

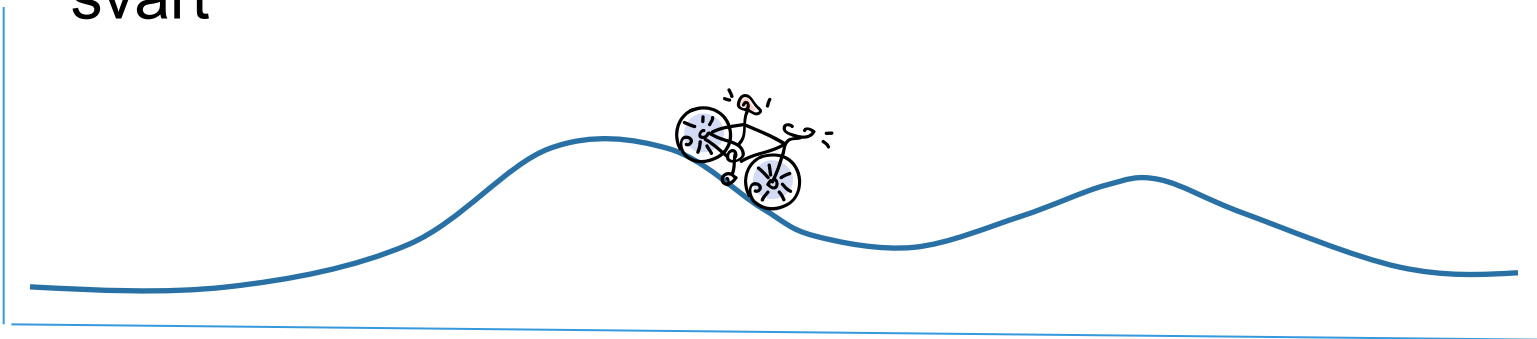
Modeller för små och stora beslut

Om väder och väderprognoser

Pontus Matstoms, SMHI

Om SMHI, väder och väderprognoser...

”svårt”



Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut



Förvaltningsmyndighet under
Miljödepartementet

Finns i Norrköping, Arlanda,
Göteborg, Malmö och Sundsvall

650 anställda (ca 80 disputerade)

- Meteorologer
- Hydrologer
- Oceanografer
- Ingenjörer
- IT

m.fl.



SMHI:s uppdrag

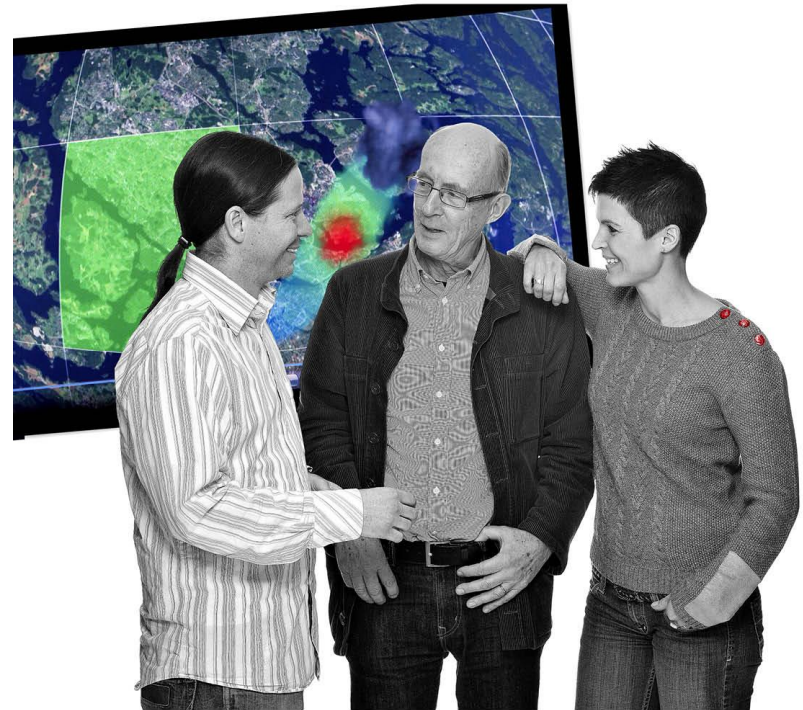
Att ta fram beslutsunderlag som bidrar till ...

- god samhällsplanering
- att minska sårbarheten i samhället
- att miljökvalitetsmålen nås

Din hjälp i små och stora beslut

SMHI omsätter teoretiska beräkningar i konkret kundnytta

- Samlad kompetens inom meteorologi, hydrologi, oceanografi och klimatologi.
- Till nytta för oss alla, samhället och våra kunder.



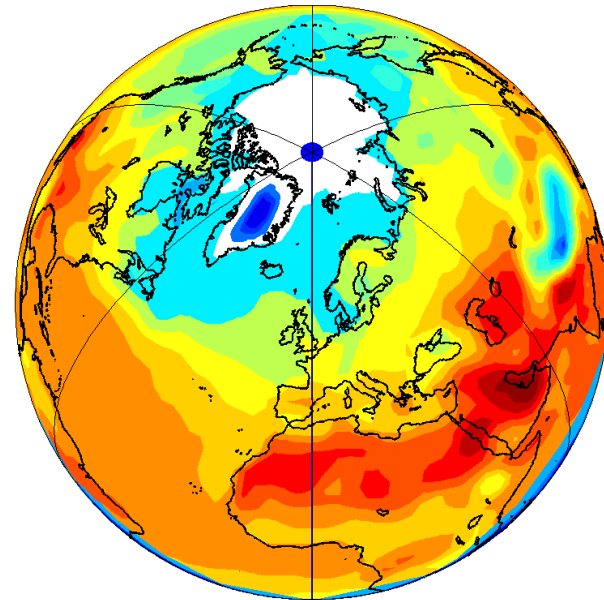
Samhälle och säkerhet

- Anslags- och uppdragsverksamhet.
- Meteorologisk, hydrologisk och oceanografisk infrastruktur för Sverige.
- Prognos- och varningstjänst.
- Havsmiljö.
- Flygväderstjänster.
- Myndighetssamverkan.
- Internationell samverkan.



Omfattande forskning

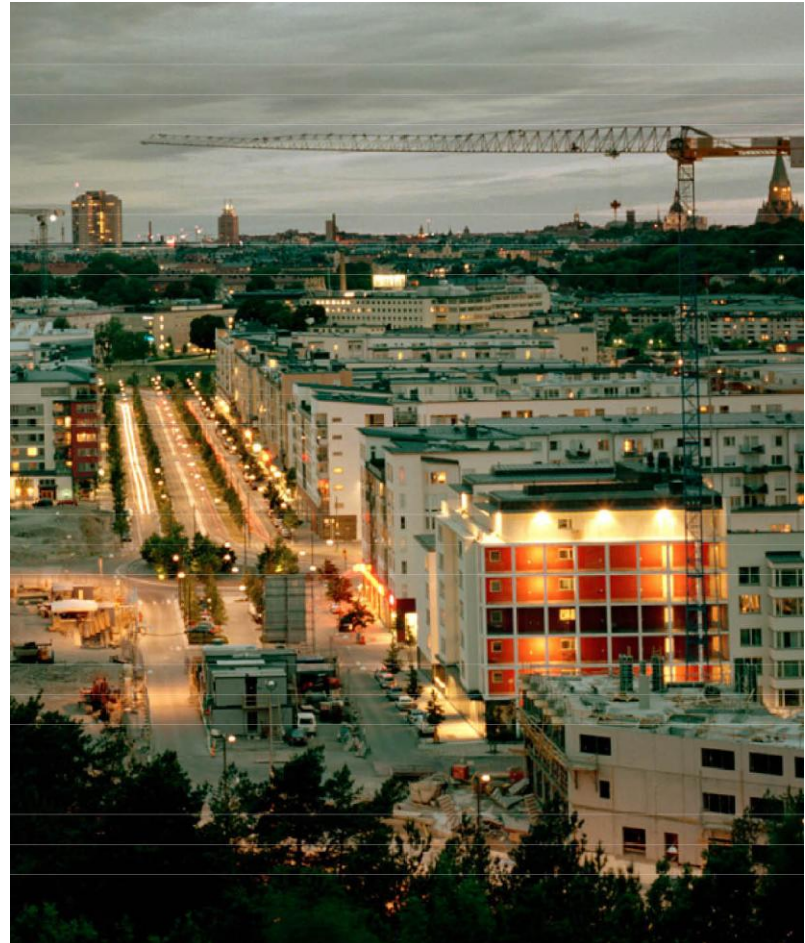
- Hydrologi
- Oceanografi
- Luftmiljö
- Atmosfärsforskning
- Väderprognoser
- Klimat



Affärsverksamhet

Prognostjänster och konsultverksamhet inom:

- Media
- Sjöfart
- Miljö och klimat
- Samhällsbyggnad
- Energi



Nationellt kunskapscentrum för klimatanpassning.

- Nod för kunskap om klimatanpassning
- Mötesplats för aktörer inom klimatanpassning

Klimatanpassning – En del av samhällsplaneringen

(t ex utformning av nya slussen i Stockholm)





Några ord om väder

Stort intresse för väder och väderprognoser

Danskt skyfall drar in över Sverige

Delar av Danmark svämmar över på grund av kraftiga skyfall. Samma regn är nu på väg in över Sverige. "Det har redan dragit in över västkusten med ganska kraftig åska", säger Lisa Frost, meteorolog på SMHI.

till måndag och de tidiga morgontimmarna. Sedan kommer en tillfällig högtrycksrygg som gör att vi får soligt **väder** i stora delar av landet. Det är bara...

.... Men på onsdagen blir det återigen lite stabilare, med soligt **väder**

åtminstone i södra Sverige.

2012-08-26 11:51 - Av Lasse Mann



Ingen sommar alls på vissa platser

Hoppet om ett stabilt och långvarigt högtryck är inte riktigt ute, enligt SMHI. Men även nästa vecka blir ostadig. Och i delar av fjällen har det inte ens blivit sommar.

högtrycket har inte seglat in över landet ännu och i helgen får stora delar av landet ostadigt **väder** med regn och åskskurar. I söder och längs Norrlandskusten

2012-08-04 09:42 - Av Rebecka Fogelmarck/TT

Värme väntas i helgen - men ingen klarblå himmel

Sommarvärmen gör ännu ett tillfälligt besök i Sverige under helgen. Men den som hoppas på klarblå himmel blir besviken.

En högtrycksrygg växer just nu in över landet och för med sig varmare **väder**. – Under helgen kommer högtrycket att ligga kvar över Sverige och det blir mestadels torrt. Men det kommer fortfarande vara ganska mycket

ligg

Sommaren dröjer

Regn och rusk – men även några solglimtar. Sommaren 2012 fortsätter att bjuda på ostadigt **väder**.

– Till söndag ser det ut som att vi får lite stabilare **väder**, främst i de södra delarna av landet. Det blir också stigande temperaturer, uppemot 20 grader

2012-07-19 14:25 - Av Amanda Johansson/Media

Ovädret skrämde bort turisterna

Junirusket skrämde Stockholmsturisterna. Skansen tappade 35 000 besökare i juni. "Regn är tråkigt för alla utomhusattraktioner", säger Lovisa Lönnebo, kommunikationschef på Skansen.

fler än förra året. DRYGT 620 000 har hittills strömmat in genom Skansenportarna i år. – Nu hoppas vi på bättre **väder** i juli. Men faktum är att man ser mer djur n

vara ett tips till besökare

Lovisa

2012-07-05 11:14 - Av Jessi



Ostadig vecka väntar

Under helgen brotas högsommarvärme över södra Sv ostadigare **väder** i norr. I veckan drar sig värmen tillbaka och stora delar av landet har moln och regnskurar att vänta.

