



Modelowanie typu „ensemble”: wykorzystanie w procesie podejmowania decyzji

Stefano Galmarini

***Institute for Environment and
Sustainability***

Joint Research Center, Italy

Sławomir Potemski

CoE MANHAZ

Nieco historii

W 1897 r. **H. Poincaré** zaobserwował układy dynamiczne wrażliwe na warunki początkowe.

W 1963 r. **E. Lorenz** opublikował pracę dotyczącą wrażliwości modelu równań opisujących atmosferę na warunki początkowe – zaczęto mówić o rozwiązaniach chaotycznych.

Od tej pory następuje szybszy rozwój teorii układów chaotycznych („chaos deterministyczny”).

W 1969 **Epstein** wprowadził pojęcie prognozowania stochastyczno-dynamicznego za pomocą funkcji rozkładu prawdopodobieństwa (równanie **Liouville’a** lub **Fokkera-Plancka**).

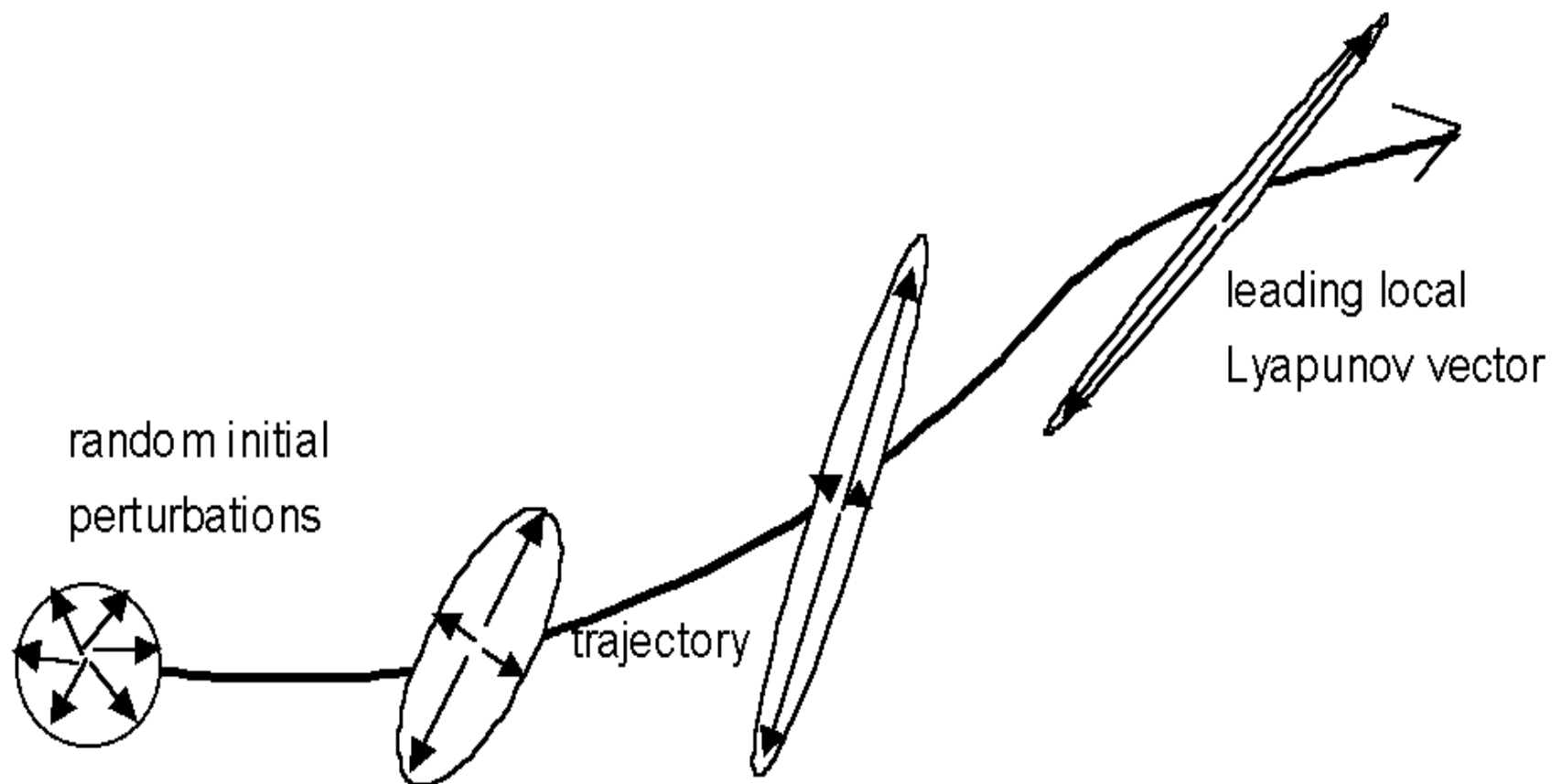
Zmiana paradygmatu numerycznego prognozowania pogody z: próby wyznaczenia najlepszych warunków początkowych w celu wykonania deterministycznej prognozy

na:

prognozowanie stochastyczno-dynamiczne.

Podstawy prognozowania typu ensemble

- **Małe początkowe zaburzenia mogą prowadzić do dużych różnic w prognozach numerycznych**
- **Ewolucja długo-czasowa perturbacji jest opisana za pomocą wektorów Lapunowa**
- **Globalny wektor Lapunowa jest singularnym wektorem modelu stycznego**
- **Pozostałe wektory Lapunowa mogą być uzyskane podobnie jak globalny ale po zastosowaniu ortogonalizacji**



Podstawy prognozowania typu ensemble

Podejście ECMWF oparte jest na szukaniu wektorów singularnych:

- **Wyznaczenie najszybciej rosnących modów stycznego modelu linowego i modelu sprzężonego**
- **Mody są bliskie do wektorów Lapunowa ale odzwierciedlają zachowanie się części liniowej**
- **Metoda jest kosztowna obliczeniowo i**
- **Zależy od wybranej normy (ortogonalizacja !)**

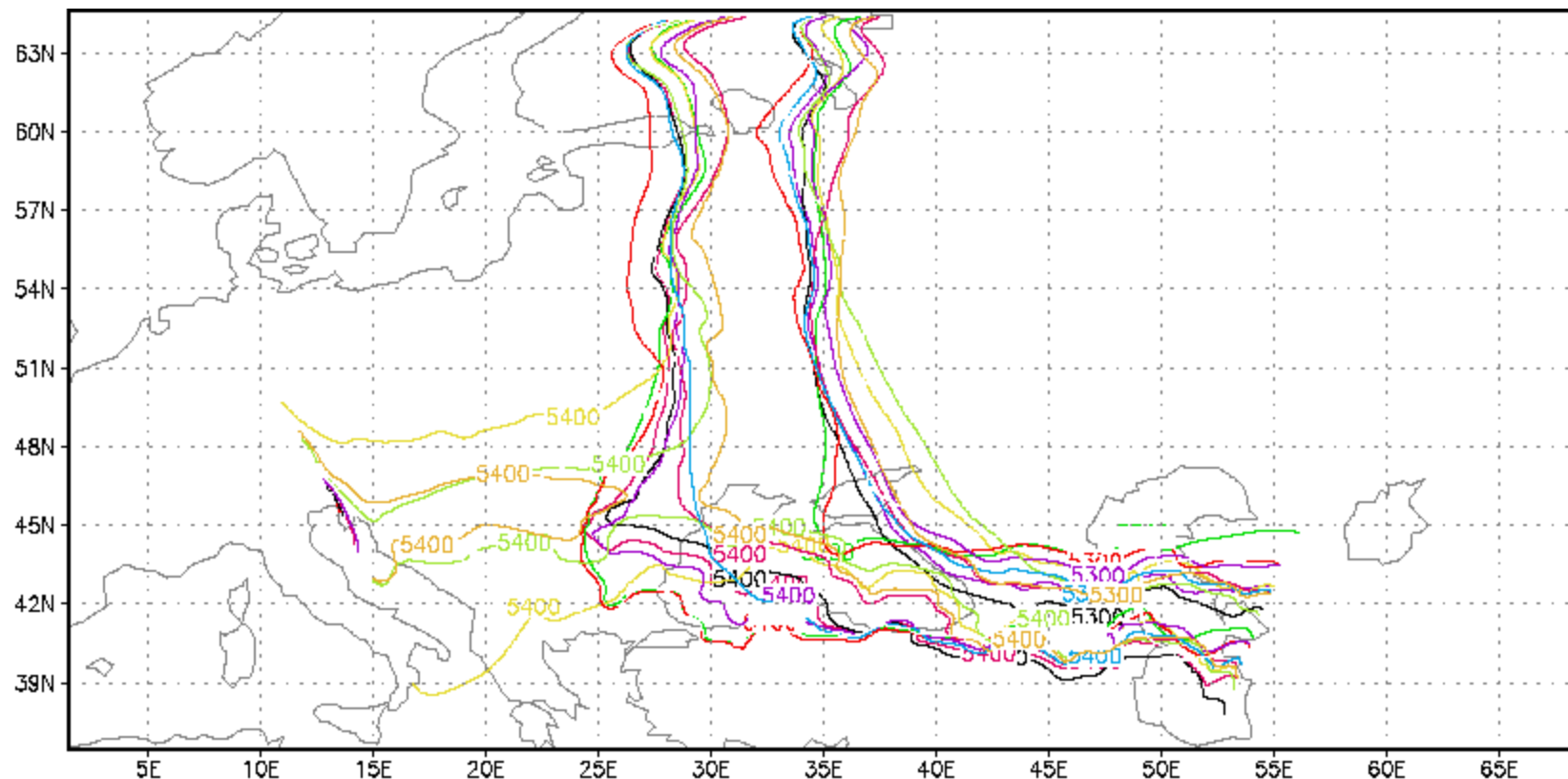
Podstawy prognozowania typu ensemble

Podejście NCEP oparte na wektorach „bred”:

- 1. Znalezienie rozwiązania kontrolnego.**
- 2. Dodanie perturbacji (dowolne zaburzenie początkowe) do podstawowego rozwiązania, scałkowanie modelu nieliniowego i odjęcie niezaburzonego rozwiązania od zaburzonego perturbacją**
- 3. Wyznaczenie wielkości perturbacji przy użyciu dowolnej normy i jej przeskalowanie**
- 4. Powtórzenie 2 i 3 dla kolejnych kroków czasowych**

Multi-model ensembling

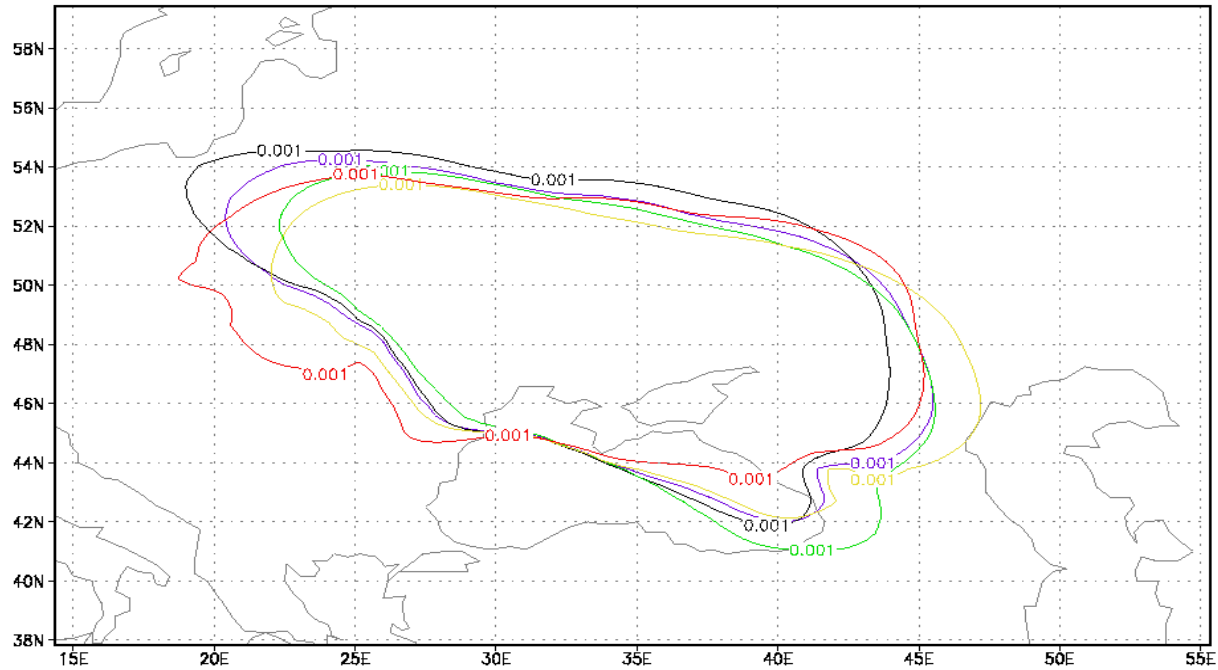
- **Zamiast wprowadzać sztuczne perturbacje można użyć wielu różnych modeli, różnych parametryzacji, etc., i:**
 - Albo wystartować z globalnych prognoz (kontrolnych i zaburzonych) a następnie uruchomić modele regionalne i mezoskalowe
 - Albo uruchomić model globalny (spektralny) a następnie uruchomić modele regionalne i mezoskalowe z zaburzeniami
- **Jakie modele: np. RAMS, MM5/WRF, Eta, GSM/RSM**



