

ČESKÝ
HYDROMETEOROLOGICKÝ
ÚSTAV

Nové nástroje terénního měření ČHMÚ určeného pro datovou podporu hodnotících a rozhodovacích procesů v oboru kvality ovzduší

Ing. Petra Bauerová

Bc. Adriana Šindelářová

Observatoř Tušimice



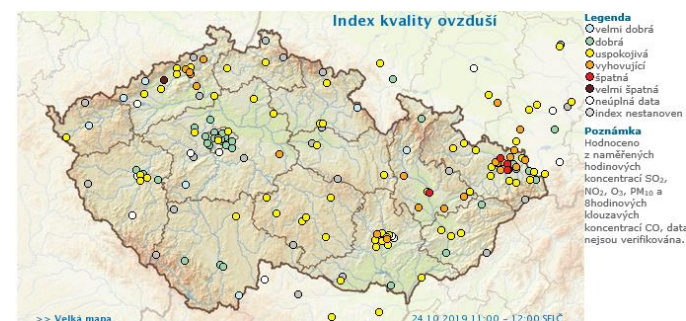
Proč „nové“ nástroje?

CO JE K DISPOZICI?

- kvalitní referenční síť pozemního AIM (24/7, s přesnými analyzátory, pravidelně kalibrováno a kontrolováno)
- mobilní referenční vozy AIM
- vzorkovače a odběry na stanovení PAH a TK z PM frakce

CO JE POTŘEBA DOPLŇOVAT?

- informace o vertikální skladbě atmosféry => co se odehrává nad zemí?
- mapování výskytu a přenosu znečišťujících látek ve vertikálním profilu, měření základen oblačnosti, profilů teploty, vlhkosti, větru a výšky směšovací vrstvy



Dron Robodrone Sparrow 8X



- bezpilotní, dálkově ovládaná oktokoptéra
- **měření vertikálních profilů znečištění a meteorologie** v mezní vrstvě atmosféry
- užitečné zatížení až 6 kg



Vybavení pro měření

- rychlost a směr proudění větru vypočítané ze zapojení jednotlivých motorů u vrtulí
- čidlo teploty a vlhkosti vzduchu
- termokamera (FLIR Tau 2, FLIR Systems, USA)
- čítač částic PM_x (Fidas Frog, Palas, DE)
- analyzátory plynů (senzory)

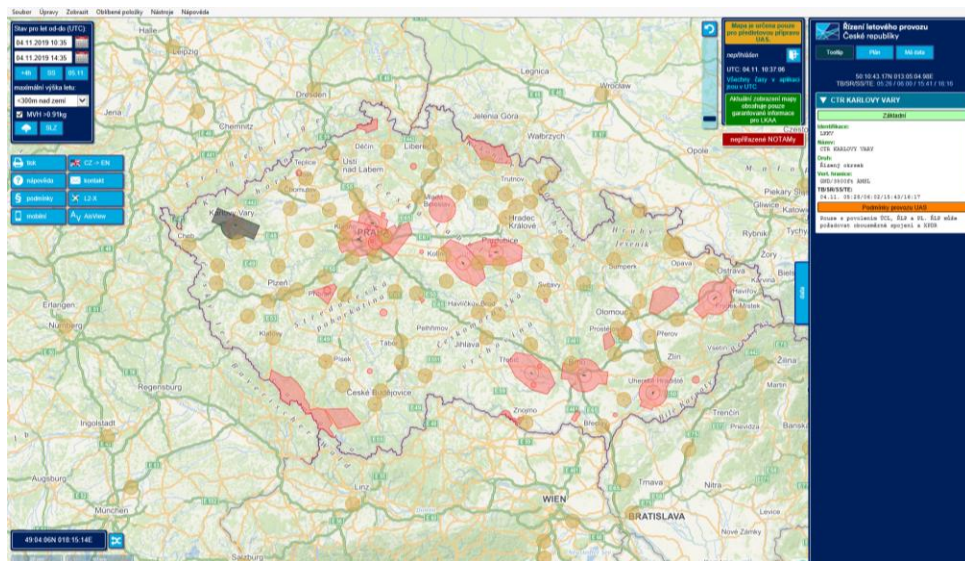


- **školení pilotů 03 – 07/2019**
- 2 posádky po 2 lidech - OBS Tušimice, ÚKO Plzeň
- praktická dovednost ovládat dron
- znalost doplňku X, předpisu L2 – bezpilotní systémy
- podaná žádost o registraci letadla a pilotů na ÚCL (čekání na vypsání termínu zkoušky pilotů)