Helgens värme över de södra landskapen, med temperaturer runt 20°C på många håll, beror på att varmluft på nordsidan om ett ordentligt högtryck över Europa gör ett tillfälligt besök. Allra längst i söder kan det vara stanna ytterligare någon dag, men sedan väntas det bli mer ostadigt

2012-08-19 09:19 - Av TT

Sommarens resultat: Bara sex dagar med högsommarvärme

Sommarvädet var uselt – nu finns det bevis. Dagarna med högsommarvärme har varit ovanligt få i år, visar nya siffror som DN har beställt. Bara sex dagar i sommar var det mer än 25 grader varmt i Stockholm.

som legat nere i Medelhavet. Där har det varit riktigt varmt. Det gör att lågtrycken har gått upp över oss, vilket gett oss ostadigt **väder**. Vi har haft

2012-08-23 12:02 - Av Kristofer Östlund



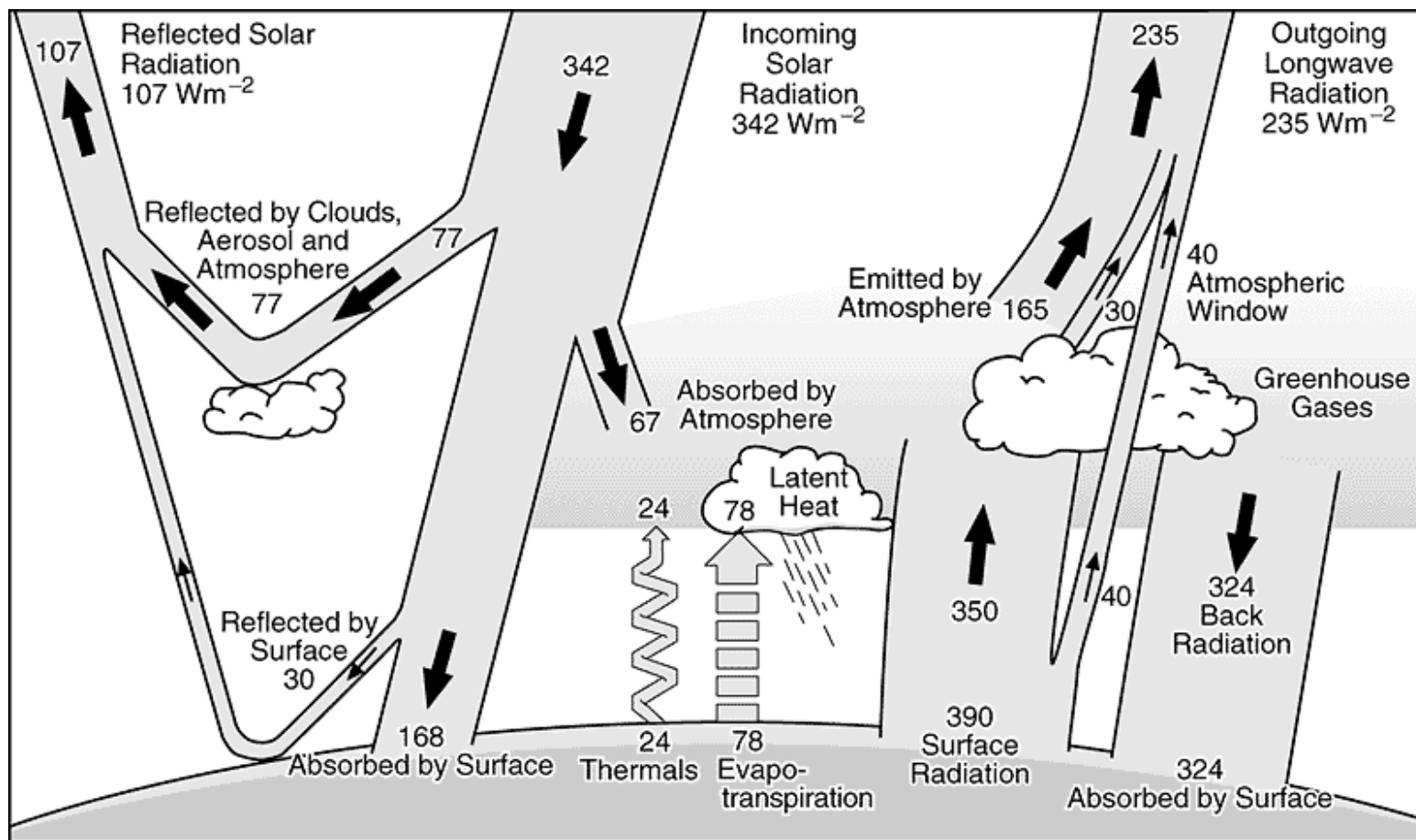
Juli regnade bort

Hagel, störtregn och översvämningar. Juli månad kom, sågs och försvann utan att ha gett många solchanser. SMHI betecknar den som "medelmåttig". "En typisk svensk sommar", säger meteorologen Emil Björck.

Juli hade Haparanda plus 2,2 grader, den lägsta julitemperaturen som uppmätts där på 150 år. De senaste dagarna har bjudit på varmare **väder** och sol

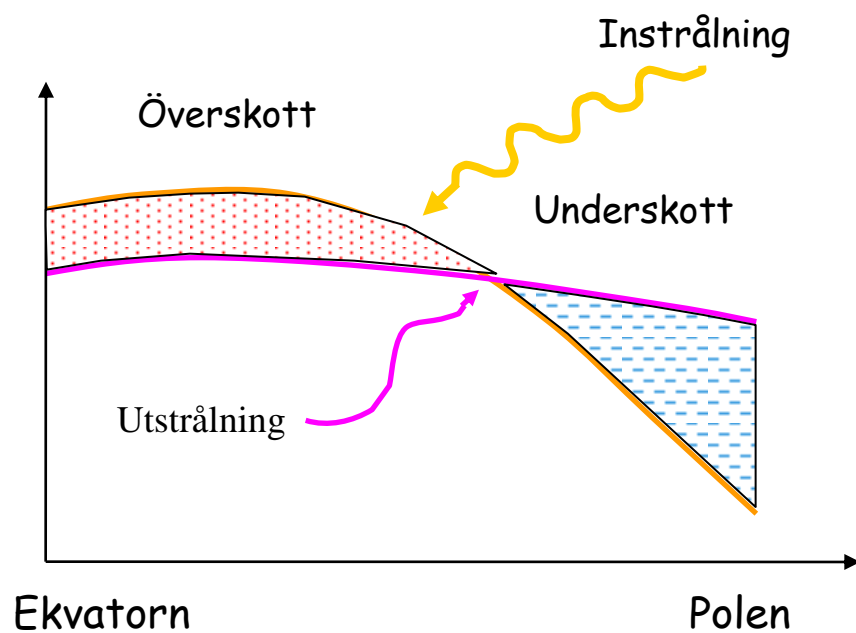
2012-08-01 11:56 - Av Ninna Bengtsson/TT

Solen och solstrålningen värmer jorden

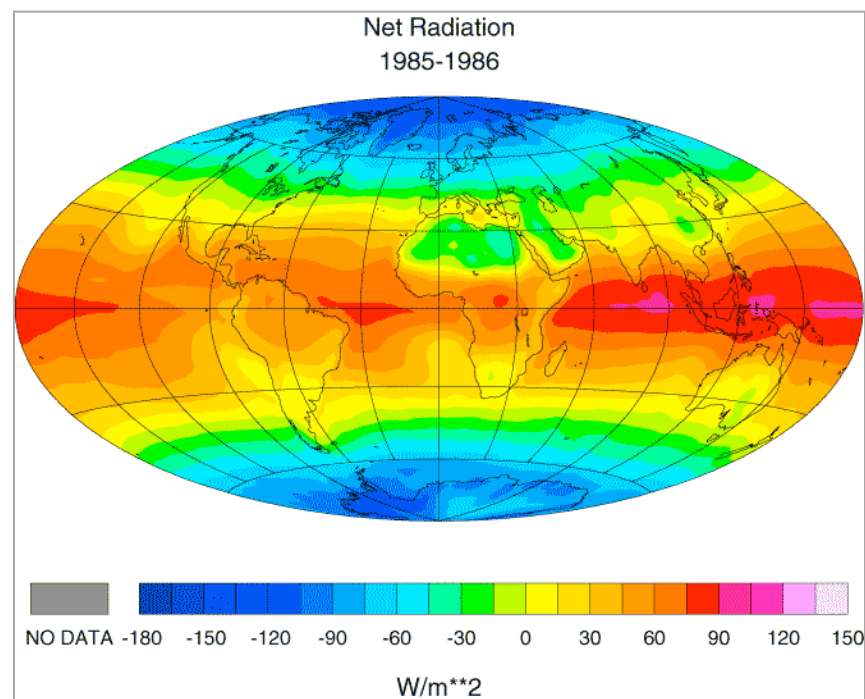


Global strålningsbalans

Global strålningsbalans men stor lokal variation



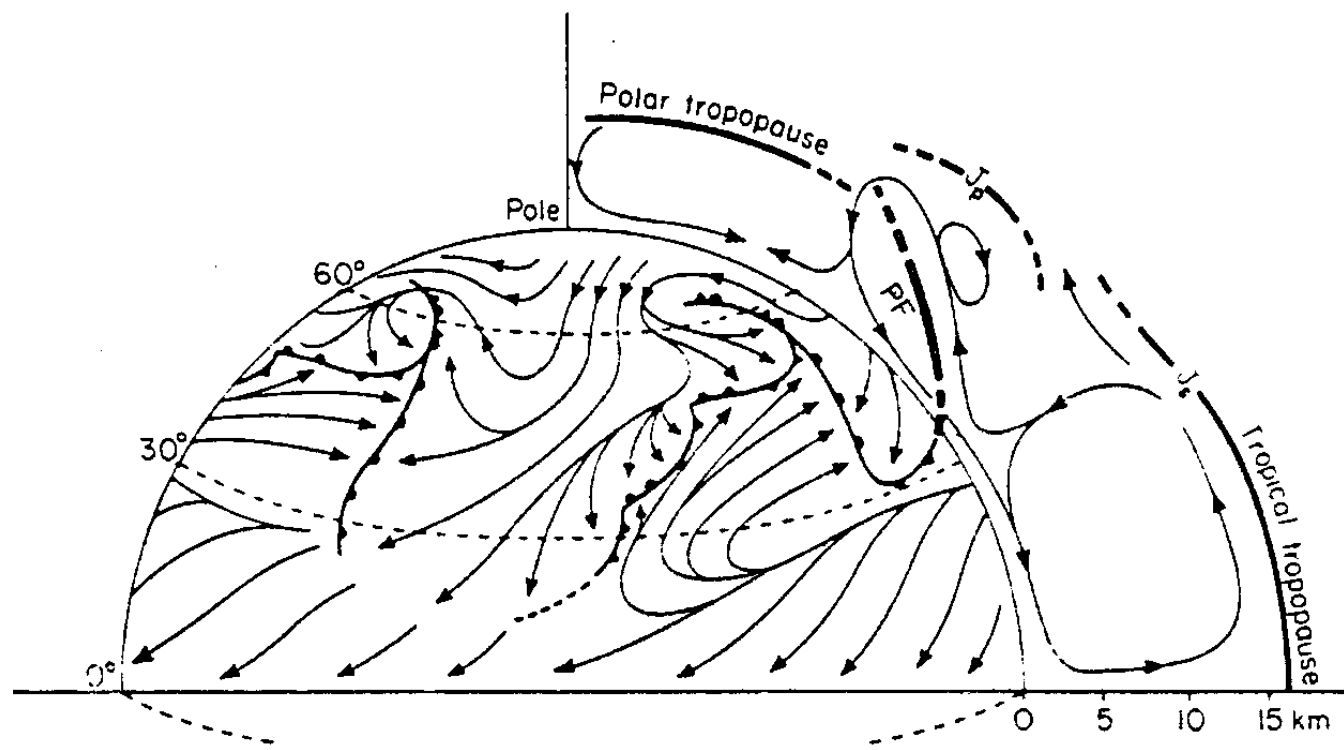
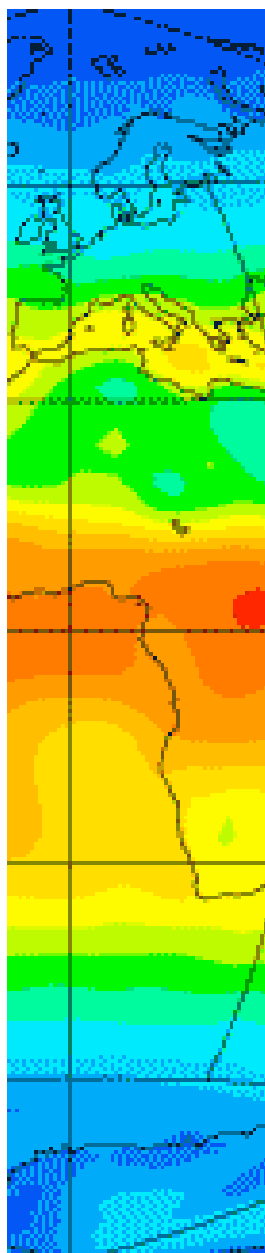
- Olika reflektion (Albedo)
- Geometriska skillnader
- Varierande molnighet



