



Atmogeochemie

terénní monitoring v ČGS

Cíl měření? Přínos?

Mgr. Petr Jirman, Ph.D.



Cíle měření / monitoringu

- Zjištění složení půdního vzduchu
- Odhalení / vymezení anomálií
- Monitoring přírodního stavu / pozadí

Charakter měření (dle účelu)

- Pravidelné sítě bodů pro pokrytí zájmového území
- Liniové měření (kříž / přímky několika bodů)
- Nahodilé měření (podle indikací na povrchu)



Monitoring

- Jednorázový – zjištění stavu lokality (typicky vrtů)
 - Periodický – opakování např 2-3x za rok (přírodní pozadí / změny)
 - Kontinuální – měření pomocí uložených IGS stanic – týdny až roky (přírodní pozadí / změny)
- + výpočet toku plynů (CH_4 nebo CO_2) z horninového prostředí do atmosféry (typicky u nedokonale zlikvidovaných vrtů)



Uplatnění atmogeochemie v projektech

- **663600 CO₂-SPICER (2020-2024)**
- **388700 Databáze vrtů pro relikvidaci (2020-2021)**
- **388000 Měření metanu v místě sondy Žu-108**
- **384900 Posouzení vrtů Žu-104, -110, -139 a -140**
- 500242 Porovnání měření na vrtech u Vacenovic
- 350000 Vyjádření k likvidovanému vrtu NP-321
- 441_642 Posudek hodnotící stav vrtu Ks-6 (2019)
- REPP-CO₂ (2015-2016)
- 2215 SIMCA (2006-2008) – zakoupení Ecoporbe-5



Přístrovové vybavení

- Ecoprobe-5 (RS Dynamics) – obsah CH_4 , TP, CO_2 , O_2
- Dräger X-am 7000 (Dräger) – tok plynů CH_4 a CO_2
- Dräger X-am 8000 (Dräger) – tok plynů CH_4 , CO_2 a H_2S
- IGS stanice (IGS) – kontinuální měření CO_2 a CH_4



Ecoprobe-5



Dräger X-am 7000



IGS Stanice



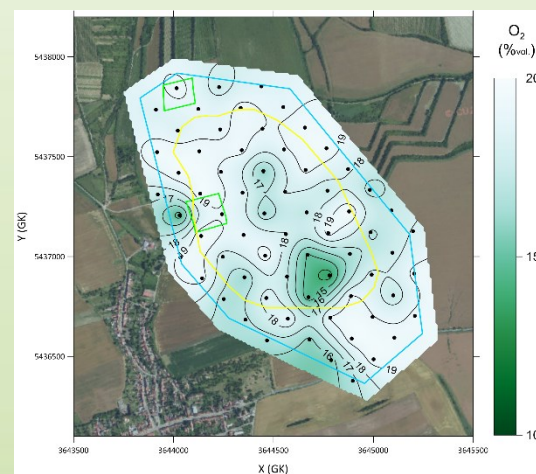
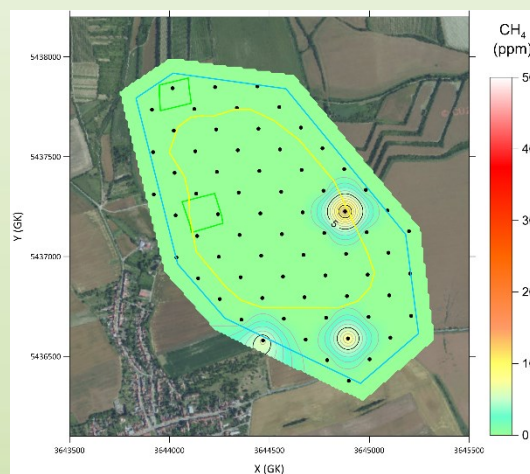
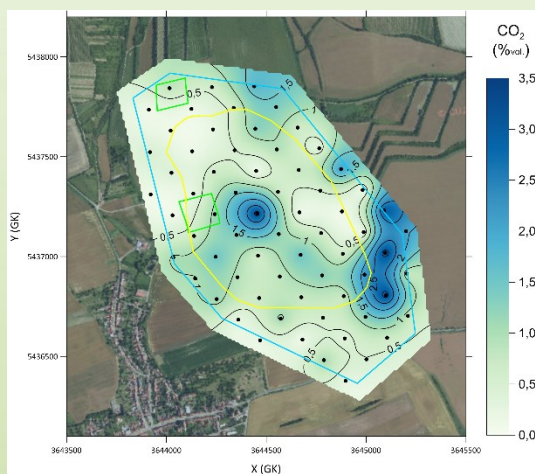
Ecoprobe-5





Příklady výsledků – Ecoprobe-5

- Mapy půdního vzduchu
 - CO₂-SPICER + REPP-CO₂ L-Br – přírodní pozadí
- v okolí nedostatečně zlikvidovaných vrtů
- 3D modely anomálií (např. Žu-108)





Postup měření

- Ecoprobe-5 – odstranění vegetace, vyvrtání vpichu, zavedení hadičky, měření obsahu plynů