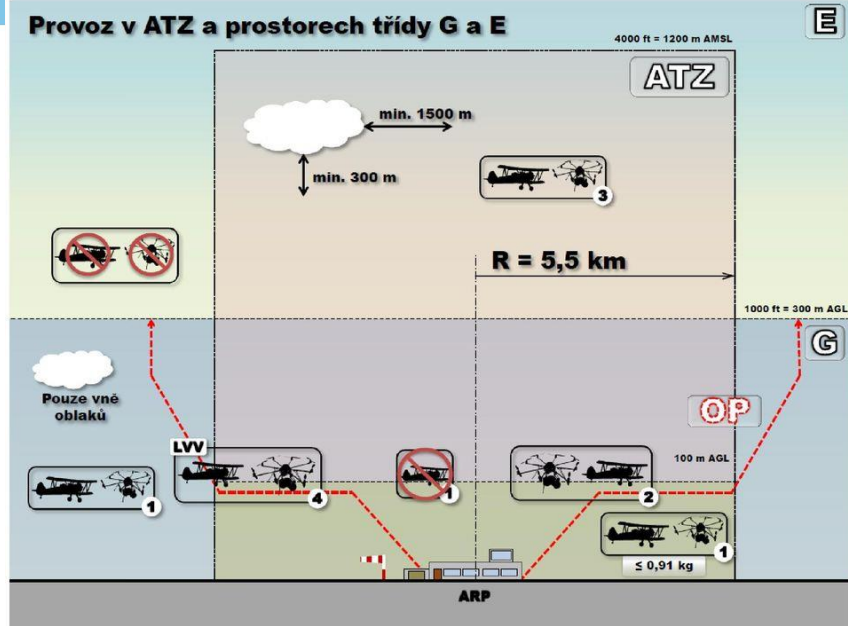
Podmínky letu

- let ve vzdušném prostoru G za podmínek VRF (Visual Flight Regulations) – vizuální kontakt s dronem
- znalost rozdělení vzdušného prostoru a vymezených pásem pro možné užití
- rychlost větru do 5 m/s bez omezení, od 5 m/s do 10 m/s se zvýšenou opatrností
- dohlednost větší než 800 m
- srážky - bez omezení
- v rozmezí mezi -10 °C až +40 °C
- bez výskytu podmínek pro tvorbu námrazy
- maximální doba letu okolo 20 minut
- maximální dosah až 4 km

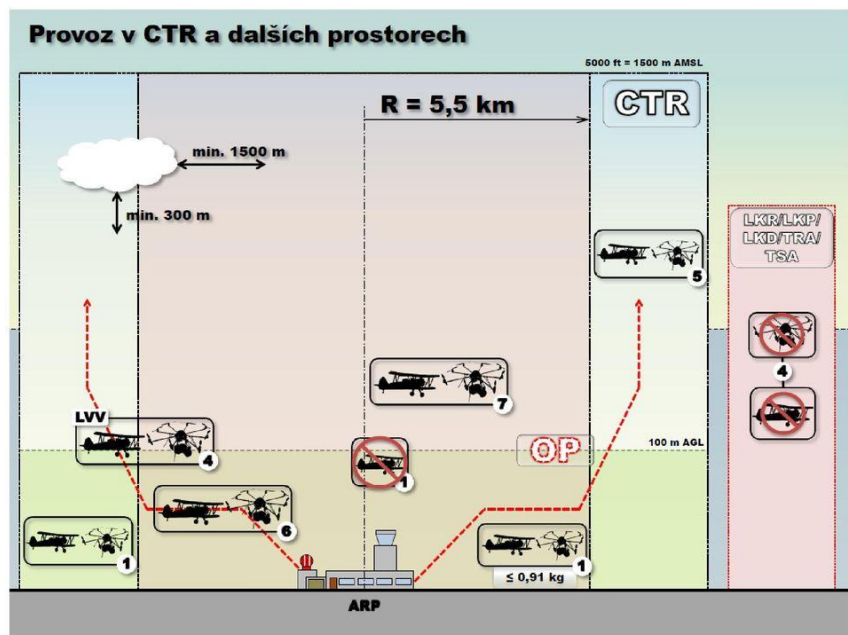


Letový prostor

- let do výšky 300 m AGL (třída G)
- na letištích ATZ a CTR možno i výše do třídy C,E (po domluvě se správou letiště či ŘLP)
- let pouze vně oblaků
- ve vzdušném prostoru mimo třídu G v minimální vzdálenosti od oblaků 1 500 m horizontálně a 300 m vertikálně
- za letu se nesmí přiblížit k jakékoliv osobě, prostředku nebo stavbě, které nejsou součástí předmětného provozu, na horizontální vzdálenost menší než 100 m
- za letu se nesmí přiblížit k jakémukoliv hustě osídlenému prostoru na horizontální vzdálenost menší než 150 m



Obrázek 1

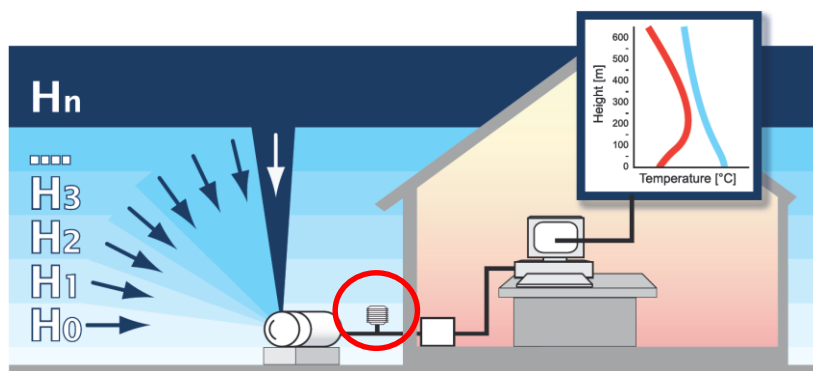


Obrázek 2

Mikrovlnný radiometr MTP-5i (IFU GmbH, DE)

MTP = Meteorological Temperature Profiler

- distanční metoda **měření vertikálních profilů teploty** (čidlo není v místě měření)
- snímání mikrovlnného záření v MV atmosféry (vlnová délka = 5 mm, frekvence 56,6 GHz) → odvození teplotního profilu
- vertikální dosah 1 000 m
- interval měření – nastavitelný, doporučený 5min
- otáčející se scanner v 11 krocích, 0° – 90°