Nettostrålningen är ...

Högre vid ekvatorn **än** närmare polerna
Högre vid markytan **än** i atmosfären

Leder till värmetransport i atmosfären och i haven.



Om väderprognoser



Till folket sade han: ”När ni ser moln stiga upp i väster säger ni genast att det blir regn, och det blir det också. Och när ni märker att vinden är sydlig säger ni att det blir hett, och det blir det.

Luk 12:54-55

Utgår från grundläggande fysikaliska lagar

$$\frac{du}{dt} = f_v - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} + F_x$$

$$\frac{dv}{dt} = -fu - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial y} + F_y$$

$$0 = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial z} - g$$

$$\frac{c_p}{T} \frac{dT}{dt} - \frac{R}{p} \frac{dp}{dt} = Q$$

$$p = \rho RT$$

$$\frac{1}{\rho} \frac{d\rho}{dt} + \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0$$

Men det är mer komplicerat än så...

$$\frac{du}{dt} = fv - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} + F_x$$

$$\frac{dv}{dt} = -fu - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial y} + F_y$$

$$0 = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial z} - g$$

$$\frac{c_p}{T} \frac{dT}{dt} - \frac{R}{p} \frac{dp}{dt} = Q$$

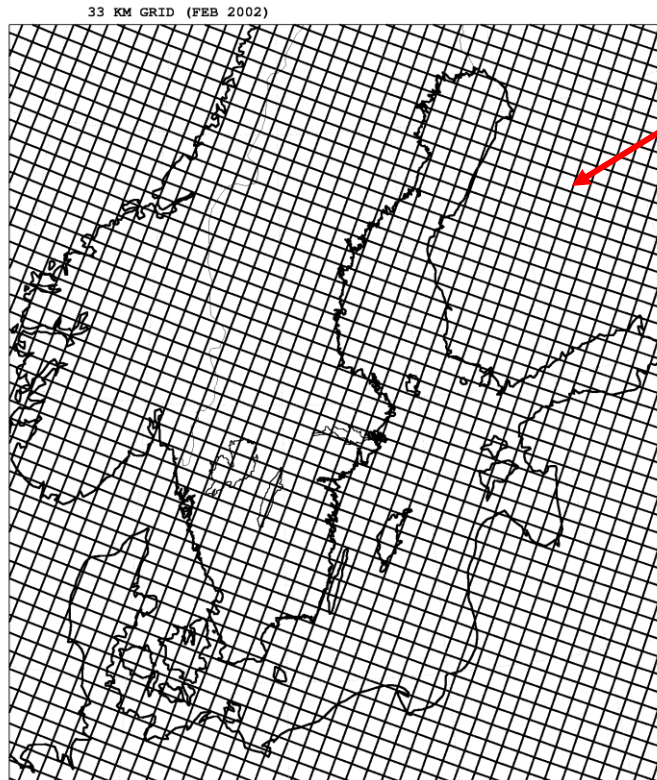
$$p = \rho RT$$

$$\frac{1}{\rho} \frac{d\rho}{dt} + \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0$$

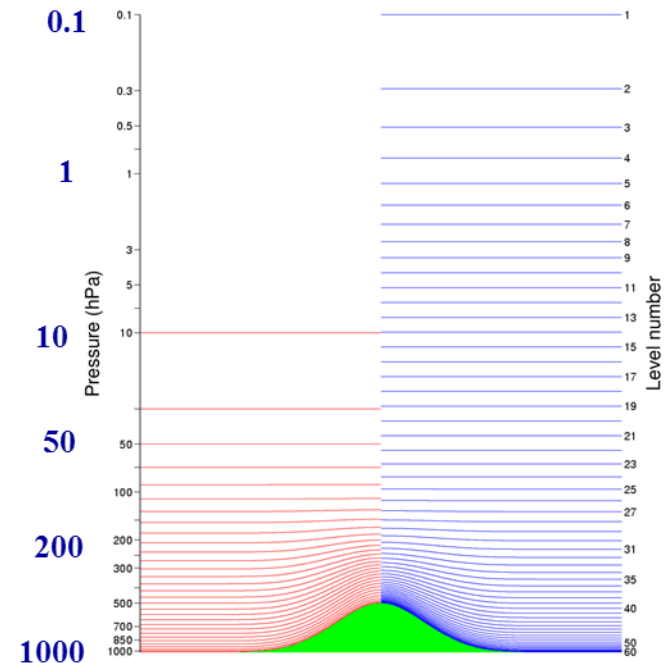
- Icke-linjärt system – krävs numerisk lösning
- God nulägesbeskrivning
- Hantering av ej upplösta processer

a) Numerisk lösning av ekvationerna

Lösningen beräknas för ett tredimensionellt "grid"



Sju variabler, bl.a. vind, temp och fukt



T ex 11 x 11 km (horisontellt) och 60 vertikala nivåer.

a) Numerisk lösning av ekvationerna (forts)

Givet ett utgångsläge...

→ Beräkna kortsiktig utveckling i varje punkt

Applicera utvecklingen, ger 3D-tillstånd $t+\Delta t$

Upprepa

Numerisk lösning ger "fel" bland annat pga. diskretisering i tid och rum.

I princip minskat beräkningsfel med finare upplösning och kortare tidssteg.

b) Utgångsläget är avgörande

En god prognos förutsätter bra beskrivning av vädret "just nu".

Små "störningar" i utgångsläget kan få stor effekt i prognosen.