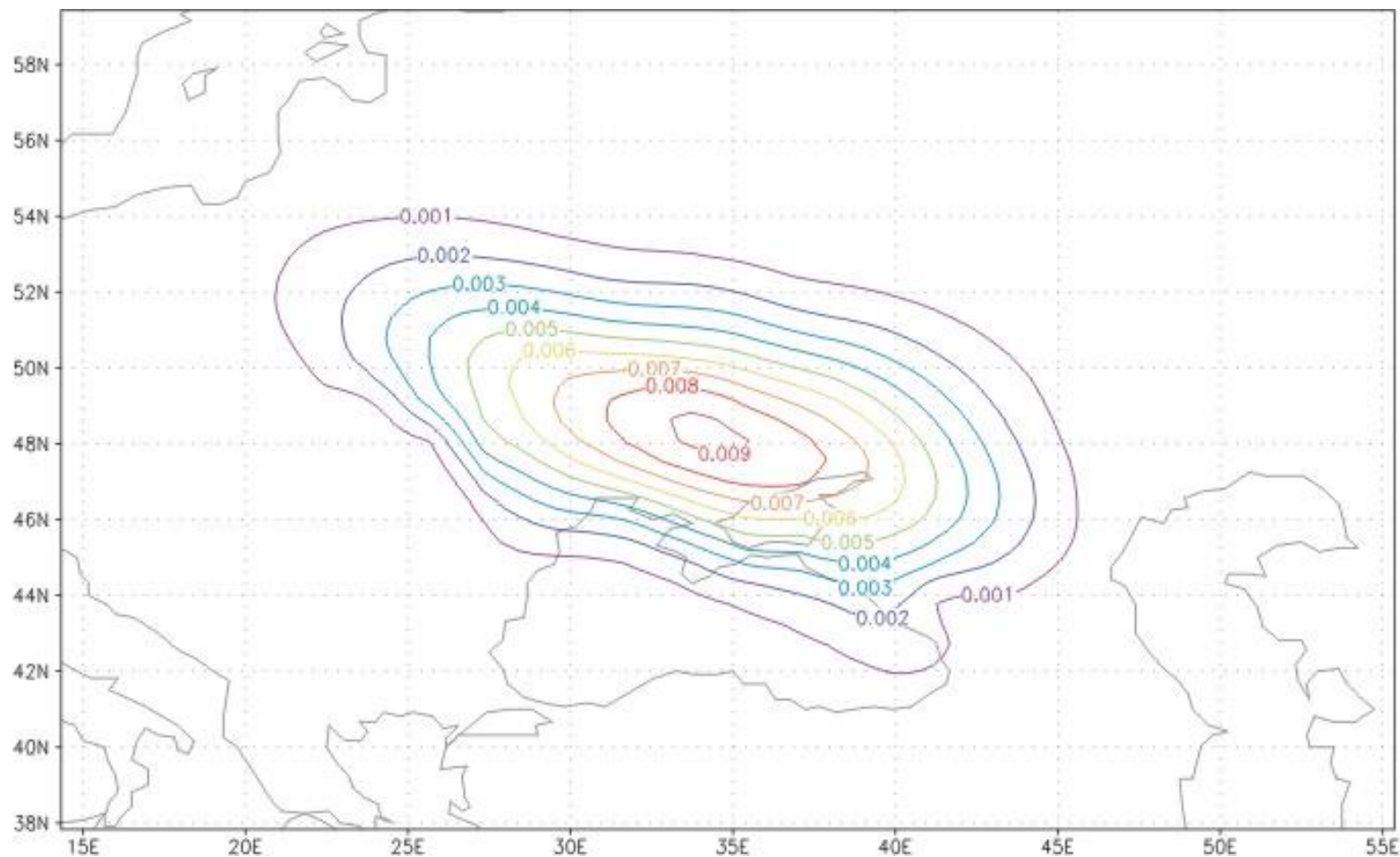
MM5 ensemble - spaghetti plot – geopot. hghts 5300-5400 m – t48h

HYPACT: HYbrid PArticle and Concentration Transport Model

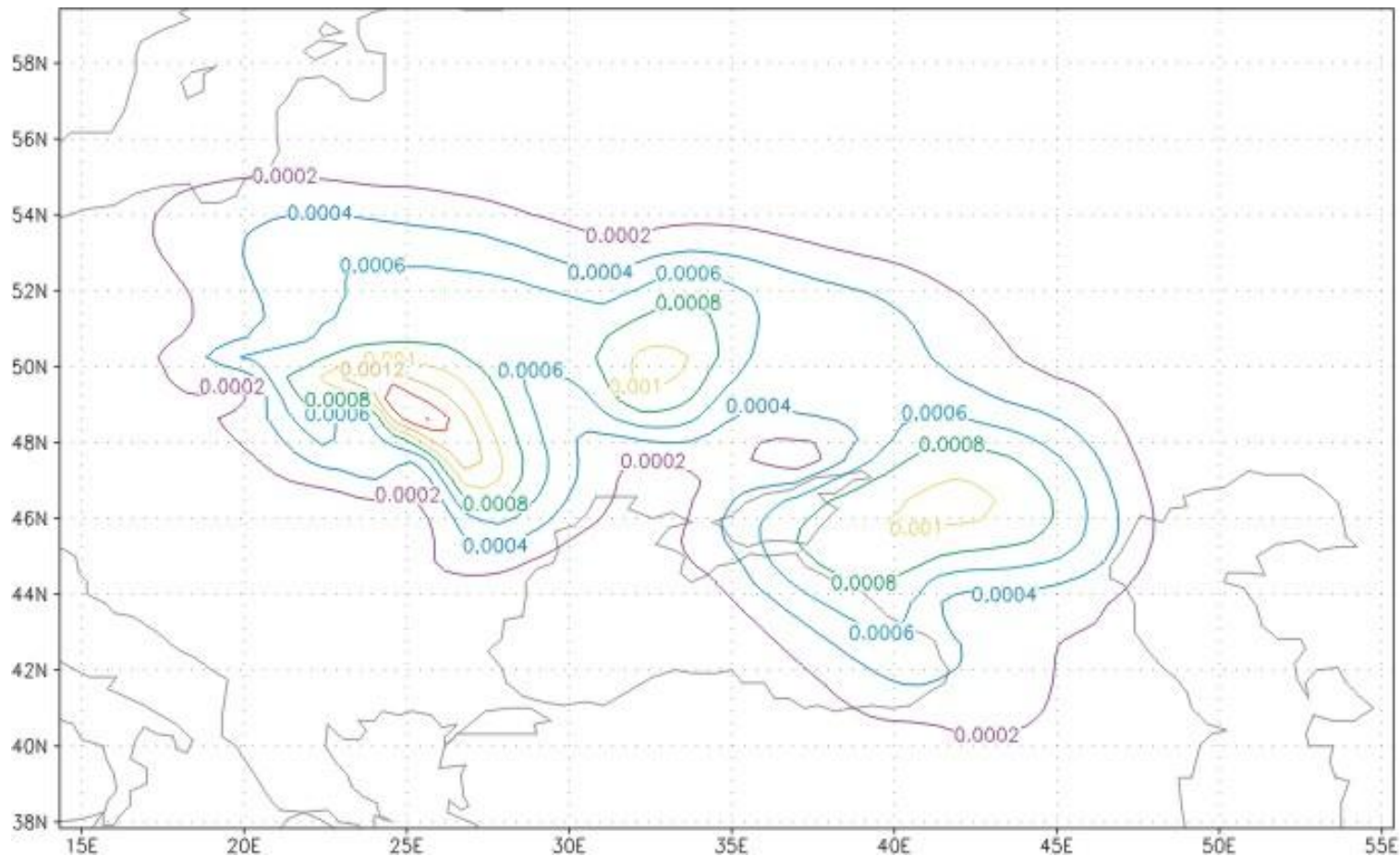
- **3-D model transportu i dyspersji skażeń w atmosferze sprzężony z numerycznym modelem prognozy pogody RAMS**
- **Połączenie modelu Eulerowskiego (siatkowego) z Lagranżowskim modelem cząstek**
- **Typowo model cząstek używany w pobliżu źródła**
- **Obliczenia na dalszych odległościach na siatce Eulerowskiej**



„Spaghetti plot” dla prognozy kontrolnej i dwóch perturbacji przy użyciu modeli HYPACT i RAMS



Izolinie średnich stężeń



Rozrzut „ensemble”

Projekt UE „ENSEMBLE”

- Prognozowanie dalekozasięgowej dyspersji atmosferycznej jest istotną częścią procesu zarządzania sytuacją kryzysową po uwolnieniu niebezpiecznych substancji do atmosfery
- Używanych jest wiele różnych modeli i systemów
- Wyniki nie zawsze są zgodne! **Przykład**

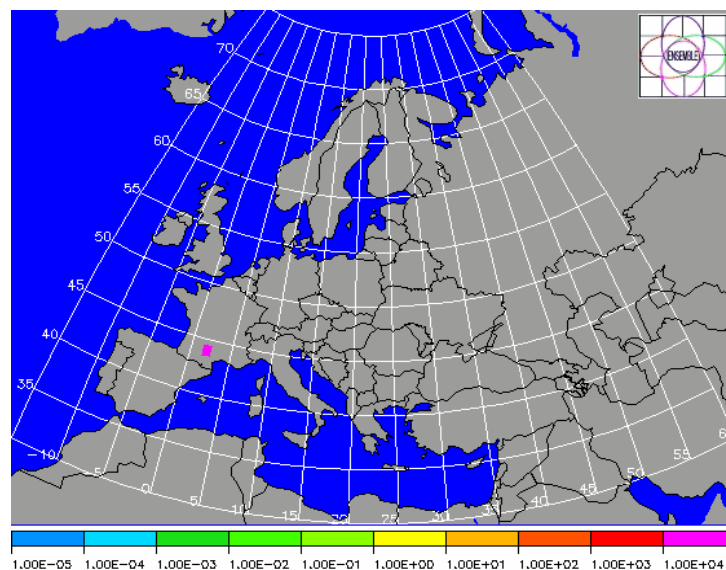
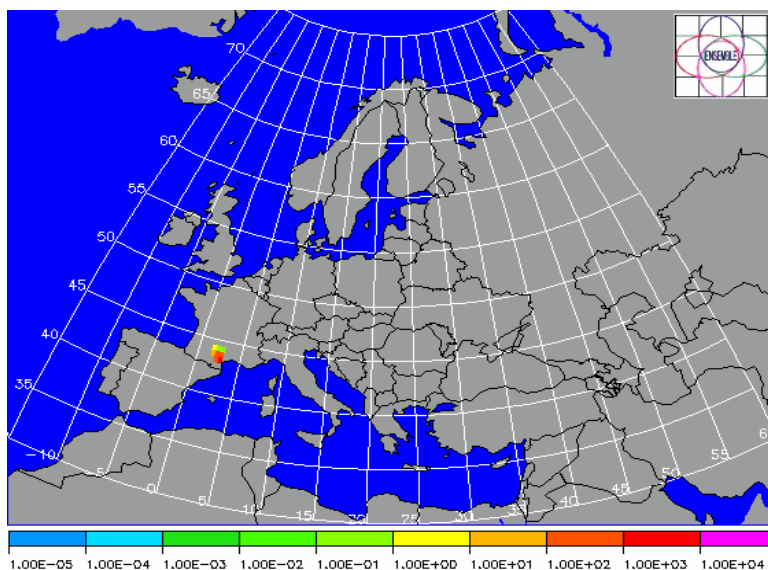
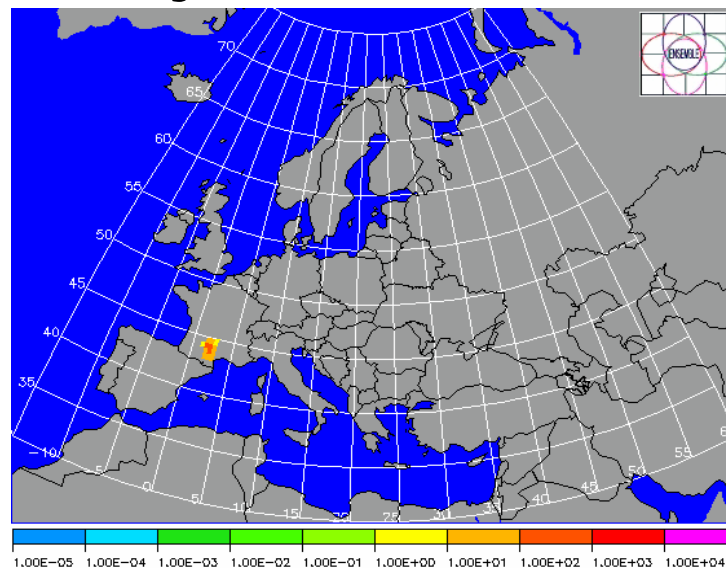
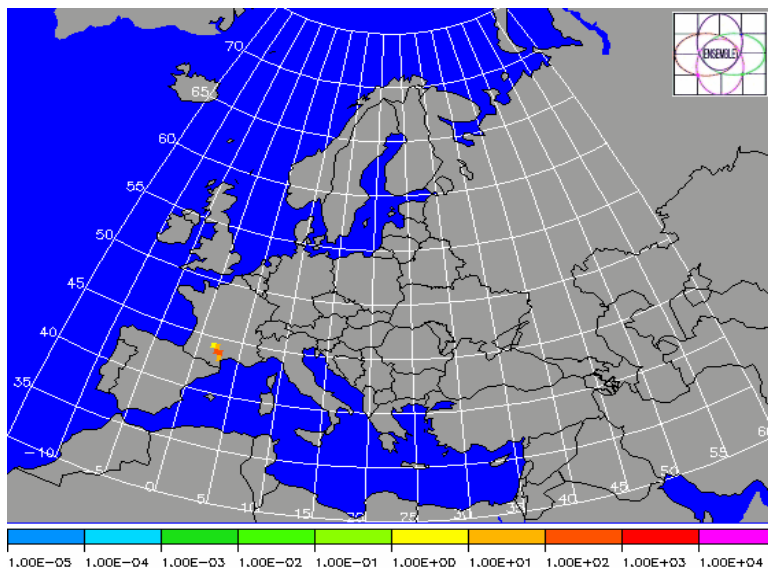
Pytania:

- Czy modele dalekozasięgowe są użyteczne ?
- Czy wszyscy powinni stosować jeden model ?
- Jeśli tak, to który ?
- A może jest sposób na wykorzystanie różnorodności wyników ?