Postup měření – Ecoprobe-5

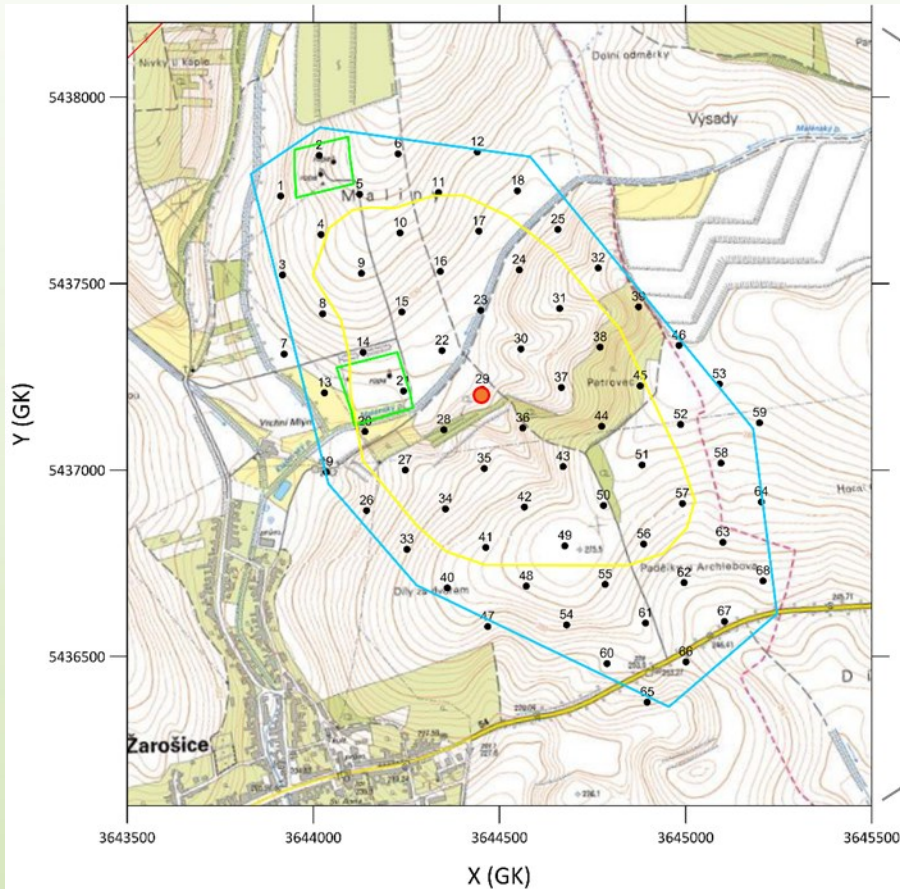
Přístroj nasává půdní vzduch a měří obsah plynných složek čtyřmi infračervenými detektory. Vpichy jsou vyvrtány do hloubky 80-100 cm ruční vrtačkou s vrtákem o průměru 10 mm. Před vytažením vrtáku z půdy je tento vrták ponechán asi 5 vteřin v poloze od povrchu do hloubky 10 cm pro vyrovnání tlaku ve vpichu. Výměna vrtáku za odsávací trubici je provedena během co nejkratší doby s minimalizovanou výměnou půdního vzduchu (zevnitř ven) a atmosférického vzduchu (zvenku dovnitř).