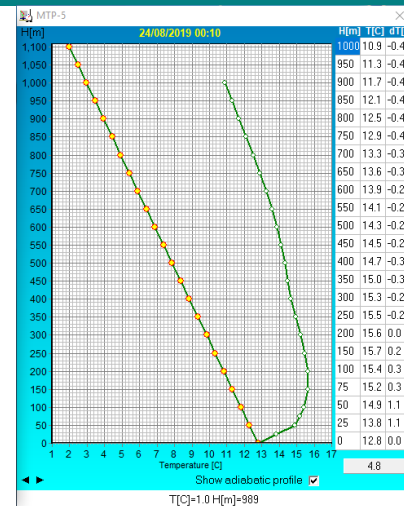
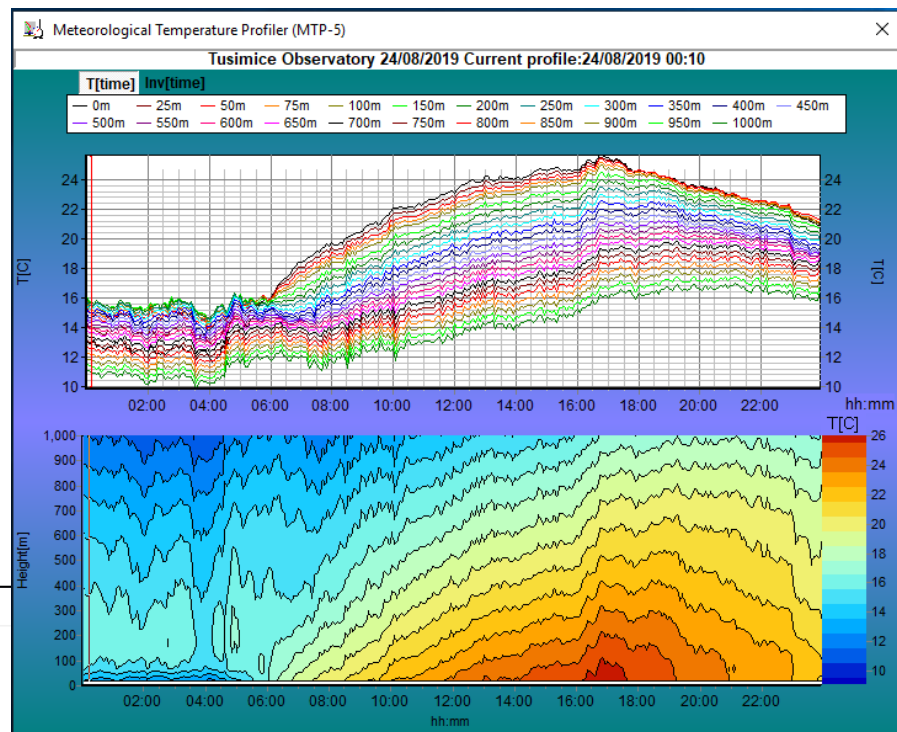
MTP-5 Výstupní data

- odchylka dat: 0,3 – 1,2 °C
- jistota dat s rostoucí výškou klesá
- rozlišení: liší se dle modelu
po 25 m od 0 – 100 m
po 50 m od 100 – 1 000 m

```

Dmtp20190808 - Poznámkový blok
Soubor Úpravy Formát Zobrazení Nápověda
FileFormat:0802.2 file with temperature of atmosphere
Tusimice Observatory
local GMT or Local
0 GMT-Local=[hours]
0 Height[m]
0 0 Longitude [grd] [min] [sec]
0 0 Latitude [grd] [min] [sec]
W HIS
56,70 Freq[GHz]
0,00 dTemostat[K]
0,150 MessErr[K]
0,248 //[[grad/step]
version 14.4.20120406
MTPSHE113F5670K-45.00I00D190423+A1.1
Commentary:
enter comment
End Of Commentary

SYSTEM\summer.dat
data time 0
08/08/2019 00:00:00 14,92 15,21 15,31 15,34 15,32 15,24 15,09 14,92 14,73 14,45 14,15 13,85 13,54 13,22 12,91 12,56 12,21 11,83 11,44 11,03 10,62 14,84
08/08/2019 00:05:00 14,92 15,19 15,20 15,17 15,09 14,92 14,80 14,62 14,35 14,12 13,90 13,65 13,40 13,11 12,82 12,48 12,14 11,77 11,39 11,00 10,60 14,92
08/08/2019 00:10:00 14,84 15,20 15,33 15,35 15,27 15,12 15,00 14,83 14,59 14,31 14,01 13,70 13,40 13,06 12,76 12,41 12,06 11,69 11,31 10,90 10,50 14,94
08/08/2019 00:15:00 14,75 15,17 15,24 15,28 15,27 15,18 15,01 14,82 14,63 14,37 14,10 13,81 13,52 13,22 12,91 12,55 12,20 11,82 11,44 11,03 10,62 14,80
08/08/2019 00:20:00 14,79 15,03 15,18 15,33 15,42 15,37 15,27 15,11 14,88 14,65 14,39 14,09 13,79 13,47 13,14 12,76 12,39 11,98 11,57 11,13 10,69 14,72
08/08/2019 00:25:00 14,67 14,92 15,04 15,13 15,18 15,13 14,95 14,77 14,58 14,38 14,16 13,90 13,64 13,34 13,04 12,68 12,32 11,93 11,54 11,12 10,71 14,65
    
```