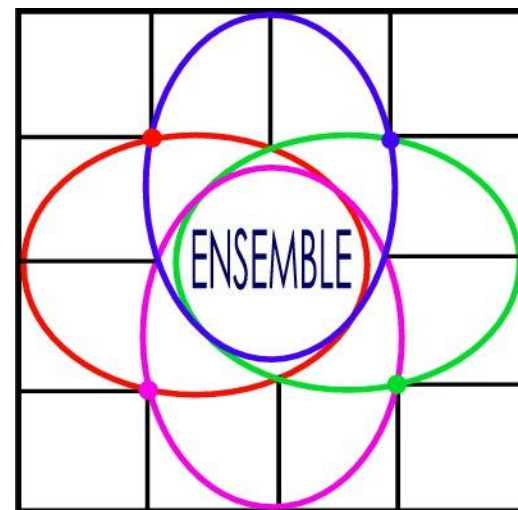
3 istotne pytania Gdzie ? Kiedy? Ile?

• Prognozy dyspersji



Projekt UE ENSEMBLE

- Zbieranie w czasie rzeczywistym prognoz rozwoju sytuacji z 22 modeli używanych w 16 instytucjach na świecie
- Oparty na WWW system umożliwiający:
 - Konsultację
 - Porównania
 - Statystyczne interpretacje
 - Analizę „Multi-model ensemble” z uzyskanych prognoz



Zasady „Ensemblingu”

- Użycie bezpośrednio wszystkich dostępnych informacji o predykcji dyspersyjnej
- Wyniki modeli mogą być pogrupowane przez użytkowników według następujących kryteriów:
 - zastosowanej meteorologii
 - typu modelu dyspersyjnego
 - czasu prognozy (analizy)
- Analizy informacji z modeli w celu oszacowania zgodności rezultatów symulacji w czasie i przestrzeni



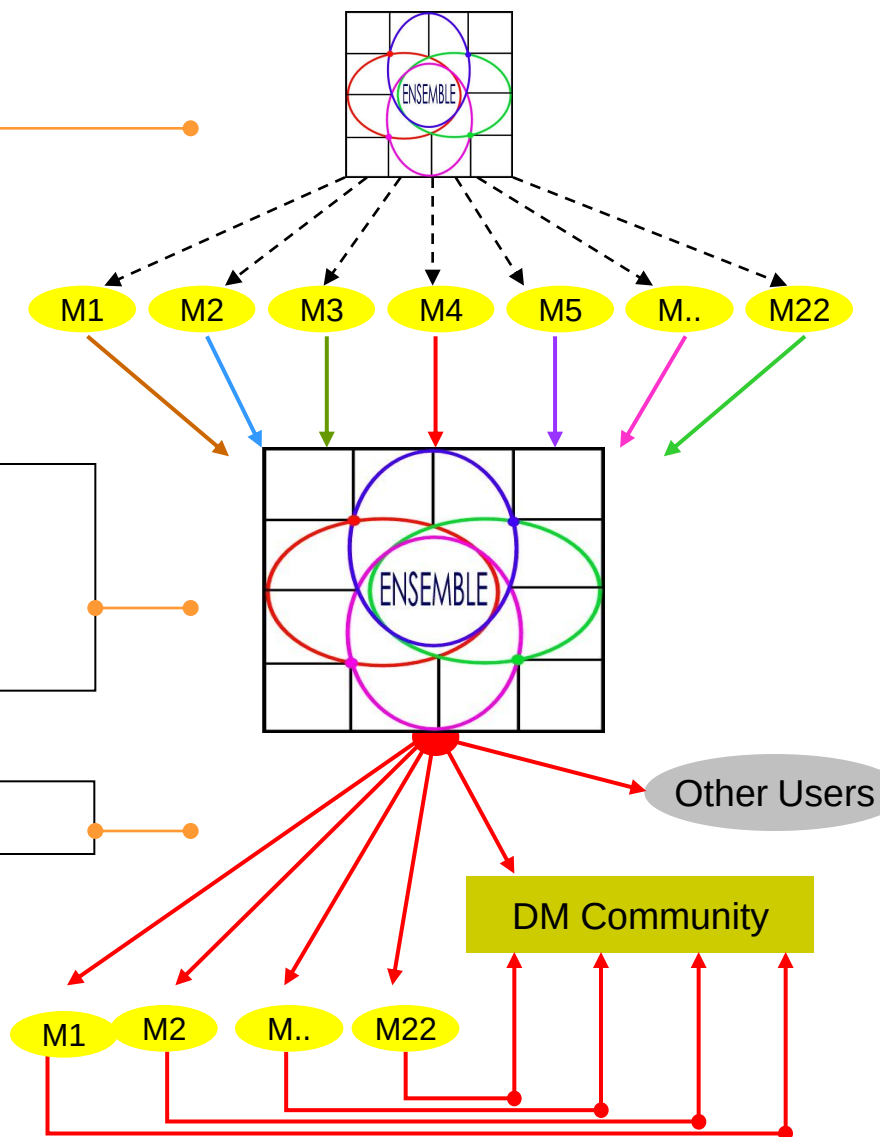
Zawiadomienie o uwolnieniu

Wysłanie wyników symulacji

Prezentacja wyników modeli:

- Pojedynczego modelu
- Wielu modeli
- Różnych grup połączonych modeli

Wyniki dostępne dla wszystkich





ENSEMBLE Modelling groups

Risø National Laboratory (DK)

German Weather Service (D)

Royal Netherlands Meteorological Institute (NL)

National Institute of Public Health and Environmental Protection (NL)

Royal Meteorological Institute Belgium (B)

Meteo-France (F)

Meteorological Office (UK)

Finnish Meteorological Institute (FIN)

Swedish Meteorological and Hydrological Institute (S)

Danish Meteorological Institute (DK)

Austrian Meteorological and Geophysical Office (A)

National Institute of Meteorology and Hydrology (BG)

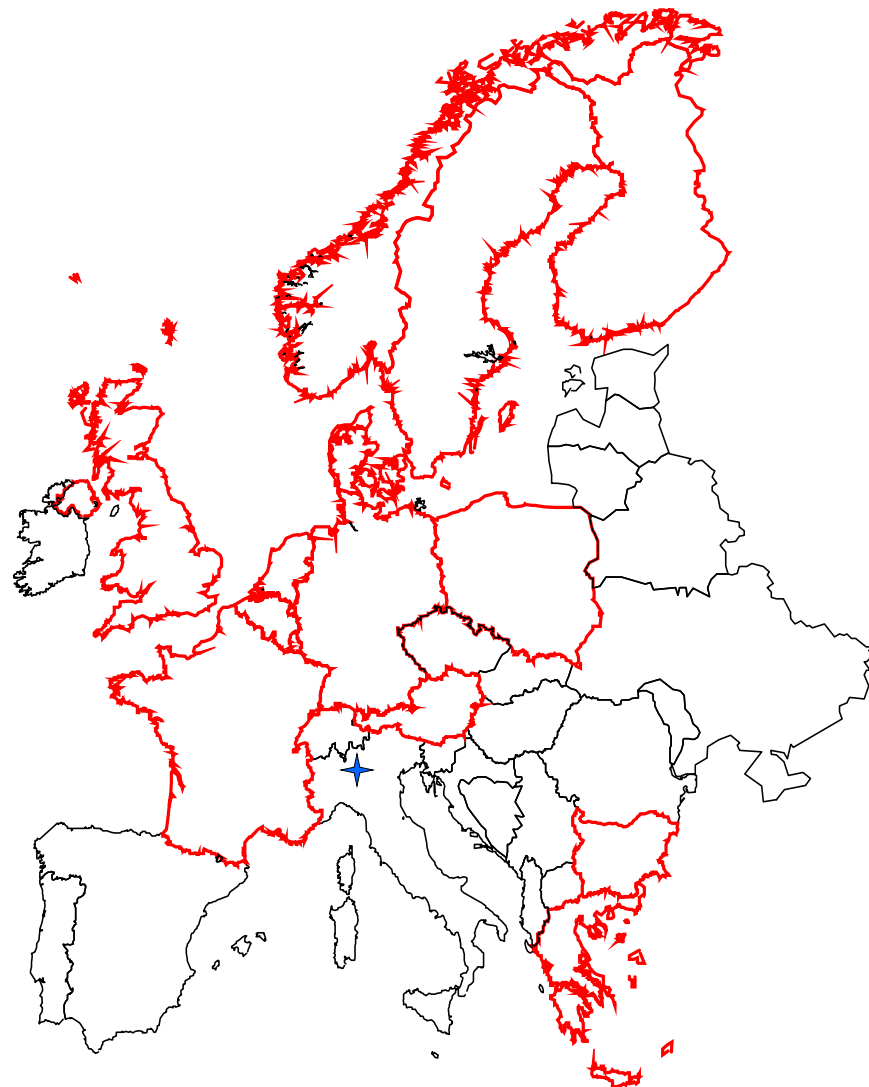
Polish Atomic Energy Institute (PL)

Norwegian Meteorological Office (N)

Greece National Research Centre "Demokritos" (GR)

Environment Canada (CAN)

Savannah River Site (USA)





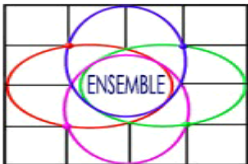
Zawiadomienie o uwolnieniu

Notification
by:

- Email
- Web

Ensemble - Netscape

File Edit View Go Communicator Help



ENSEMBLE

METHODS TO RECONCILE DISPARATE NATIONAL FORECASTS OF MEDIUM AND LONG-RANGE ATMOSPHERIC DISPERSION

European Commission - Fifth Framework Programme
project FIKR-CT-2000-00038

Exercise number:

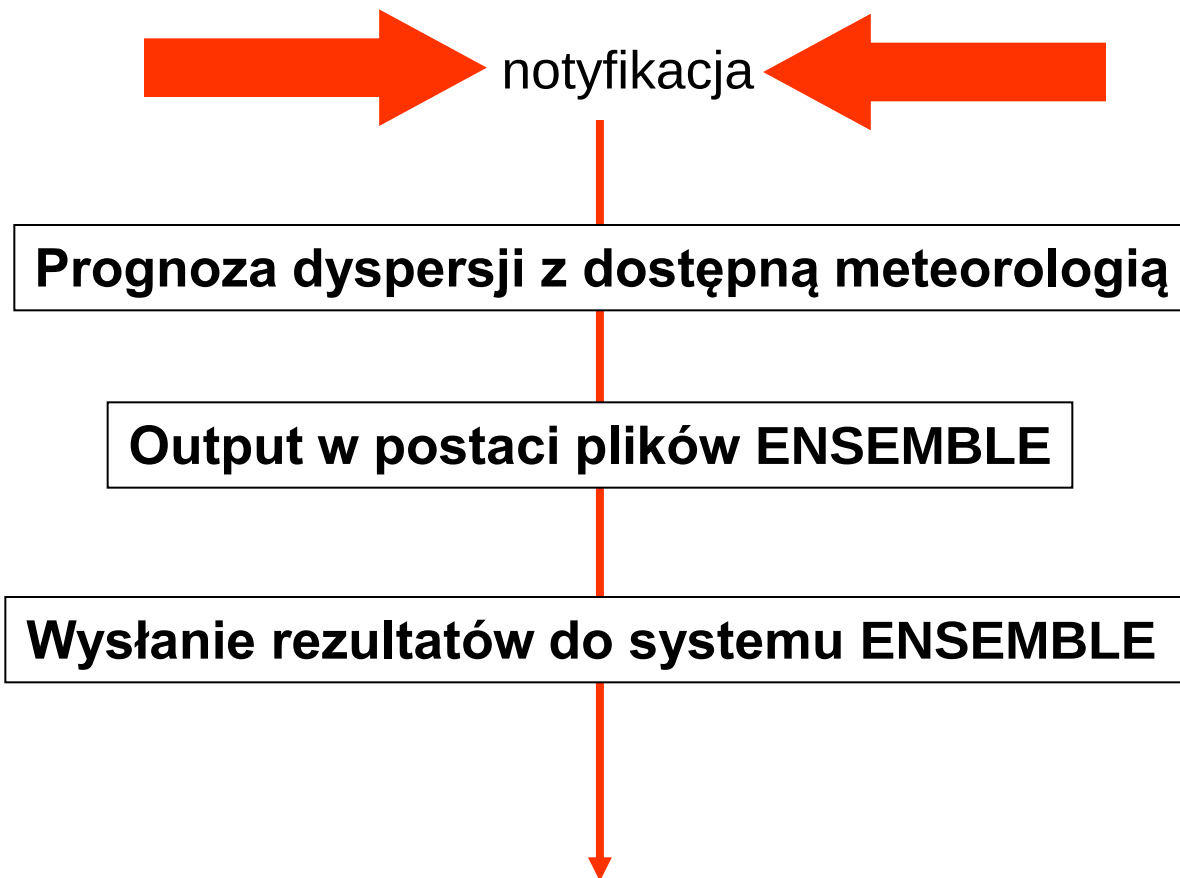
Selected exercise: **02** - Status: **closed**
System time: Wed Jun 19 18:04:45 CEST 2002
You logged in as **sgalmarini** [models: 00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31] from IP address: 139.191.172.112

