De nieuwe generatie weermodellen

Sander Tijm

Overzicht presentatie

- Hoe zit een weermodel in elkaar
- Ontwikkeling weermodellen (verleden en toekomst)
- KNMI mesoschaal model
  - Hoge resolutie
  - Stadseffecten
  - Berekenen buien en effecten van buien
  - Voorspelbaarheid

Weermodellen

- Model deelt atmosfeer en bodem op in lagen van ~100 meter dik en blokken van 2.5x2.5 tot 50x50 km^2 groot
- Veel groter dan fenomenen in atmosfeer (turbulente wervels, wolken, …)
- Gemiddelde effect moet beschreven worden op modelgrid -> parameterisaties

Onderdelen weermodellen

- Begintoestand: analyse
- Filteren begintoestand: initialisatie
- Verwachtingsmodel:
  - Dynamica: transport en luchtdruk
  - Fysica: straling, bodem, turbulentie, convectie (van Cu tot Cb), grootschalige condensatie
- Postprocessing: uitvoer model en vertaling in plaatjes.

Verleden en toekomst (1)

- Opkomst weermodellen begon jaren 50-60 van vorige eeuw
- ECMWF opgericht in 1973, eerste verwachtingen in 1979, resolutie ~200-300 km.
- Limited area modellen samenwerking binnen Europa, opgestart rond 1985
- Kleiner gebied, hogere resolutie nodig om kleinschalige fenomenen (Hemelvaartstorm 1983) op te lossen.

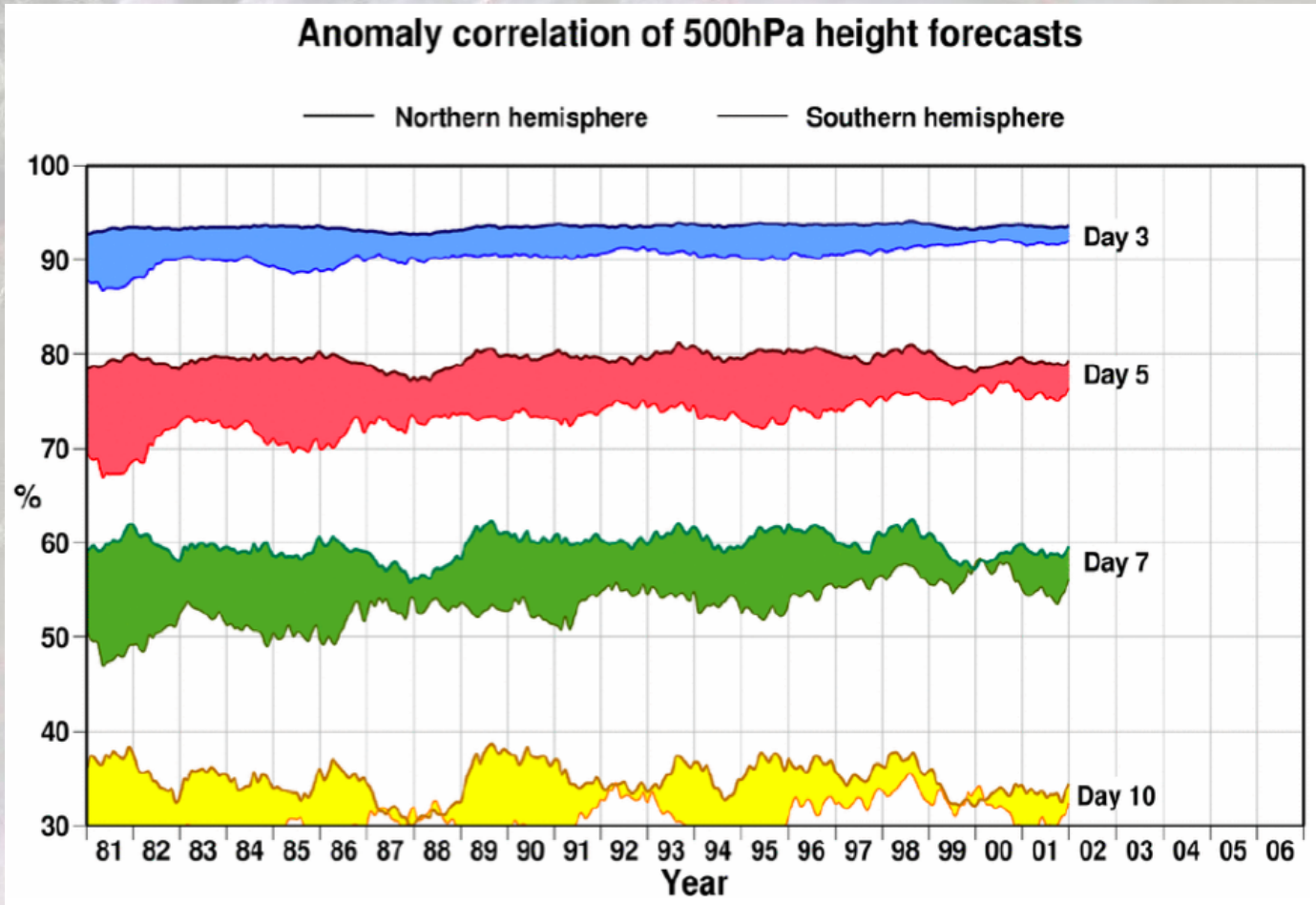
Verleden en toekomst (2)

- Tot rond 2000 vooral verhoging resolutie, problemen bleven zelfde (parameterisaties)
- Daarna benaderen ‘grijze gebied’ van gedeeltelijk convectie oplossen en parameteriseren
- Sprong naar 2 km resolutie om grijze gebied zoveel mogelijk over te slaan
- Hele nieuwe generatie modellen, mesoschaal, convectie toelatend (oplossend).

Verleden en toekomst (3)

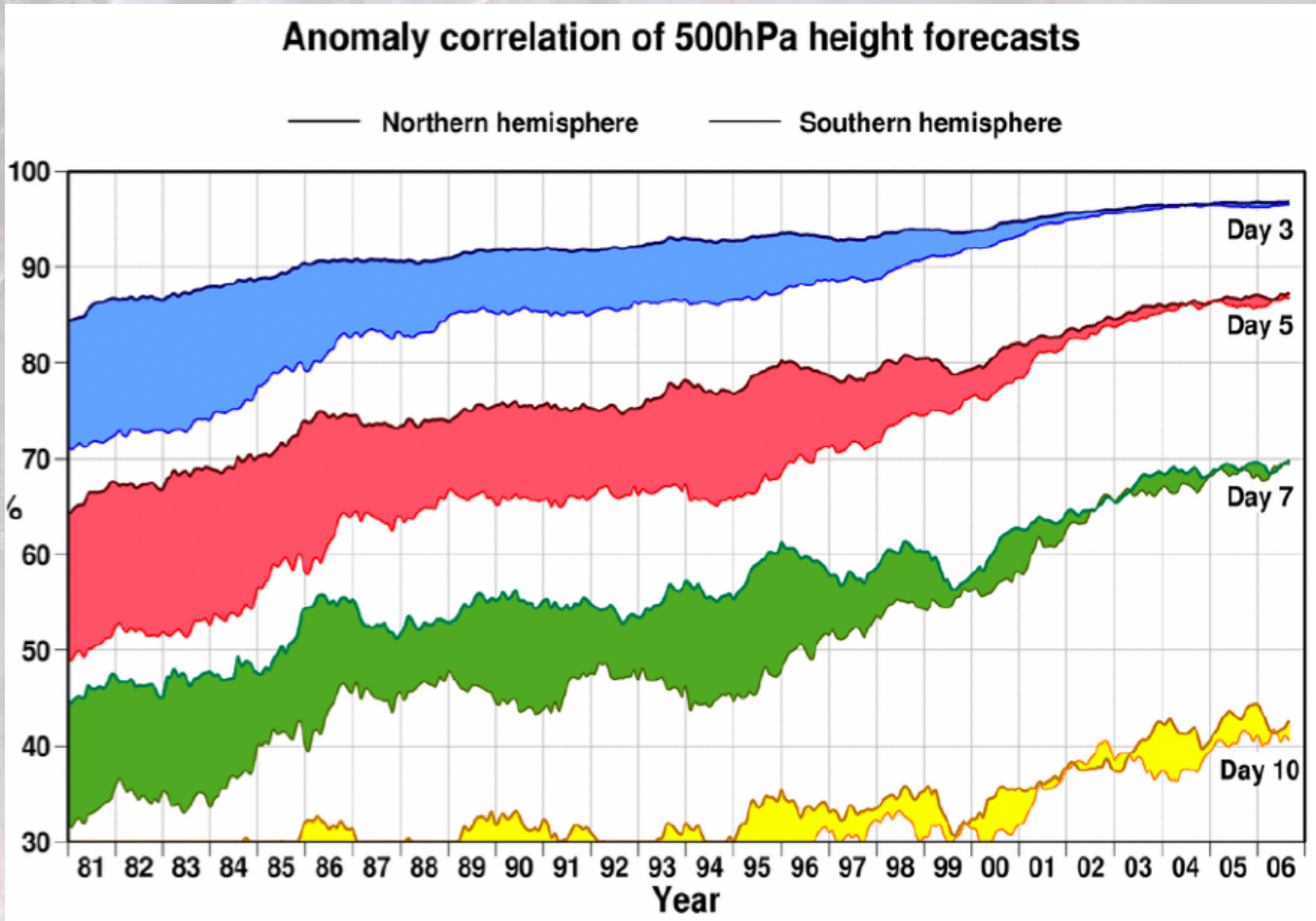
- Verbetering in modellen door:
- Meer waarnemingen van satellieten (vermindering radiosondes)
- Verbetering in analyse-systemen
- Verbetering in modellen
- Vroeger scores Noordelijk Halfrond beter dan Zuidelijk Halfrond, nu vergelijkbaar door invloed satellietwaarnemingen

