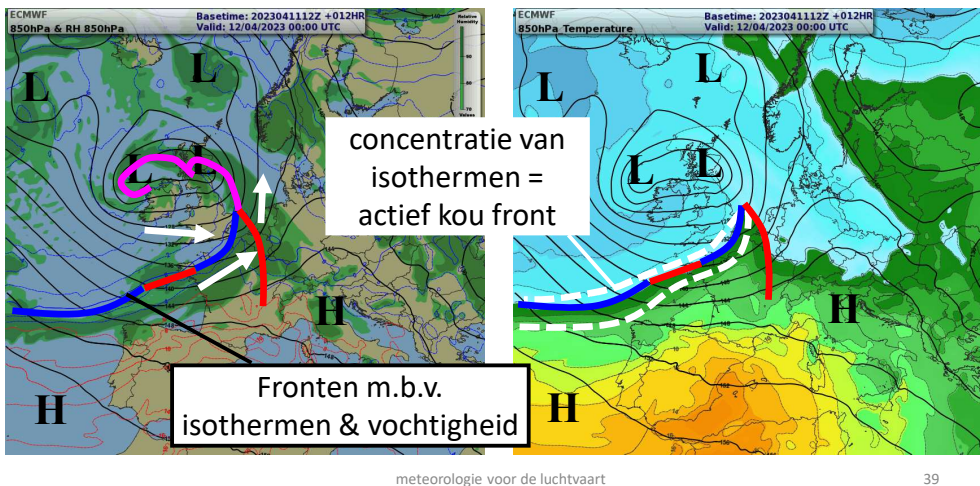
meteorologie voor de luchtvaart

38

38

Maken van de voorspellingen in de praktijk (2)

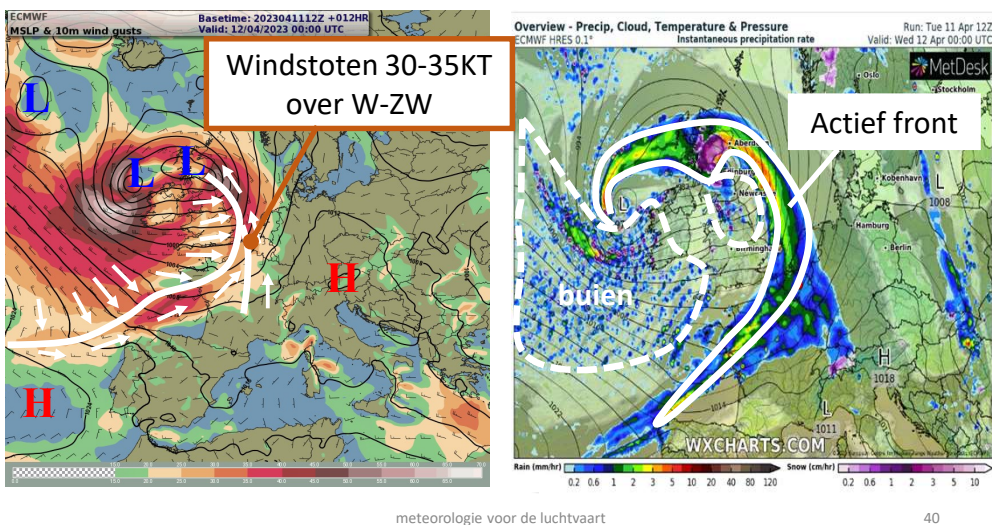
→ **Stap 2: bekijken van grootschalige patronen in lage luchtlagen (850hPa)**



39

Maken van de voorspellingen in de praktijk (3)