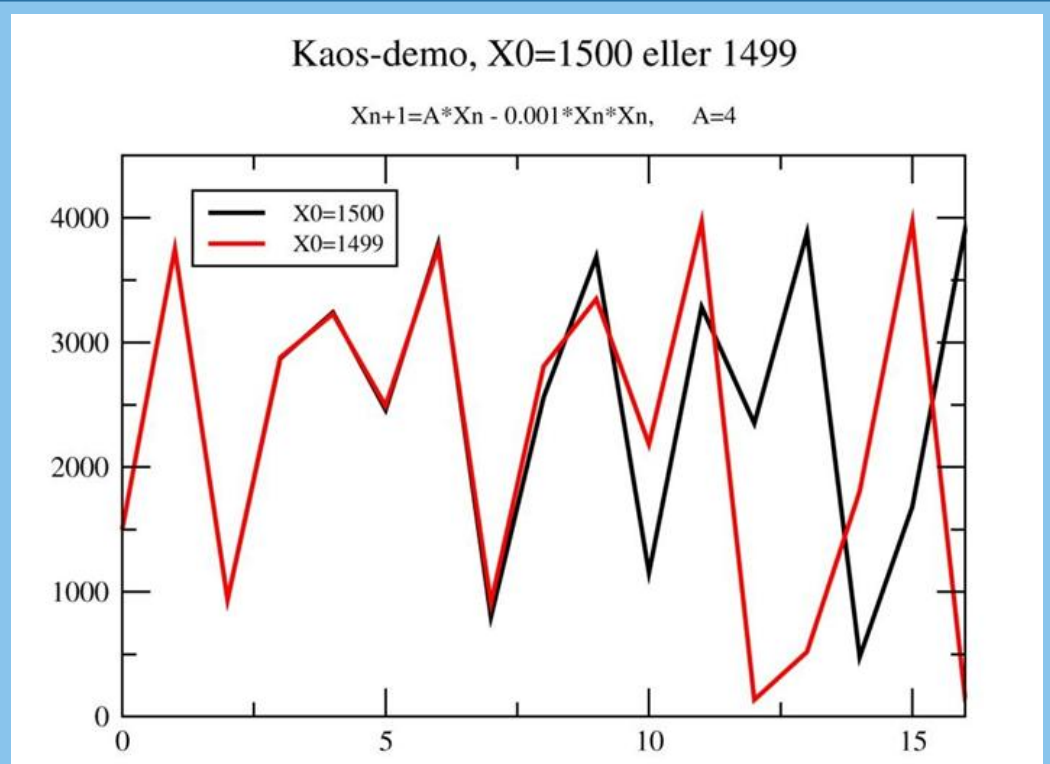
Exempel

$$x_{n+1} = 4 \cdot x_n - 0.001 \cdot x_n^2$$

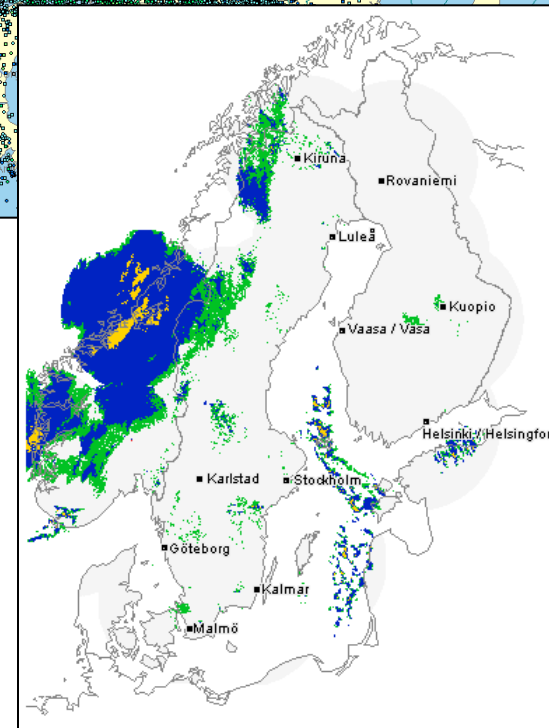
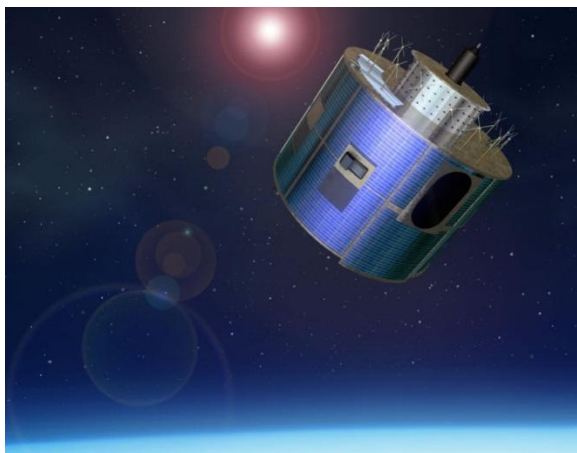
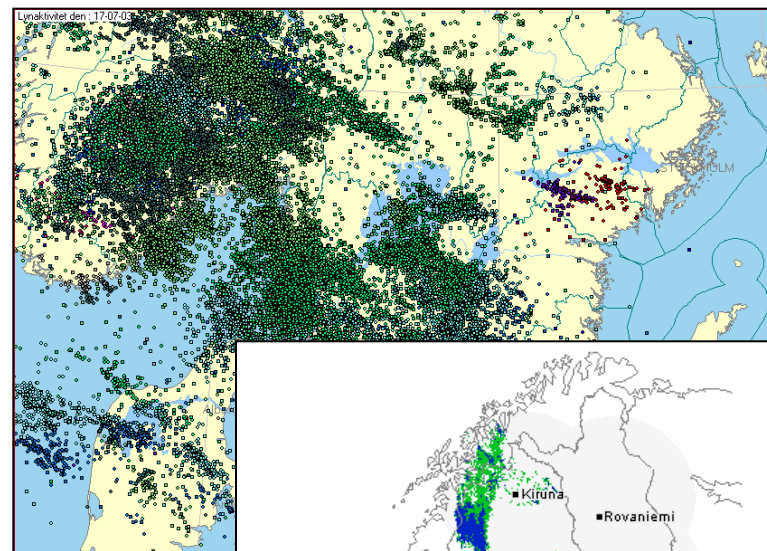
$$x_0 = 1500$$

eller

$$x_0 = 1499$$

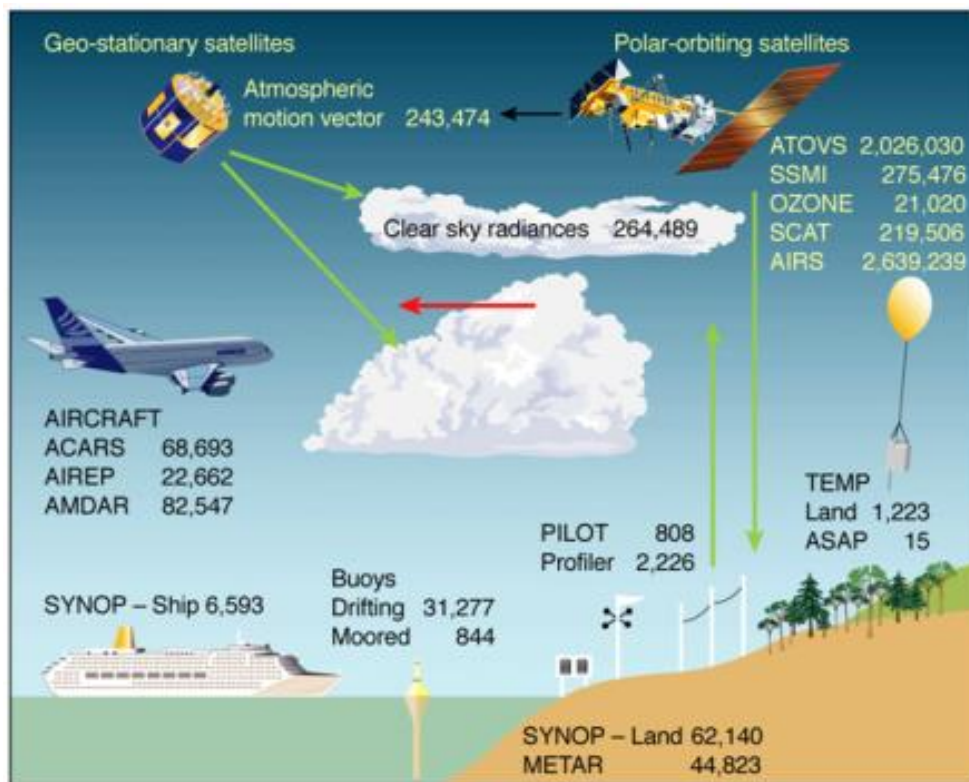


b) Utgångsläget är avgörande (forts) - Observationer



b) Utgångsläget är avgörande (forts)

En god prognos förutsätter alltså noggrann beskrivning av vädret "just nu".



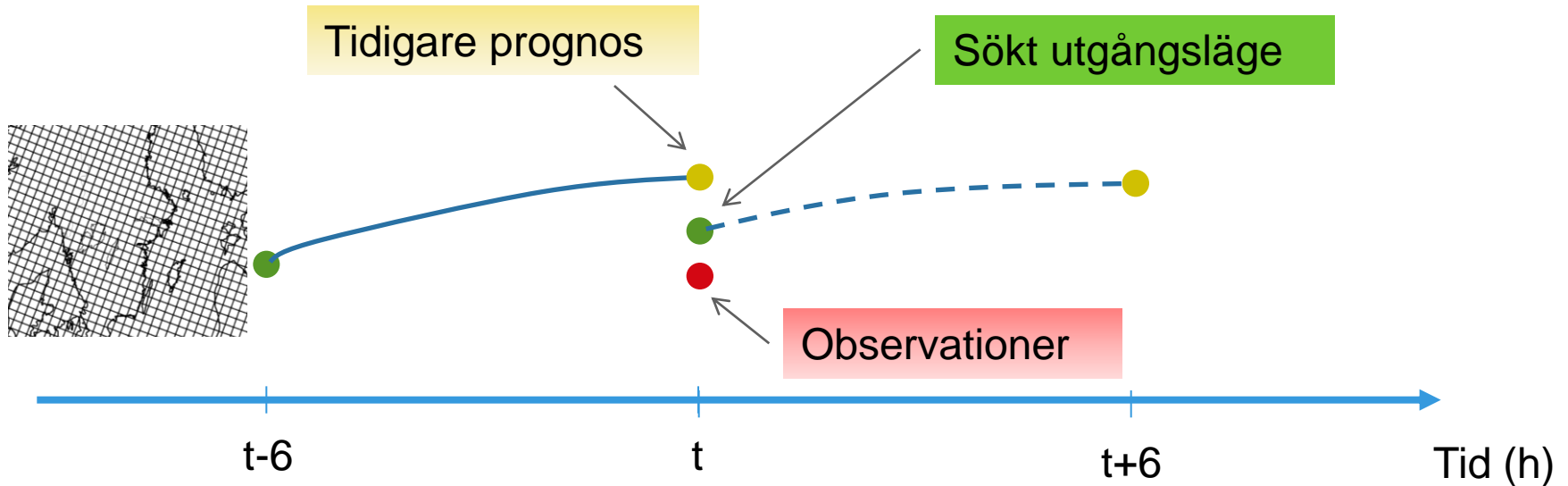
Krävs "startvärden"
(utgångsläge) i alla gridpunkter.

Dessutom...

- Mätfel i observationsdata
- Mätningar från andra tidpunkter
- Mätning av andra variabler

b) Utgångsläget är avgörande (forts)

”Nuläget” uppskattas genom sammanvägning av senaste prognosen och tillgängliga observationer (dataassimilation)



Ny prognos var 6:e timma

b) Utgångsläget är avgörande (forts)

Genom variationsanalys beräknas "bästa möjliga" utgångsläge, det som minimerar ett sammanvägt (uppskattat) observations- och modellfel.

Variational method – minimise cost function $J(\mathbf{x})$

$$\mathbf{J}(\mathbf{x}) = (\mathbf{x} - \mathbf{x}_b)^T \mathbf{B}^{-1} (\mathbf{x} - \mathbf{x}_b) + (\mathbf{y} - \mathbf{H}(\mathbf{x}))^T \mathbf{R}^{-1} (\mathbf{y} - \mathbf{H}(\mathbf{x}))$$

\mathbf{x} – Sökt utgångsläge för nästa prognos

\mathbf{x}_b – Utfall senaste prognosen

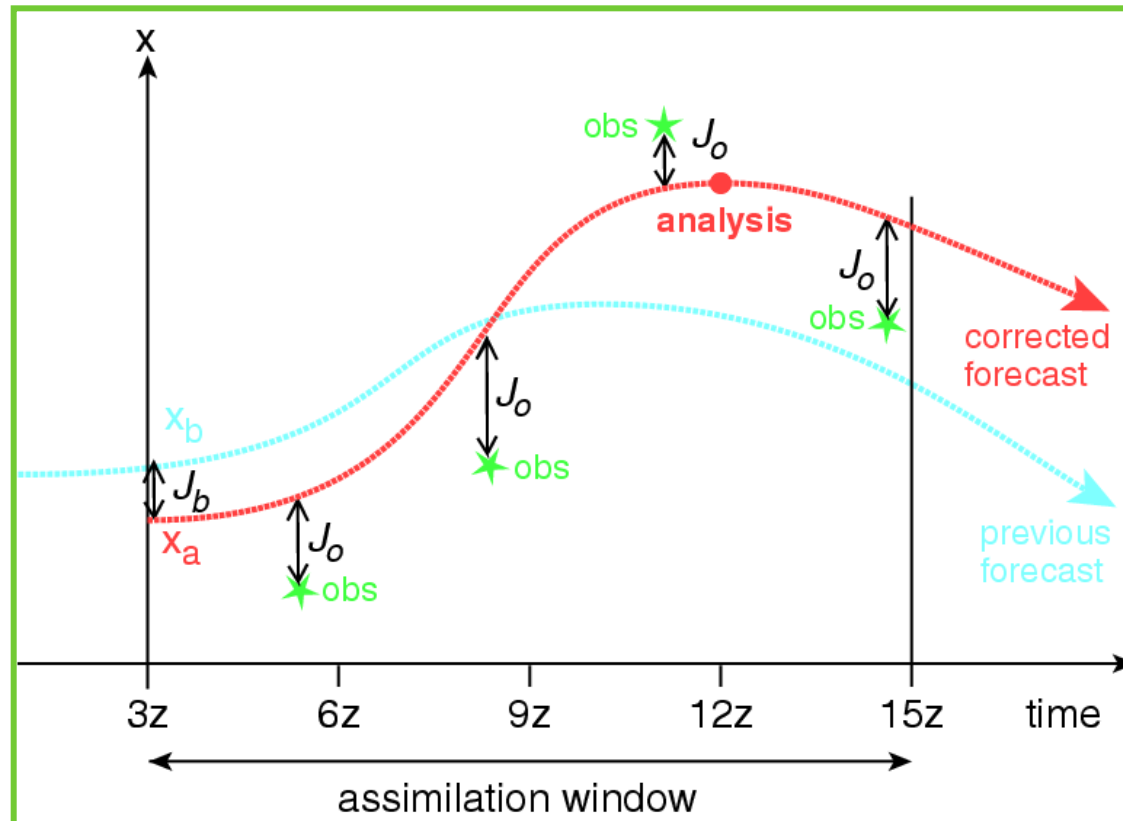
\mathbf{y} – observationer

\mathbf{B} – background error covariance matrix

\mathbf{R} – observation covariance matrix

b) Utgångsläget är avgörande (forts)

Vid 4D-Var studeras ett "tidsfönster" av observationer. Den nya prognosen bestäms så att avvikelsen från observationer minimeras.