[Home](#) | [Exit](#) | [Calendar](#) | [People](#) | [Models](#) | [Change your password](#) | [Contact system administration](#)
[Documentation](#) | [Publications](#) | [Development notes](#)
[Release information](#) | [Meteorological conditions](#) | [Upload new results](#) | [Status of upload](#) | [Dataset changes](#) | [Analysis](#) | [Personal folder](#)

Release information

Exercise number	02
Lon (dd:mm)	02:20 E
Lat (dd:mm)	43:13 N
Date and time (UTC)	2001-09-28 12:00
Release rate (Bq/h)	1.0E15
Duration of release (hours)	6
Emission height (m agl)	300
Nature of release	leakage
Isotope released	Cs137
Time horizon of forecast (UTC)	2001-10-01 00:00

STRONA KLIENTA SYSTEMU

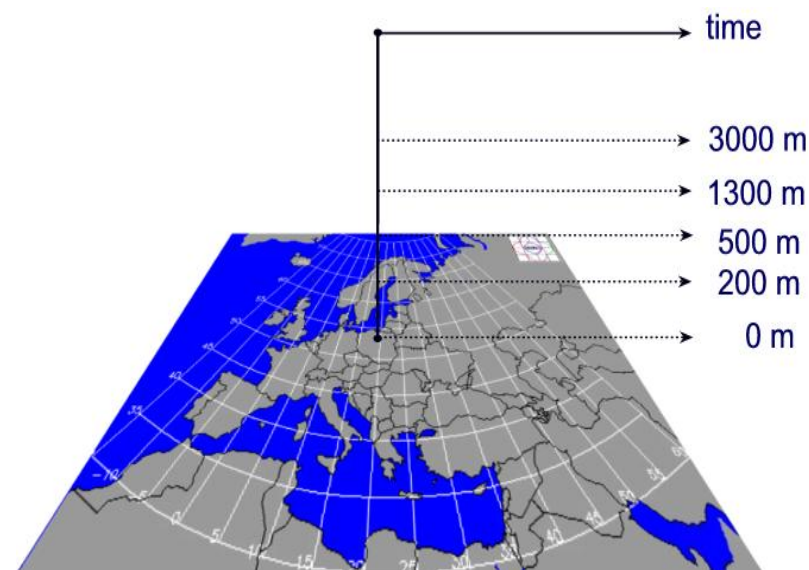
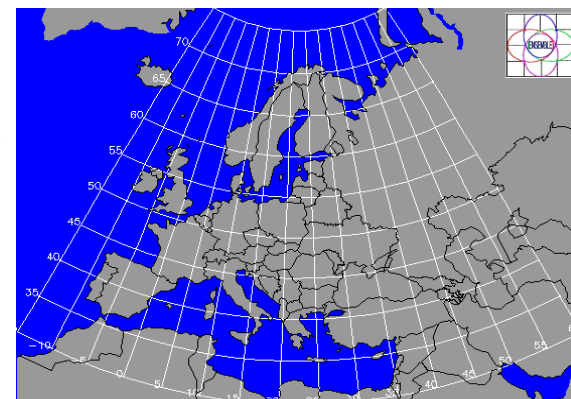
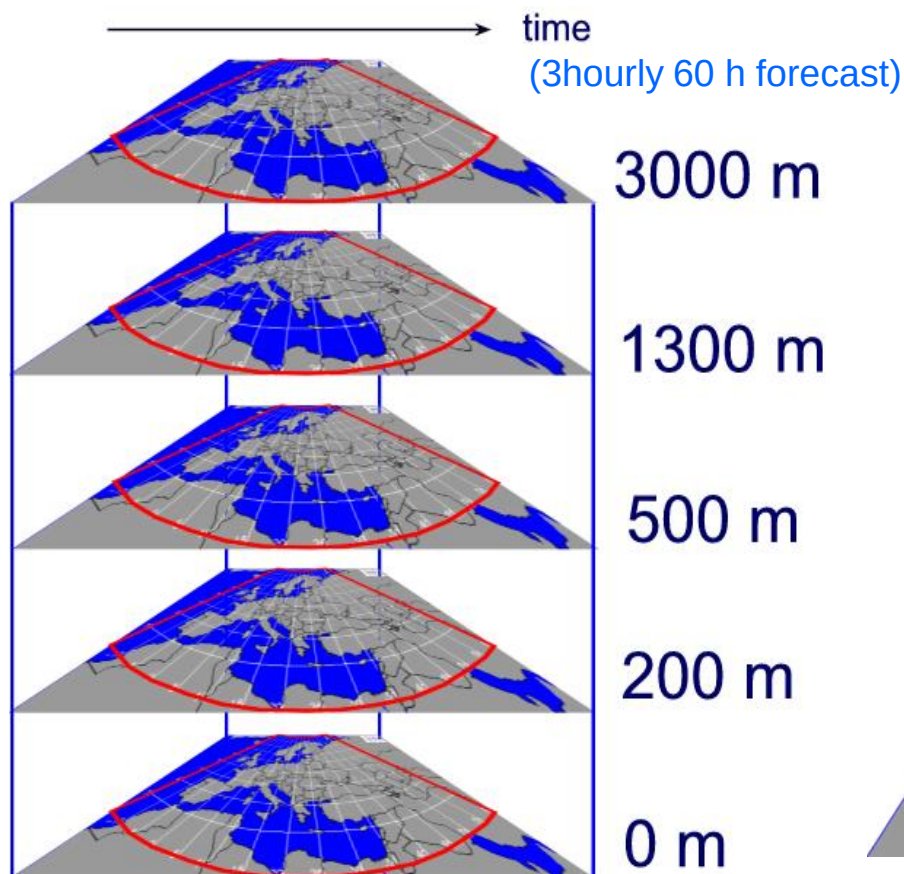


Potrzebny czas jest praktycznie funkcją czasu symulacji

ENSEMBLE-dane

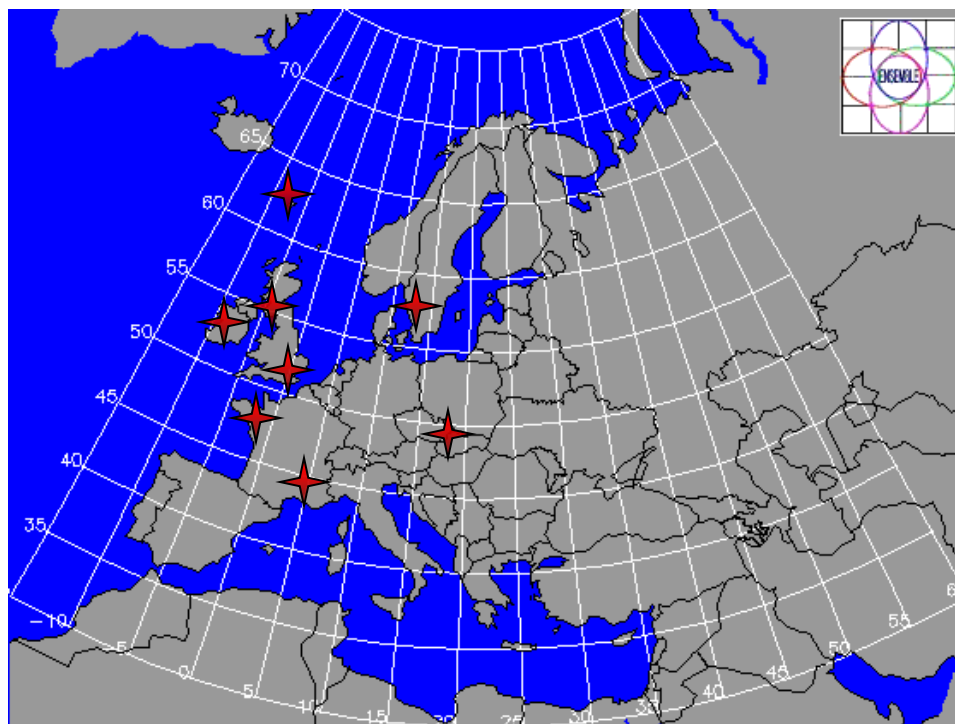
- Stężenie na 5 poziomach
- Scałkoane po czasie stężenia
- Sucha i mokra depozycja

