

**URČOVÁNÍ ZDROJŮ
PERSISTENTNÍCH ORGANICKÝCH
POLUTANTŮ V ATMOSFÉŘE**

*analýza zpětných trajektorií
vzdušných mas*

Alice Dvorská

RECETOX

Úvod do problematiky

- Řešení problematiky znečištění ovzduší – *určení kvantitativních vztahů mezi kvalitou venkovního vzduchu a zdroji polutantů*
- Návrhům opatření na kontrolu znečištění předchází *identifikace zdrojů/zdrojových oblastí*, následné určení emisních poměrů a soupis emisních inventur
- Další důležitá informace – *vliv dálkového transportu na zjištěné koncentrace polutantu*

⇒ **STUDIUM POHYBU VZDUŠNÝCH MAS**

Trajektorie vzdušných mas

Trajektorie = dráha imaginární ohraničené vzdušné masy pohybující se závislosti na větru

Předná trajektorie: zdroj → kam vzdušná masa dojde

Zpětná trajektorie: odkud vzdušná masa jde → receptor

Výpočet – různé metody, všechny vyžadují meteorologická data v pravidelných časových intervalech

Dynamický přístup: jako veličiny využívá např. tlak a teplotu

Kinematický přístup: využívá změřená větrná pole

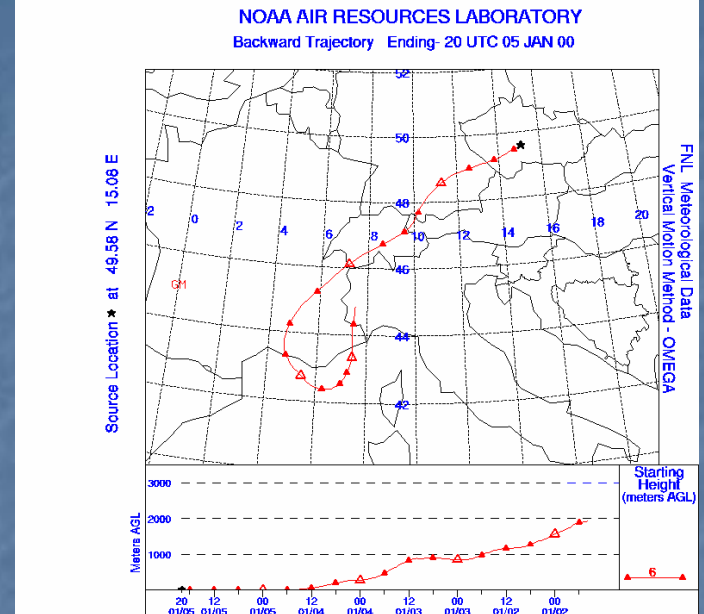
Vstupní parametry: počáteční čas, délka, počáteční výška, zeměpisné souřadnice receptoru

Přesnost výpočtu trajektorie je limitována časovým a prostorovým rozlišením vstupních dat, chybami v měření a analýze a zjednodušujícími předpoklady v modelu.

Trajektorie vzdušných mas

NOAA Air Resources Laboratory
 This product was produced by an Internet user on the NOAA Air Resources Laboratory's web site. See the disclaimer for further information (<https://www.aql.noaa.gov/web/disclaimer.html>).

HYSPLIT (HYbrid Single-Particle Lagrangian Integrated Trajectory), NOAA. Vychází z předpokladu existence dobře promíchané vrstvy vzduchu, ve které dochází k transportu a disperzi. Třírozměrný pohyb je počítán z výstupných větrných polí modelu NGM (National Meteorological Center's Nested Grid Model).