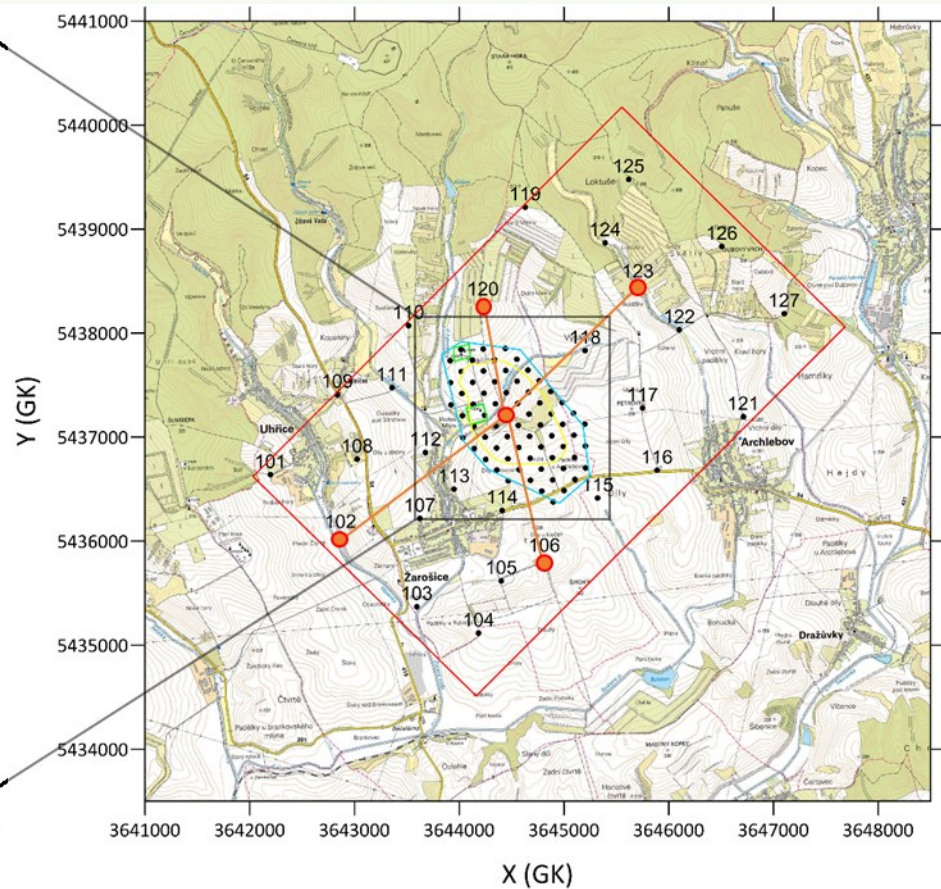
Zpracování dat Ecoprobe-5

- Převod dat do PC, přiřazení souřadnic, názvů bodů, charakter vegetace, poznámek o měření,.. MS Excel
- Převod jednotek, výběr bodů (duplicita), statistické zpracování,.. MS Excel
- Pomocná data – teplota, tlak, srážky, rychlost větru,..
- Tvorba 2D map / 3D modelů anomálií – vynesení bodů, grid dat (CH_4 , TP, CO_2 , O_2 ,..), úprava okrajových efektů / anomálií, „design“ (barevné škály, izolinie,..)
- Vynesení dat do grafů, statistika měření,.. MS Excel