Verbetering kwaliteit (1)



Bron: Adrian Simmons, ECMWF

Verbetering kwaliteit (2)



Bron: Adrian Simmons, ECMWF

Weermodellen

- Modellen die gebruikt (gaan) worden op het KNMI: ECMWF, HIRLAM, HARMONIE
- ECMWF: globaal model, europese weer-centrum Reading, UK, 15 km resolutie
- HIRLAM: regionaal model, 5-10 km resolutie, draait op het KNMI
- HARMONIE: mesoschaal model, 2.5 km resolutie, draait op het KNMI, nog niet operationeel

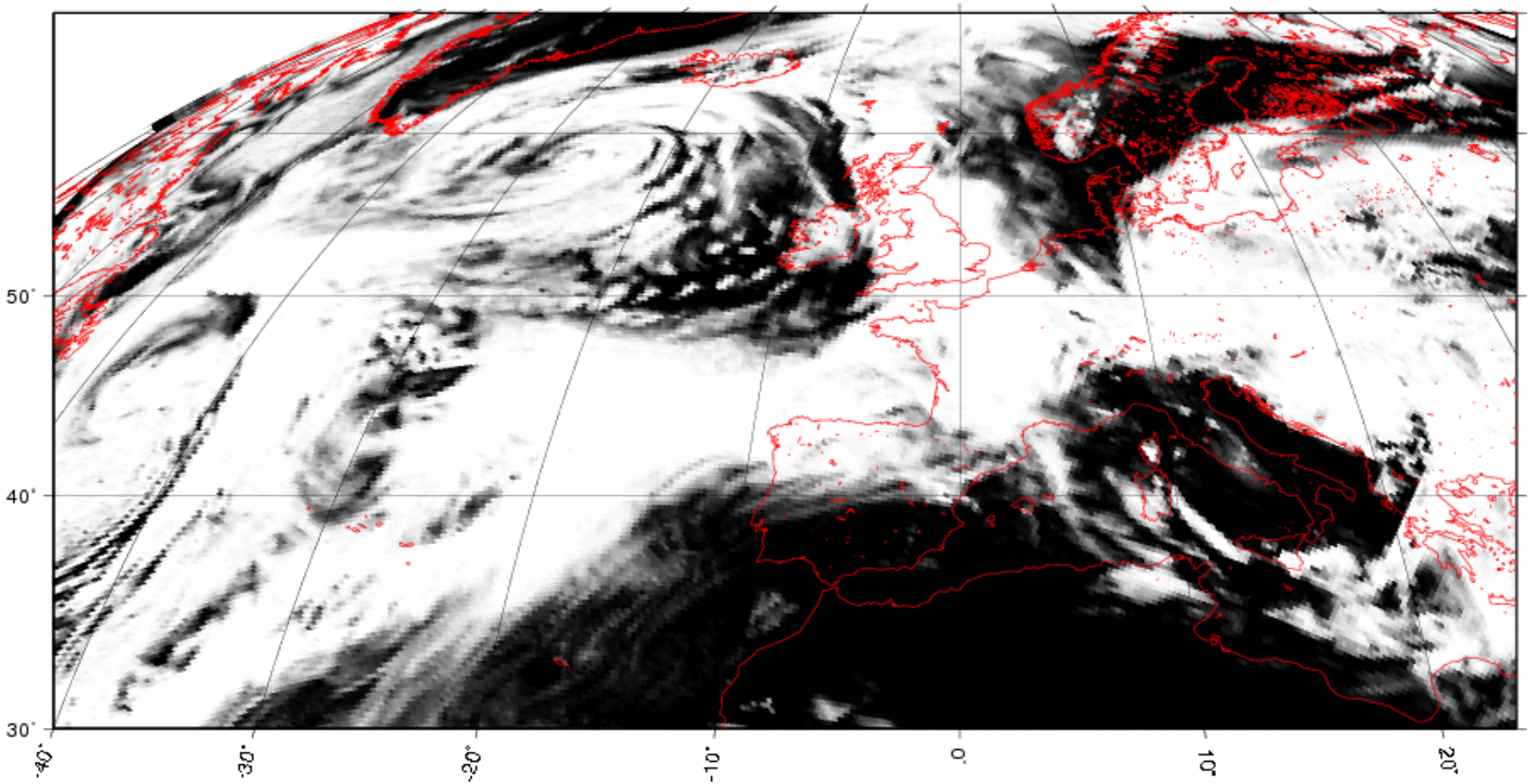
Steeds realistischer

- Door de verhoging in resolutie en verbetering parameterisaties begint model steeds meer op werkelijkheid te lijken
- We kunnen steeds meer fenomenen echt in het model oplossen, model geeft goede indicatie voor zwaarte
- Worden steeds kleinschaliger en leven korter -> minder goed voorspelbaar -> meer naar kansverwachtingen

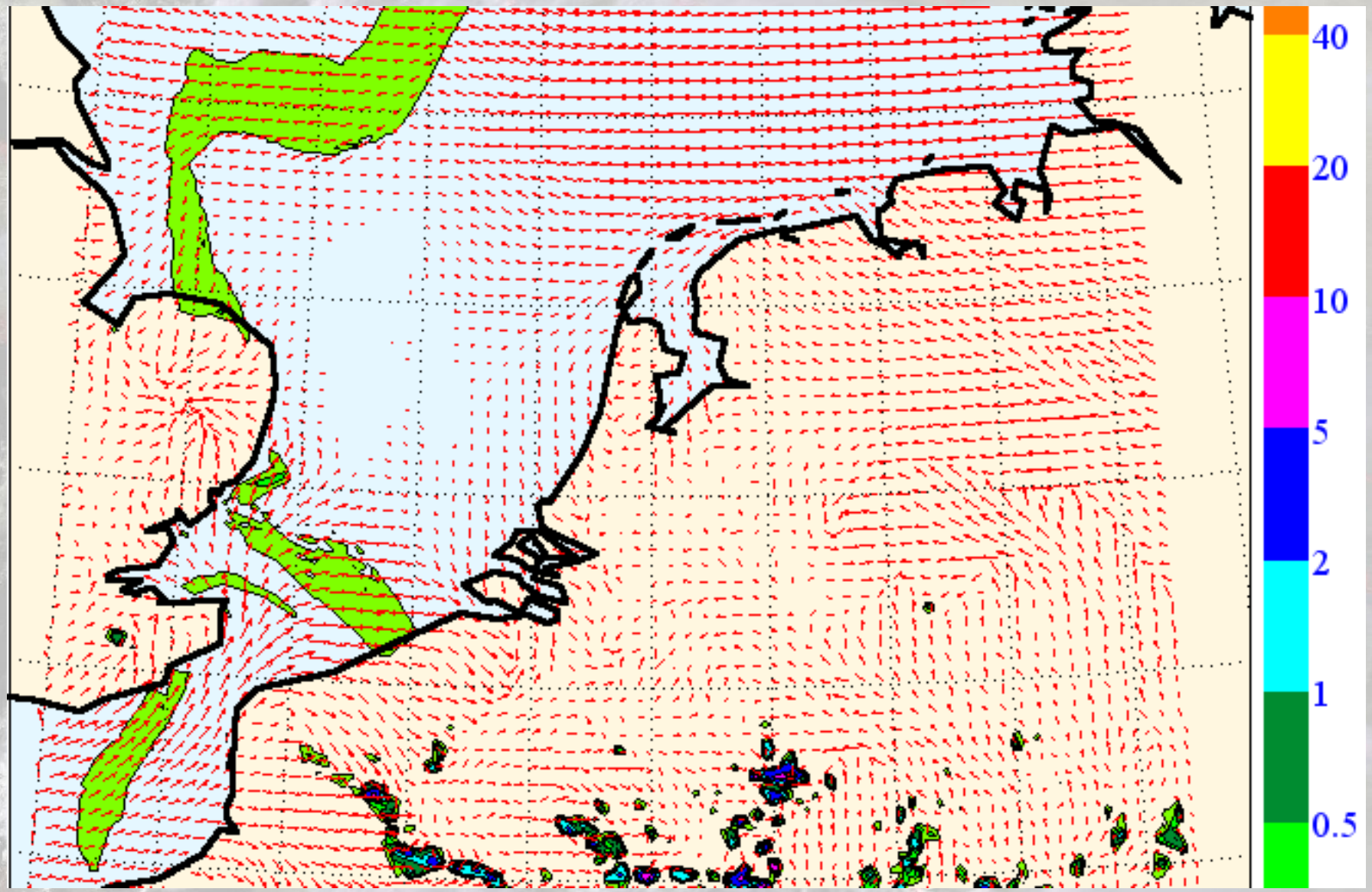
Steeds hogere resolutie (1)