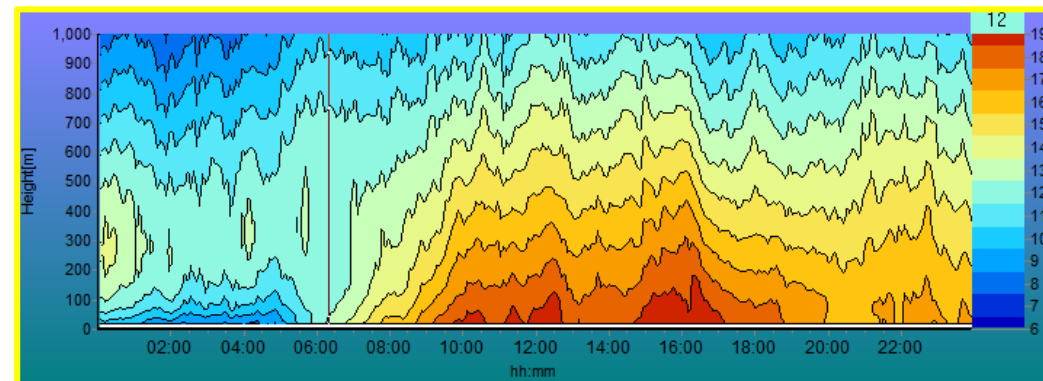
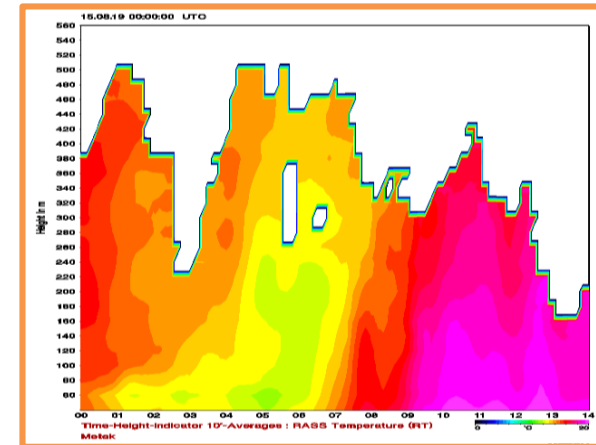


→ studie v oblasti kvality ovzduší
→ monitoring na letištích

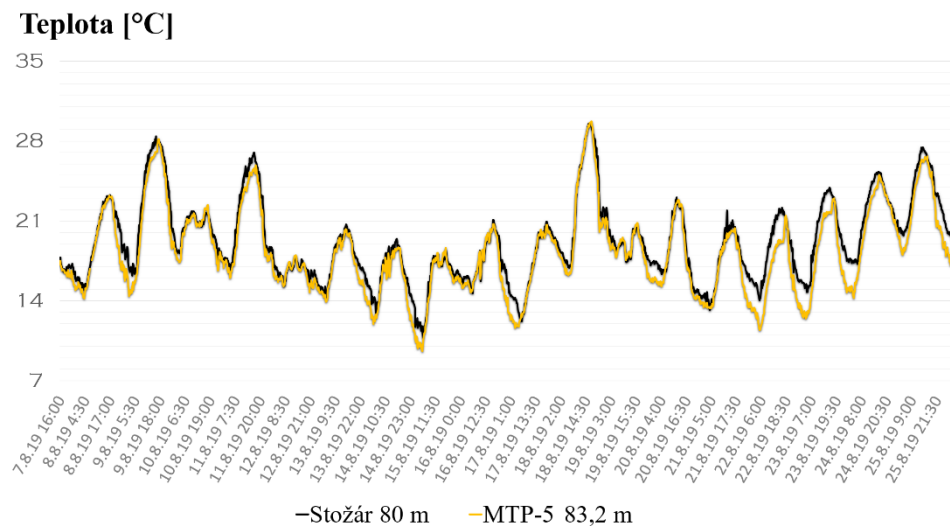
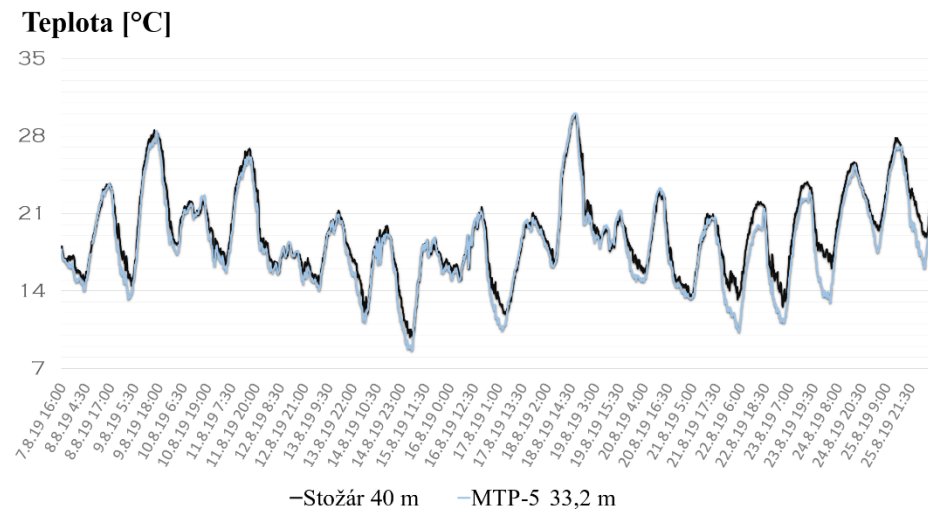
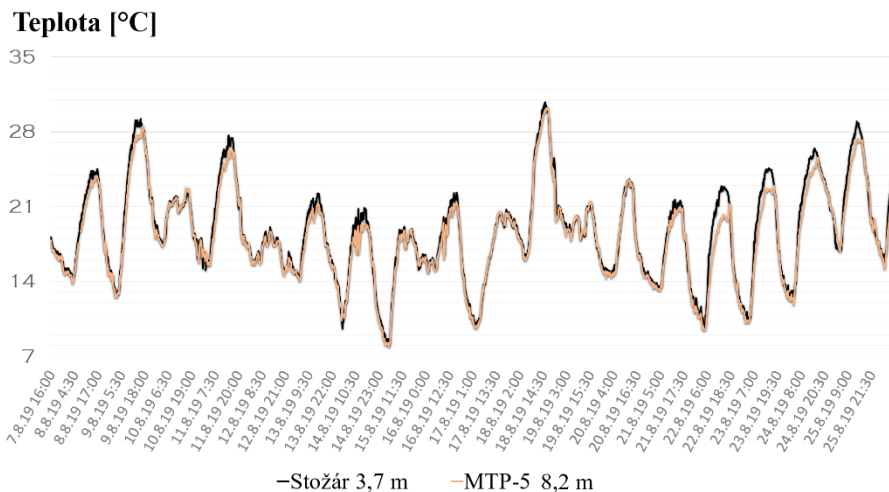
→ tepelné ostrovy měst
→ regionální předpovědi