Příklady výsledků: CO₂-SPICER



Smaller grid – 68 points above the field

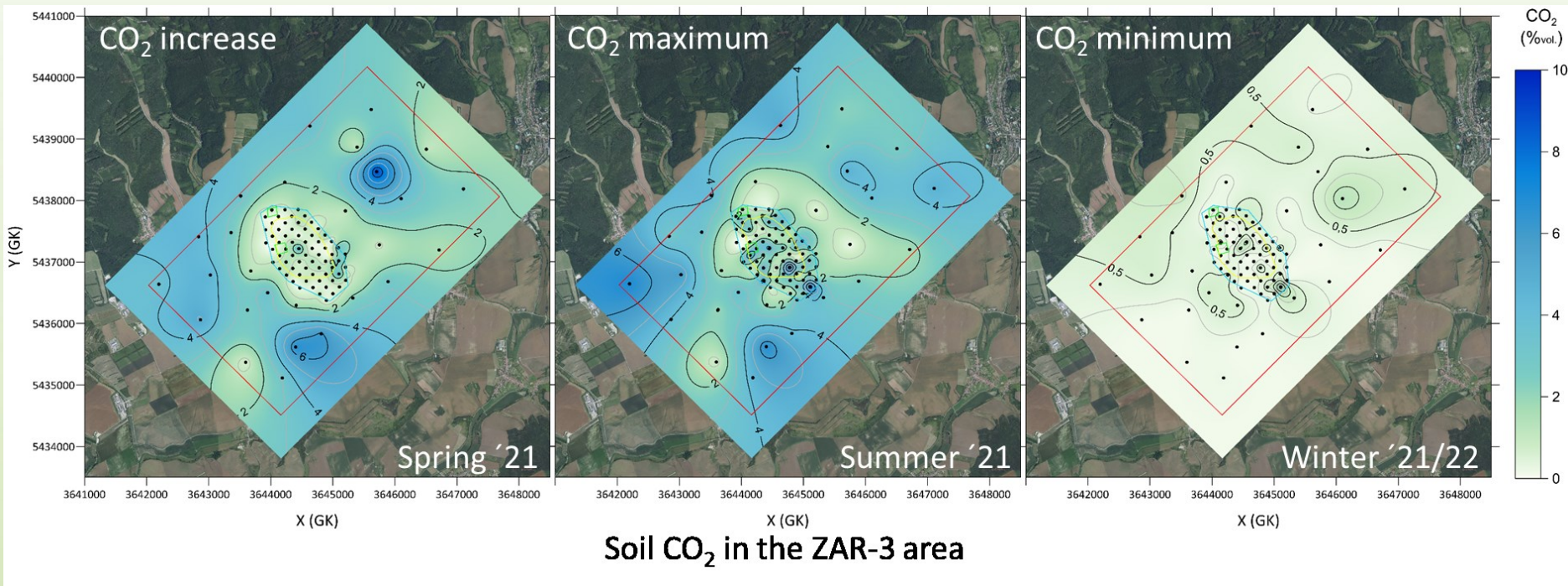


Larger grid – 27 points in wider area



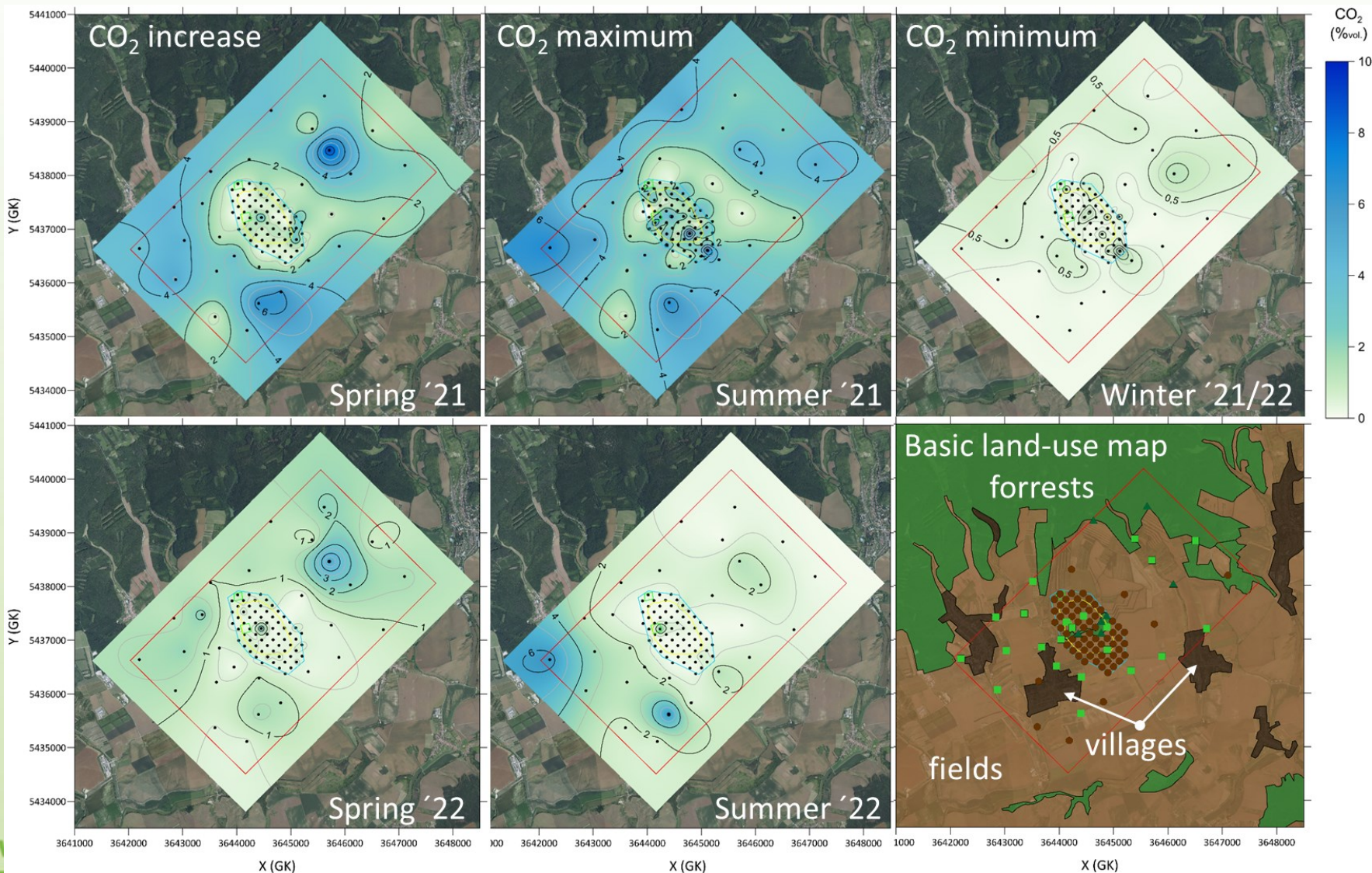
Příklady výsledků: CO₂-SPICER