- Pseudo satellietplaatjes

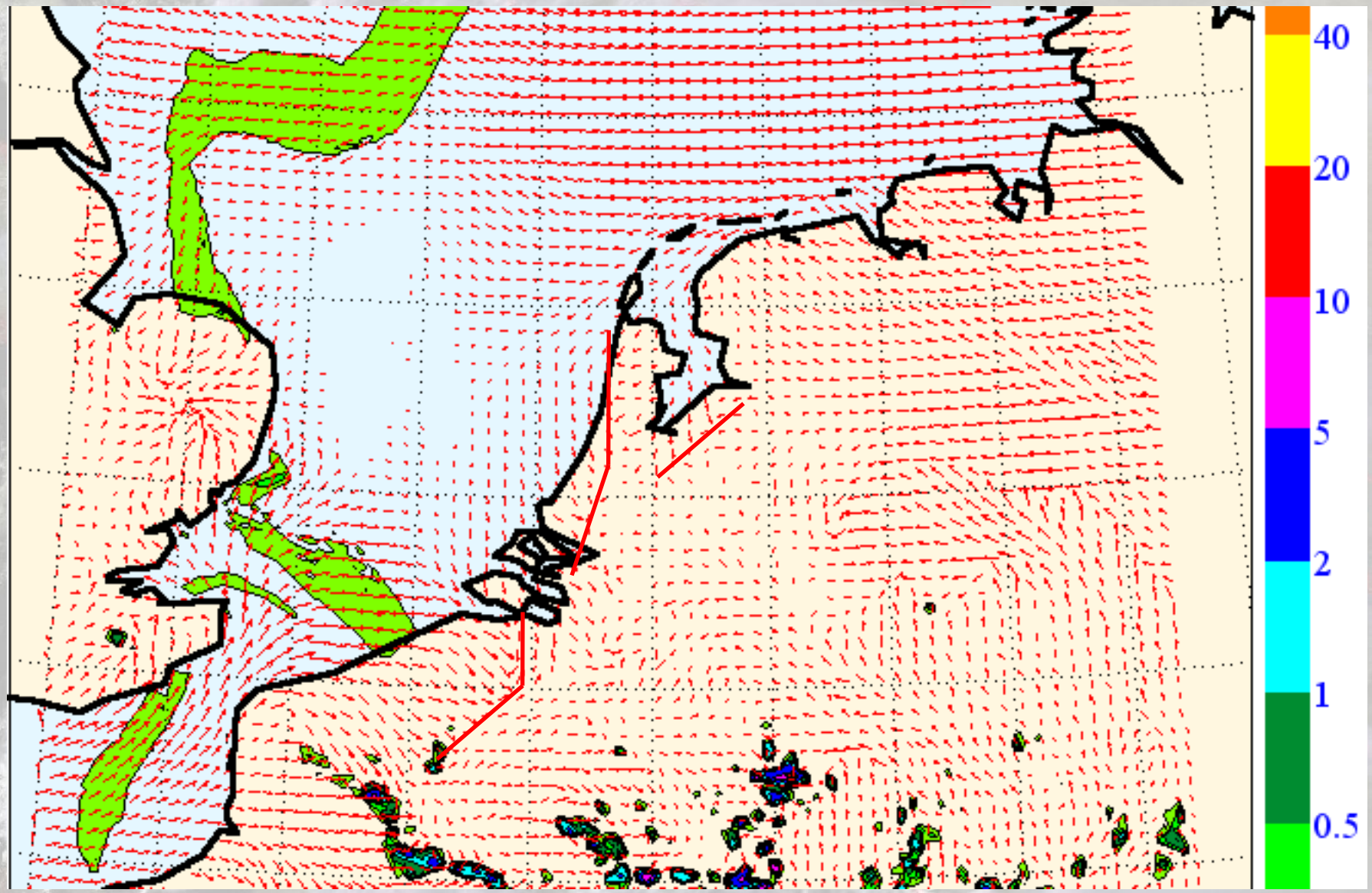
D11 VIS sat image an 2010060100 val 01 - 06, 12 UTC