FNL 3 1 1 0 0
 FNL 2 12 16 0 0

1BACKWARDISOBARIC

3 1 1 0 49.580 15.080 500.0

1PRESSURE

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|----|----|----|---|---|------|--------|--------|-------|-------|
| 1 | 1 | 3 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0.0 | 49.580 | 15.080 | 500.0 | 902.9 |
| 1 | 1 | 2 | 12 | 31 | 23 | 0 | 0 | -1.0 | 49.534 | 15.377 | 502.6 | 903.4 |
| 1 | 1 | 2 | 12 | 31 | 22 | 0 | 0 | -2.0 | 49.521 | 15.715 | 504.0 | 904.4 |
| 1 | 1 | 2 | 12 | 31 | 21 | 0 | 0 | -3.0 | 49.538 | 16.098 | 502.3 | 906.4 |
| 1 | 1 | 2 | 12 | 31 | 20 | 0 | 0 | -4.0 | 49.587 | 16.527 | 498.3 | 909.7 |
| 1 | 1 | 2 | 12 | 31 | 19 | 0 | 0 | -5.0 | 49.667 | 17.002 | 487.0 | 914.4 |
| 1 | 1 | 2 | 12 | 31 | 18 | 0 | 0 | -6.0 | 49.777 | 17.519 | 470.6 | 920.6 |
| 1 | 1 | 2 | 12 | 31 | 17 | 0 | 0 | -7.0 | 49.902 | 18.041 | 456.8 | 918.5 |
| 1 | 1 | 2 | 12 | 31 | 16 | 0 | 0 | -8.0 | 50.027 | 18.531 | 455.9 | 915.9 |
| 1 | 1 | 2 | 12 | 31 | 15 | 0 | 0 | -9.0 | 50.155 | 18.985 | 460.7 | 913.9 |

Důležitý výstup:
**zeměpisné
 souřadnice
 bodů
 trajektorií,**
 které značí
 polohu vzdušné
 masy v
 pravidelných
 intervalech

Matematické modely

Aplikace při popisu transportu a osudu polutantů v ovzduší.

Receptorové modely kombinují odhadnutý pohyb vzdušných mas zpětně v čase s koncentracemi polutantů naměřenými v místě odběru vzorku (receptoru), jsou založené na principu hmotnostní rovnováhy. Využití – určování zdrojů polutantů, při neúplné či nepřesné inventuře zdrojů, předpokládané existenci zatím neznámých zdrojů a přidělování dílů pozorované celkové koncentrace polutantů v receptoru k jednotlivým zdrojům.

Pro definici strategií na kontrolu kvality ovzduší komplementární s **disperzními modely** (zaměřují se na transport, zředování koncentrace a přeměny polutantů na cestě od zdroje k receptoru).

Významnou částí obou typů modelů bývá často analýza trajektorií.

Receptorové modely

koncentrace látky
ve vzorku

$$x_{ij} = \sum_{k=1}^p C_{jk} S_{kj}$$

koncentrace látky v materiálu ze zdroje

ovzduším přenášená celková hmotnostní
koncentrace materiálu ze zdroje přispívající
k obsahu ve vzorku

Rozdělení receptorových modelů podle znalostí o zdroji: známý zdroj, známé stopovací látky zdroje a neznámý zdroj. Liší se vstupními daty a výstupními informacemi.

| Model | Zpětné trajektorie? | Informace o zdroji? | Výstupní informace |
|--------------------------|---------------------|---------------------|--------------------------------------|
| <i>Analýza rez. časů</i> | ano | ne | pravděpodobné zdrojové oblasti |
| <i>PSCF</i> | ano | ne | pravděpodobné zdrojové oblasti |
| <i>RTWC</i> | ano | ne | pravděpodobné zdrojové oblasti |
| <i>Sektorová metoda</i> | ano | ne | směr polohy zdrojů |
| <i>Shluková analýza</i> | ano | ne | směr polohy zdrojů |
| <i>QBTA</i> | ano | ne | určení příspěvků ze zdroje |
| <i>FA, PCA</i> | ne | minimální | určení typu zdroje |
| <i>CMB</i> | ne | ano | kvant. rozdělení příspěvků ze zdroje |

Method of analysis

SUGGESTED MEAN LOADINGS, L_g , BY SURFACE SOURCES ON THE COMPOSITION OF PASSING AIR MASSES:

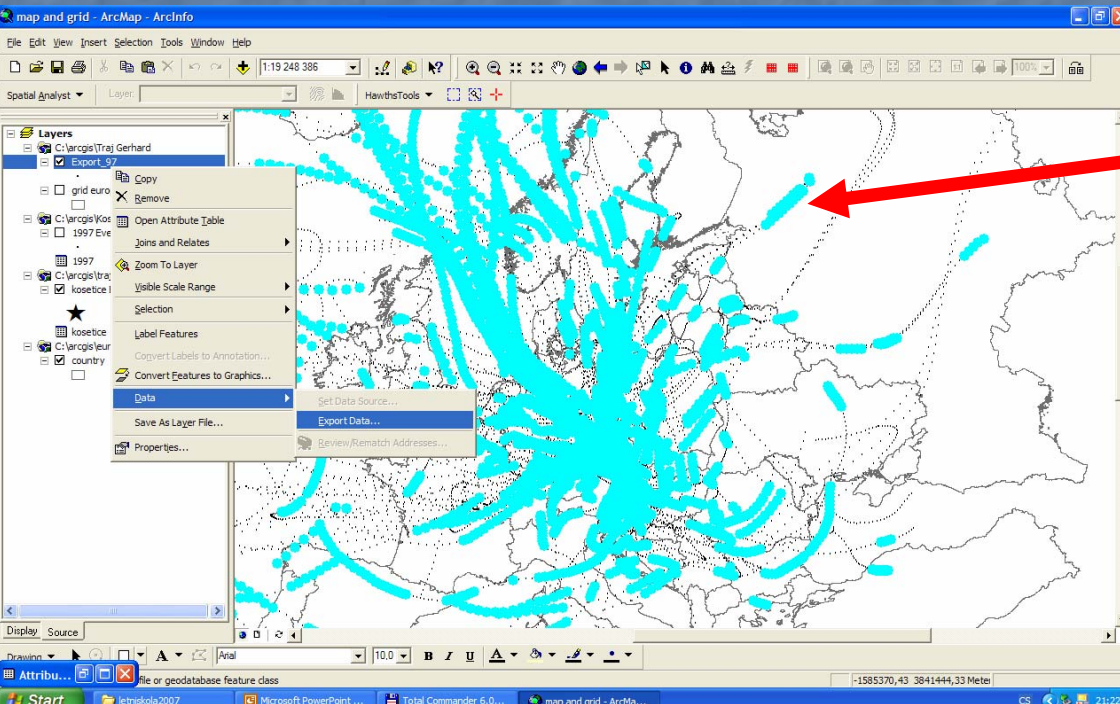
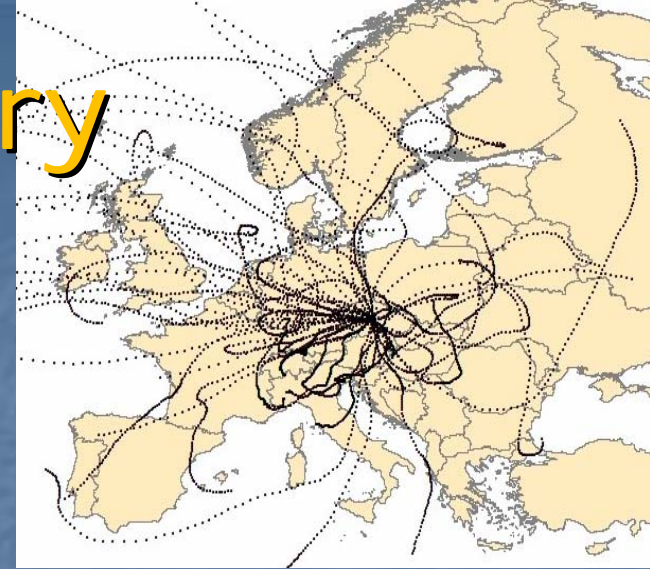
The number of trajectories passing grid cells reflects the wind field statistics. The number of trajectory hourly points of one trajectory in a grid cell reflects the velocity of the air mass. We use a linear time weight, 1...0 within 96 hourly steps, to account for the influence of dispersion on the accuracy of the location of the trajectory hourly points and of deposition on trace components abundances.