- Mapy půdního vzduchu – obsah CO₂



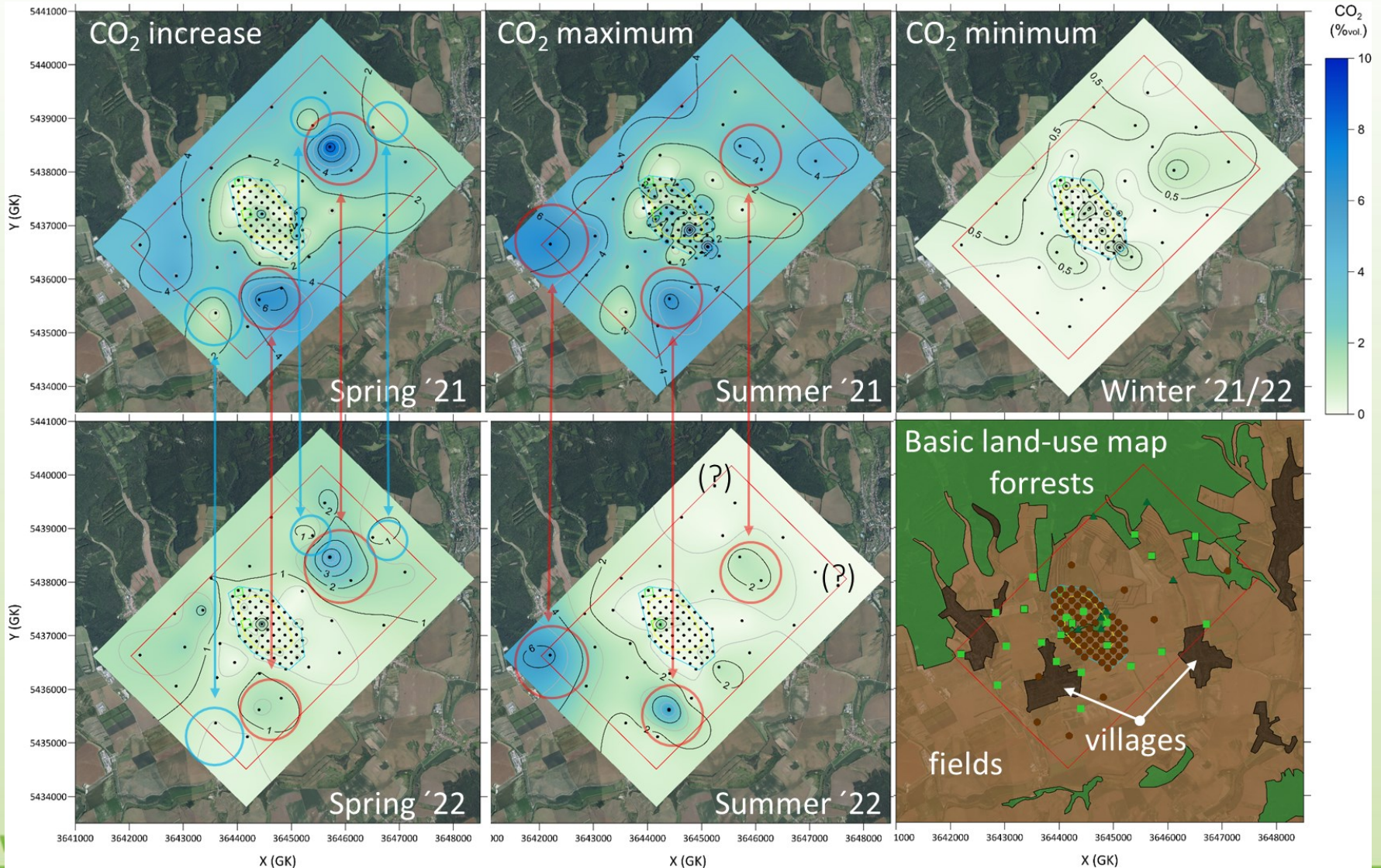


Příklady výsledků: CO₂-SPICER



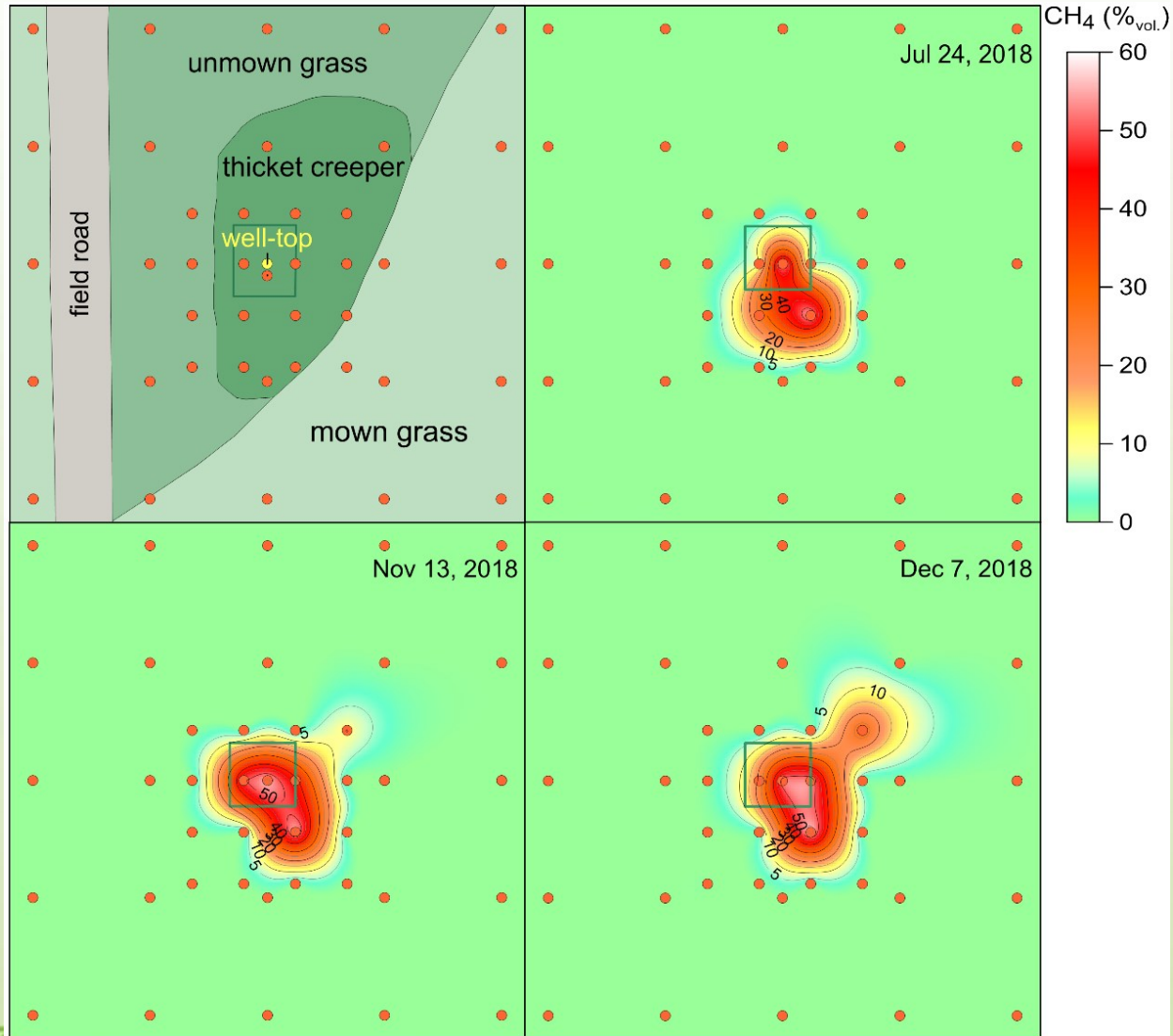


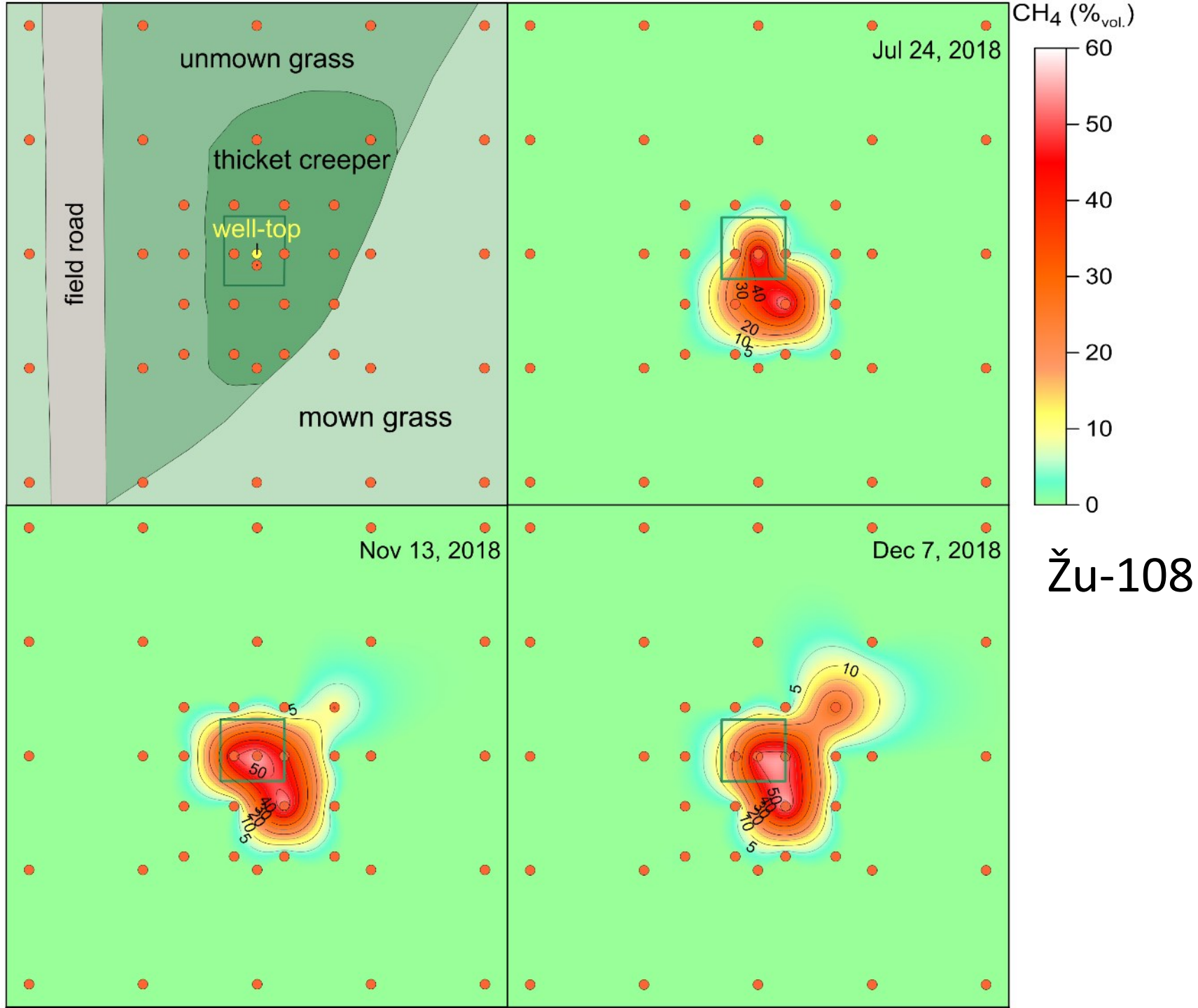
Příklady výsledků: CO₂-SPICER





Příklady výsledků: relikvidace vrtů (Žu-108)





22.8.2018

Počasí:
21 až 28,5 °C
1007 až 1010 hPa
sucho

24.10.2019

Počasí:
20 až 25 °C
1002 až 1003 hPa
slunečno, jasno

Metan (%)

Metan (%)

Oxid
uhličítý (%)