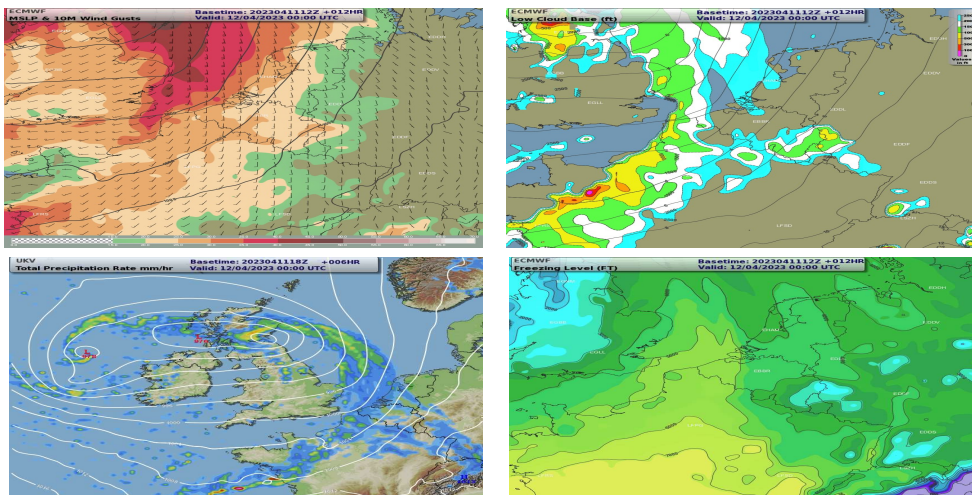
• **Stap 3: bekijken van grootschalige patronen op de grond**



40

Maken van de voorspellingen in de praktijk (4)

- **Stap 4: bekijken van kleinschalige (operationele) producten**



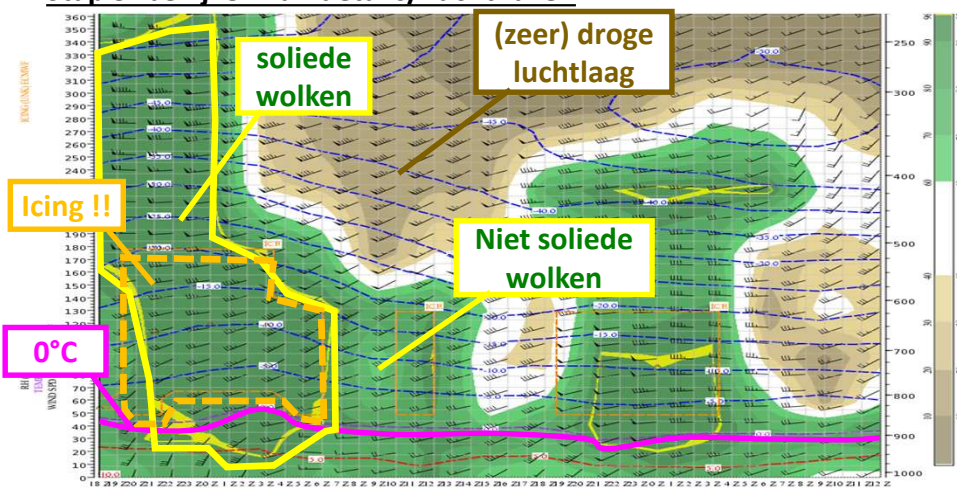
meteorologie voor de luchtvaart

41

41

Maken van de voorspellingen in de praktijk (5)