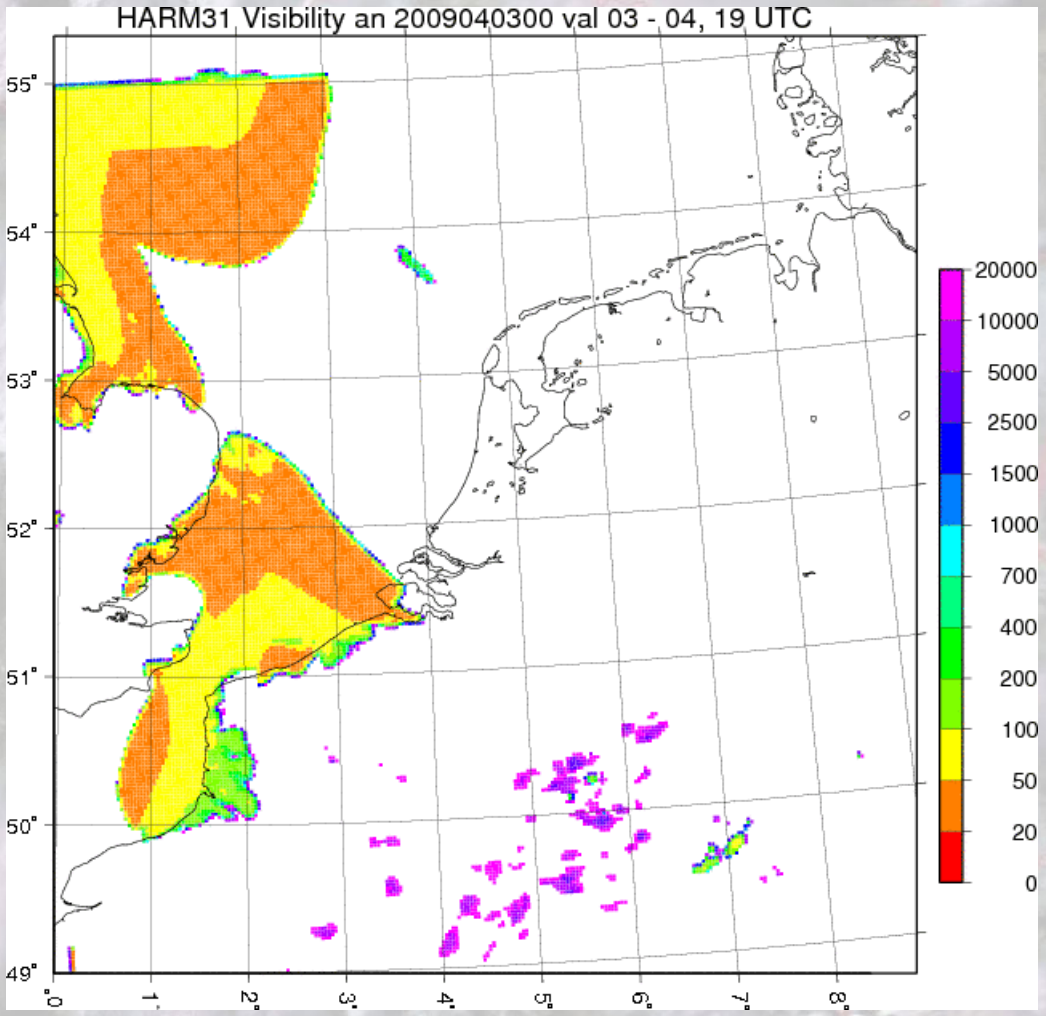
Zeewind in HARMONIE

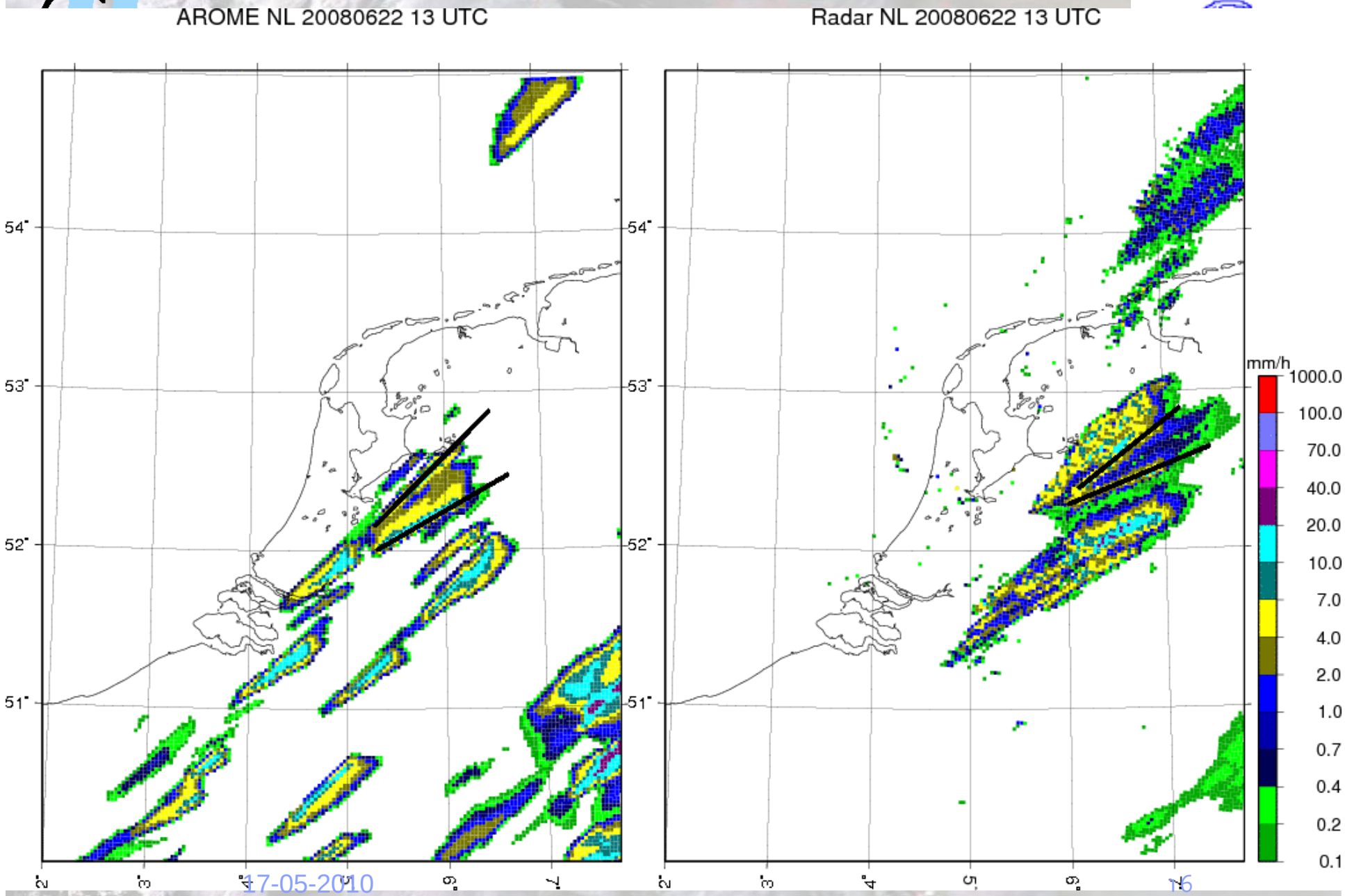


Zeewind in HARMONIE



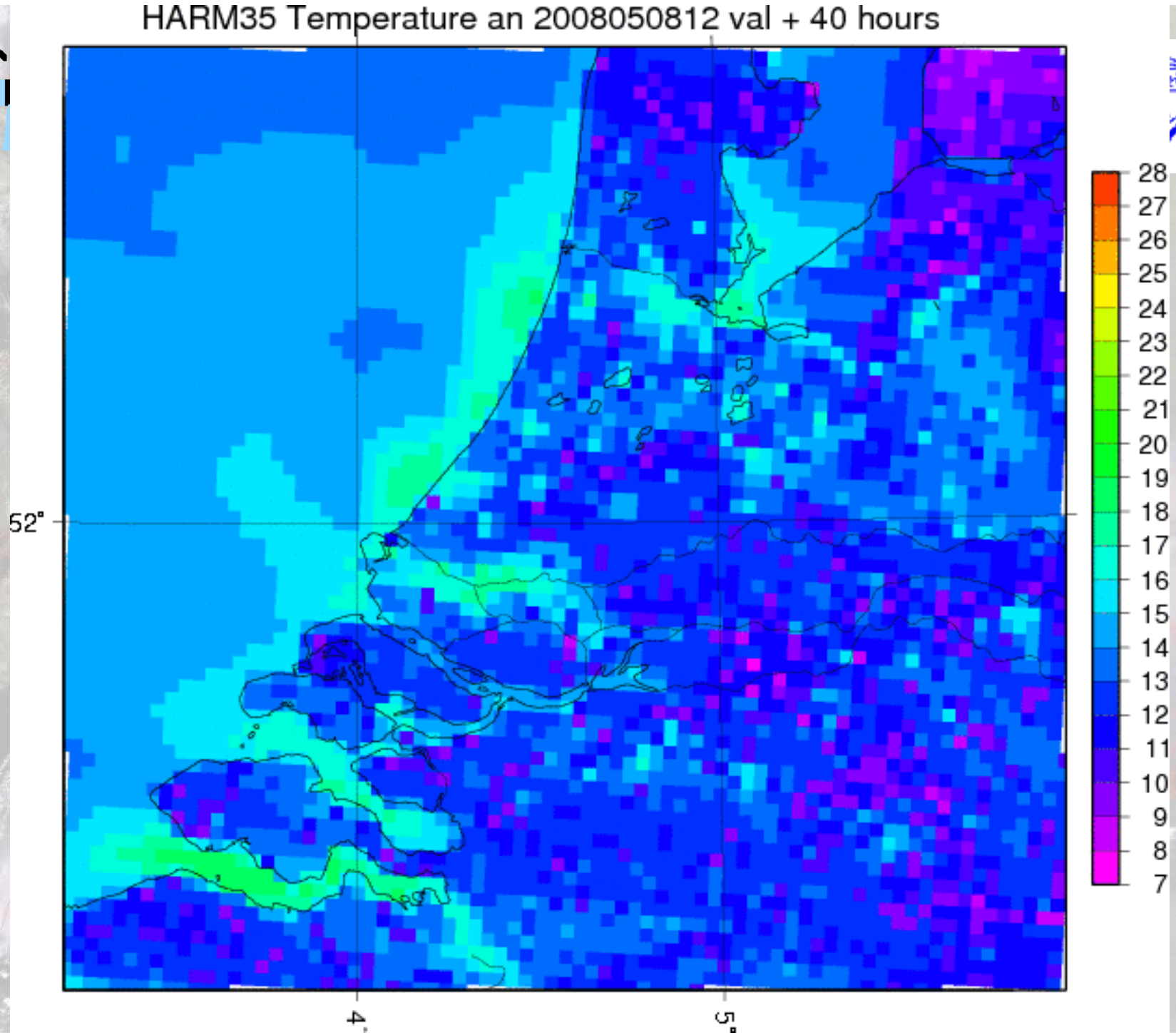
Mist in HARMONIE



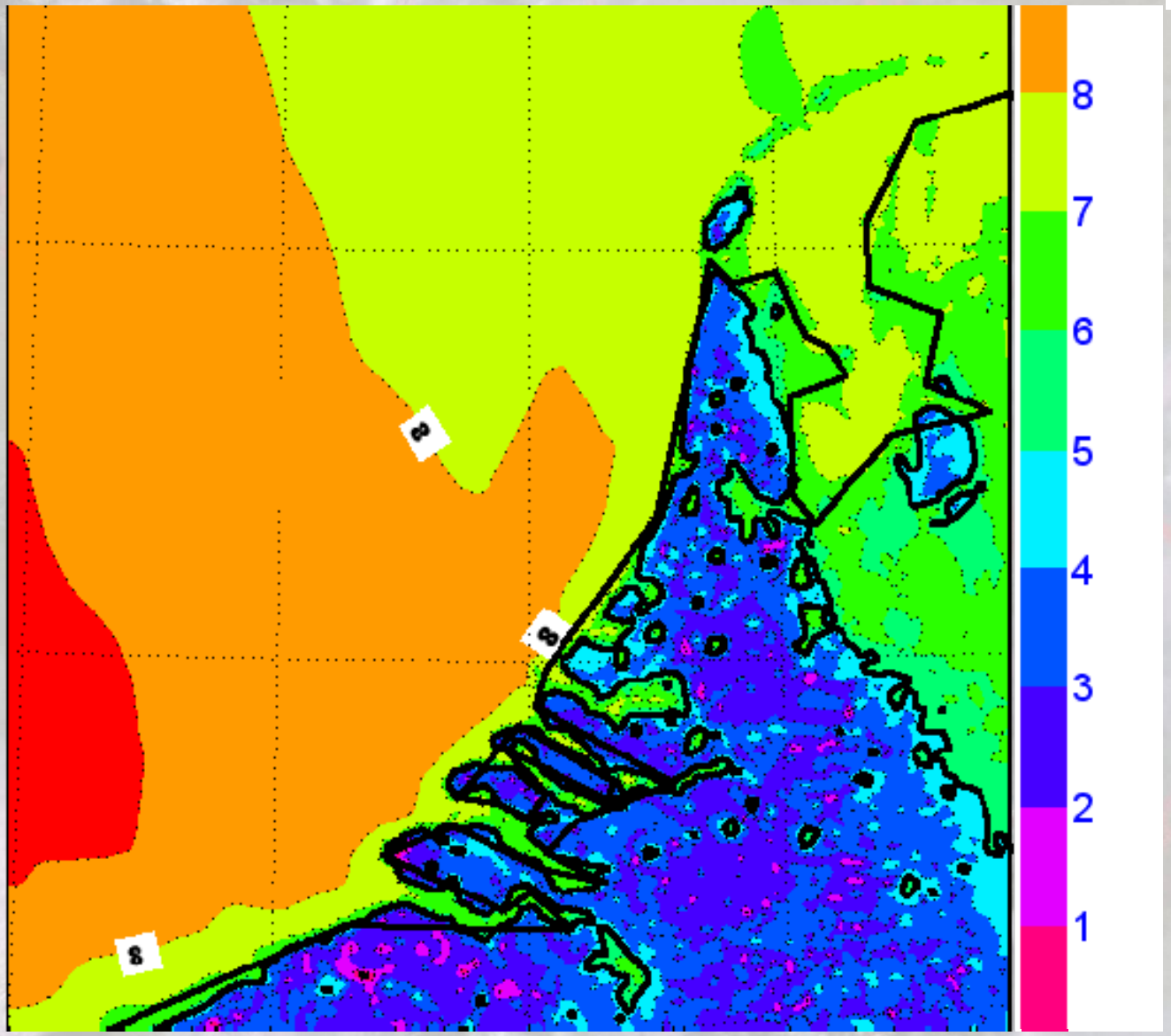

AROME NL 20080622 13 UTC
Radar NL 20080622 13 UTC
54°
53°
52°
51°
mm/h
1000.0
100.0
70.0
40.0
20.0
10.0
7.0
4.0
2.0
1.0
0.7
0.4
0.2
0.1