Výhody měření MTP-5

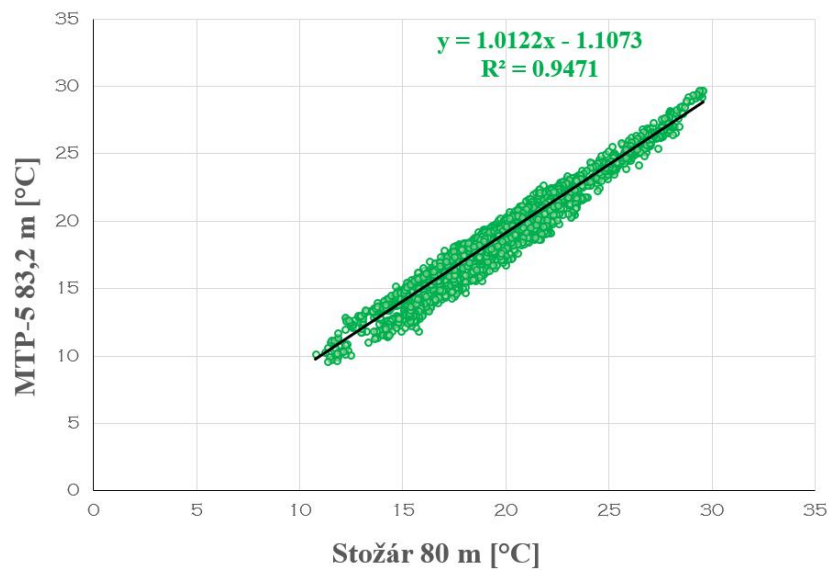
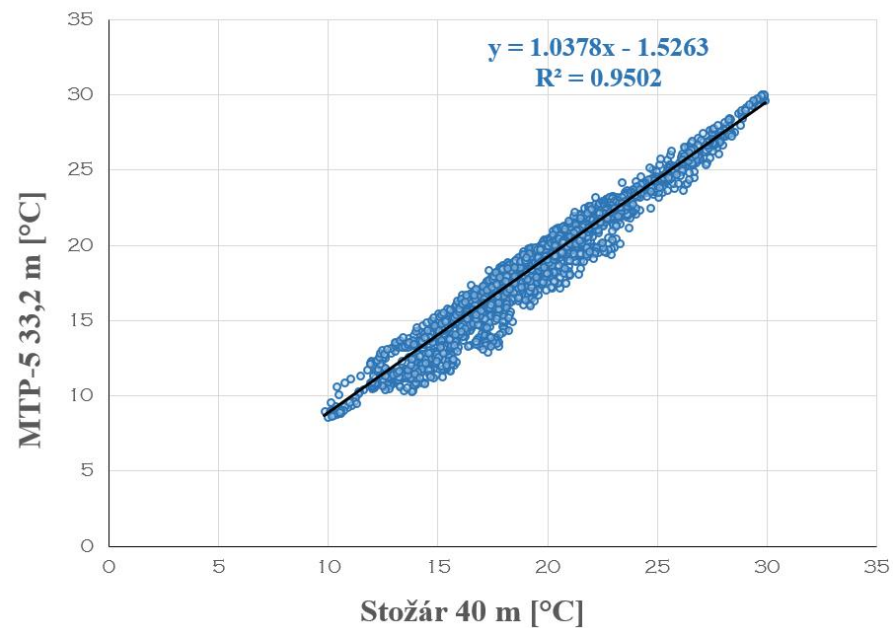
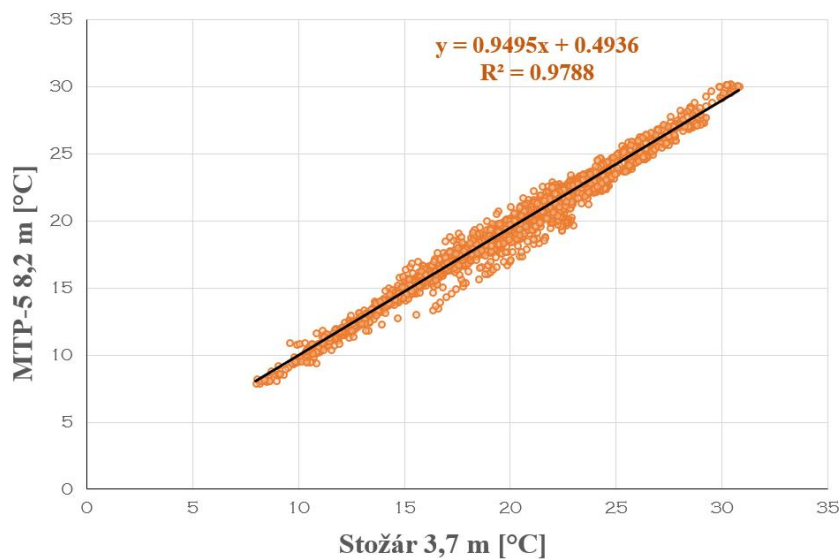
- automatická kalibrace
- pasivní měření (nic nevysílá)
- možnost expedičního měření (skladnost)
- funkčnost za všech meteorologických podmínek (kromě silných dešťů > 10 L/min)
- nízké provozní náklady



