

Atmosférická stanice Křešín u Pacova -vybavení a typické zdrojové oblasti koncentrací CO₂ naměřených na 250 m vysokém stožáru

K. Komínková, P. Sedlák, V. Hanuš, A. Dvorská



OP Výzkum a vývoj
pro inovace



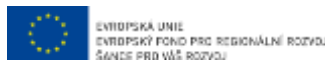
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



IAP



GEOGRAFICKÝ ÚSTAV
PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA MU



EVROPSKÁ UNIE
EVROPSKÝ FOND PRO REGIONÁLNÍ ROZVOJ
ŘÁNĚ PRO VÁŠ ROZVOJ

Atmosférická stanice (AS) Křešín u Pacova

- Českomoravská vrchovina, okres Pelhřimov
 - 49°34.347'N, 15°4.806'E, 535 m nad mořem
 - v těsné blízkosti Observatoře Košetice
- Výstavba ukončena roku 2013
- Czechglobe – Centrum výzkumu globální změny AV ČR, v.v.i.
- Součásti AS:
 - 250 m vysoký stožár
 - 2 technologické kontejnery u paty stožáru
 - malý technologický kontejner na stožáru
 - klimatizované rozvaděče (ochozy v 8, 50, 125 a 230 m)

Meteorologický stožár nebo vysoká věž?



Monitorovací projekty a programy

Projekt ICOS

- Integrated Carbon Observation System
- Zajištění dlouhodobého měření koncentrací skleníkových plynů a dynamiky jejich toků
- AS Křešín u Pacova vybudována za účelem stát se Level 1 stanicí v rámci této sítě



Další monitorovací programy a projekty

- Aerosols, Clouds and Trace gases Research Infrastructure (ACTRIS, ACTRIS-2, ACTRIS CR)
- Global Mercury Observation System (GMOS)
- Integrated Non-CO2 Greenhouse gas Observing System (InGOS)
- European Monitoring and Evaluation Programme (EMEP / EBAS)
- Global Atmosphere Watch (GAW)
- Informační systém kvality ovzduší (ISKO)