$$L_g = \sum_{i=1}^I \sum_{j=0}^{96} \frac{c_{ij} [1 - (h_{ij} / 96)]}{n_g} L_o$$

I – total number of trajectories
 G – total number of grid cells
 c_{ij} – total atmospheric concentration of pollutant at the receptor site upon arrival of the i^{th} trajectory
 n_g – total number of trajectory hourly points in grid cell g
 h_{ij} – number of hours counted back from arrival time for the j^{th} hourly point, i^{th} trajectory
 $1 - (h_{ij}/96)$ – time weights of hourly points
 L_o – unit loading of surface sources to air mass, set equal to 1 for trajectory hourly points which fall into grid cell g and set equal to 0 for all other trajectory hourly points

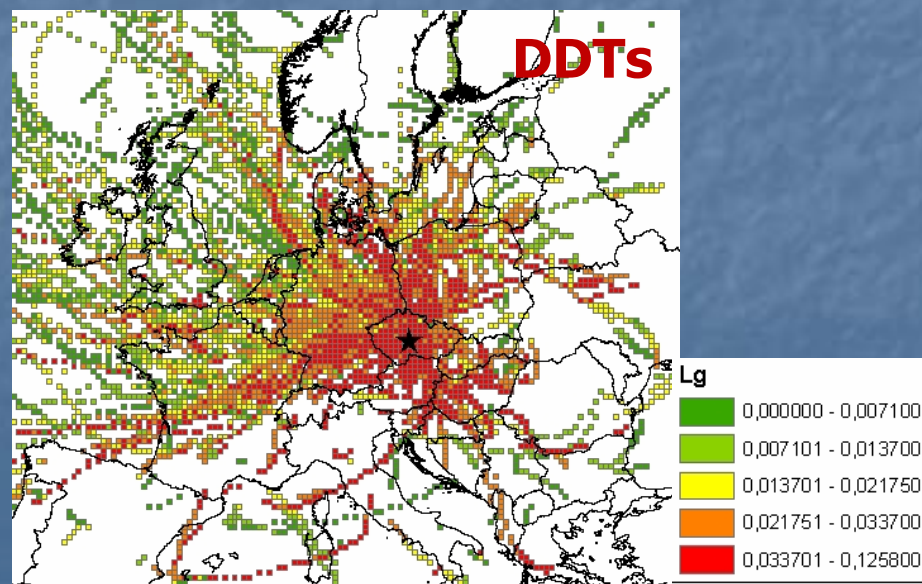
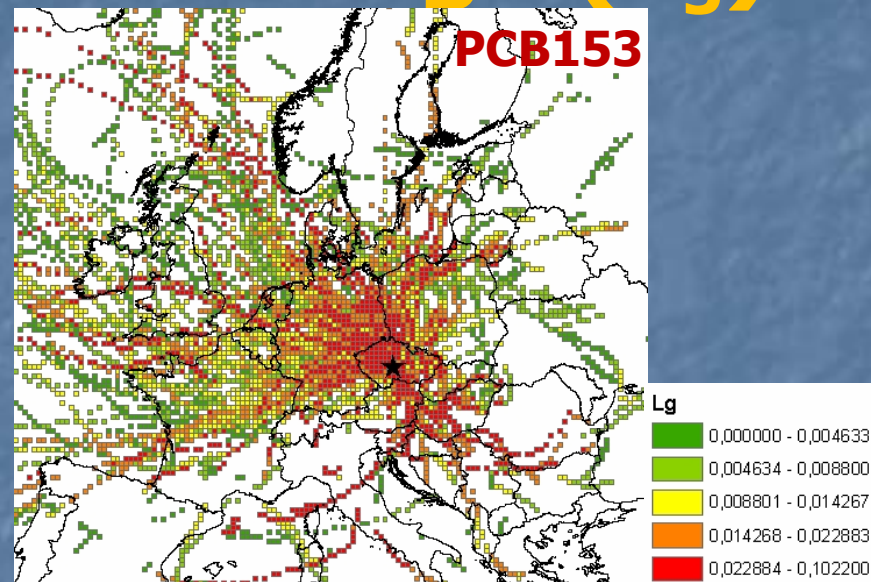
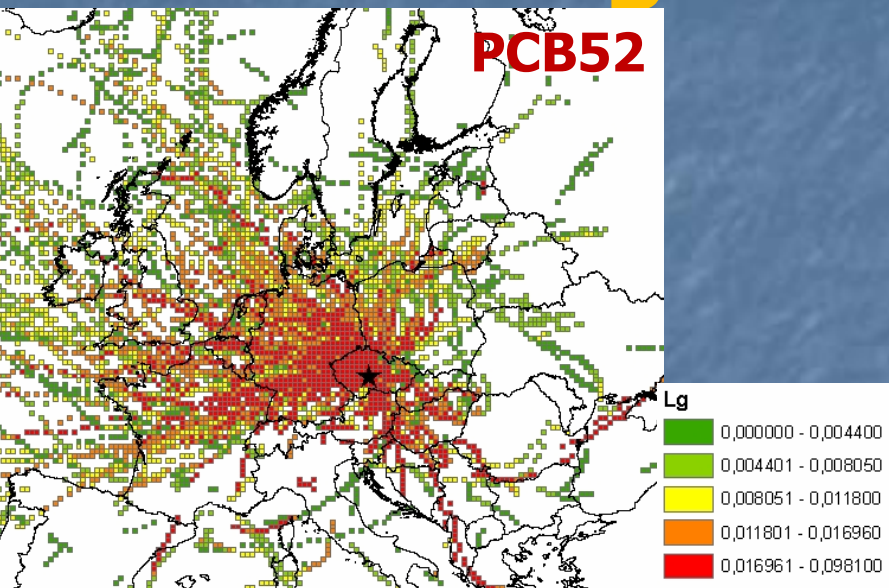
Use of GIS – trajectory analysis