- **Stap 5: bekijken van details/ luchthaven**



2 D cross sectie (tijd & hoogte)

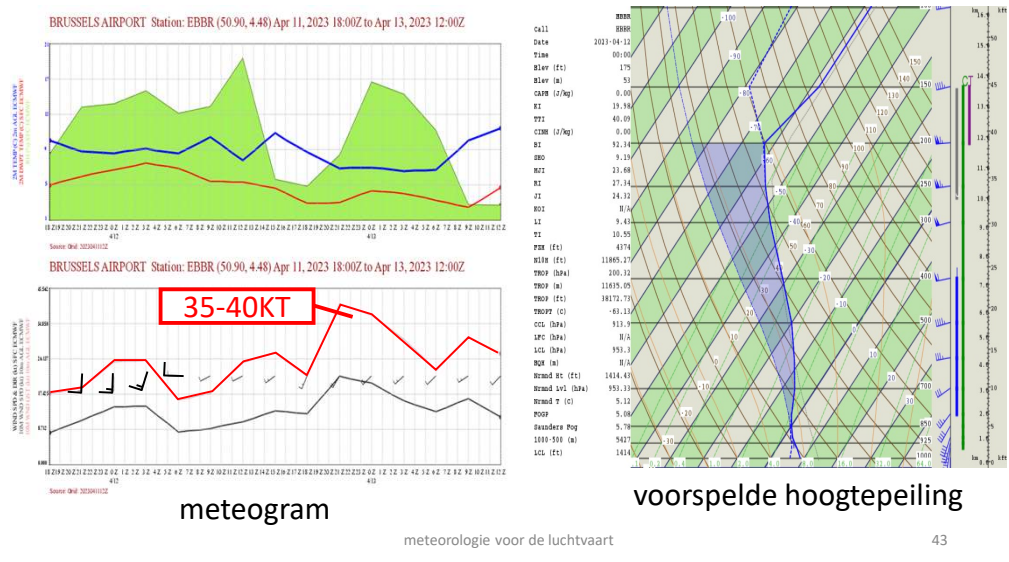
meteorologie voor de luchtvaart

42

42

Maken van de voorspellingen in de praktijk (6)

• Stap 5: bekijken van details/ luchthaven (2):

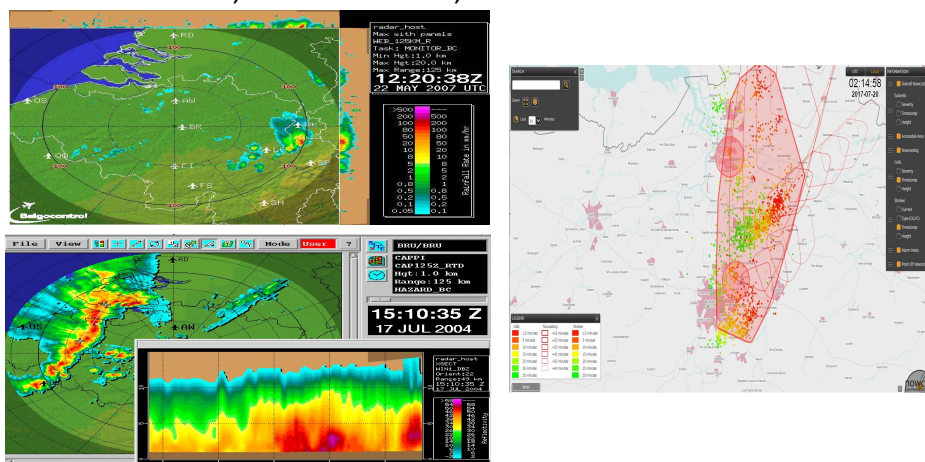


43

Maken van de voorspellingen in de praktijk (7)

→ Stap 6: opvolgen en eventueel aanpassen van de voorspelling:

- Opvolgen via waarnemingen “upstream” en vooral via satelliet- en/of radarbeelden, bliksemdetectie,....