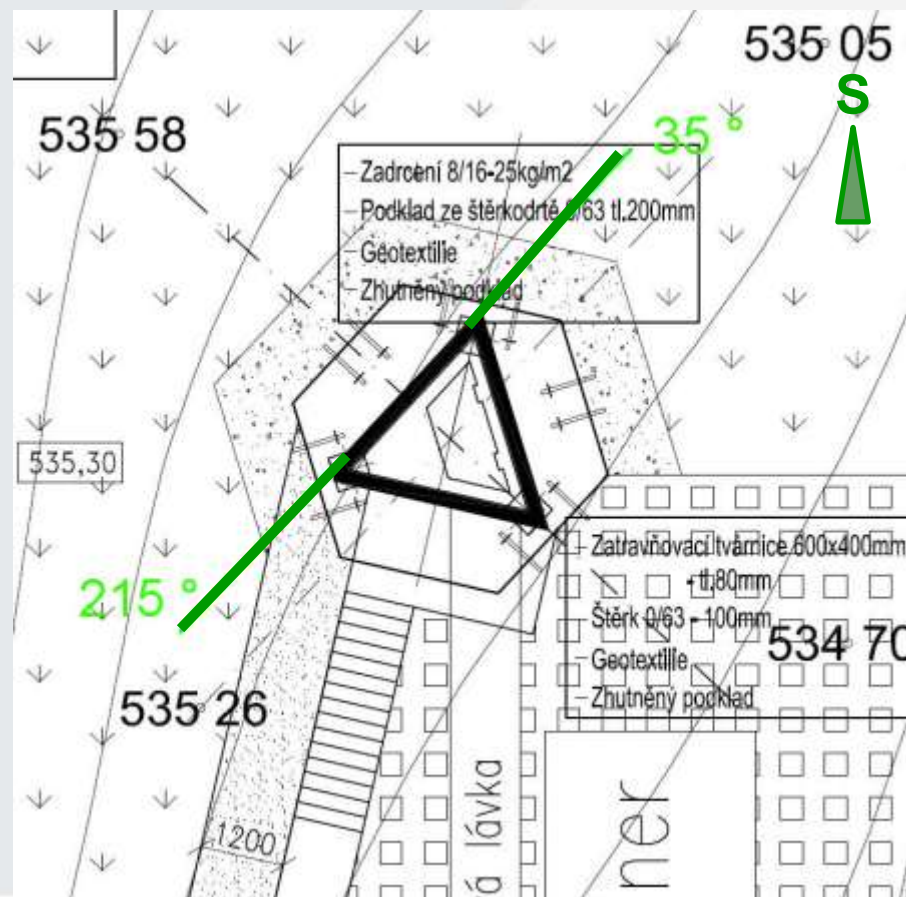
Měření na stožáru AS

- Měření v 6 výškových úrovních
- Odběrový design dvojího typu:
 - Vedení vzorků vzduchu pomocí vzorkovacích hadic do technologického kontejneru
 - Měřicí přístroj přímo na stožáru
- Měření zaměřená na změnu klimatu
 - **Skleníkové plyny**
 - Troposférický ozon
 - Aerosoly
- **Znečištění atmosféry**
 - Plynná rtuť
- Meteorologické prvky
 - Slouží jako doplňková měření pro lepší interpretaci



Měření meteorologických prvků

Čidla umístěna na 3 m dlouhých ocelových výložnicích



Parameter	Přístroj	Časová krok	Zahájeno
Rychlost a směr větru	2D heated anemometer WindObserver 65	1 min	Květen / Červenec 2014
Tlak vzduchu	Barometer R. M. Young 61302	1 min	Květen 2014
Teplota a relativní vlhkost vzduchu	Vaisala HMP155	1 min	Květen 2014
Výška mezní vrstvy atmosféry	Ceilometer Vaisala CL51	16 s	Prosinec 2014
UVA záření	Skye SKU 420	1 min	Srpen 2015
UVB záření	Skye SKU 430	1 min	Srpen 2015



Měření zaměřená na změnu klimatu

Kontinuální monitoring skleníkových plynů

- CO₂, CH₄ - Picarro 2301
- CO, N₂O – LGR
- Samostatná trasa pro každý analyzátor z každé výšky (trubky Synflex - sendvič PE a Al), Distribuce kalibračních plynů
- Úprava vzorků pro analyzátor (filtrace, dvoustupňové sušení)



Periodické odběry vzorků vzduchu

- Odběr 1x týdně z úrovně 250 m
- Bude se analyzovat:
 - ^{13}C , ^{14}C a ^{18}O v CO_2 , H_2 , N_2O , SF_6 , O_2/N_2
 - CO_2 , CH_4 , CO , N_2O
- Vzorky analyzovány v Certifikovaných laboratořích ICOS



Troposférický ozón

- Thermo 49i (Thermo Scientific)
- Přístroje umístěny v klimatizovaných rozvaděčích ve 3 výškových úrovních
- Časový krok 1 minuta
- více v následujících prezentacích



Množství a složení aerosolů

- Optické vlastnosti
 - Aethalometr Magee Scientific AE31 (absorpce světla)
 - Nephelometr TSI 3563 (množství světla rozptýleného částicemi)
- Elementární a organický uhlík
 - Sunset 4G Semi Continuous Field Analyzer
 - Měří množství a poměr EC/OC
 - Semi-kontinuální měření
- Všechny umístěny v technologickém kontejneru při zemi



Znečištění atmosféry

Plynná rtuť

- 2x TEKRAN 2537B
 - v technologickém kontejneru při zemi
 - v kontejneru na vrcholu stožáru
- Časový krok 5 minut



Kontejner
na vrcholu
stožáru



Další měření ve spolupráci s dalšími výzkumnými ústavami

- Polycyklické aromatické uhlovodíky (PAHs)
 - Využití XAD a PUF pasivních vzorkovačů vzduchu
- ^{14}C v CH_4
 - Periodický odběr vzorků do tedlarových vaků