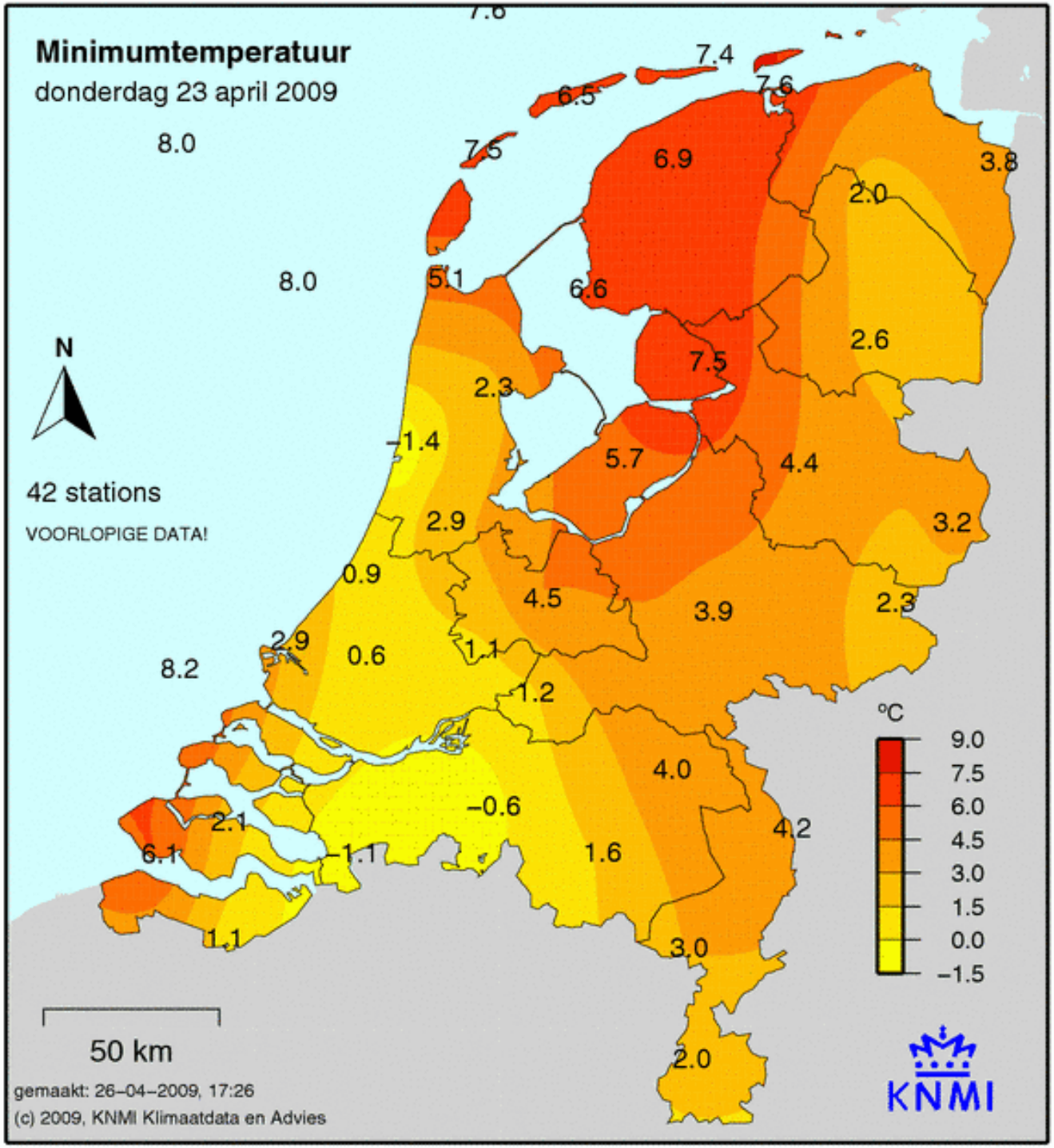
Stadseffect in HARMONIE

- In oppervlakteschema van HARMONIE zit ook een stadsmodule
- Berekent effect van muren, daken, schaduw, mogelijk ook van industrie, verkeer.
- Neemt vaste temperatuur aan in huizen, afgifte van warmte in winter door muren
- In zomer houdt het warmte van de dag vast in beton etc.


HARM35 Temperature an 2008050812 val + 40 hours
52°
4°
5°
28
27
26
25
24
23
22
21
20
19
18
17
16
15
14
13
12
11
10
9
8
7