0.5 x 0.5
stopnia -
rozdzielczość

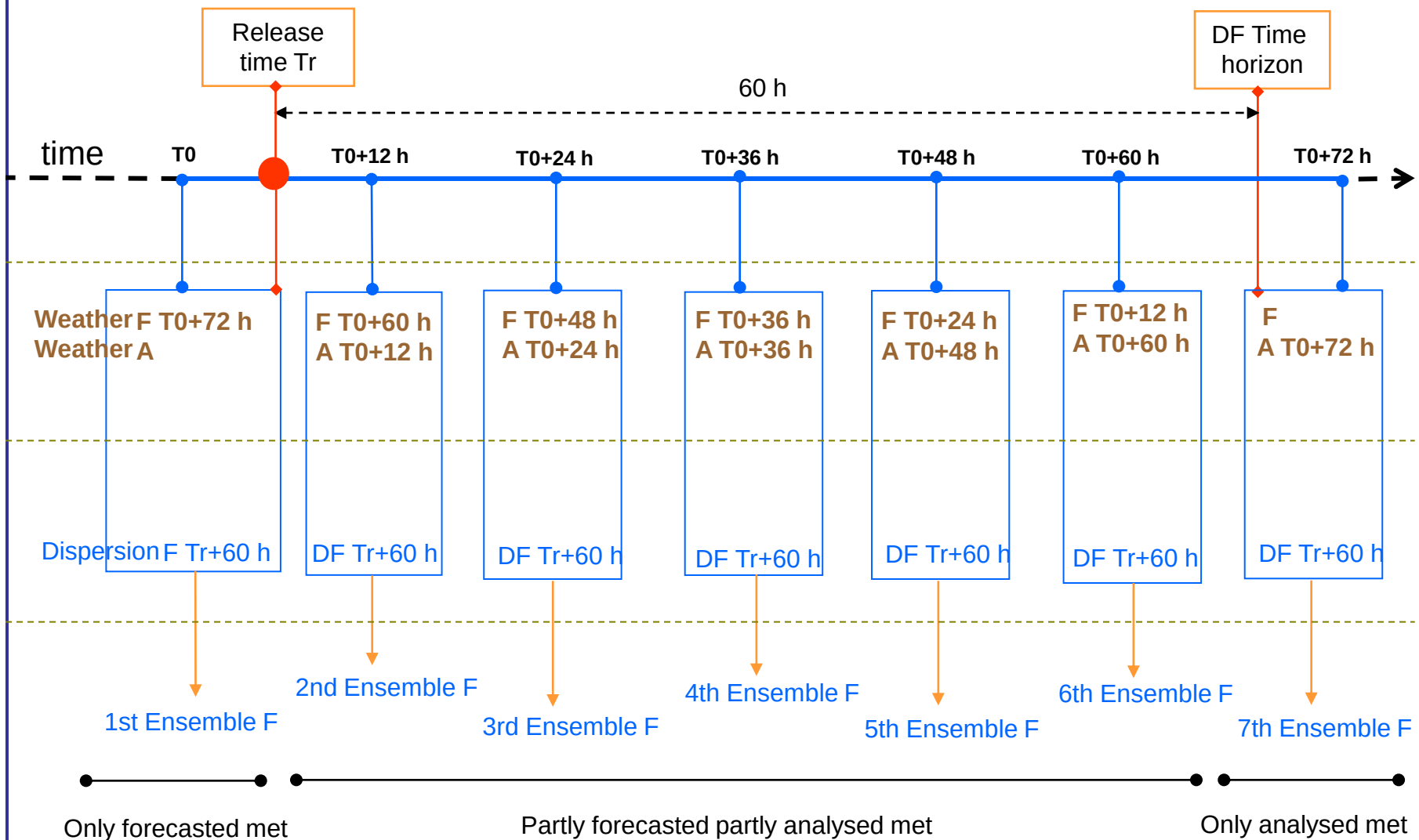


Ćwiczenia projektu ENSEMBLE

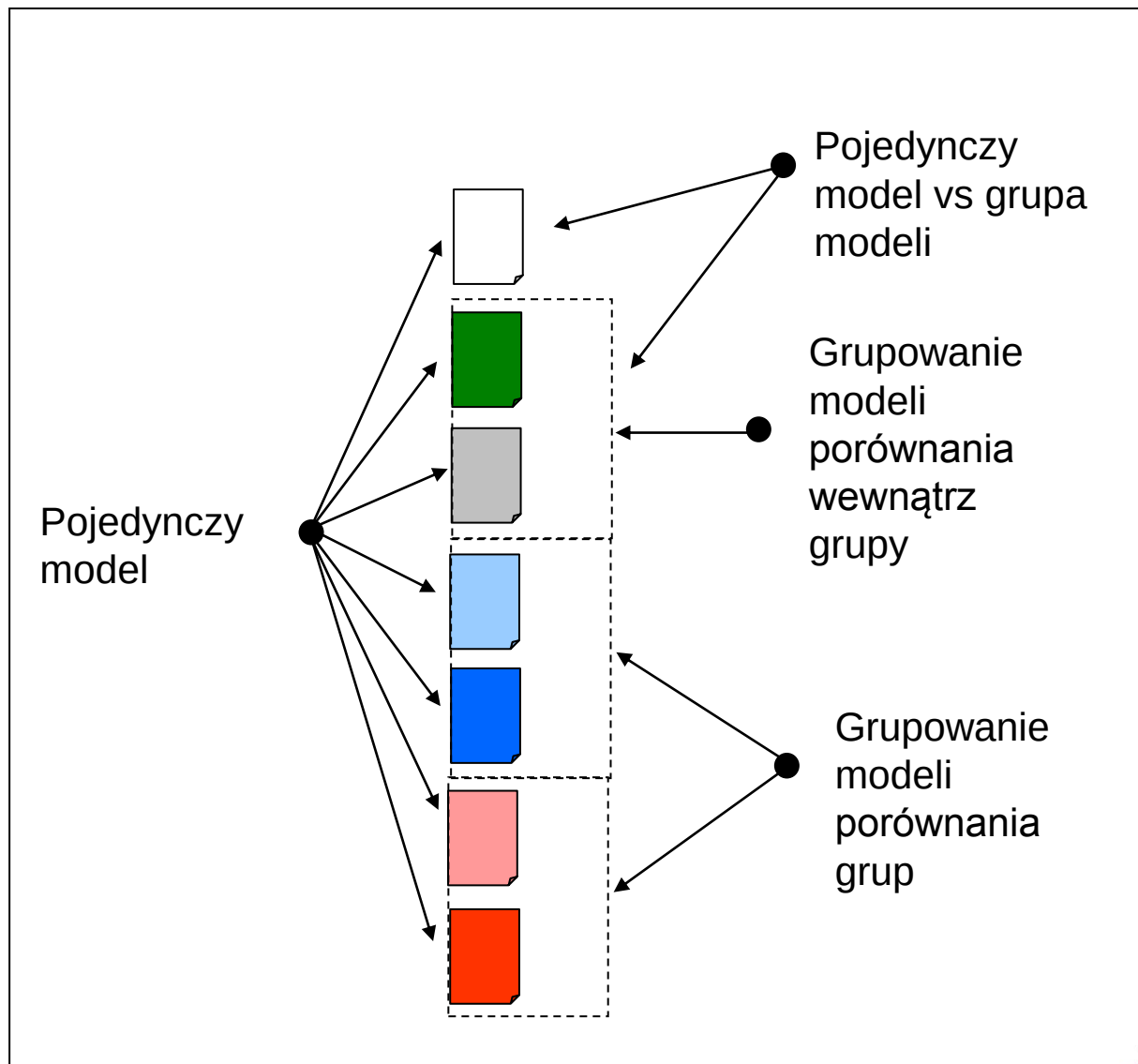
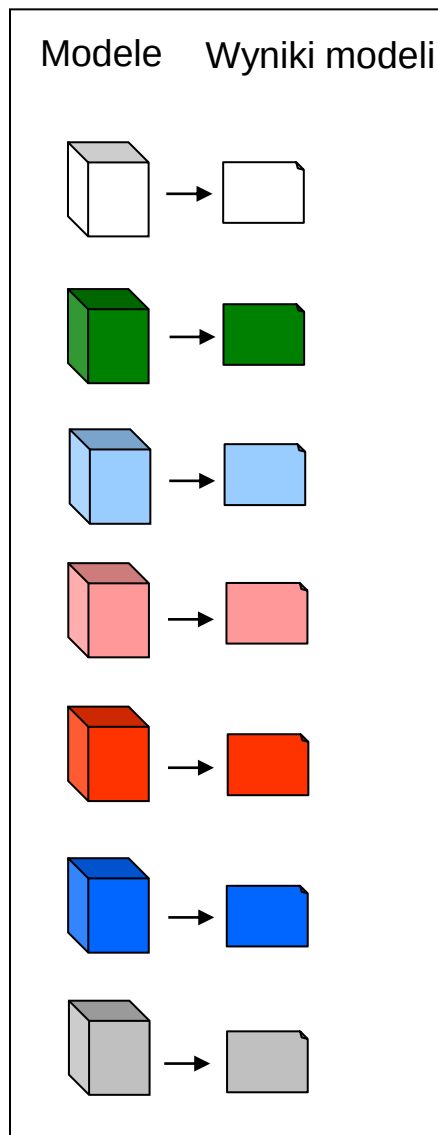
- 11 fikcyjnych uwolnień Cs-137 w trakcie trwania projektu
- Pierwsze wyniki symulacji w ciągu 15'-20'
- „Masa krytyczna” do grupowania wyników w ciągu 45'



Wyniki symulacji Ensemble



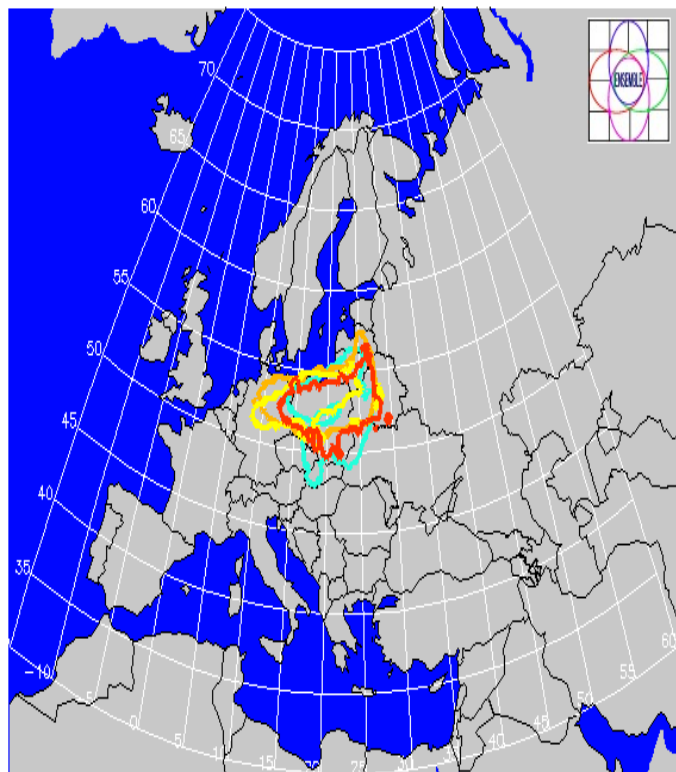
Porównania wyników



ECWMF+-based forecast of 4 models

Exercise 03 – Space overlap for concentration (0 m agl) in Bq/m³
 Date and time: 2001-11-22 12:00 UTC (+24h0m after release start)
 Threshold level = .01

Release info:
 Location: 00:00 E 51:33 N
 Start: 2001-11-21 12:00 UTC
 Duration: 6 hours

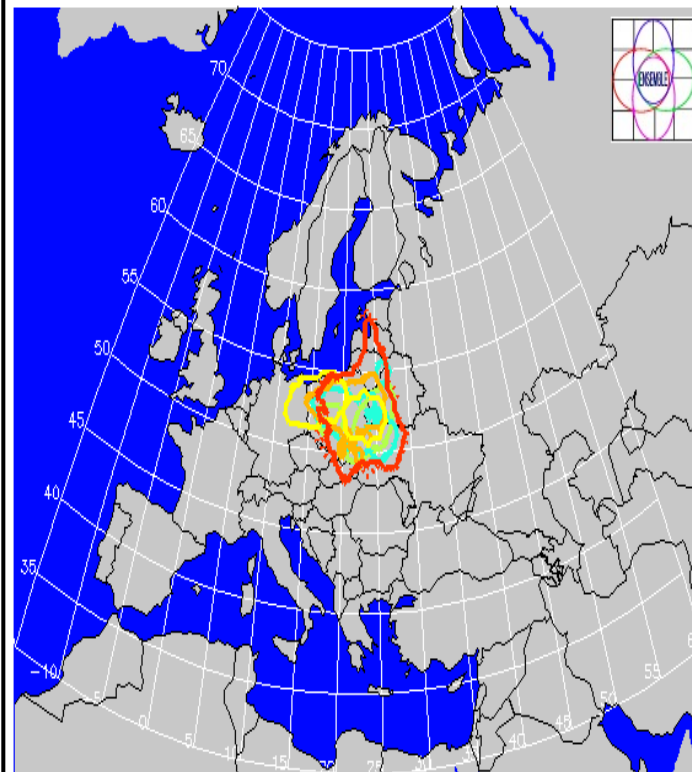


Projection: LambertAzimuthal
 Created by user sgalmarini on 2002-01-11 08:39:55 UTC

HIRLAM-based forecast of 6 models

Exercise 03 – Space overlap for concentration (0 m agl) in Bq/m³
 Date and time: 2001-11-22 12:00 UTC (+24h0m after release start)
 Threshold level = .01

Release info:
 Location: 00:00 E 51:33 N
 Start: 2001-11-21 12:00 UTC
 Duration: 6 hours



Projection: LambertAzimuthal
 Created by user sgalmarini on 2002-01-11 08:40:29 UTC



ECWMF-based forecast of 4 models

Exercise 03 – Space overlap for concentration (0 m agl) in Bq/m³
Date and time: 2001-11-22 12:00 UTC (+24h0m after release start)
Threshold level = .01

Release info:
Location: 00:00 E 51:33 N
Start: 2001-11-21 12:00 UTC
Duration: 6 hours

Model(s) [delta meteo/delta upload]
UK1 [+60h0m/+166h56m]
DE1 [+60h0m/+119h20m]
FR1 [+60h0m/+121h43m]
BE1 [+60h0m/+147h31m]

Overlap (FMS)
17%

HIRLAM-based forecast of 6 models

Exercise 03 – Space overlap for concentration (0 m agl) in Bq/m³
Date and time: 2001-11-22 12:00 UTC (+24h0m after release start)
Threshold level = .01

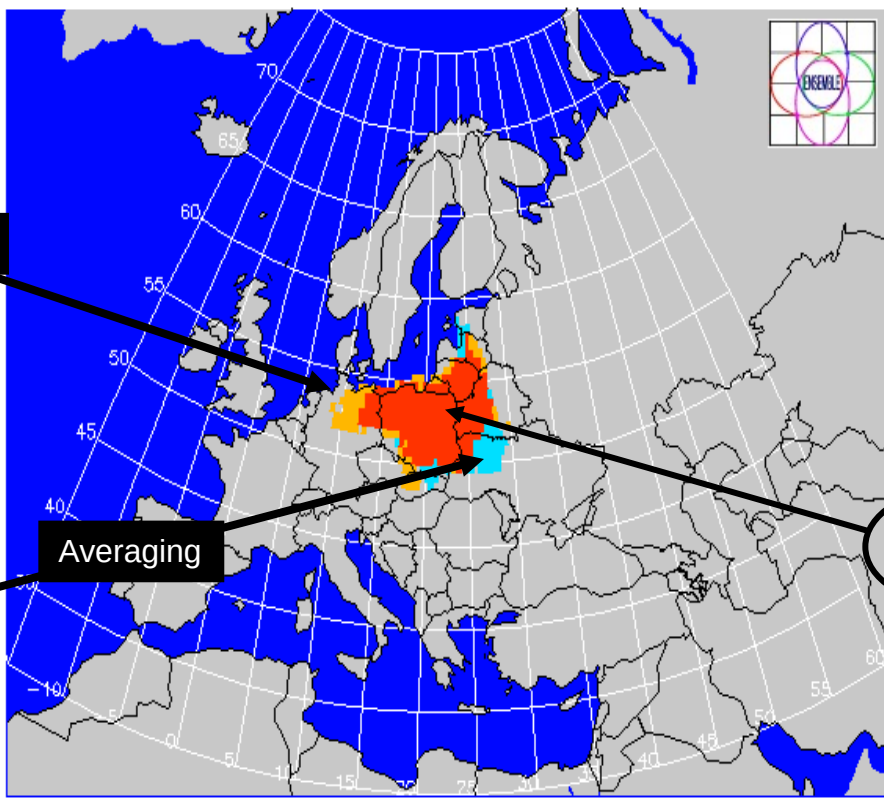
Release info:
Location: 00:00 E 51:33 N
Start: 2001-11-21 12:00 UTC
Duration: 6 hours

Model(s) [delta meteo/delta upload]
DK1 [+60h0m/+121h55m]
NL1 [+60h0m/+145h19m]
NO1 [+60h0m/+95h37m]
DK2 [+60h0m/+118h47m]
DK3 [+60h0m/+118h48m]
DK4 [+60h0m/+121h54m]

Overlap (FMS)
7%

Exercise 03 – Space overlap for concentration (0 m agl) in Bq/m³
Date and time: 2001-11-22 12:00 UTC (+24h0m after release start)
Threshold level = .01

Release info:
Location: 00:00 E 51:33 N
Start: 2001-11-21 12:00 UTC
Duration: 6 hours



- Model(s) [delta meteo/delta upload]
Ensemble A: avg
DK1 [+60h0m/+121h55m]
NL1 [+60h0m/+145h19m]
NO1 [+60h0m/+95h37m]
DK2 [+60h0m/+118h47m]
DK3 [+60h0m/+118h48m]
DK4 [+60h0m/+121h54m]
- Ensemble B: avg
UK1 [+60h0m/+166h56m]
DE1 [+60h0m/+119h20m]
FR1 [+60h0m/+121h43m]
BE1 [+60h0m/+147h31m]

Overlap (FMS)
66%

Exercise 02 – Confidence in threshold level for time-integrated concentration

Date and time: 2001-09-30 12:00 UTC (+48h0m after release start)

Threshold level = .01Bq/m³

Release info:

Location: 02:20 E 43:13 N

Start: 2001-09-28 12:00 UTC

Duration: 6 hours

Model(s) [delta meteo/delta upload]

CTL members:

DK2 [+66h0m/+69h24m]

DK3 [+66h0m/+69h24m]

UK1 [+60h0m/+75h27m]

DK1 [+60h0m/+77h12m]

SE1 [+60h0m/+75h26m]

AT1 [+60h0m/+68h0m]

NL1 [+60h0m/+68h47m]

NO1 [+60h0m/+45h10m]

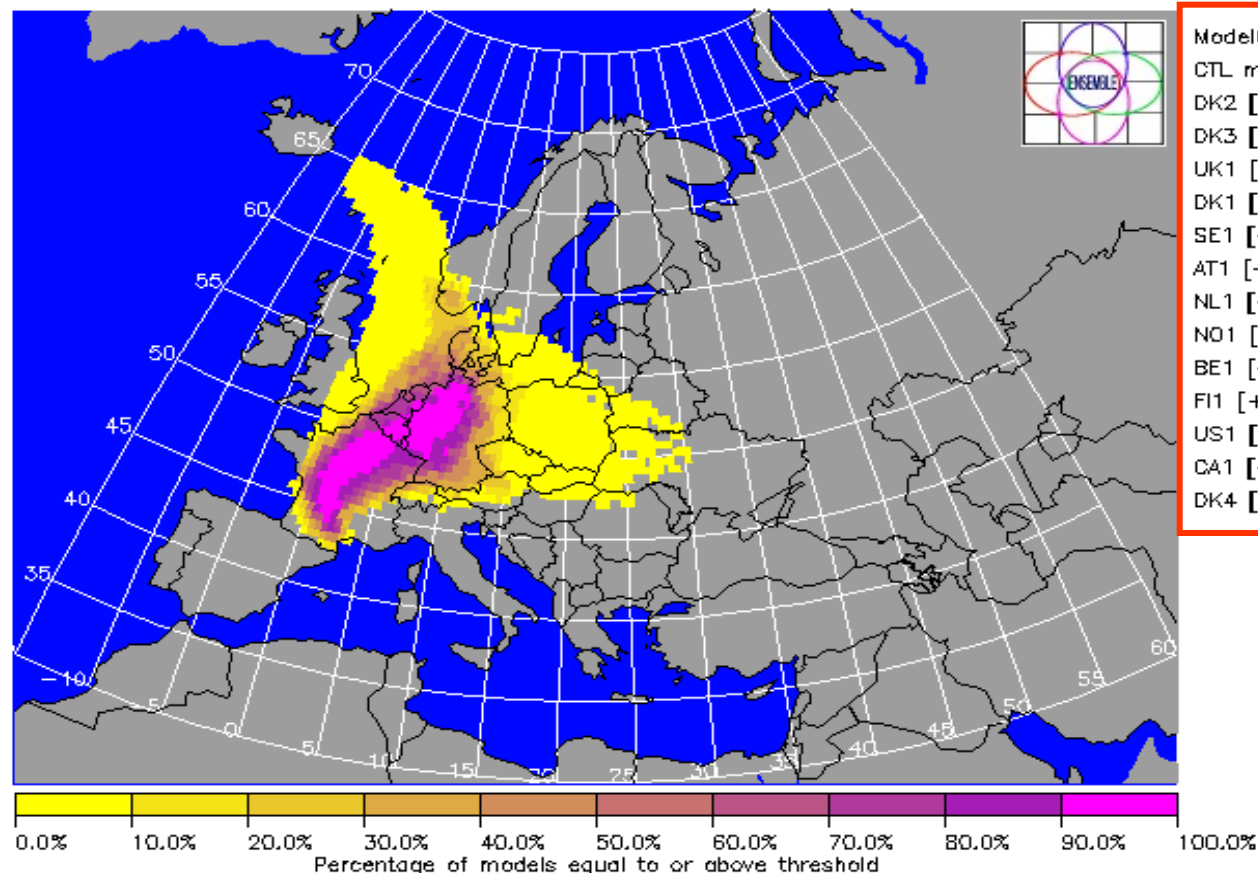
BE1 [+60h0m/+244h2m]

FI1 [+60h0m/+100h27m]

US1 [+60h0m/+97h52m]

CA1 [+60h0m/+72h50m]

DK4 [+60h0m/+116h39m]



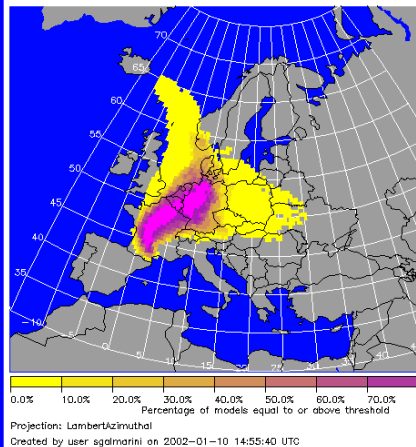
Projection: LambertAzimuthal

Created by user sgalmarini on 2002-01-10 14:55:40 UTC



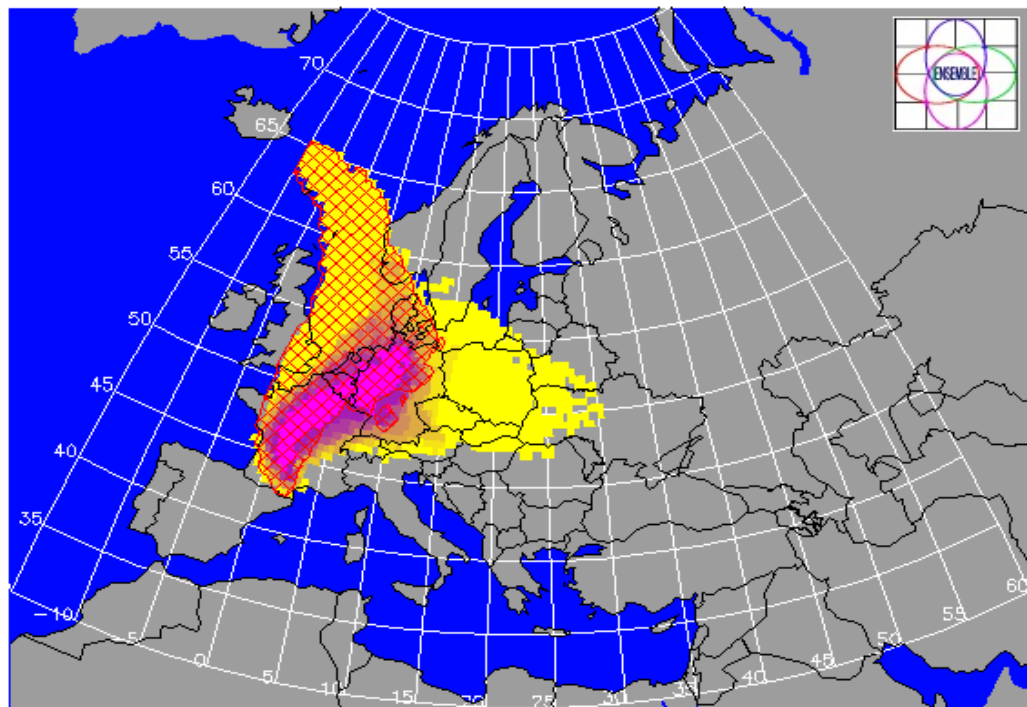
Exercise 02 – Confidence in threshold level for time-integrated concentration
Date and time: 2001-09-30 12:00 UTC (+48h0m after release start)
Threshold level = .01Bq/m³

Release info:
Location: 02:20 E 43:13 N
Start: 2001-09-28 12:00 UTC
Duration: 6 hours



Exercise 02 – Confidence in threshold level for time-integrated concentration
Date and time: 2001-09-30 12:00 UTC (+48h0m after release start)
Threshold level = .01Bq/m³

Release info:
Location: 02:20 E 43:13 N
Start: 2001-09-28 12:00 UTC
Duration: 6 hours



0.0% 10.0% 20.0% 30.0% 40.0% 50.0% 60.0% 70.0% 80.0% 90.0% 100.0%
Percentage of models equal to or above threshold

Projection: LambertAzimuthal
Created by user sgalmarini on 2002-01-10 14:58:11 UTC

Model(s) [delta meteo/delta upload]

CTL members:

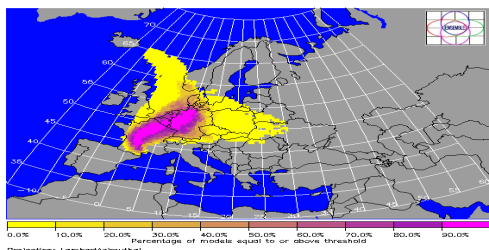
- DK2 [+66h0m/+69h24m]
- DK3 [+66h0m/+69h24m]
- UK1 [+60h0m/+75h27m]
- DK1 [+60h0m/+77h12m]
- SE1 [+60h0m/+75h26m]
- AT1 [+60h0m/+68h0m]
- NL1 [+60h0m/+68h47m]
- NO1 [+60h0m/+456h10m]
- BE1 [+60h0m/+244h2m]
- FI1 [+60h0m/+100h27m]
- US1 [+60h0m/+97h52m]
- CA1 [+60h0m/+72h50m]
- DK4 [+60h0m/+116h39m]

Ensemble: none

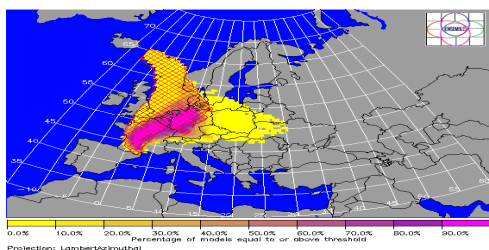
- [+60h0m/+97h52m]



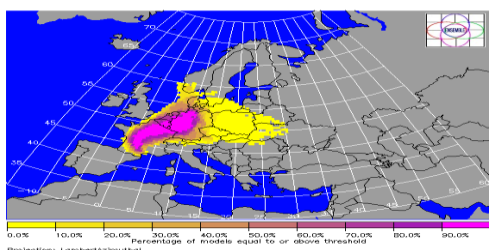
Exercise 02 - Confidence in threshold level for time-integrated concentration
Date and time: 2001-09-30 12:00 UTC (+480m after release start)
Threshold level = .01Bq/m³



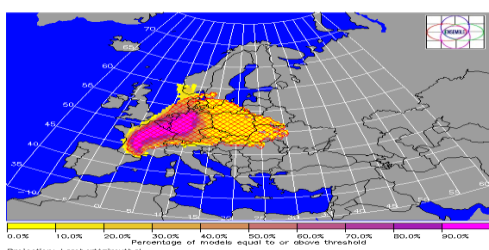
Exercise 02 - Confidence in threshold level for time-integrated concentration
Date and time: 2001-09-30 12:00 UTC (+480m after release start)
Threshold level = .01Bq/m³



Exercise 02 - Confidence in threshold level for time-integrated concentration
Date and time: 2001-09-30 12:00 UTC (+480m after release start)
Threshold level = .01Bq/m³



Exercise 02 - Confidence in threshold level for time-integrated concentration
Date and time: 2001-09-30 12:00 UTC (+480m after release start)
Threshold level = .01Bq/m³



Release info:
Location: 02:20 E 43:13 N
Start: 2001-09-28 12:00 UTC
Duration: 6 hours

Model(s) [delta meteo/delta upload]
CTL members:
DK2 [+66h0m/+69h24m]
DK3 [+66h0m/+69h24m]
UK1 [+60h0m/+75h27m]
DK1 [+60h0m/+771h12m]
SE1 [+60h0m/+75h26m]
AT1 [+60h0m/+68h0m]
NL1 [+60h0m/+68h47m]
NO1 [+60h0m/+456h10m]
BE1 [+60h0m/+244h2m]
FI1 [+60h0m/+100h27m]
US1 [+60h0m/+97h52m]
CA1 [+60h0m/+72h50m]
DK4 [+60h0m/+116h39m]

Release info:
Location: 02:20 E 43:13 N
Start: 2001-09-28 12:00 UTC
Duration: 6 hours

Model(s) [delta meteo/delta upload]
CTL members:
DK2 [+66h0m/+69h24m]
DK3 [+66h0m/+69h24m]
UK1 [+60h0m/+75h27m]
DK1 [+60h0m/+771h12m]
SE1 [+60h0m/+75h26m]
AT1 [+60h0m/+68h0m]
NL1 [+60h0m/+68h47m]
NO1 [+60h0m/+456h10m]
BE1 [+60h0m/+244h2m]
FI1 [+60h0m/+100h27m]
US1 [+60h0m/+97h52m]
CA1 [+60h0m/+72h50m]
DK4 [+60h0m/+116h39m]
Ensemble name:
US1 [+60h0m/+97h52m]

Release info:
Location: 02:20 E 43:13 N
Start: 2001-09-28 12:00 UTC
Duration: 6 hours

Model(s) [delta meteo/delta upload]
CTL members:
DK2 [+66h0m/+69h24m]
DK3 [+66h0m/+69h24m]
UK1 [+60h0m/+75h27m]
DK1 [+60h0m/+771h12m]
SE1 [+60h0m/+75h26m]
AT1 [+60h0m/+68h0m]
NL1 [+60h0m/+68h47m]
NO1 [+60h0m/+456h10m]
BE1 [+60h0m/+244h2m]
FI1 [+60h0m/+100h27m]
US1 [+60h0m/+97h52m]
CA1 [+60h0m/+72h50m]
DK4 [+60h0m/+116h39m]