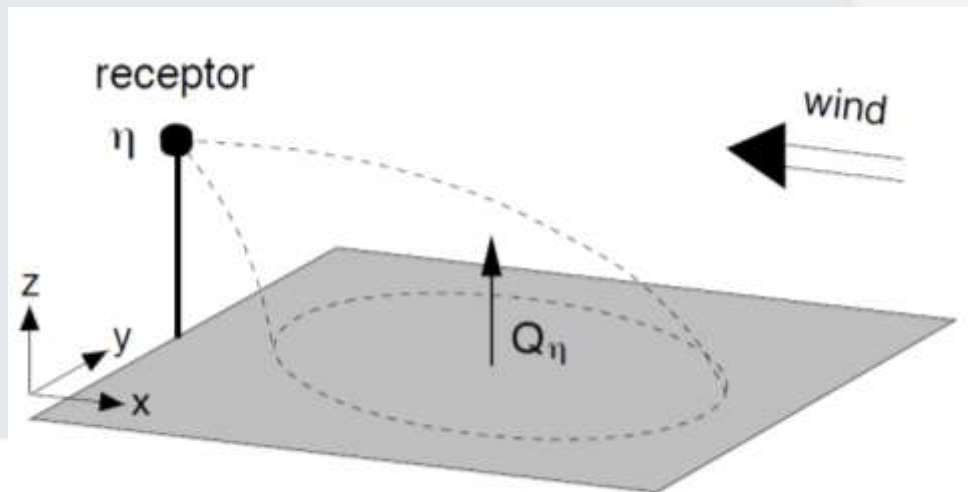
Jak zjistit z jaké oblasti jsou data?

Protože je AS Křešín u Pacova nově vybudovaným místem měření skleníkových plynů, je nutné ji popsat z hlediska proudění vzduchu (pole větru) a zdrojových oblastí měřených látek.

Nejlepší řešení = tall tower footprint

Footprint

Vyjadřuje relativní příspěvek jednotlivých částí povrchu ke změřeným koncentracím v místě receptoru.



[1]

Jak získat footprint?

Model STILT^[4]

- **Stochastic Time-Inverted Lagrangian Transport** model vyvinutý výzkumníky z Harvardské univerzity, MPI v Jeně, Universitě Waterloo a ze skupiny Atmospheric & Environmental Research (AER)
- Atmosférický model, který **simuluje pohyb částic vzduchu** z určitého místa v čase využívající fiktivního ansámbly těchto částic
- Vstup pro výpočet:
 - Informace o receptoru
 - Pole hodnot meteorologických prvků z různých predikčních modelů počasí (ECMWF, WRF, RAMS, ...)
- Výstupem je footprint – matice hodnot v prostorových souřadnicích v jednotkách [ppm ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)⁻¹]

Výpočty jsou ale velmi systémově a časově náročné

Jak využít footprint pro obecnou charakterizaci?

- Jak najít footprint pro obecnou charakteristiku?
- STILT vychází při výpočtu footprintu z proudění vzduchu

Hypotéza:

V případě, že se v průběhu let významně nemění proudění vzduchu na stanici, zůstává stejná i zdrojová oblast měřených látek. → Tuto oblast je možné popsat pomocí footprintu vypočítaného pro rok s typickým prouděním vzduchu reprezentativním pro delší časové období.

Použitá data a metody jejich zpracování

Použitá data

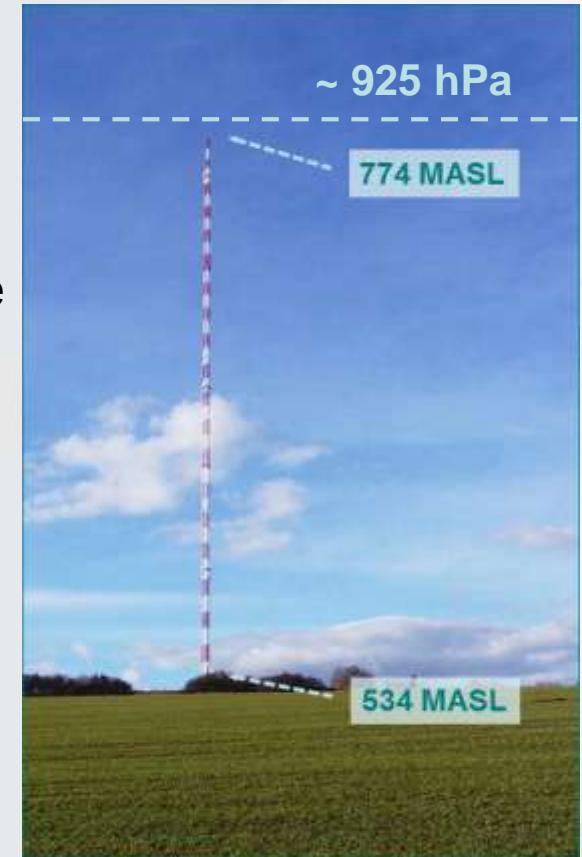
- K dispozici data z reanalýzy - ERA Interim (European Centre for Medium-Range Weather Forecasts - ECMWF)^[2]
- Pro další zpracování byl vybrán bod nejbližší k poloze stanice;
- Pro analýzy zvolena hladina 925 hPa ~ 780 m n. m