Stadseffect in HARMONIE

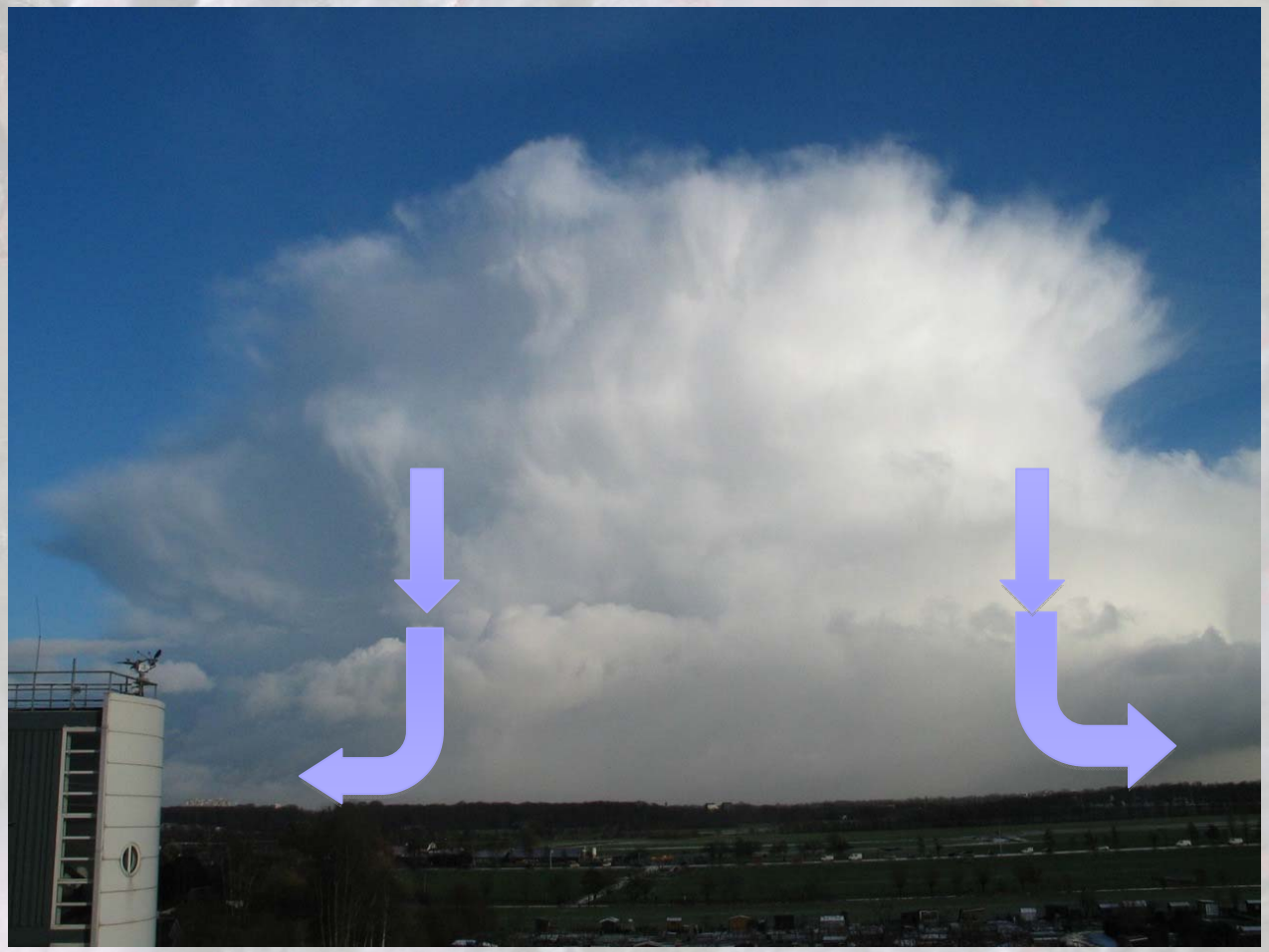


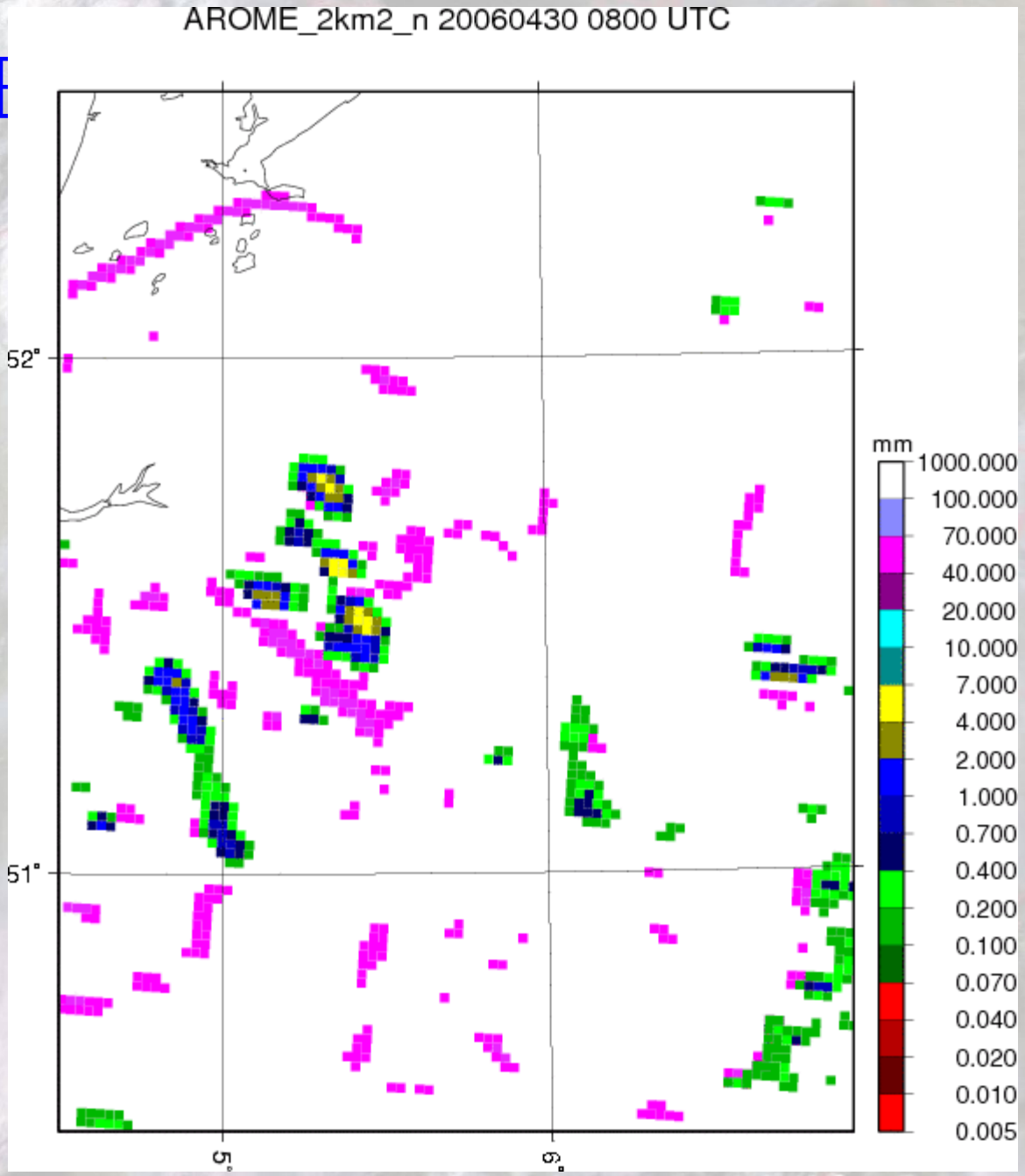

Minimumtemperatuur
donderdag 23 april 2009
N
42 stations
VOORLOPIGE DATA!
°C
9.0
7.5
6.0
4.5
3.0
1.5
0.0
−1.5
50 km
gemaakt: 26−04−2009, 17:26
(c) 2009, KNMI Klimaatdata en Advies
KNMI

Effecten van buien

- In en aan de rand van buien kan neerslag smelten en verdampen, koelt lucht af
- Afgekoelde lucht gaat dalen (kouder dan omgeving) tot op de grond
- Stroomt daar uit en vormt koude poelen (stuk rustiger na bui dan voor bui)
- Aan rand van koude poelen wordt warmere lucht opgetild -> volgende bui

Effecten van buien



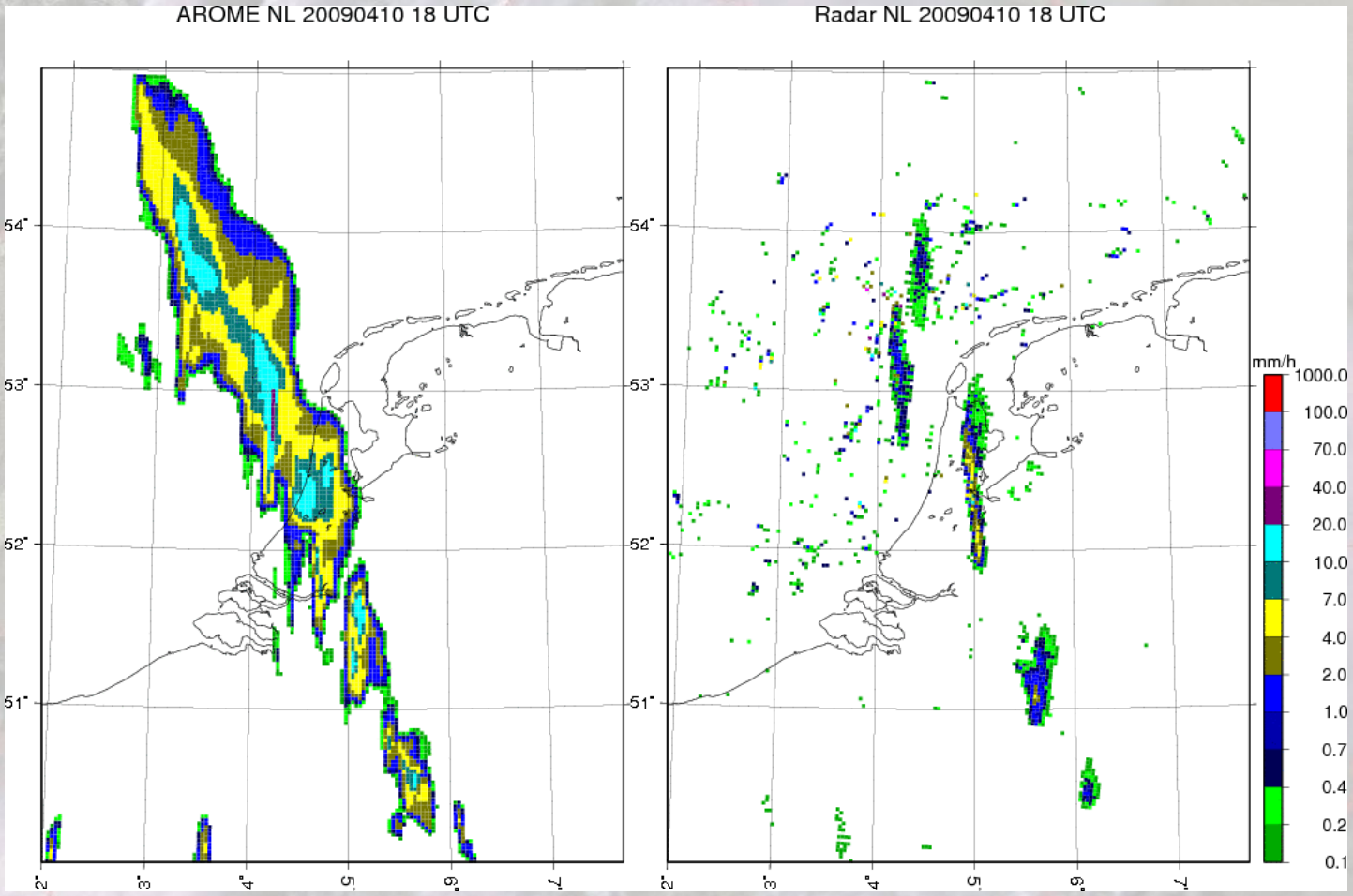

AROME_2km2_n 20060430 0800 UTC
52°
51°
5°
6°
mm
1000.000
100.000
70.000
40.000
20.000
10.000
7.000
4.000
2.000
1.000
0.700
0.400
0.200
0.100
0.070
0.040
0.020
0.010
0.005