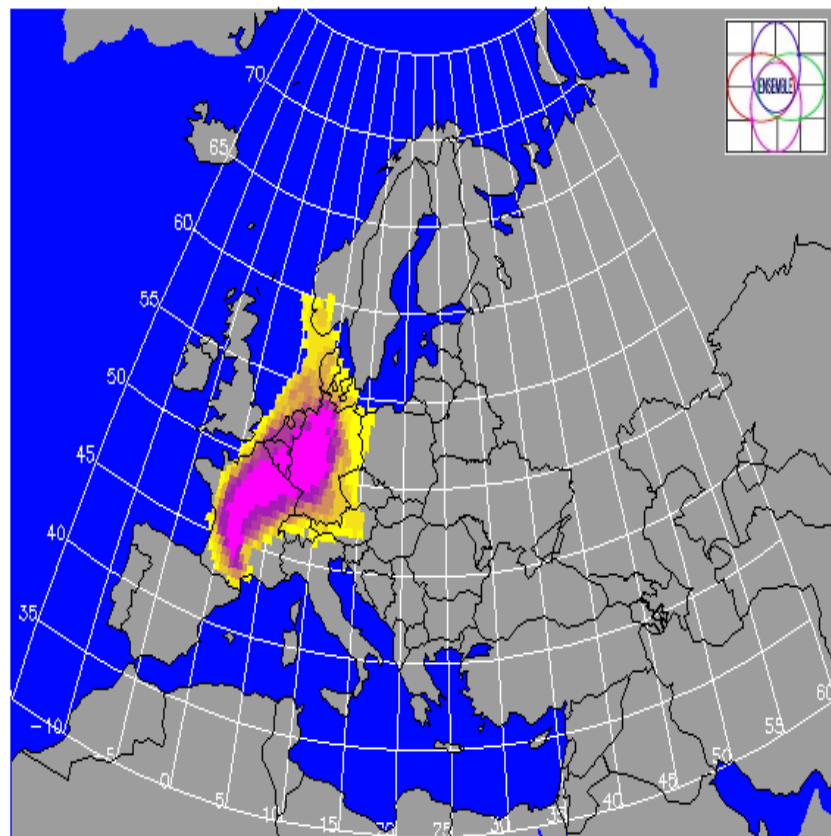
Release info:
Location: 02:20 E 43:13 N
Start: 2001-09-28 12:00 UTC
Duration: 6 hours

Model(s) [delta meteo/delta upload]
CTL members:
DK2 [+66h0m/+69h24m]
DK3 [+66h0m/+69h24m]
UK1 [+60h0m/+75h27m]
DK1 [+60h0m/+771h12m]
SE1 [+60h0m/+75h26m]
AT1 [+60h0m/+68h0m]
NL1 [+60h0m/+68h47m]
NO1 [+60h0m/+456h10m]
BE1 [+60h0m/+244h2m]
FI1 [+60h0m/+100h27m]
US1 [+60h0m/+97h52m]

Exercise 02 - Confidence in threshold level for time-integrated concentration

Date and time: 2001-09-30 12:00 UTC (+48h0m after release start)

Threshold level = .01Bq/m³



0.0% 10.0% 20.0% 30.0% 40.0% 50.0% 60.0% 70.0% 80.0% 90.0% 100.0%
Percentage of models equal to or above threshold

Projection: LambertAzimuthal

Created by user sgolmarini on 2002-01-10 14:57:21 UTC

Release info:

Location: 02:20 E 43:13 N

Start: 2001-09-28 12:00 UTC

Duration: 6 hours

Model(s) [delta meteo/delta upload]

CTL members:

DK2 [+66h0m/+69h24m]

DK3 [+66h0m/+69h24m]

UK1 [+60h0m/+75h27m]

DK1 [+60h0m/+771h12m]

SE1 [+60h0m/+75h26m]

AT1 [+60h0m/+68h0m]

NL1 [+60h0m/+68h47m]

NO1 [+60h0m/+456h10m]

BE1 [+60h0m/+244h2m]

CA1 [+60h0m/+72h50m]

DK4 [+60h0m/+116h39m]



Exercise 05 – Agreement on threshold level for precipitation

Date and time: 2002-04-18 15:00 UTC (+51h0m after release start)

Threshold level = 1 tenths of mm

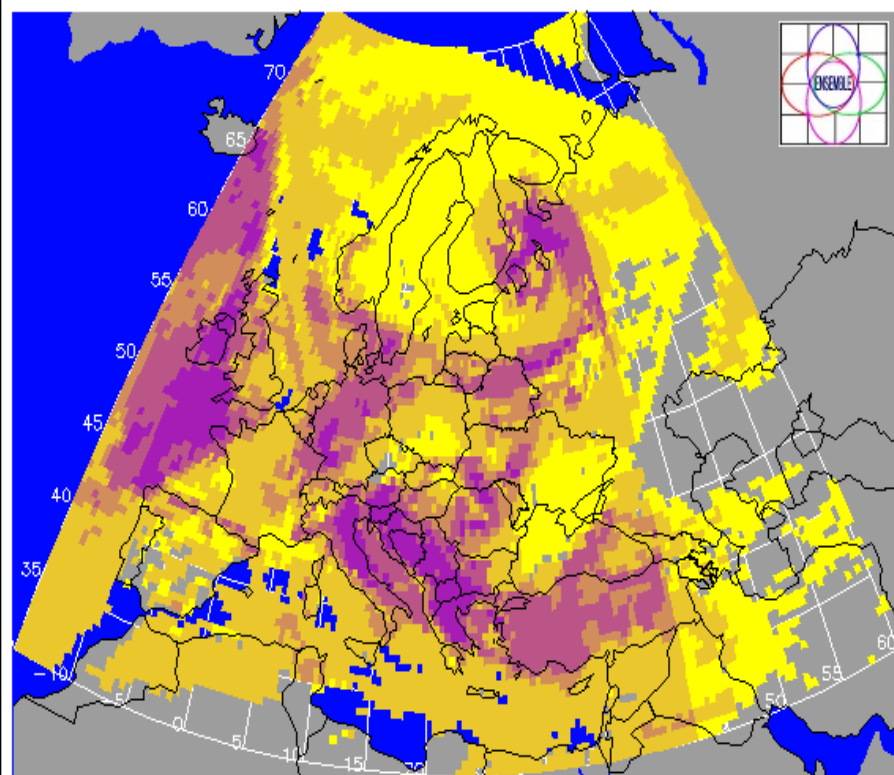
Warning: No data available for one or more models (*).

Release info:

Location: 18:04 E 59:20 N

Start: 2002-04-16 12:00 UTC

Duration: 10 hours



Model(s) [delta meteo/delta upload]

ATL members:

* UK1 [+60h0m/+170h55m]

DK1 [+60h0m/+71h59m]

SE1 [+60h0m/+71h36m]

DE1 [+60h0m/+68h31m]

FR1 [+60h0m/+140h46m]

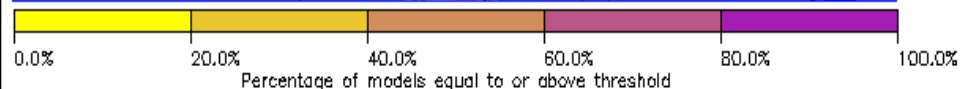
NL1 [+60h0m/+67h56m]

US1 [+60h0m/+150h4m]

* CA1 [+60h0m/+77h39m]

DK4 [+60h0m/+71h59m]

FR2 [+60h0m/+144h50m]



Projection: LambertAzimuthal

Created by user sgalmarini on 2002-05-31 08:18:33 UTC



Exercise 03 – Agreement on percentile threshold for time-integrated concentration in Bqh/m³

Date and time: 2001-11-23 21:00 UTC (+57h0m after release start)

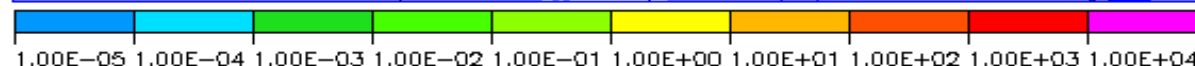
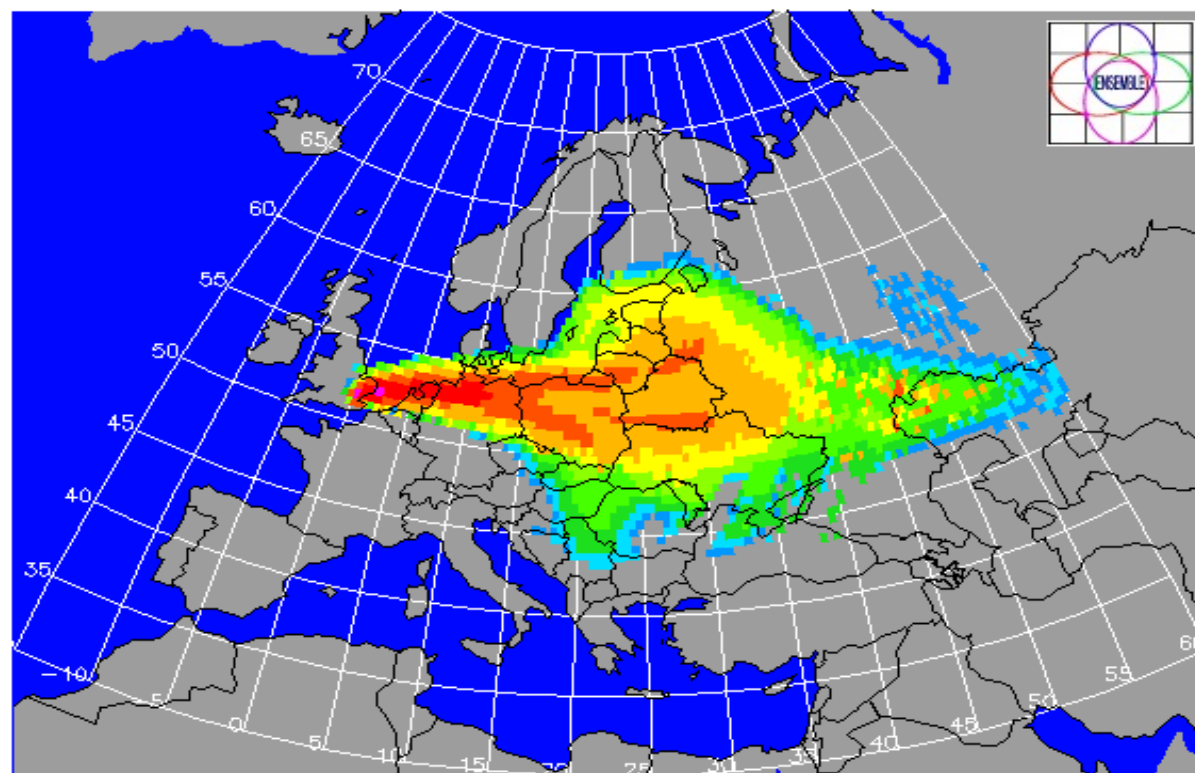
Percentile threshold = 90%

Release info:

Location: 00:00 E 51:33 N

Start: 2001-11-21 12:00 UTC

Duration: 6 hours



Projection: LambertAzimuthal

Created by user sgalmarini on 2002-05-31 07:45:31 UTC

Model(s) [delta meteo/delta upload]

UK1 [+60h0m/+166h56m]

DK1 [+60h0m/+121h55m]

DE1 [+60h0m/+119h20m]

FR1 [+60h0m/+121h43m]

NL1 [+60h0m/+145h19m]

NO1 [+60h0m/+95h37m]

DK2 [+60h0m/+118h47m]

BE1 [+60h0m/+147h31m]

US1 [+60h0m/+128h29m]

DK3 [+60h0m/+118h48m]

DK4 [+60h0m/+121h54m]