Postup

- Analýzy stability proudění vzduchu v čase
- Výběr roku s typickým prouděním vzduchu

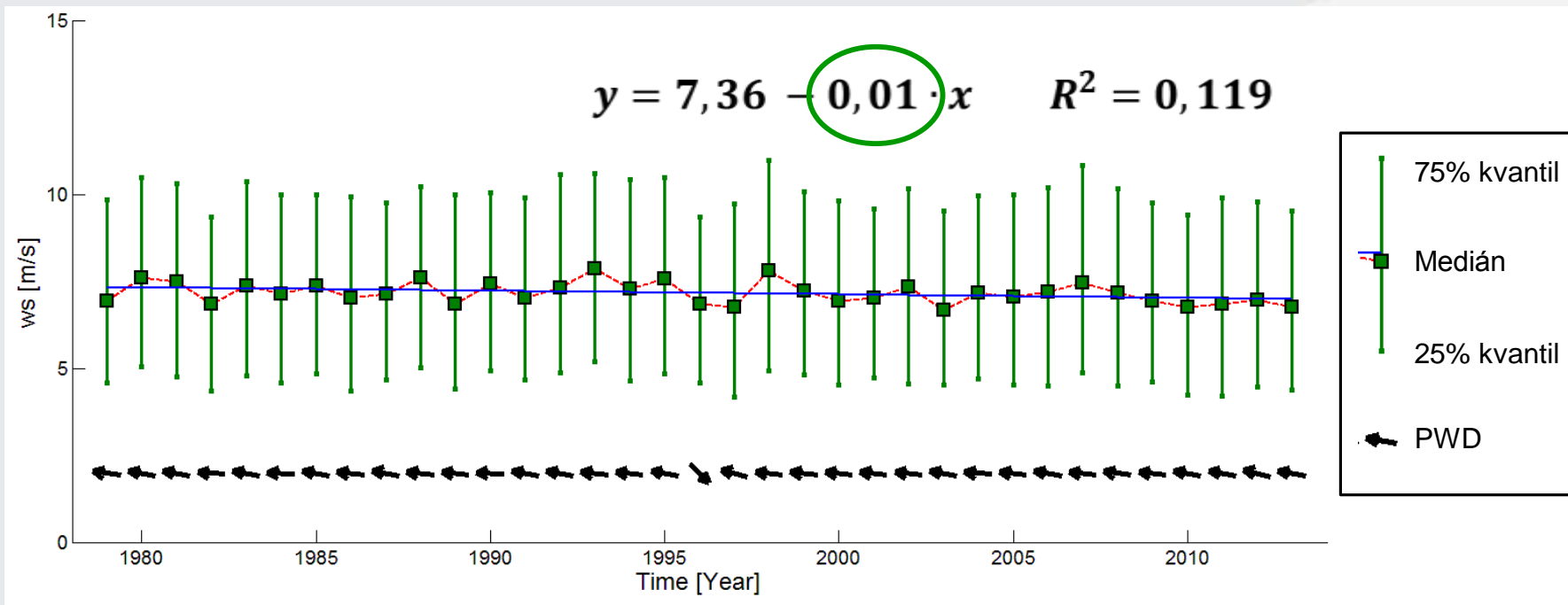
Metody zpracování:

- výpočet větrných růžic,
- výpočet převládajícího směru větru (PWD)
- deskriptivní statistika,



$$PWD = n_1 + 22,5 \cdot \left(1 + \frac{n_3 - n_1}{(n_3 - n_1) + (n_2 - n_4)} \right) \quad [3]$$