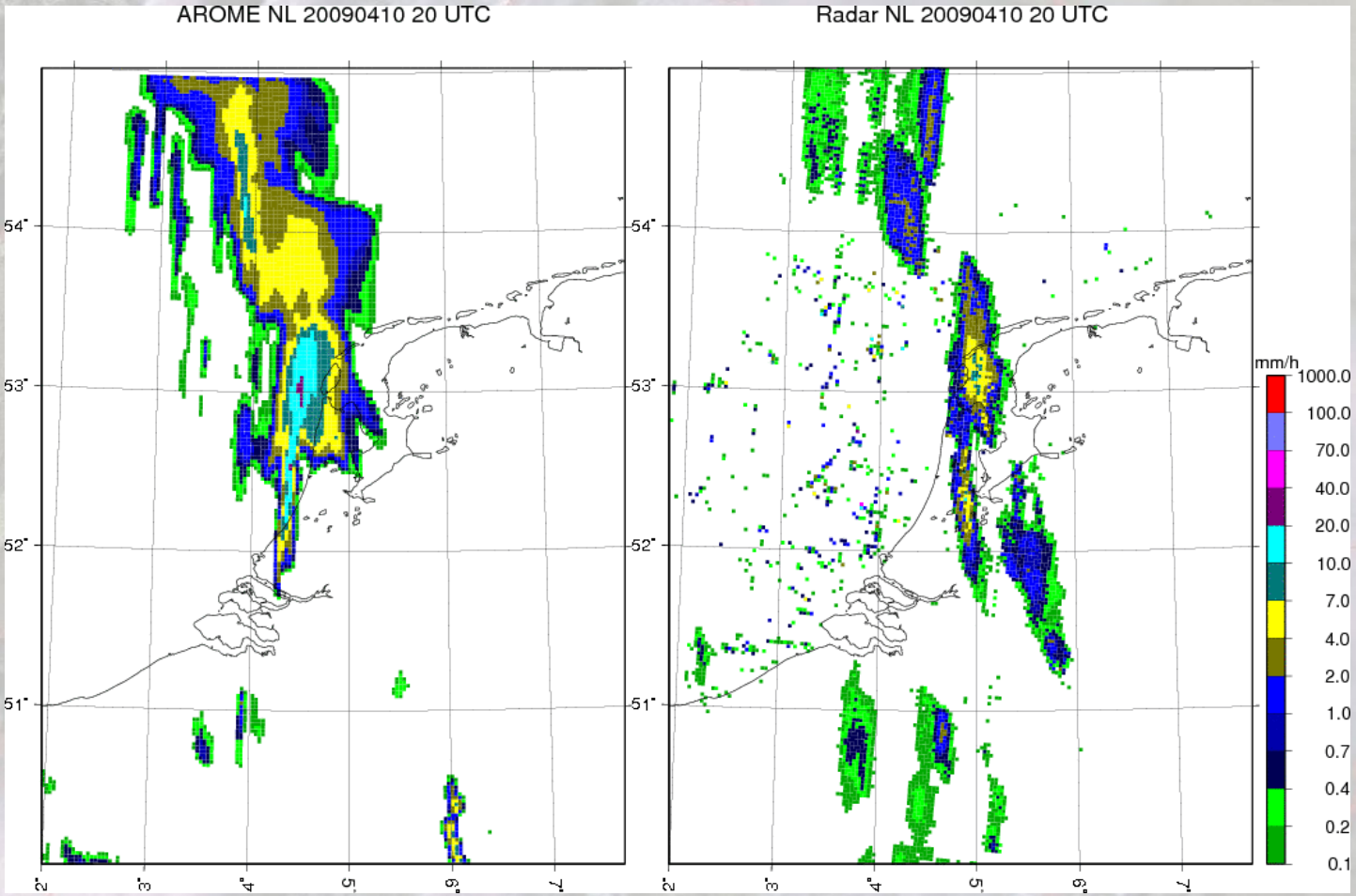
Voorspelbaarheid (1)

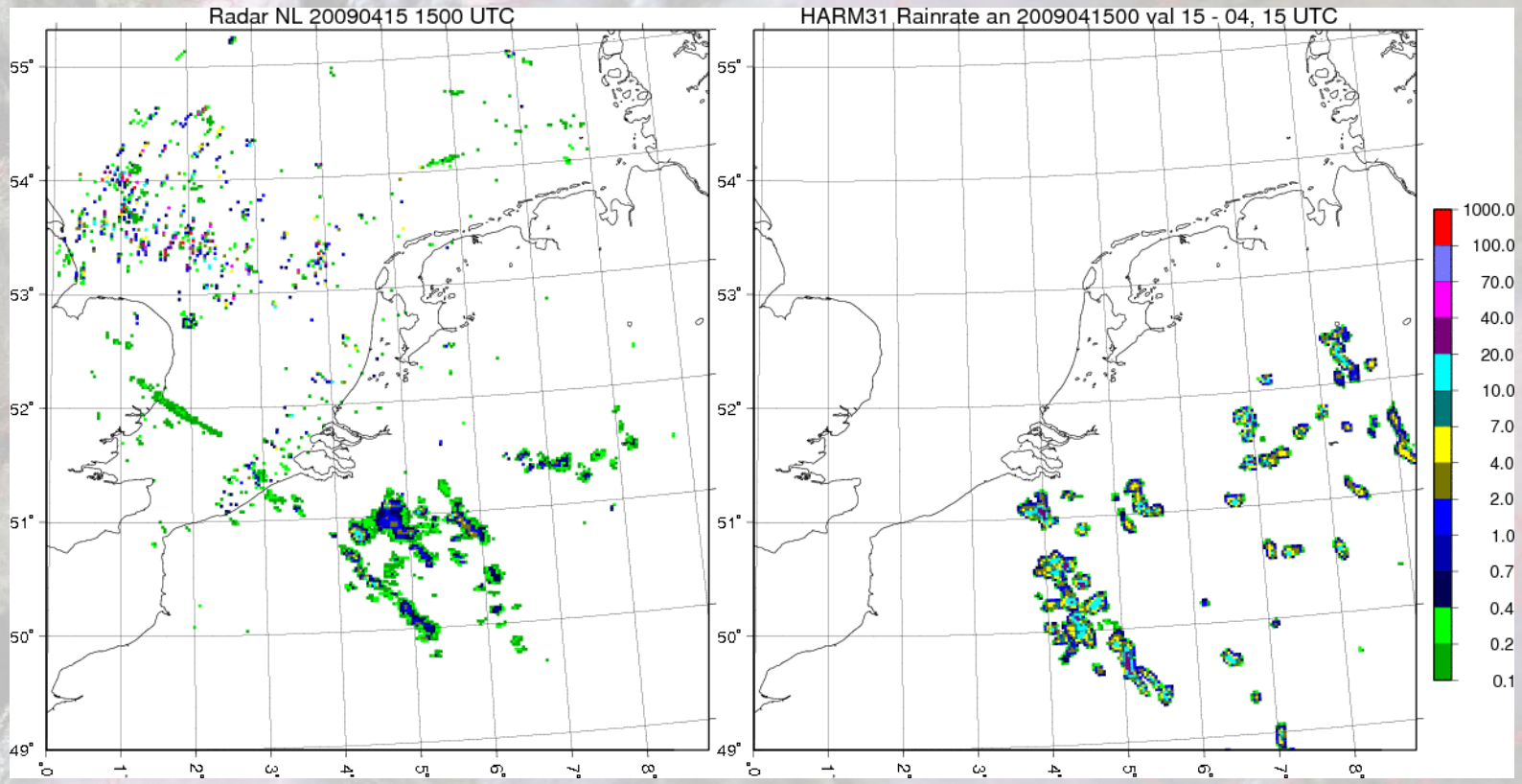
- Mesoschaalmodellen zijn in staat om circulaties in en bij buien te berekenen
- Buien hebben typisch een levensduur van 1-3 uur, daarna volgende buiencyclus (continue proces)
- Ontstaan van nieuwe buien hangt af van uitstroom uit bestaande buien (en mogelijk andere nog kleinschaliger processen)
- Dus heel lastig goed te verwachten

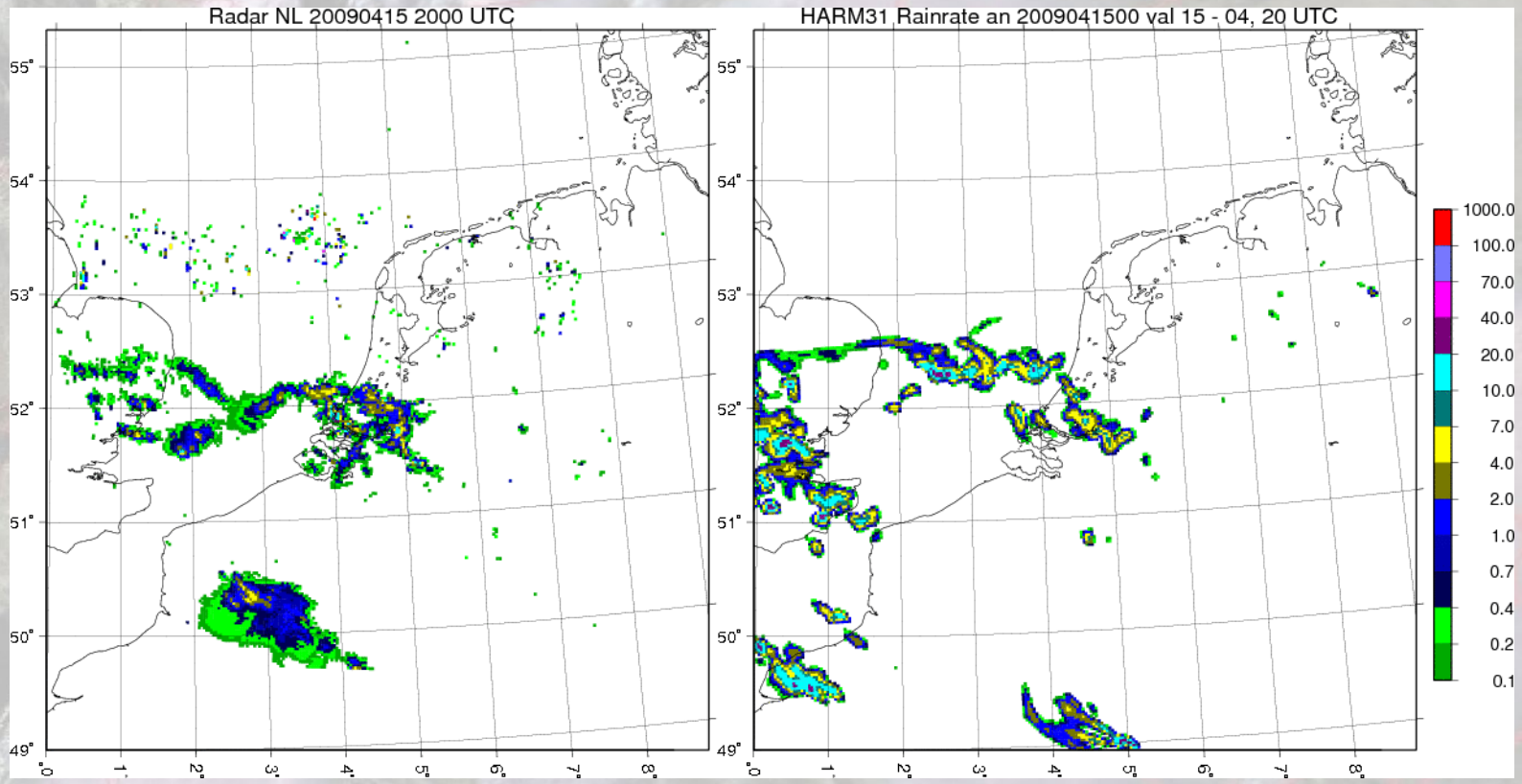
Voorspelbaarheid (2)