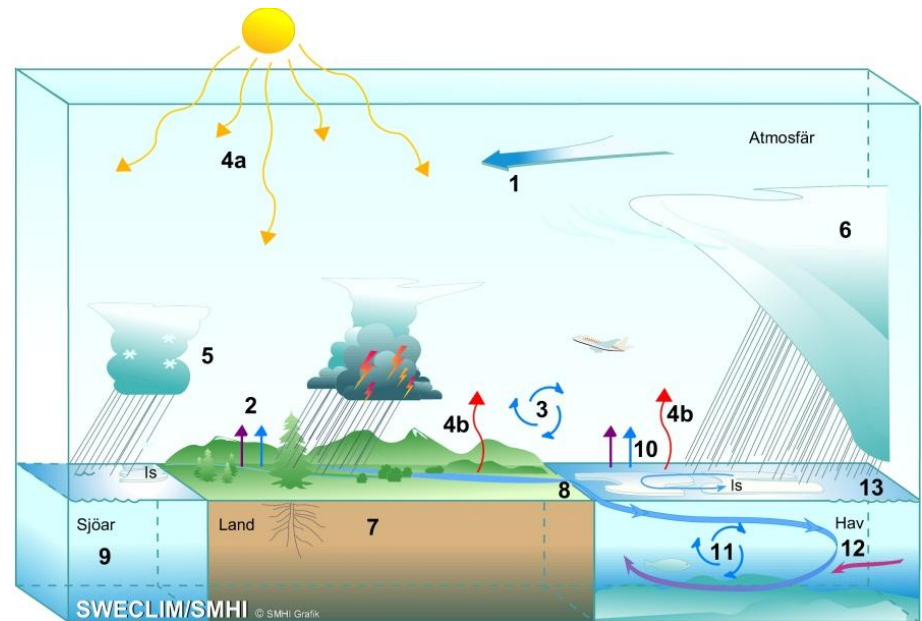


c) "Oupplösta" fysikaliska processer

Flera viktiga fysikaliska processer fångas inte upp av de grundläggande ekvationerna.

Det gäller "småskaliga" processer, bland annat:

- Turbulens
- Molnbildning
- Nederbörd



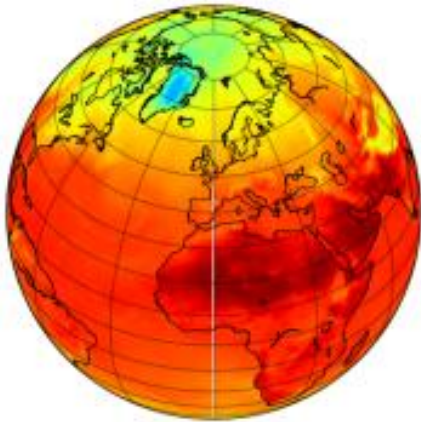


Prognoser i praktiken

Varje dag, året runt ...



Internationell samverkan



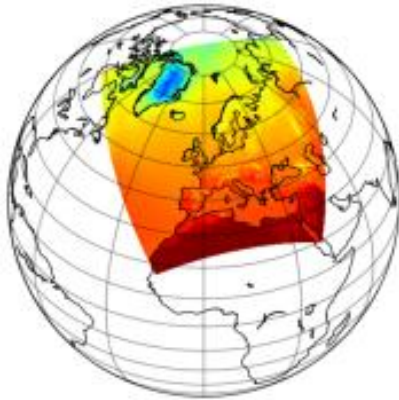
ECMWF - European Centre for Medium-range
Weather Forecasts



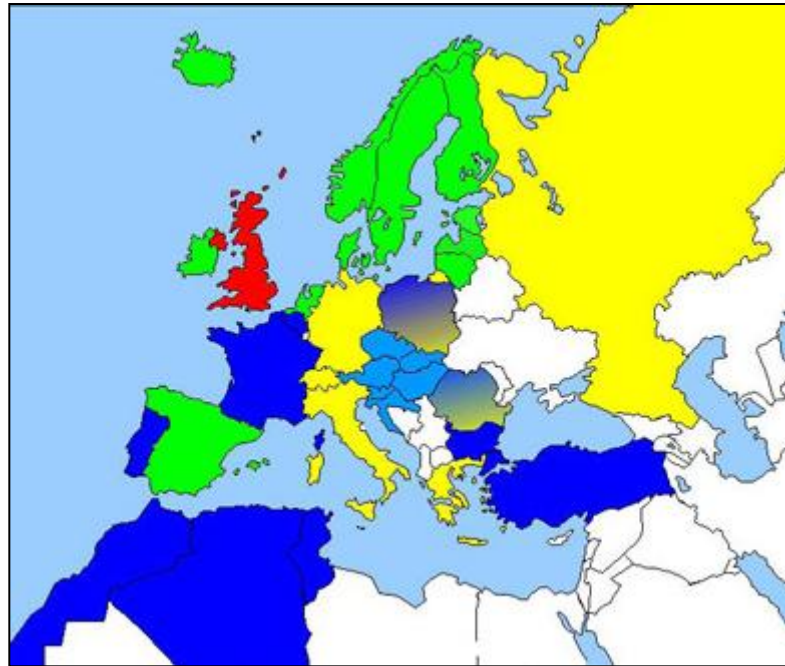
19 medlemsländer och 15 associerade länder.

Operationell verksamhet, globala väder- och säsongsprognoser.

Internationell samverkan (forts)

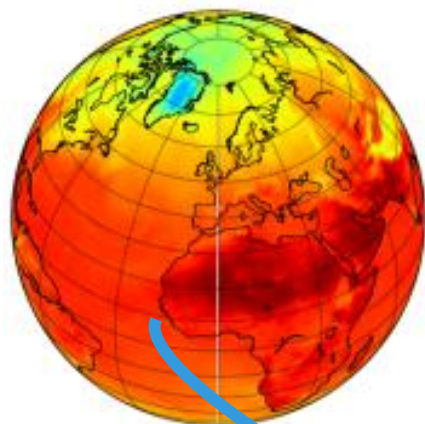


HIRLAM – High Resolution Limited Area Model



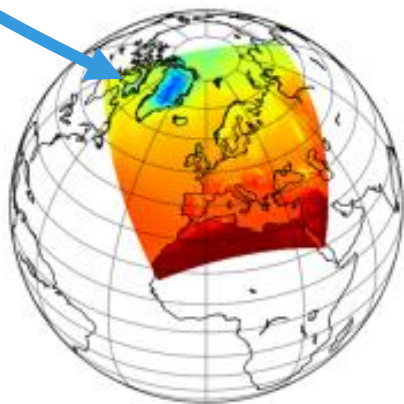
Organiserad samverkan för gemensam utveckling av regionala prognosmodeller.

Globala och regionala prognoser



Global prognos var 6:e timma, ger randvärden för den regionala prognosen. Ger också lång prognos för Sverige.

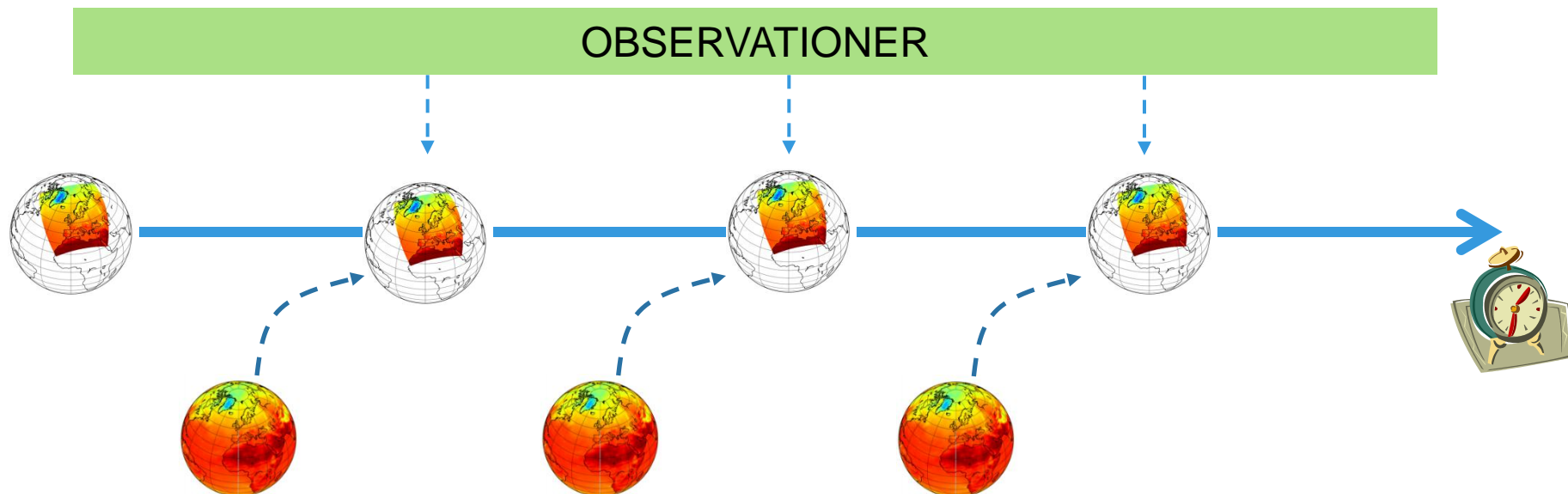
Upplösning 16 x 16 km.



Regional prognos var 6:e timma.

Upplösning 11 x 11 km (5 x 5 km)

Varje dag, året runt ...



Hur prognosen presenteras?

PROGNOS FÖR NORDÖSTRA GÖTALAND

Soligt

Här får vi en ganska solig dag med upp till ca 20 grader. Vinden västlig. I natt ökar molnigheten mer och mer västerifrån, men det blir uppehåll. Nattemperaturen hamnar mellan 10 och 15 grader, och vinden då sydvästlig.

Utveckling mot ortsprognoser på timnivå

Vädret i Sonebo [Lägg till som favoritort](#) [Mina favoritorter](#) ▶

5 dygn | 10 dygn, tabell | 10 dygn, diagram | Senaste dygnet | Sök ort:

5-DYGNSPROGNOS FÖR SONEBO
 Prognosen utfärdad kl. 07.55. Nästa uppdatering: 11.30.