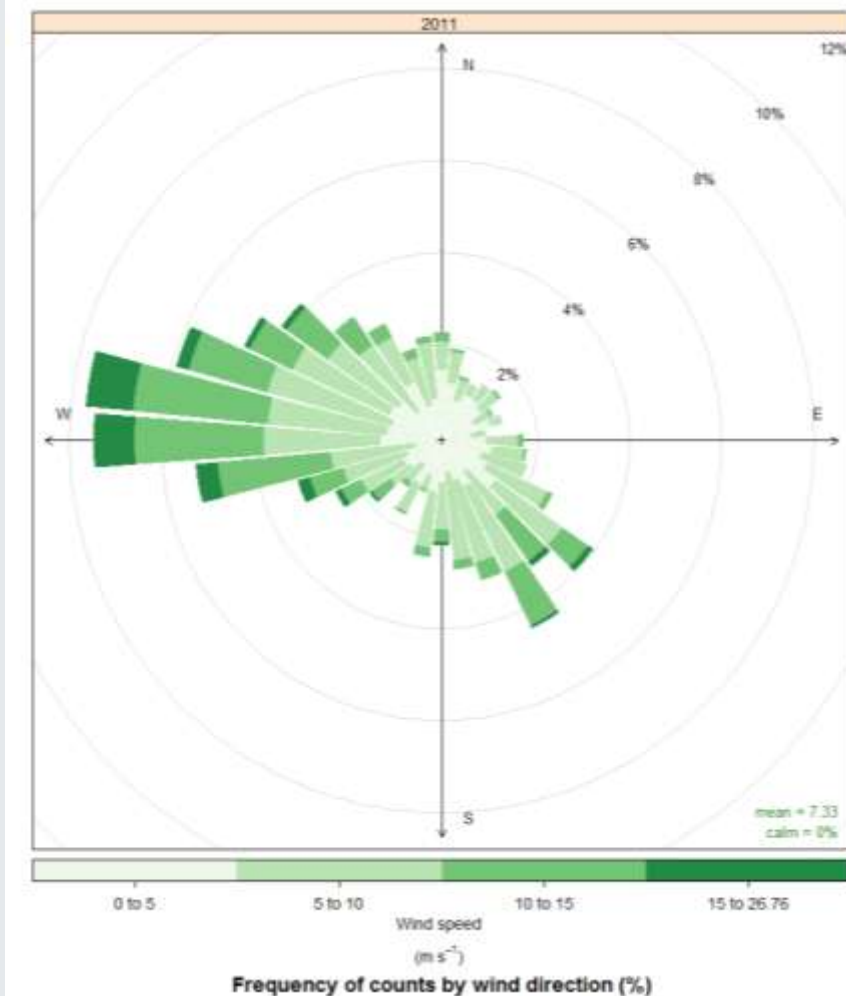
Analýza stálosti proudění vzduchu v čase