- Mesoschaalmodellen vooral gebruiken als indicator voor wat er kan gebeuren (kwalitatief in soort convectie, kwantitatief in zwaarte)
- Locatie en tijd interpreteren via kansen
- Als weer dus kleinschalig bepaald wordt, dan verwachting als: in gebied X is er een kans van Y % dat er een plek is waar N mm neerslag wordt gehaald in 1 uur tijd
- Gaan richting korte termijn mesoschaal ensembles voor goede inschatting van kansen


AROME NL 20090410 18 UTC
Radar NL 20090410 18 UTC
54°
53°
52°
51°
2°
3°
4°
5°
6°
7°
mm/h
1000.0
100.0
70.0
40.0
20.0
10.0
7.0
4.0
2.0
1.0
0.7
0.4
0.2
0.1


AROME NL 20090410 20 UTC
Radar NL 20090410 20 UTC
54°
53°
52°
51°
2°
3°
4°
5°
6°
7°
mm/h
1000.0
100.0
70.0
40.0
20.0
10.0
7.0
4.0
2.0
1.0
0.7
0.4
0.2
0.1

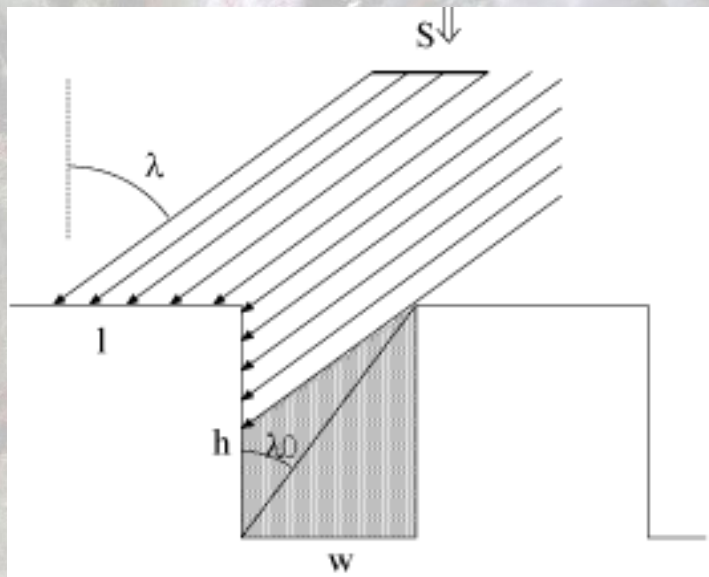

Radar NL 20090415 1500 UTC
HARM31 Rainrate an 2009041500 val 15 - 04, 15 UTC
55°
54°
53°
52°
51°
50°
49°
0°
1°
2°
3°
4°
5°
6°
7°
8°
1000.0
100.0
70.0
40.0
20.0
10.0
7.0
4.0
2.0
1.0
0.7
0.4
0.2
0.1


Radar NL 20090415 2000 UTC
HARM31 Rainrate an 2009041500 val 15 - 04, 20 UTC
55°
54°
53°
52°
51°
50°
49°
0°
1°
2°
3°
4°
5°
6°
7°
8°
1000.0
100.0
70.0
40.0
20.0
10.0
7.0
4.0
2.0
1.0
0.7
0.4
0.2
0.1

Samenvatting

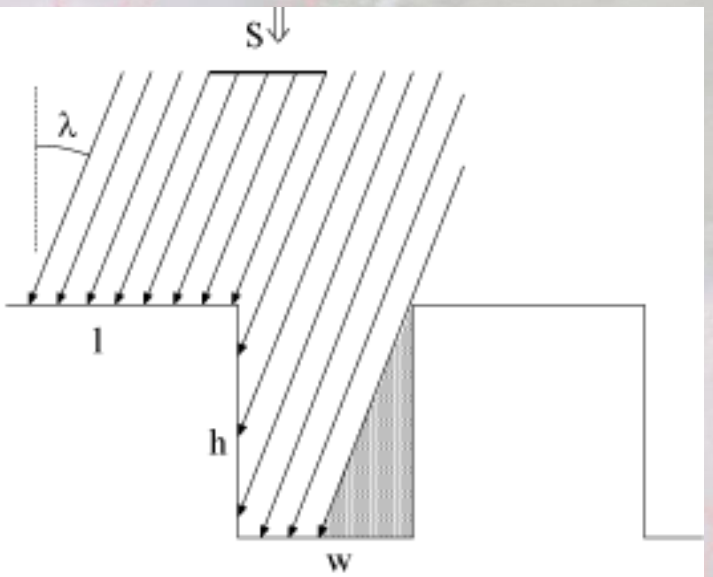
- Modellen hebben steeds hogere resolutie, komen in grijze gebied voor convectie
- Modellen steeds beter door verbetering in analyse en verwachtingsmodellen
- Nu ontwikkeling van mesoschaal modellen, die buien zelf kunnen berekenen
- Hogere resolutie verbetering lokale circulaties, kwalitatieve beschrijving atmosfeer en mogelijke optredende fenomenen, beperkte voorspelbaarheid buien, hoge resolutie kansverwachtingen.

TEB



road perpendicular to sun direction

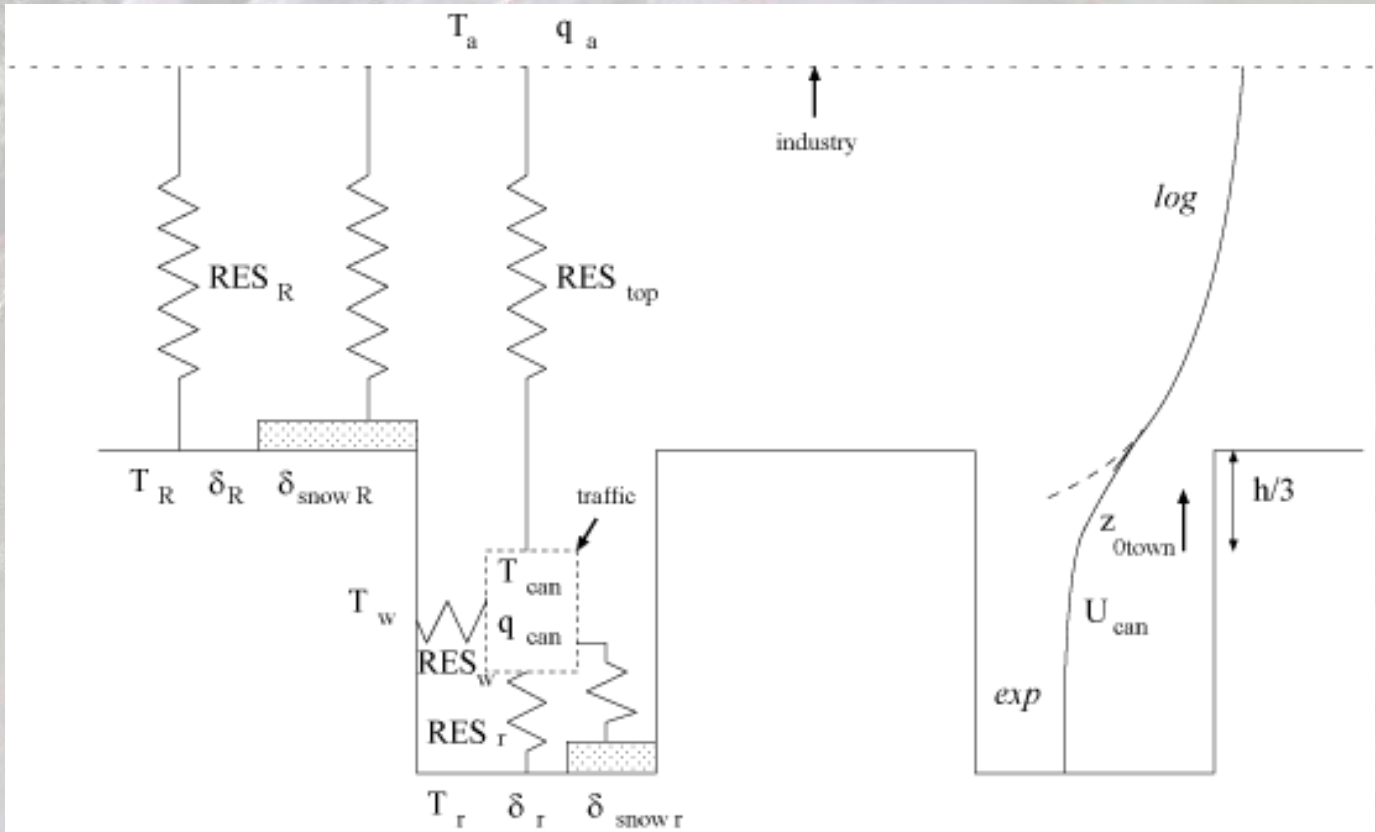
Sun low over the horizon $\lambda > \lambda_0$



road perpendicular to sun direction

Sun high over the horizon $\lambda < \lambda_0$

TEB



Aerodynamical resistances

wind profile