**HOURLY POINTS OF HYSPLIT
TRAJECTORIES ARE SORTED ONTO
A GEOGRAPHICAL CELL GRID**



Selected sections of trajectories, where the air mass was travelling above the level of mixed layer

Evaluation of trajectories by counting mean loadings (L_g)



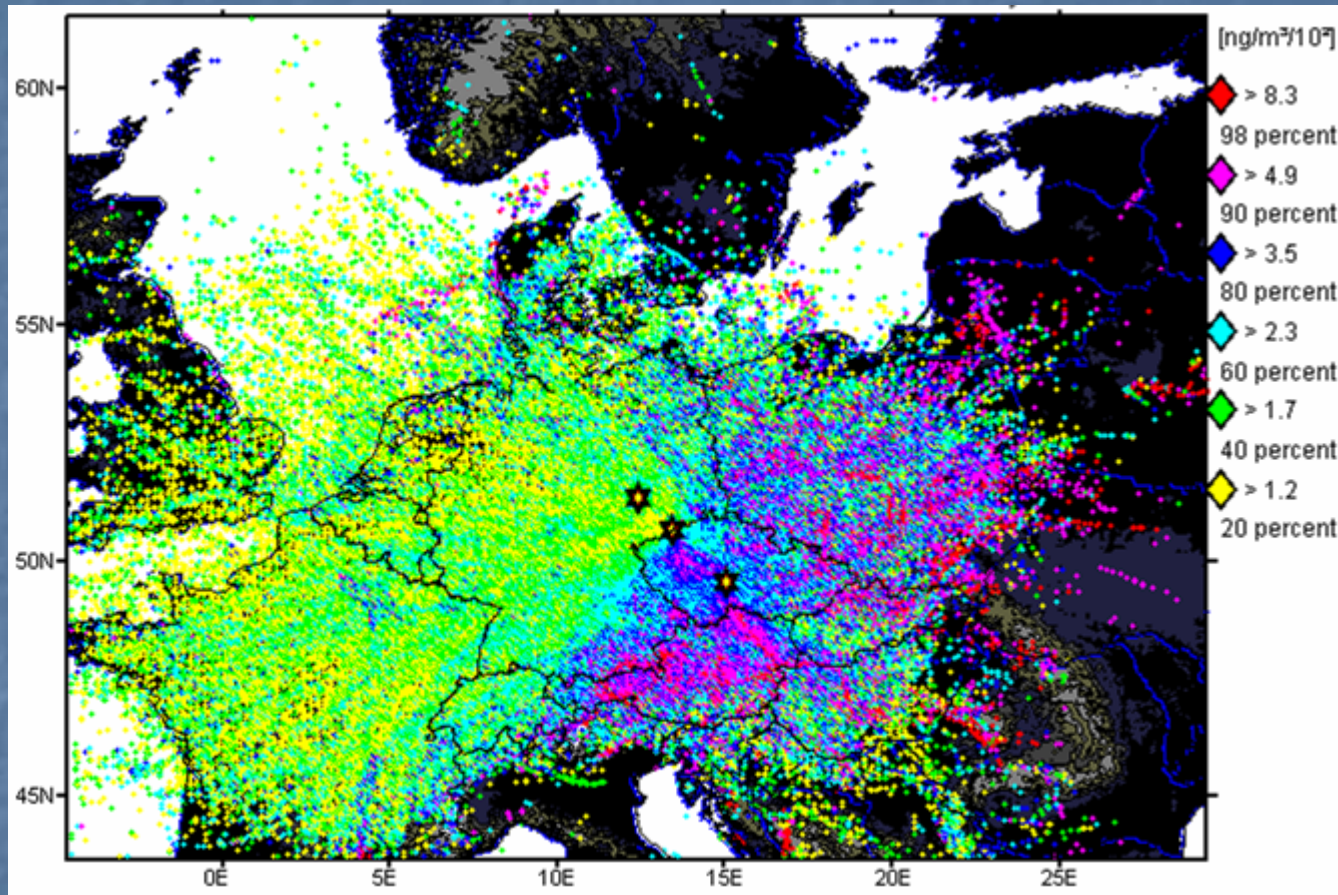
Preliminary results for 1997-99, no inversions excluded from analysis

Generation of TRAMPER trajectories

Trajectories generated and analysed in the TRAMPER system (FU Berlin, 3D motion, mixed kinematic/dynamic calculation of trajectories)

The screenshot displays a web browser window with the URL <http://www.geo.fu-berlin.de/met/ag/trumf/Trajektorien/index.html>. The page header identifies the organization as "AG Troposphärische Umweltforschung". A navigation menu on the left lists various options, with "TRAMPER Trajektorien" selected. The main content area features a blue banner for "TRAMPER - Trajektorienanimation". Below this, a control panel allows users to set parameters for the animation, including location (Berlin, 2006), direction (backward), and speed (4 pictures/s). The central visualization is a map of Europe showing a trajectory of air parcels, with a color scale on the right indicating pressure in hPa, ranging from 1000 to 100.

Example of PAHs: BaP



Eastern Europe seems to contribute with higher BaP emissions than Western Europe, Austria is a special case due to frequent inversion situations in winter

Práce s velkými soubory trajektorií, využití statistiky

Možné oblasti aplikace:

- Jsou Košetice z hlediska dálkového transportu (vzdušného proudění) reprezentativní pro celou ČR? (srovnání souborů trajektorií pro různá místa s Košeticemi)
- Výběr vhodné velikosti bodových filtrů
- Srovnání různých typů trajektorií
- Výběr vhodné velikosti souboru trajektorií (definovat minimální počet bodů segmentů trajektorií v buňce geografické sítě)
- další

Děkuji za pozornost