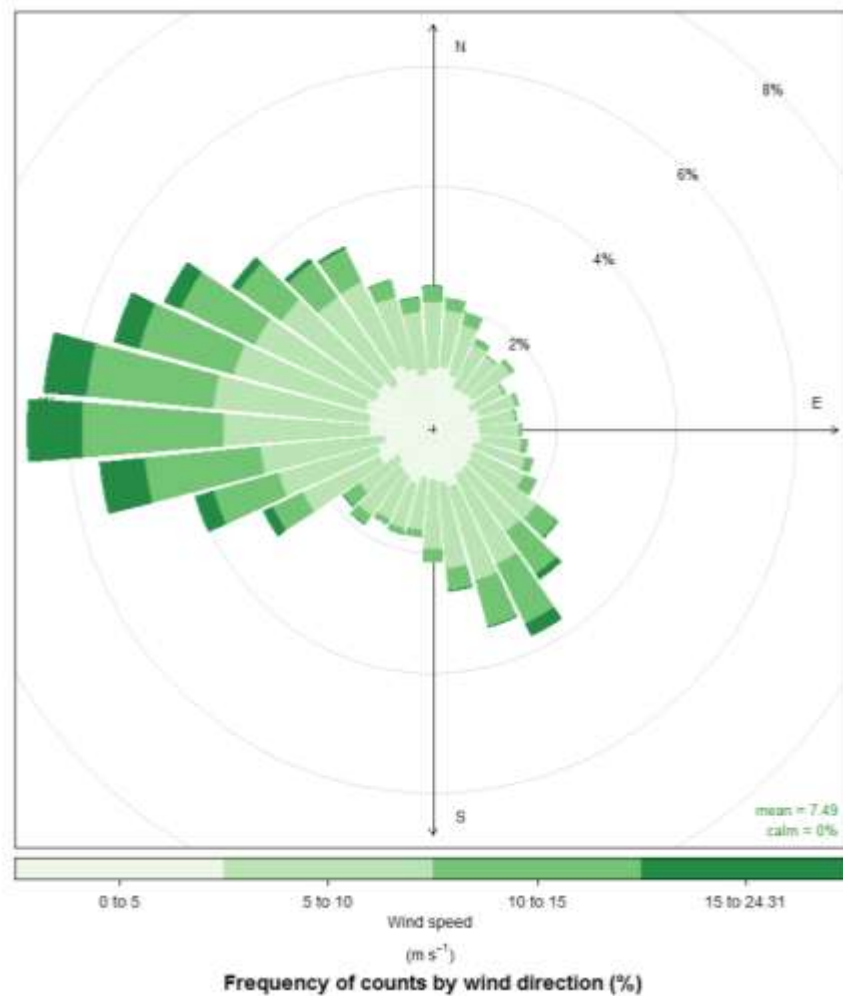
Rychlost větru (medián + 1. a 3. kvartil) a převládající směr větru (PWD) za období 1979 – 2013

Na základě dat z minulosti neočekáváme žádnou systematickou změnu ve směru a rychlosti větru v následujících letech → je možné vybrat rok s charakteristickým prouděním vzduchu za účelem výpočtu „charakteristického footprintu“.

Výběr roku s typickým prouděním vzduchu



Větrná růžice pro období pro rok 2011

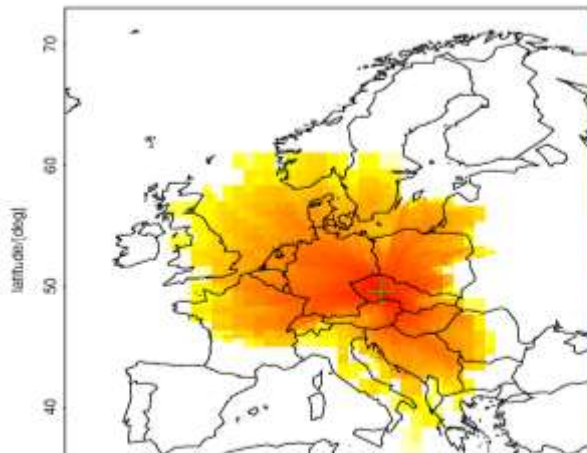


Větrná růžice pro období 2004 - 2013

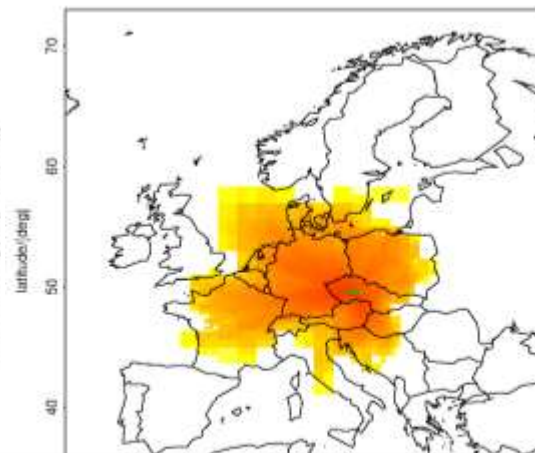
Typický footprint pro roční sezóny

V průběhu roku se různé zdroje skleníkových plynů, můžeme ale očekávat i významnou změnu footprintu v průběhu roku?