Måndag 3 september [Detaljerad tabell](#)

14.00		20°	→ V 5 (10) m/s
20.00		17°	→ V 3 (6) m/s

Tisdag 4 september [Detaljerad tabell](#)

02.00		14°	→ V 3 (6) m/s
-------	--	-----	---------------

Idag 3 september - Eftermiddag

Idag | Imorgon | Onsdag | Torsdag

Natt | Förmiddag | Eftermiddag | Kväll

16.00		19°	↗ SV 6 (11) m/s	0.0 mm/h	61 %	1013 hPa
17.00		18°	↗ SV 6 (11) m/s	0.0 mm/h	63 %	1012 hPa
18.00		18°	↗ SV 6 (11) m/s	0.0 mm/h	66 %	1011 hPa
19.00		17°	↗ SV 6 (10) m/s	0.0 mm/h	71 %	1011 hPa
20.00		16°	↗ SV 6 (10) m/s	0.1 mm/h	82 %	1010 hPa
21.00		16°	↗ SV 6 (10) m/s	0.1 mm/h	86 %	1010 hPa
22.00		16°	→ V 6 (11) m/s	0.1 mm/h	82 %	1009 hPa

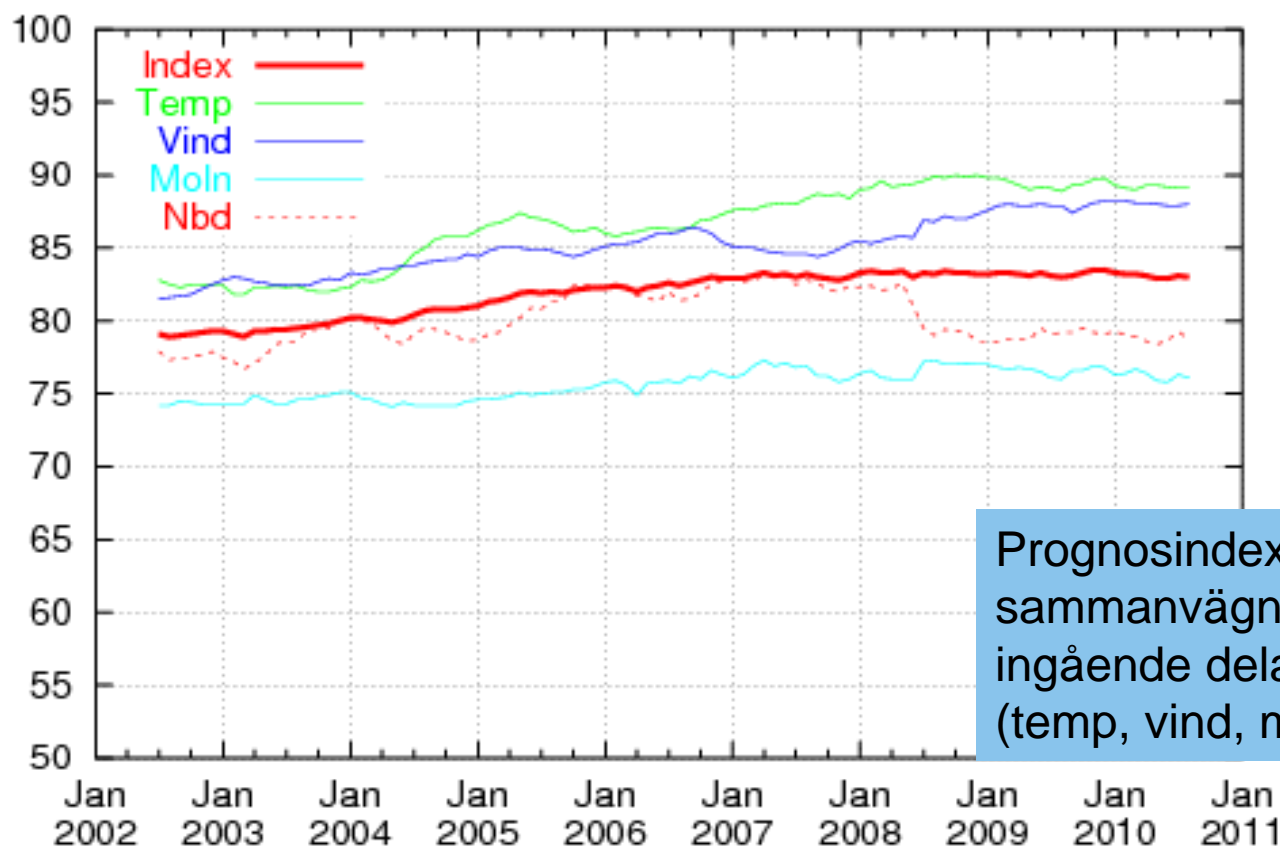
Prognoskvalitet



SMHI:s prognosindex (1 dygn)

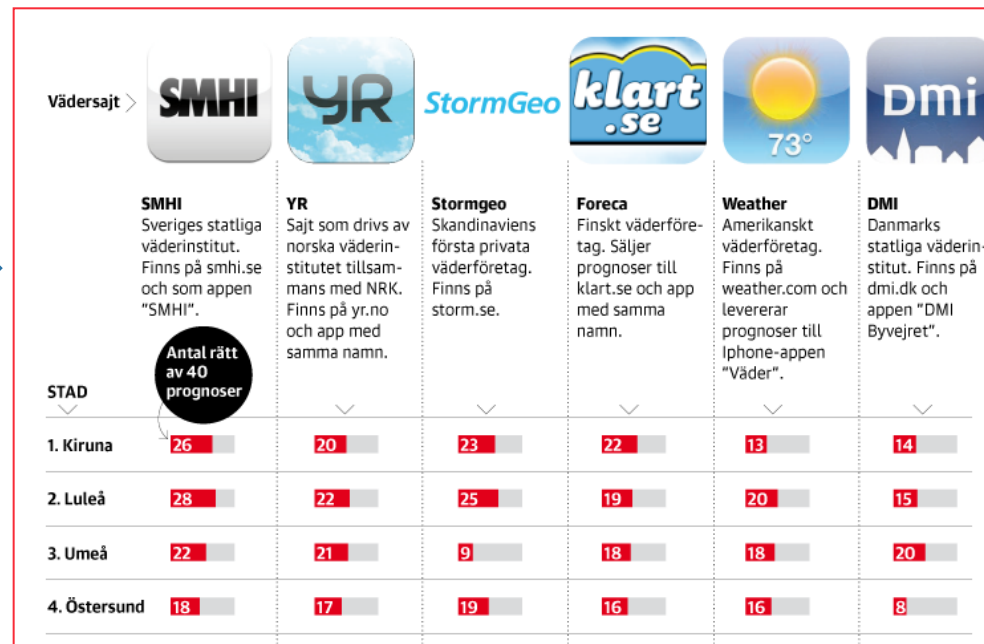
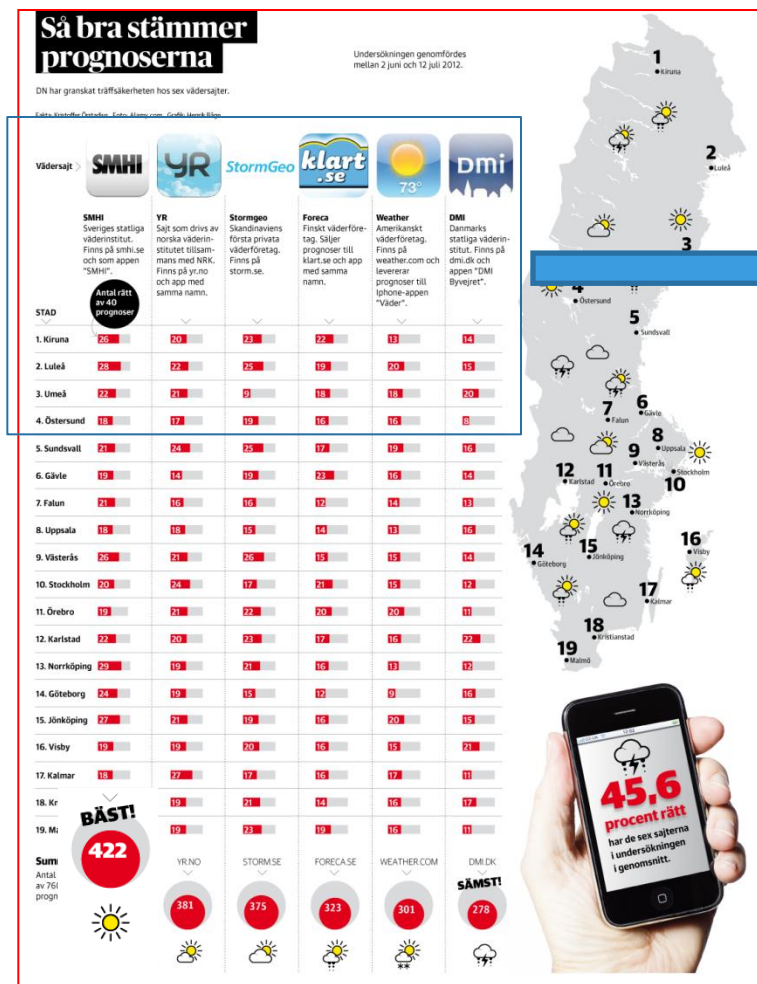
SMHI:s väderprognoser ska ha en träffsäkerhet på minst 85 procent.

SMHI:s regleringsbrev 2012



Prognosindex är en sammanvägning av ingående delar (temp, vind, moln, ndb)