44

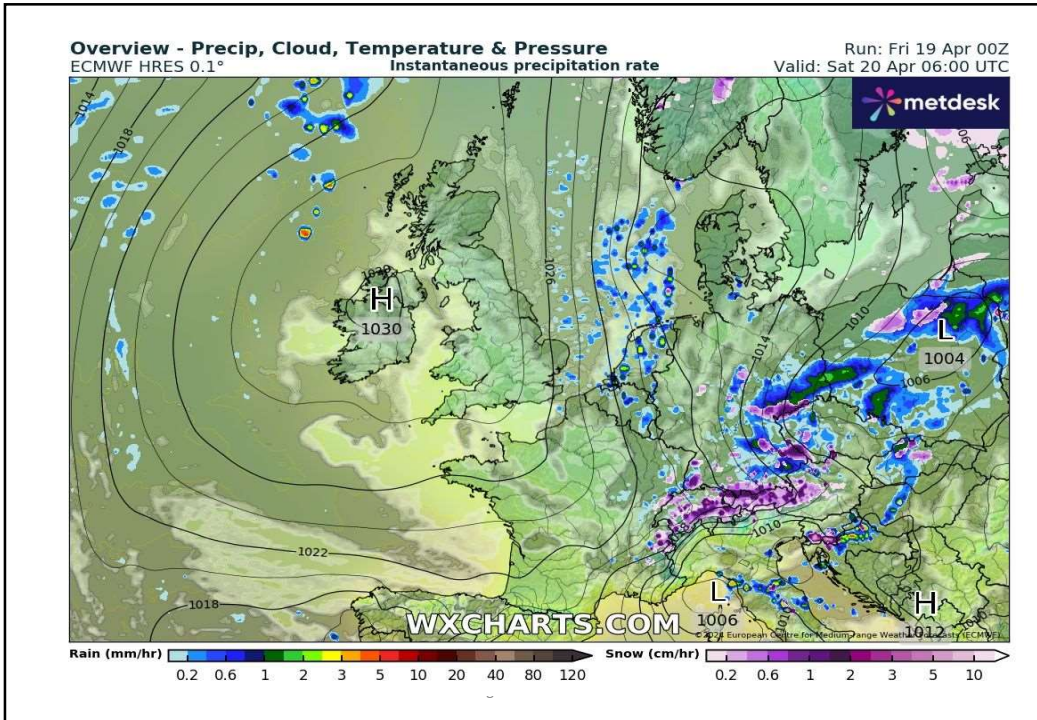
Vragen???