Zgodność dla określonej lokalizacji

Exercise Q3 – Time overlap for concentration (0 m agl) in Bq/m³

Date and time: from 2001-11-21 15:00 to 2001-11-24 00:00 UTC

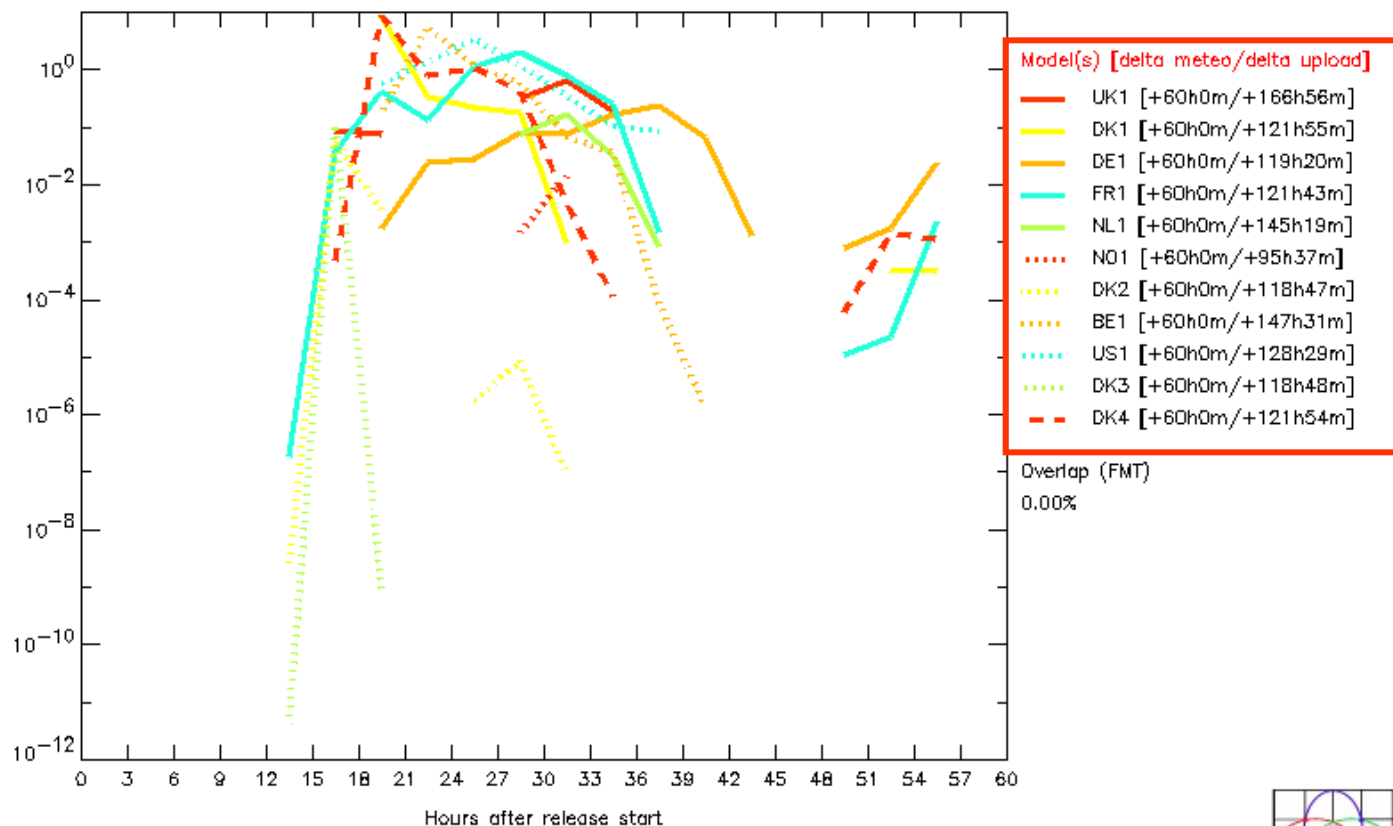
Maximum: 1.00E+01

Release info:

Location: 00:00 E 51:33 N

Start: 2001-11-21 12:00 UTC

Duration: 6 hours



Location (deg): 25.00 E 55.00 N

Created by user sgalmarini on 2002-06-20 15:53:35 UTC





Zgodność dla określonej lokalizacji

Exercise 03 – Time overlap for concentration (0 m agl) in Bq/m³

Date and time: from 2001-11-21 15:00 to 2001-11-24 00:00 UTC

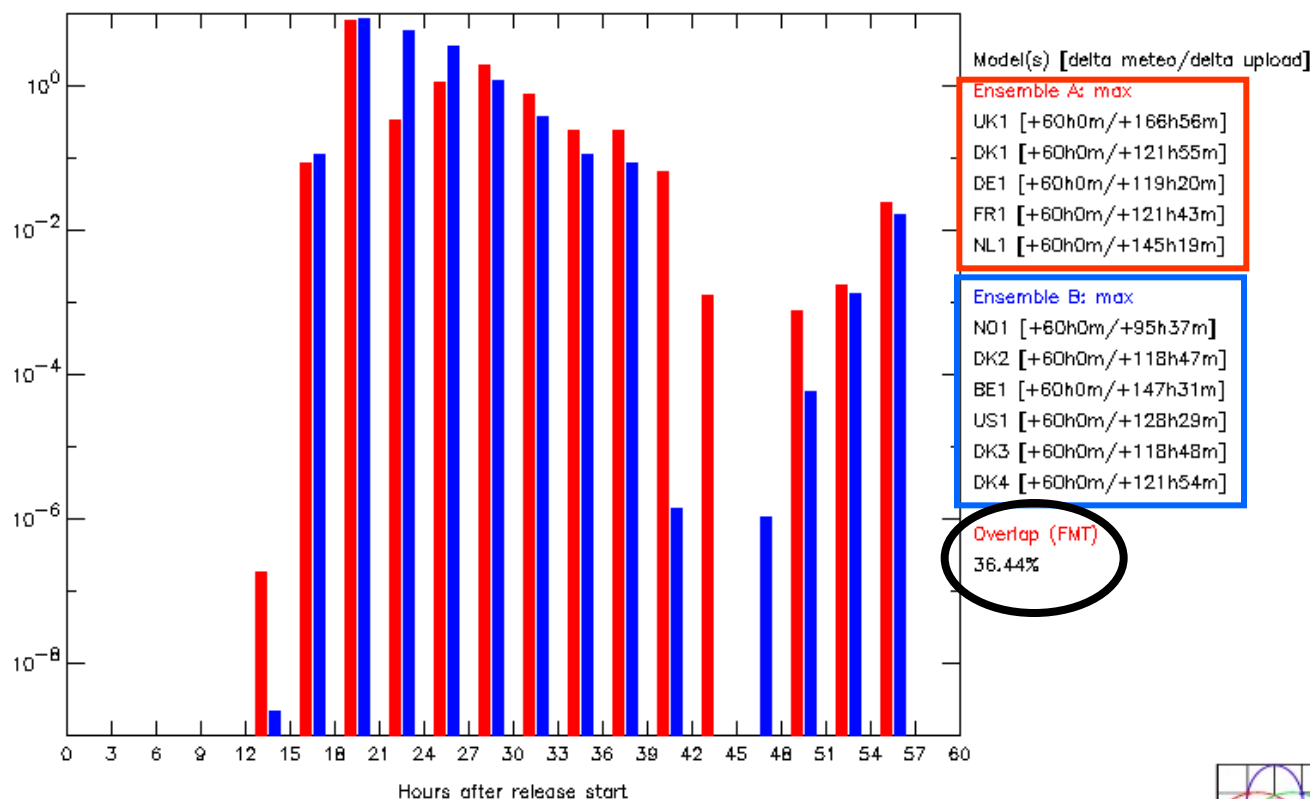
Ensemble A maximum: 8.52E+00 – Ensemble B maximum: 9.06E+00

Release info:

Location: 00:00 E 51:33 N

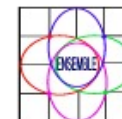
Start: 2001-11-21 12:00 UTC

Duration: 6 hours



Location (deg): 25.00 E 55.00 N

Created by user sgalmarini on 2002-06-20 15:57:07 UTC

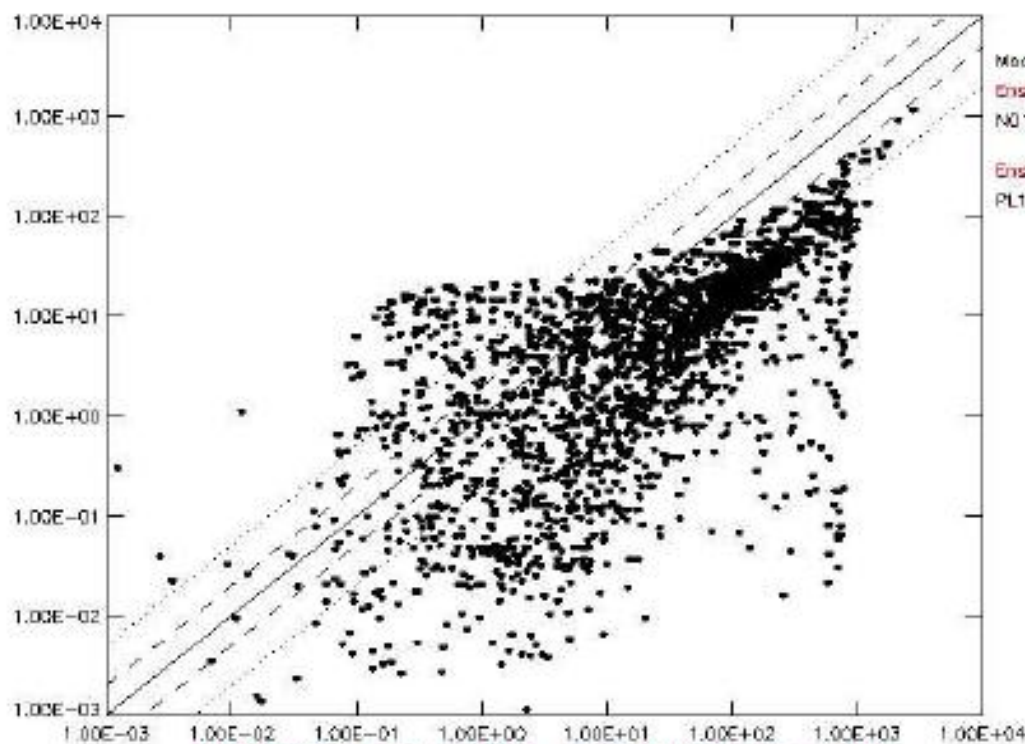




Analiza globalna

Exercise 02 – Global scatter diagram for time-integrated concentration of Cs137 in Bq/m²
Date and time: from 2001-09-28 15:00 to 2001-10-01 00:00 UTC
Ensemble A ranges [1.15E-03, 1.18E+03] – Ensemble B data range: [1.23E-03, 2.84E+03]

Release from Carcassonne (F)
Location: 02:20 E 43:13 N
Start: 2001-09-28 12:00 UTC
Duration: 8 h hours



Model(s) [delta meters/delta upload]

Ensemble A (Y axis): none

N01 [+0h0m/+45h9m]

Ensemble B (X axis): none

PL1 [+0h0m/+69h22m]

$N(AnB) = 4077$ $FOEX = -74.00\%$ $FA2 = 14.74\%$ $FA5 = 44.22\%$

$FMS(AnB) = 51.81\%$ $FMS(An(AnB)) = 99.73\%$ $FMS(Bn(AnB)) = 51.88\%$

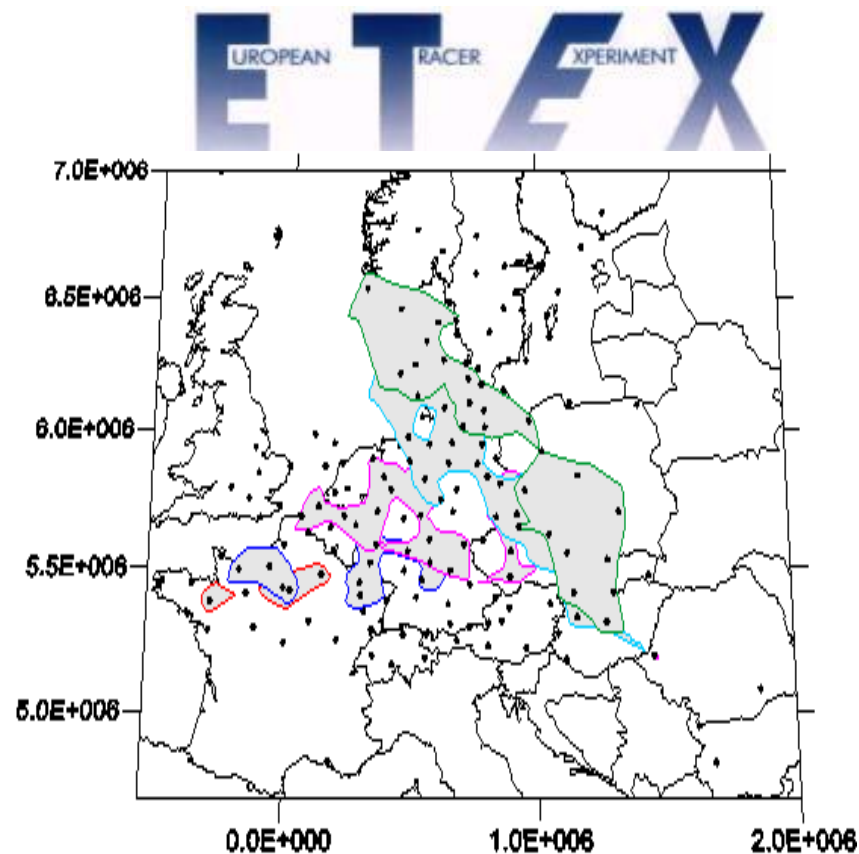
$BMS = -1.81E+02$ $(-1.90E+02, -1.73E+02)$ $BMB = 1.70E-01$ $(1.60E-01, 1.81E-01)$

Created by User spotemski on 2005-09-27 09:17:52 UTC



Ewaluacja

- Analiza ćwiczenia ETEX-1
- 16 modeli z różnymi źródłami modeli meteo
- Porównanie z danymi monitoringowymi



Ewaluacja – dostępne parametry

- Agreement in Threshold Level (ATL)
 - Scałkowane stężenia
 - Stężenia na ziemi
- Agreement in Percentile Level (APL):
 - Wstępna analiza
 - Globalna analiza
 - Model mediany
 - Analiza przestrzenna
 - Ewolucja w czasie
 - “Wszyscy za jednego, jeden za wszystkich !”

PODSUMOWANIE

- Obecnie trudno zidentyfikować najbardziej wiarygodny sposób rozwiązywania problemu
- Modelowanie „Ensemble” może poprawić wiarygodność prognoz i wspomóc proces podejmowania decyzji
- System „ensemble” złożony z modeli po odpowiedniej walidacji może dostarczyć więcej informacji niż pojedynczy model
- Przy dużej liczbie dostępnych prognoz, rozrzut wyników można wykorzystać jako informację
- Analiza wyników za pomocą mediany może być bardziej pomocna niż przy pomocy średniej
- **Chociaż niezależność modeli pozwala na większą wiarygodność, to nie daje gwarancji predykcji.**