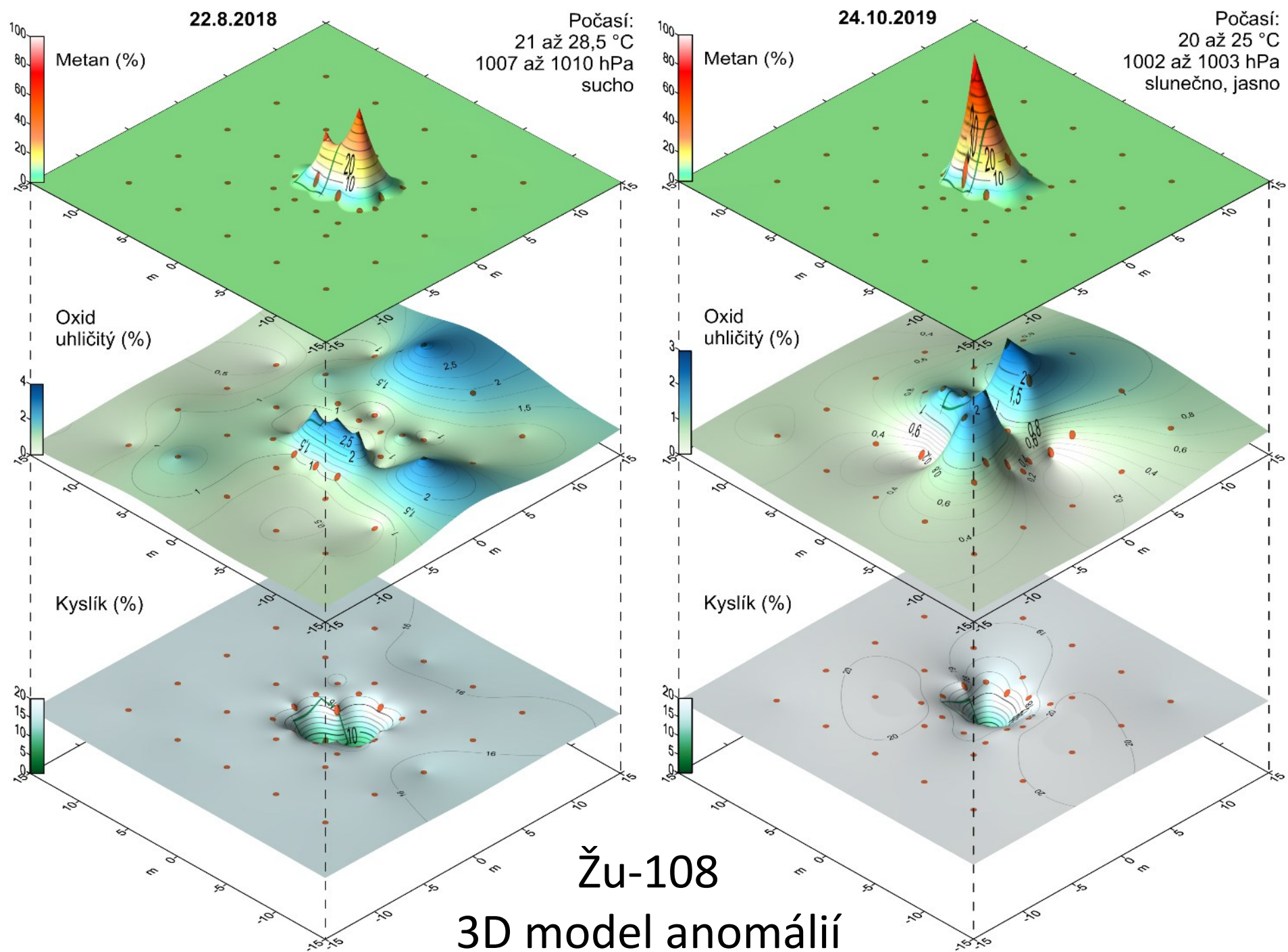
Oxid
uhličítý (%)

Kyslík (%)

Kyslík (%)