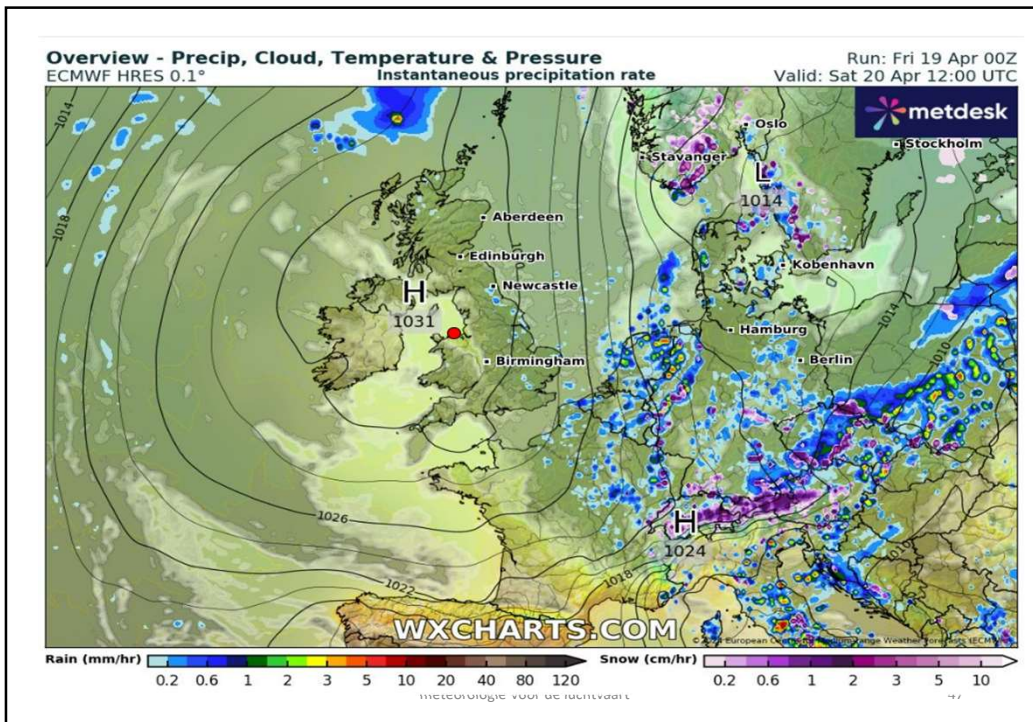
meteorologie voor de luchtvaart

45

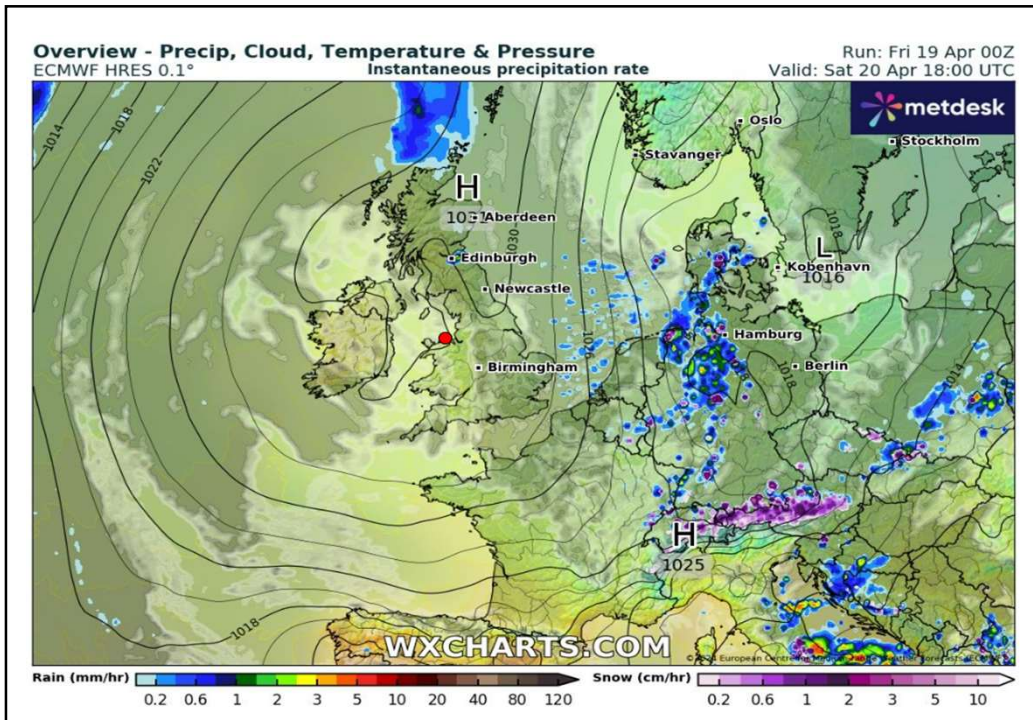
45



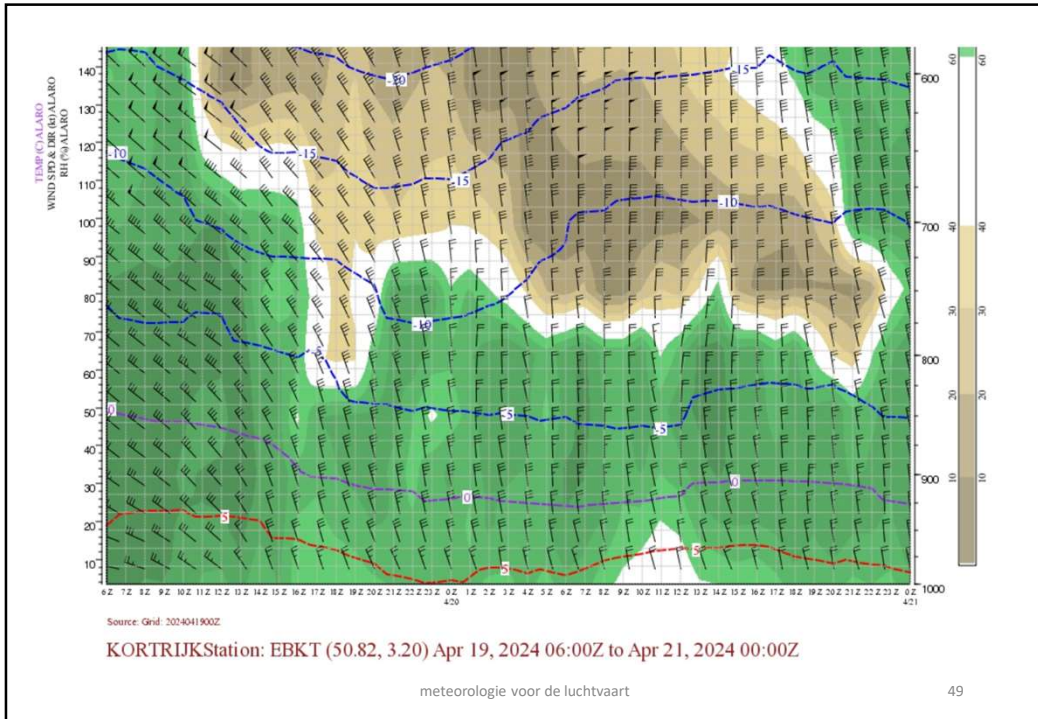
46



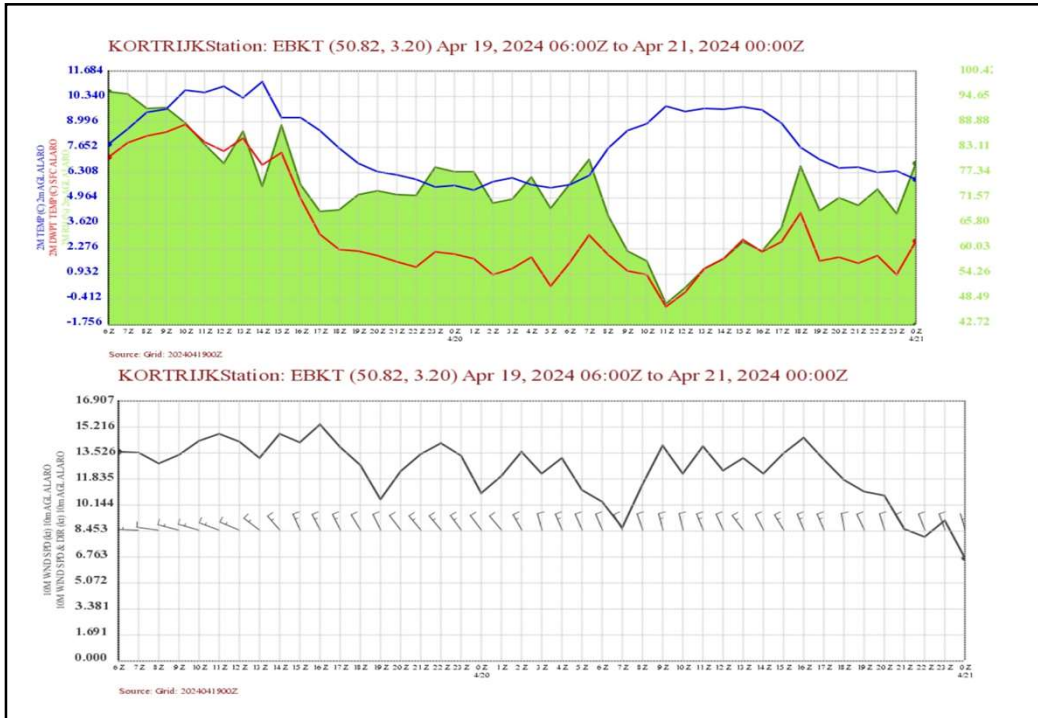
47



48



49



50

Enkele interessante weersites

- <https://wxcharts.com>
- <https://www.meteociel.fr/modeles/arome>
- <https://www.orbifly.com/member/metmap>
- <https://www.knmi.nl/nederland-nu/weer/waarschuwingen-en-verwachtingen/weerkaarten>