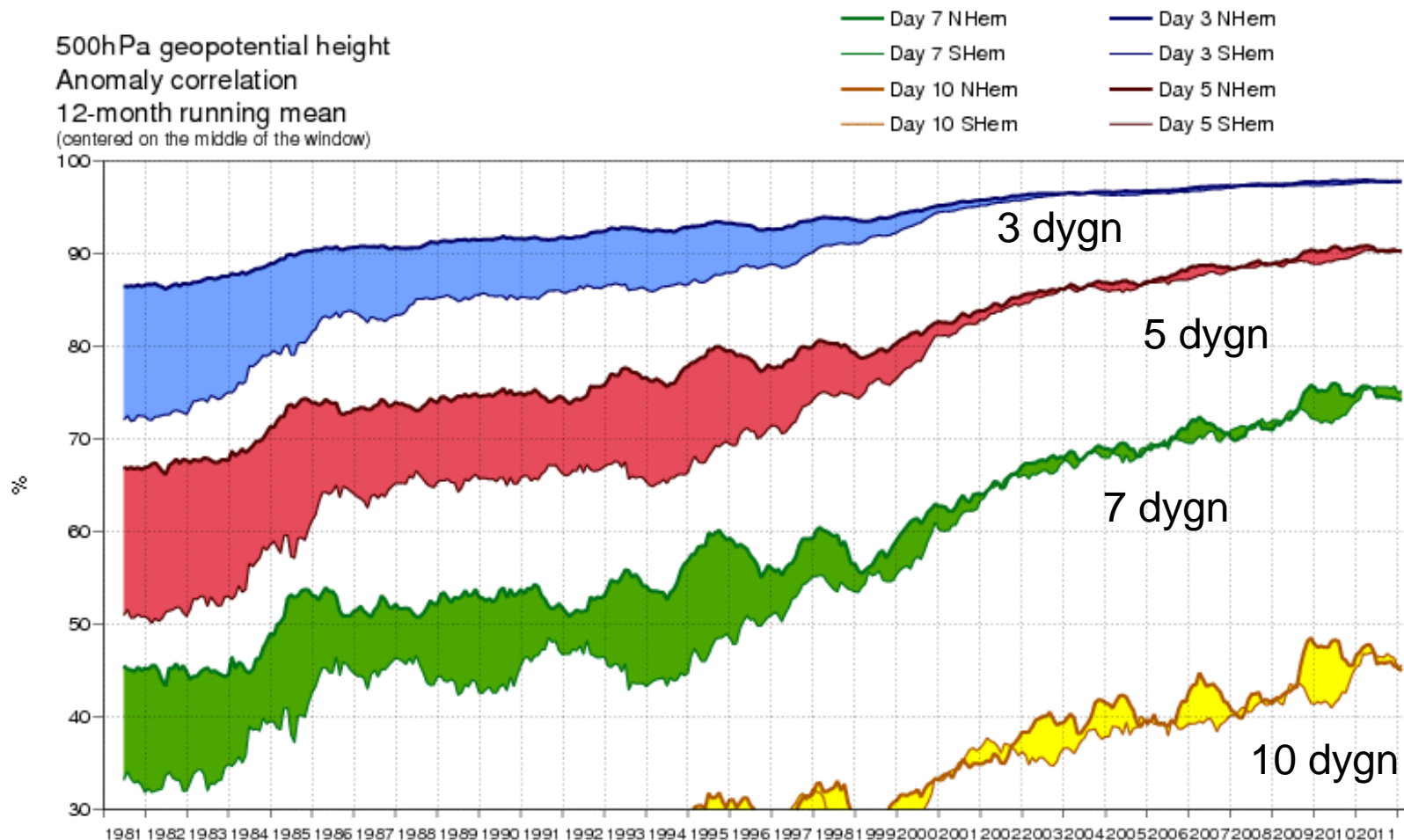
DN jämför prognoskvalitet



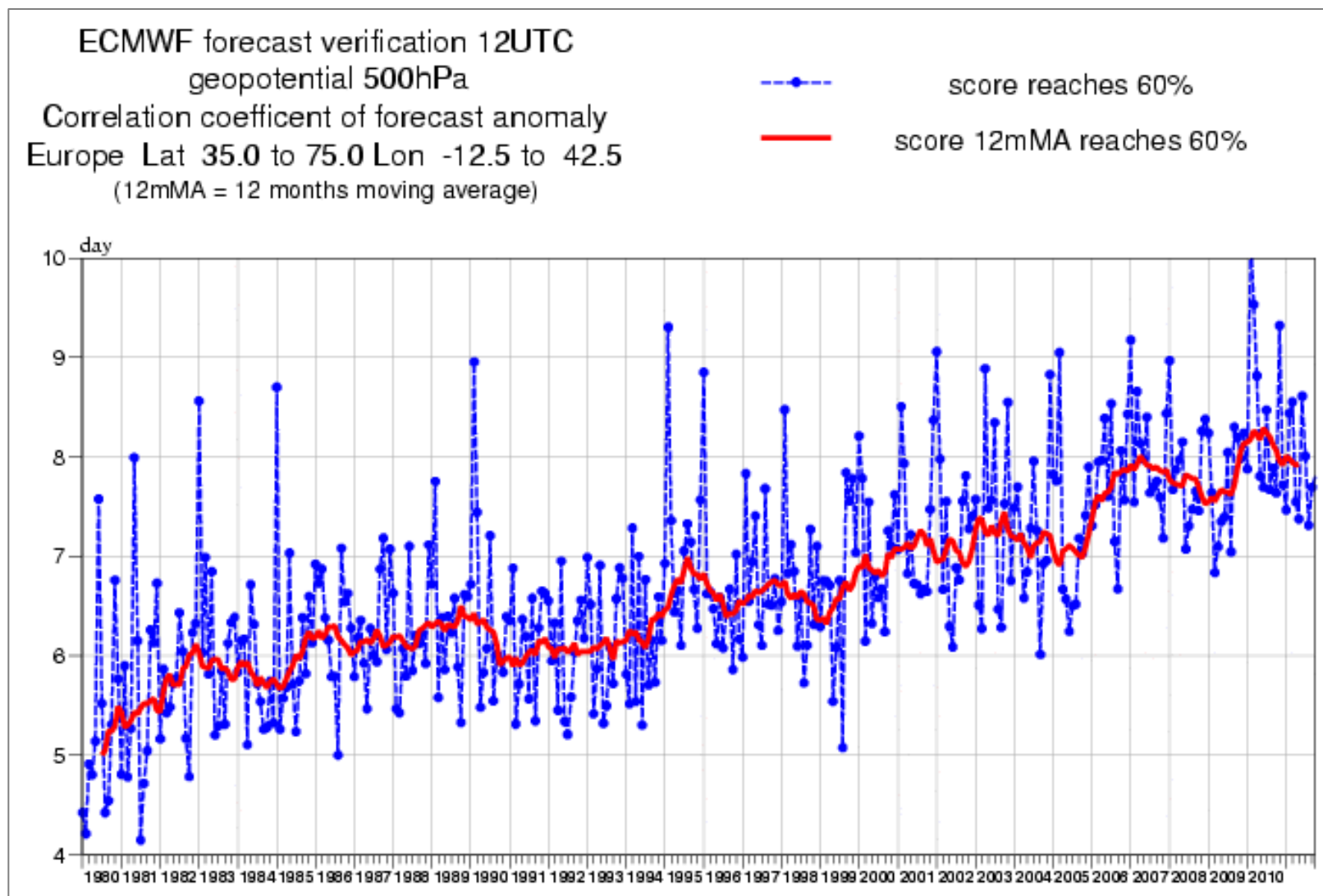
"Riktig" prognos enl. DN om ...

- max 3 grader fel, och
- rätt i fråga om nederbörd, och
- i stort sett rätt om molnighet

Stadiga förbättringar



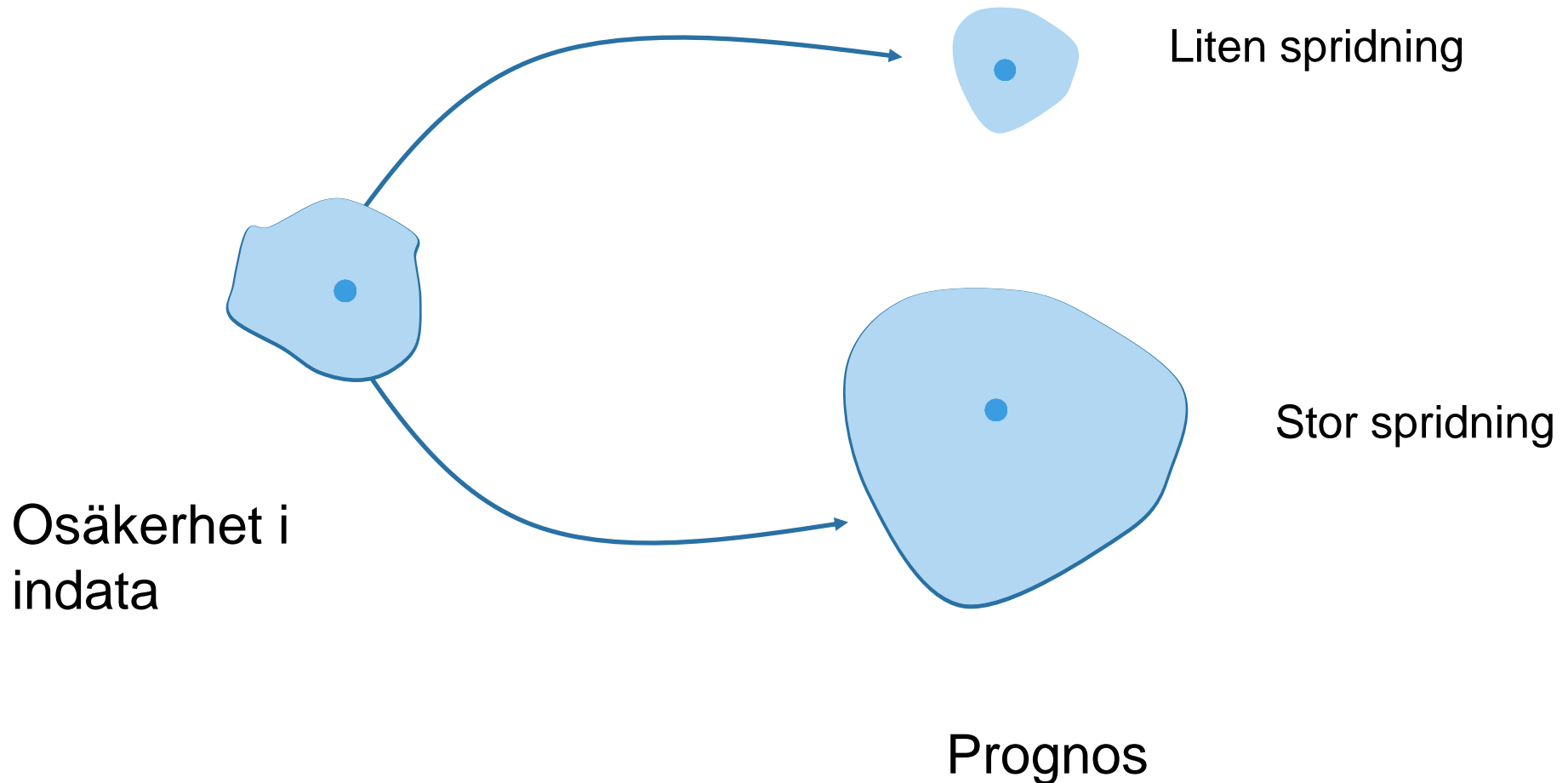
Vi klarar längre och längre prognoser...



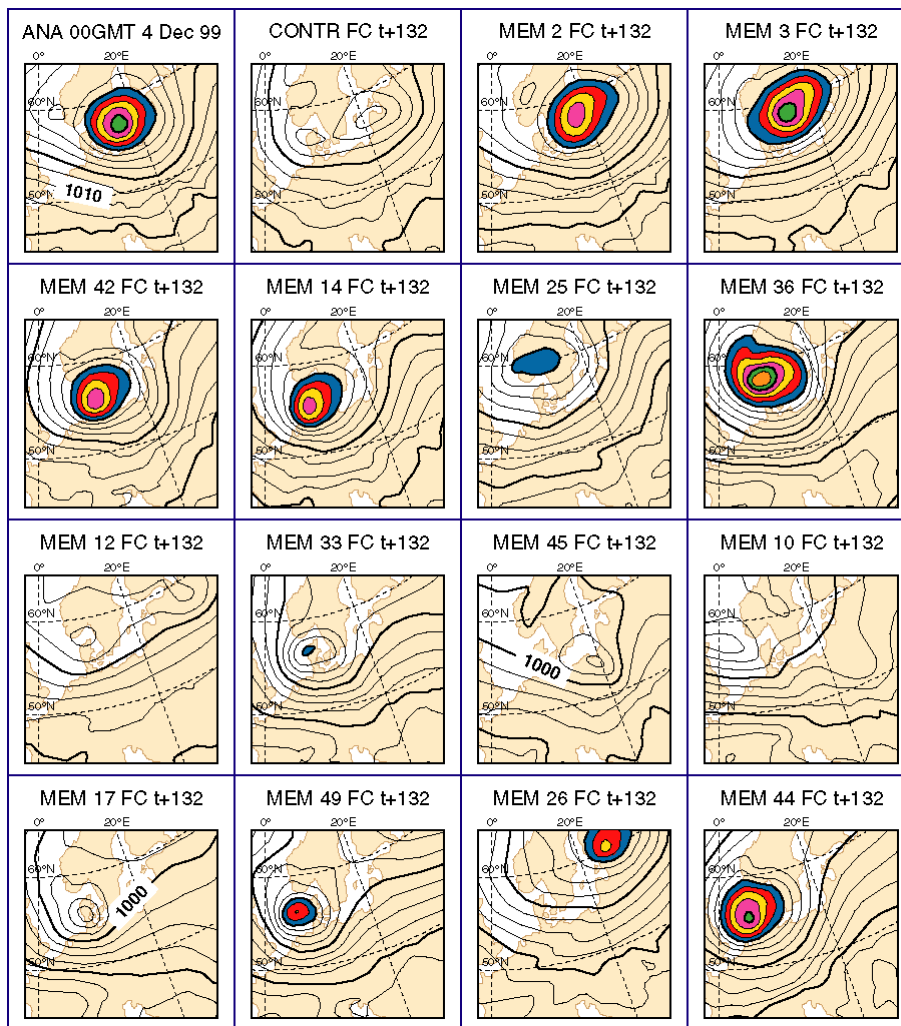
**Vad kan man i förväg säga om
prognosens träffsäkerhet?**



Hur "robust" prognosen är för osäkerhet i indata säger något om prognosens säkerhet.