Rok	Jaro	Léto	Podzim	Zima
2004	0,865	0,886	0,934	0,962
2005	0,923	0,913	0,611	0,933
2006	0,743	0,886	0,881	0,799
2007	0,780	0,857	0,566	0,945
2008	0,723	0,899	0,793	0,912
2009	0,886	0,893	0,885	0,883
2010	0,756	0,603	0,863	0,827
2011	0,729	0,940	0,859	0,949
2012	0,692	0,868	0,892	0,781
2013	0,861	0,639	0,946	0,889

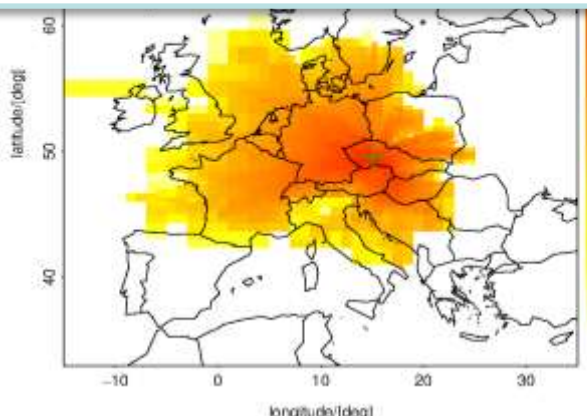


1E-6 1E-5 1E-4 1E-3 1E-2 1E-1 1E0
surface influence [ppbv] (mole/m³)



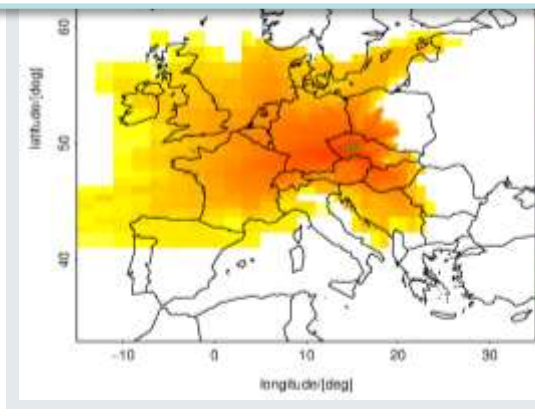
1E-6 1E-5 1E-4 1E-2 1E0
surface influence [ppbv] (mole/m³)

„Typický roční footprint“ je dobrá orientační informace o potenciálních zdrojových oblastech daného receptoru (atmosférické stanice), nepostihuje však všechny možné oblasti a situace. Pro konkrétní studie (zvláště pro kratší sledovaná období) je vhodnější vypočítat footprint nový.



1E-6 1E-4 1E-2
surface influence [ppbv] (mole/m³)

Podzim 2013



1E-6 1E-4 1E-2
surface influence [ppbv] (mole/m³)

Zima 2011

Shrnutí

AS Křešín u Pacova

- Nová, rozvíjející se infrastruktura
- Součástí mnoha mezinárodních výzkumných sítí a projektů
- Měření zaměřená na globální změnu klimatu a dálkový transport látek
- Zdrojové oblasti pokrývají velkou část střední a západní Evropy

- Je **OPEN ACCESS** infrastrukturou
 - Stanice je otevřena dalším spolupracím - možnost využít k instalaci vlastních měření nebo se dohodnout na zpracování již naměřených dat
 - Více informací a potřebné formuláře na webu:
<http://www.czechglobe.cz/cs/spoluprace/open-access-k-vyzkumnym-infrastrukturam-czechglobe/>

- Nově vznikající vědecký tým - **hledáme nové spolupracovníky**

Seznam použitých zdrojů

- [1] Lin. J.C., et al., 2003: A near-field tool for simulating the up stream influence of atmospheric observations: The Stochastic Time-Inverted Lagrangian Transport (STILT) model. J. of Geophys. Res., 108(D16), 4493.
- [2] Dee. D. P., et al., 2011: The ERA-Interim reanalysis: configuration and performance of the data assimilation system. Quart. J. R. Meteorol. Soc., 137, 553-597.
- [3] M. Nosek, 1972: Metody v klimatologii (Methods in Climatology). Academia, Praha, 434.

Poděkování

Tento příspěvek byl vytvořen za finanční podpory MŠMT v rámci programu NPU I, číslo projektu LO1415.



Děkuji za pozornost

Ráda zodpovím vaše dotazy...