Srovnání MTP-5 se stožárovým měřením v Tušimicích (80 m)

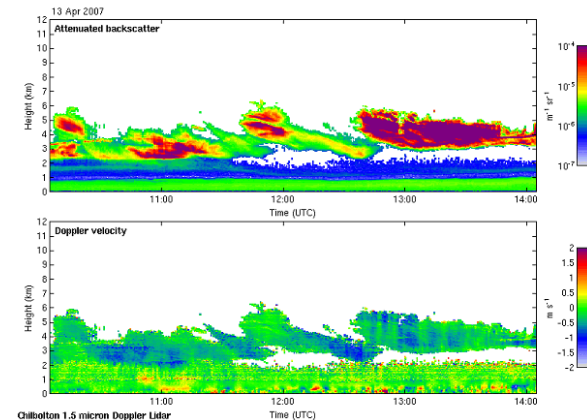
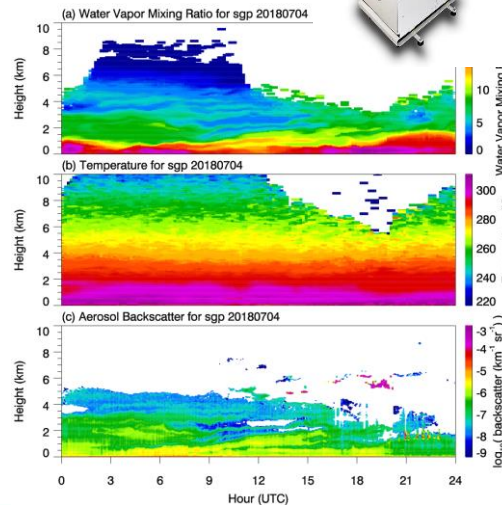
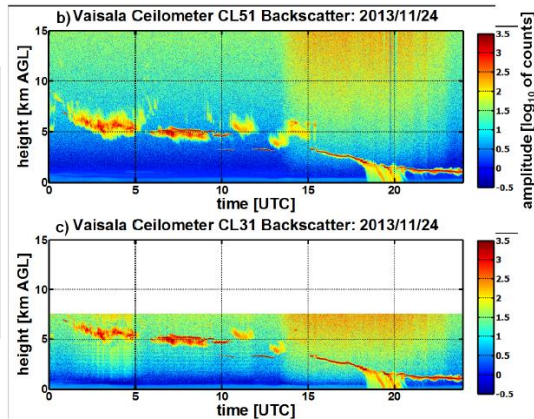
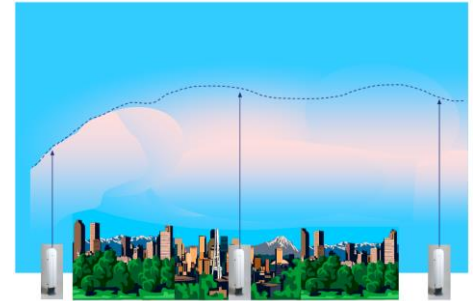


Srovnání MTP-5 se stožárovým měřením v Tušimicích (80 m)