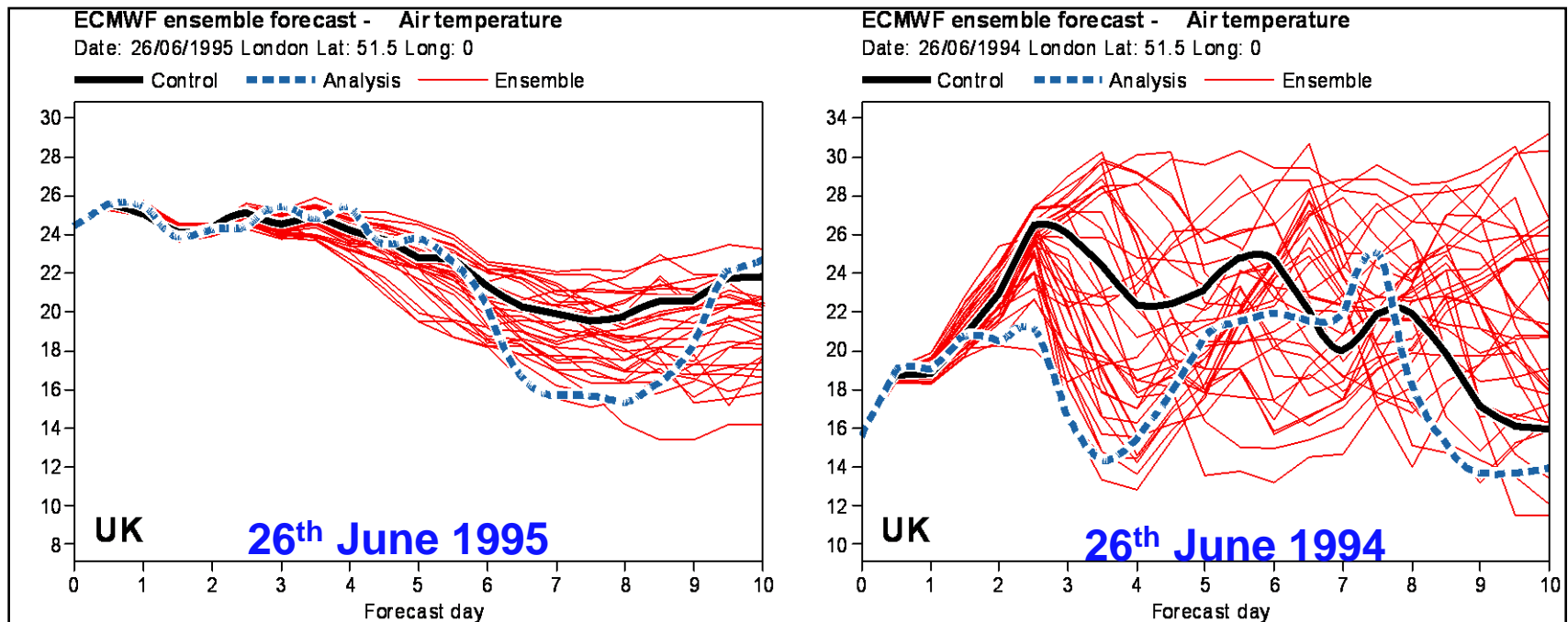
Prognoser med olika "störningar" i utgångsläget



Ensembleprognoser

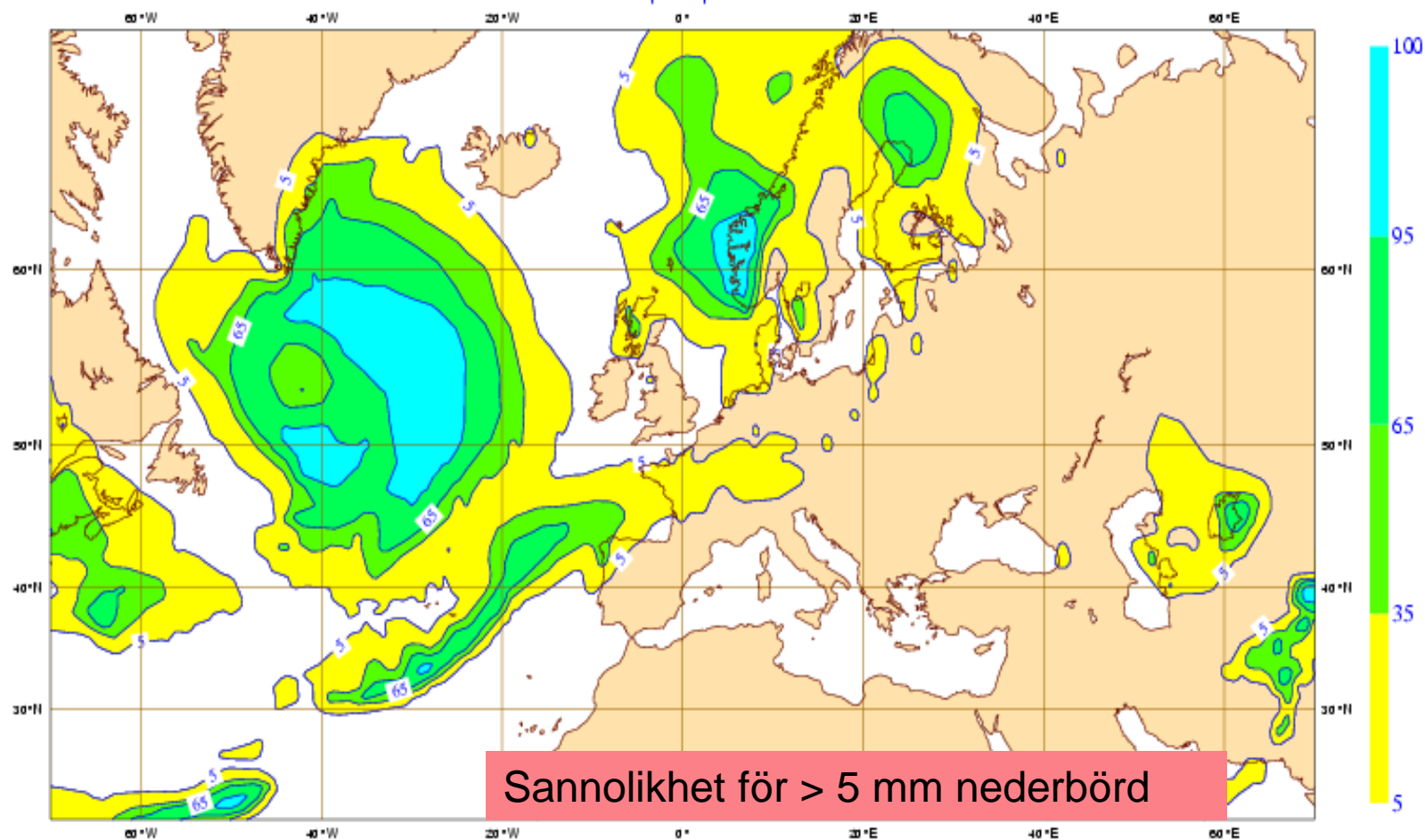
Idé: Om prognoserna är samlade (liten spridning) så är förmodligen rådande atmosfäriska tillstånd mer prediktabelt än om prognoserna har stor spridning.

Ensemble-utfallet ger uppskattade sannolikheter.

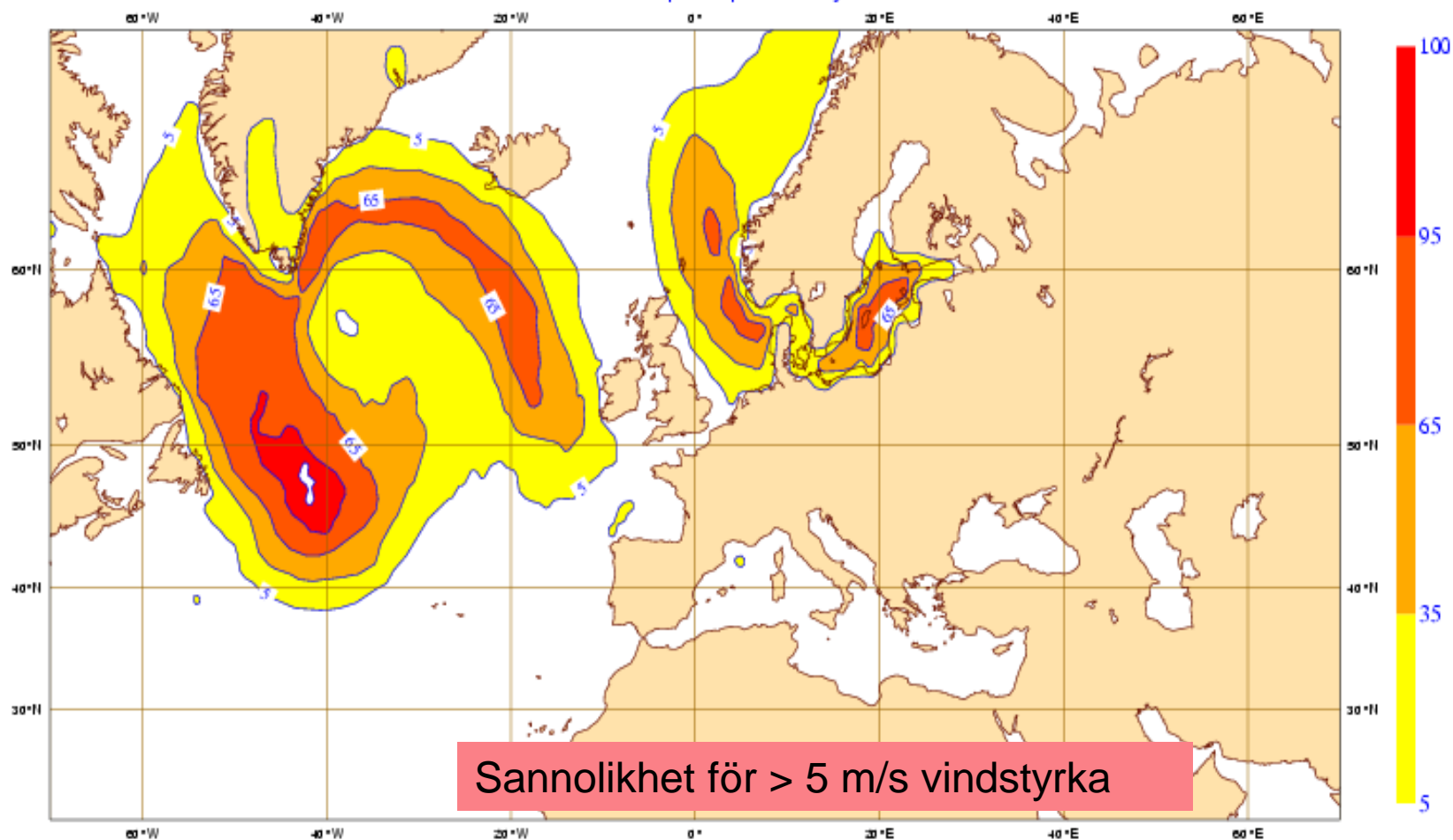


Beräknade sannolikheter från ensembleprognoser

Tuesday 11 January 2005 00UTC ECMWF EPS Probability Forecast t+(36-60) VT: Thursday 13 January 2005 12UTC
Surface: total precipitation >5 mm



Tuesday 11 January 2005 00UTC ECMWF EPS Probability Forecast t+60 VT: Thursday 13 January 2005 12UTC
 Surface: 10m wind speed probability >15 m/s



Framtida utveckling

- Högre rumslig upplösning (2014, samverkan med Norge)
- Ökad operativ användning av ensemble-metodik
- Sannolikhetsprognoser
- Ständig metodutveckling (oupplösta processer, dataassimilation)
- Numerisk lösningsmetodik
- Presentation, mobila tjänster