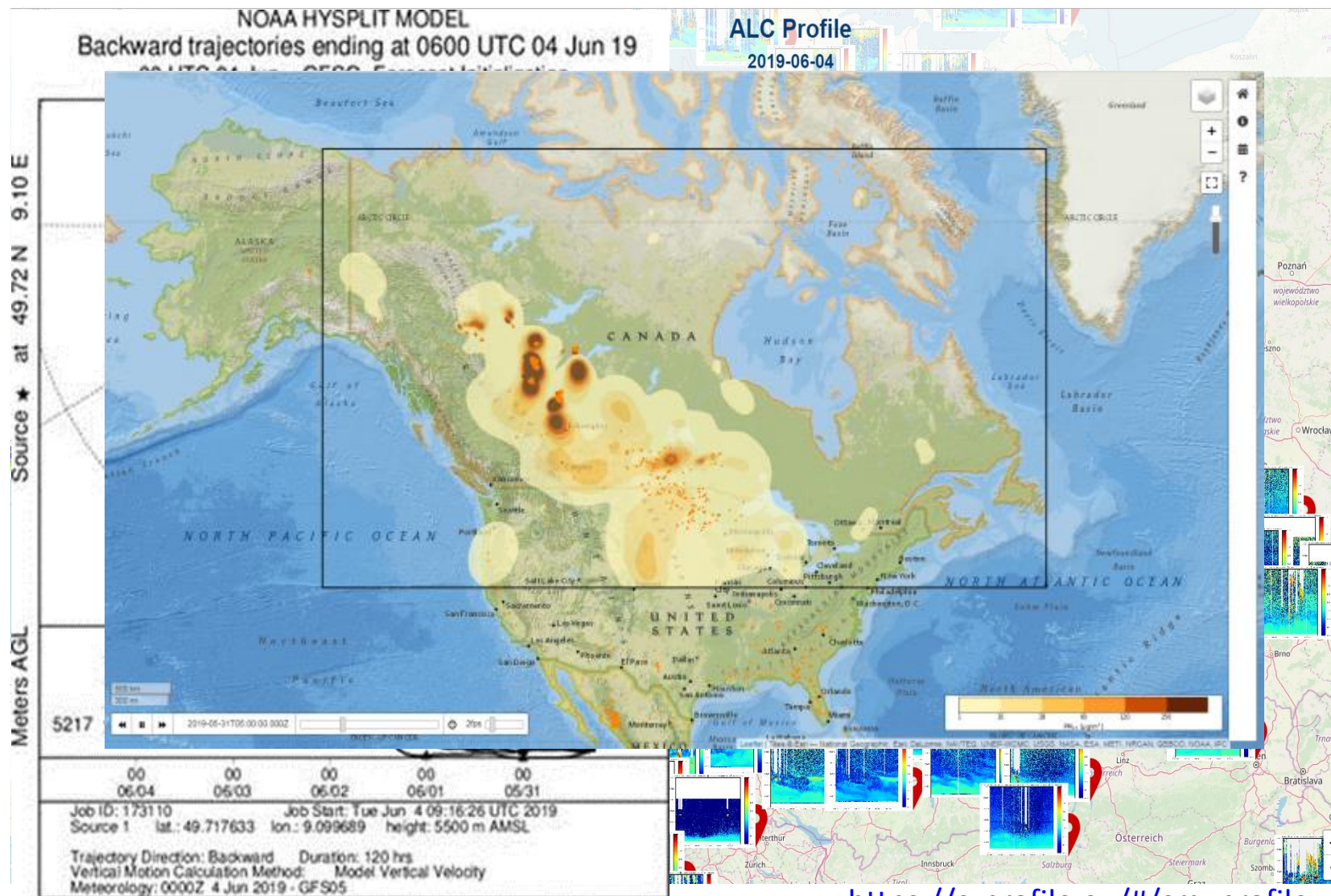


Aerosolový lidar

- optické zařízení pro monitorování kvality ovzduší, výšky oblačnosti, výšky mezní vrstvy atmosféry, profilu směru a rychlosti větru, teploty či poměru vodní páry
- **Různé typy:**
 - **Ceilometry** – detekce aerosolu, výšky oblačnosti, výšky mezní vrstvy atmosféry
 - **Raman lidary** – detekce plynných látek a aerosolu, oblačnosti, profily vlhkosti vzduchu (water vapour mixing ratio) a teploty
 - **Doppler lidary** – detekce aerosolu, výšky oblačnosti, profilu větru a výšky mezní vrstvy atmosféry



Detekce přechodu kouřových vleček z Kanadských požárů nad střední Evropou

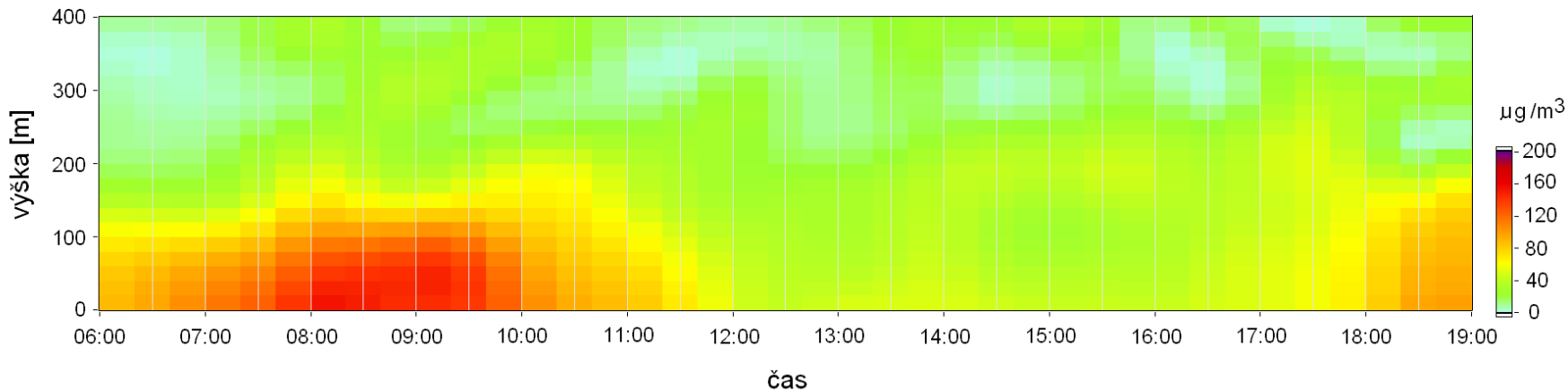


DIAL Lidar (Differential Absorption Lidar)



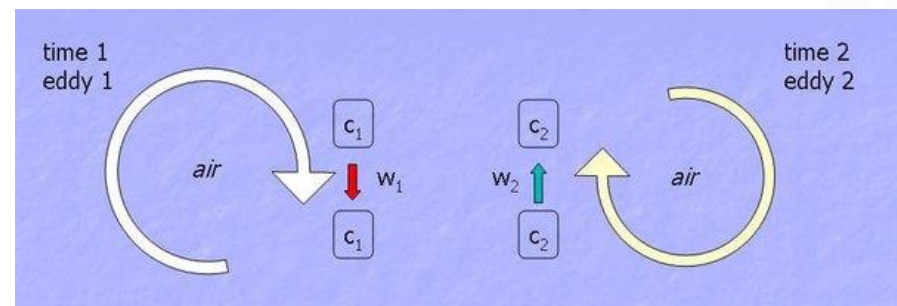
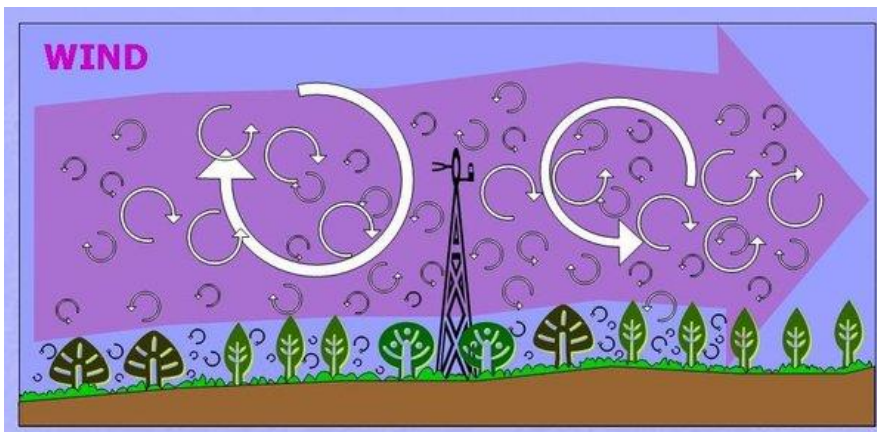
Praha 16. 10. 2000
stanoviště Braník

vertikální profil koncentrace NO₂
v závislosti na čase

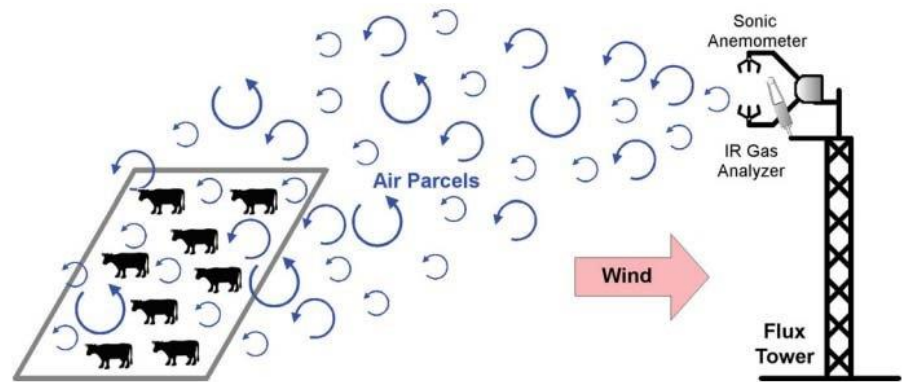


Eddy kovarianční systém (Eddy covariance)

- stanovení **vertikálních turbulentních toků** např. hybnosti, tepla, vodní páry nebo **znečišťujících látek** v přízemní vrstvě atmosféry
- tvořen několika čidly - zpravidla **ultrazvukovým anemometrem a analyzátozem plynů nebo aerosolu**
- frekvence vzorkování řádově 10^1 Hz
- z výstupních signálů jsou pomocí počítače vyhodnocovány požadované údaje
(<http://slovník.cmes.cz/fulltext/eddy>)



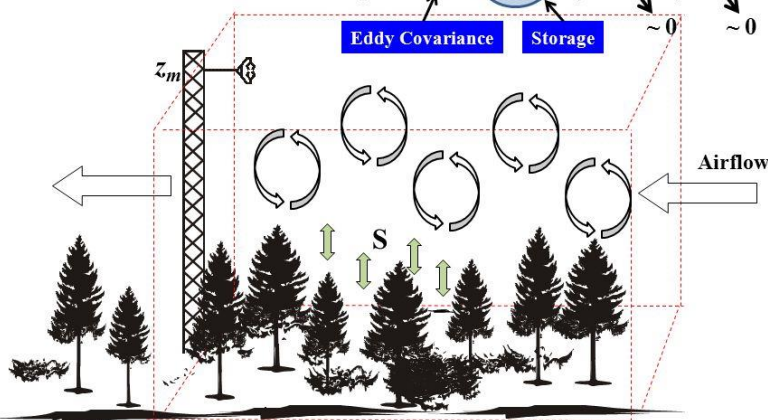
Studium vlivu různých povrchů či ekosystémů na vertikální toky tepla, vlhkosti, radiace či jiných chemických látek („footprints“)



Eddy Covariance Method : Starts with the Mass Conservation Equation

$$S = \frac{\partial c}{\partial t} + u \frac{\partial c}{\partial x} + v \frac{\partial c}{\partial y} + w \frac{\partial c}{\partial z}$$

$\int_0^{z_m} S dz = \int_0^{z_m} w'c' dz + \int_0^{z_m} \frac{\partial c}{\partial t} dz + \int_0^{z_m} u \frac{\partial c}{\partial x} dz + \int_0^{z_m} v \frac{\partial c}{\partial y} dz + \int_0^{z_m} w \frac{\partial c}{\partial z} dz$



Measuring and modelling soil carbon stocks and stock changes in livestock production systems – Guidelines for assessment

https://www.researchgate.net/publication/330357994_Measuring_and_modelling_soil_carbon_stocks_and_stock_changes_in_livestock_production_systems_-_Guidelines_for_assessment



Andrew Turnipseed Measuring and Monitoring Forest Carbon in the Americas
Manitou Experimental Forest

https://www.researchgate.net/publication/330357994_Measuring_and_modelling_soil_carbon_stocks_and_stock_changes_in_livestock_production_systems_-_Guidelines_for_assessment

Děkujeme za vaši pozornost!



Petra Bauerová (petra.bauerova@chmi.cz; 474 332 668)

Adriana Šindelářová (adriana.sindelarova@chmi.cz; 474 332 668)

ČHMÚ, Observatoř Tušimice, Tušimice 6, Kadaň 432 01