Žu-108

3D model anomálií





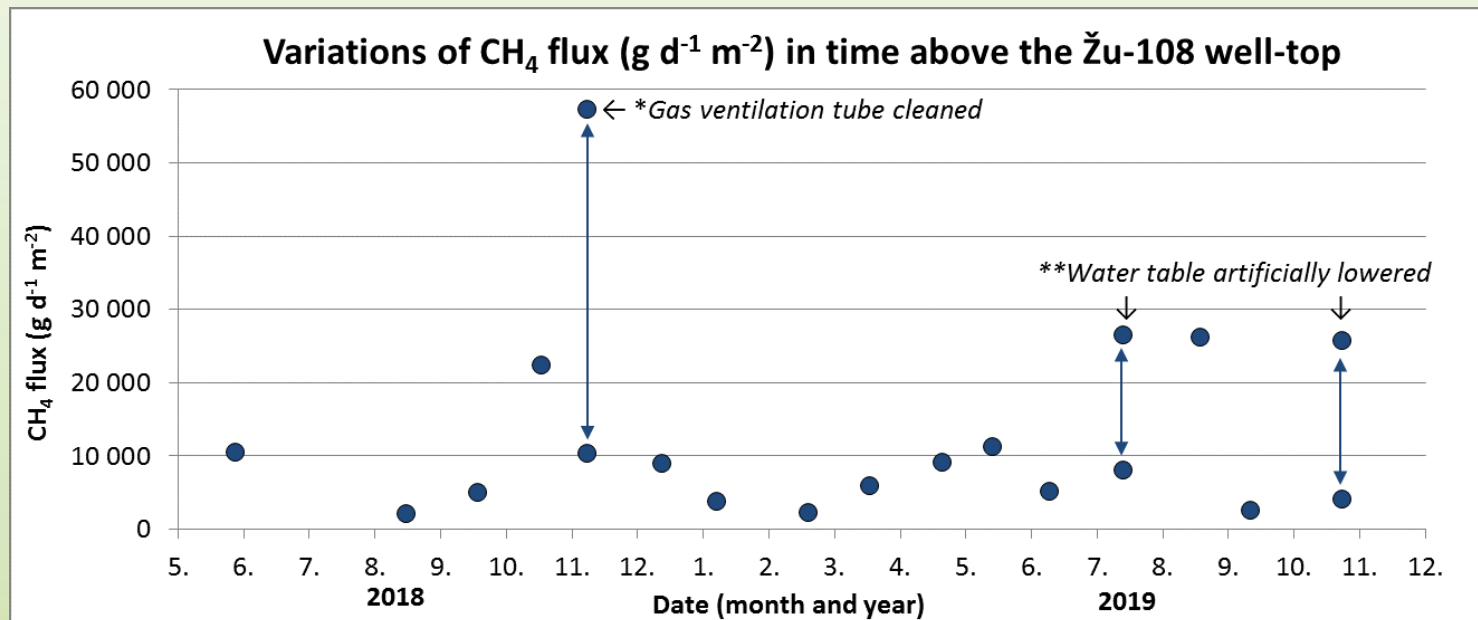
Dräger X-am 7000 a 8000





Příklady výsledků – Dräger 7000 a 8000

- Výpočet toku plynů (CH_4 nebo CO_2) z horninového prostředí do atmosféry
- Typicky u nedokonale zlikvidovaných vrtů / přírodních výronů plynů





Postup měření

- Dräger X-am – odstranění vegetace, usazení komory, měření růstu koncentrace plynů (CH_4 a CO_2) v komoře v čase





Postup měření – Dräger X-am

Pro výpočet toku metanu z horninového prostředí resp. ústí vrtu byla použita komorová metoda a přístroj Dräger X-am 8000. Pro výpočet toku metanu byl využit vzorec dle Cardellini et al. (2003):

$$F = \frac{\Delta C}{\Delta t} \cdot \frac{V}{A} \cdot \frac{86400 \cdot P}{1000000 \cdot R \cdot T}$$

kde: ΔC = změna konc. CH₄ (ppm)

Δt = změna času (sec)

V = objem komory (m³)

A = plocha podstavy komory (m²)

86 400 = přepočítání sekund na den (24 x 60 x 60)

P = atmosferický tlak v (hPa = mBar)

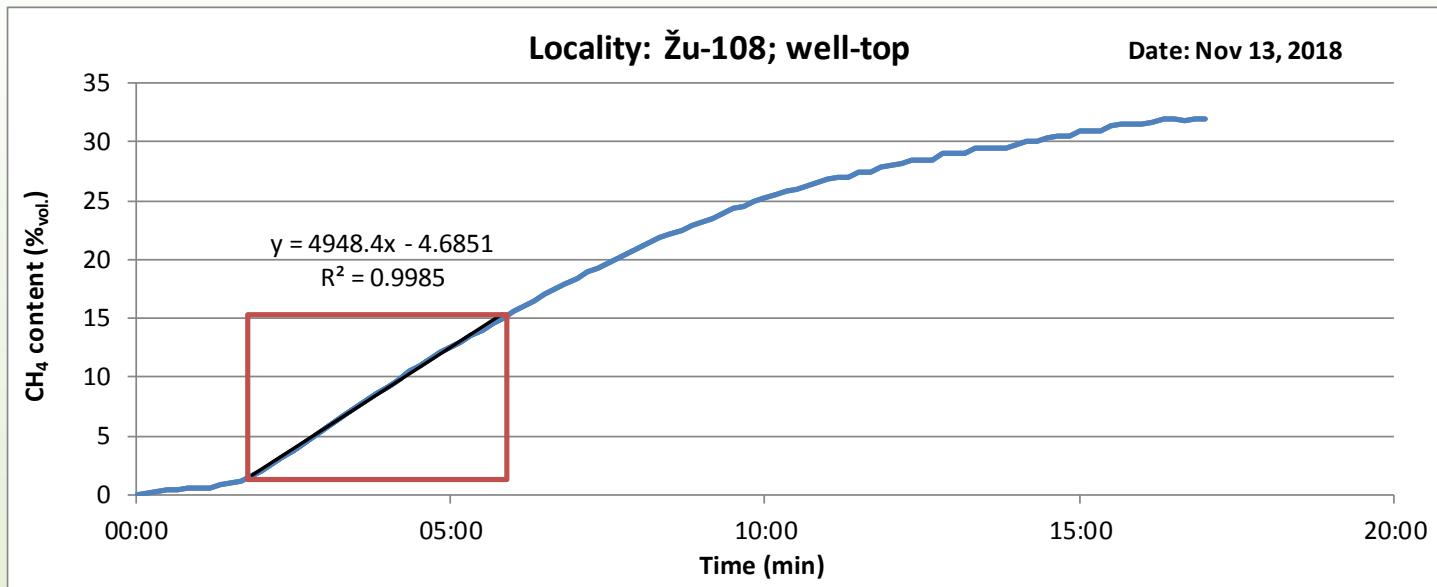
R = plynová konst. = 0,08314510 bar L K⁻¹ mol⁻¹

T = teplota udávaná v kelvinech = (°C + 273,15)

Výsledná hodnota je udávána v mol m⁻² den⁻¹; pro přepočítání na g m⁻² den⁻¹ je nutné výsledek vynásobit molární hmotností daného plynu, tj. v případě metanu x 16,04 g mol⁻¹.



Postup měření – Dräger X-am



Výpočet toku metanu

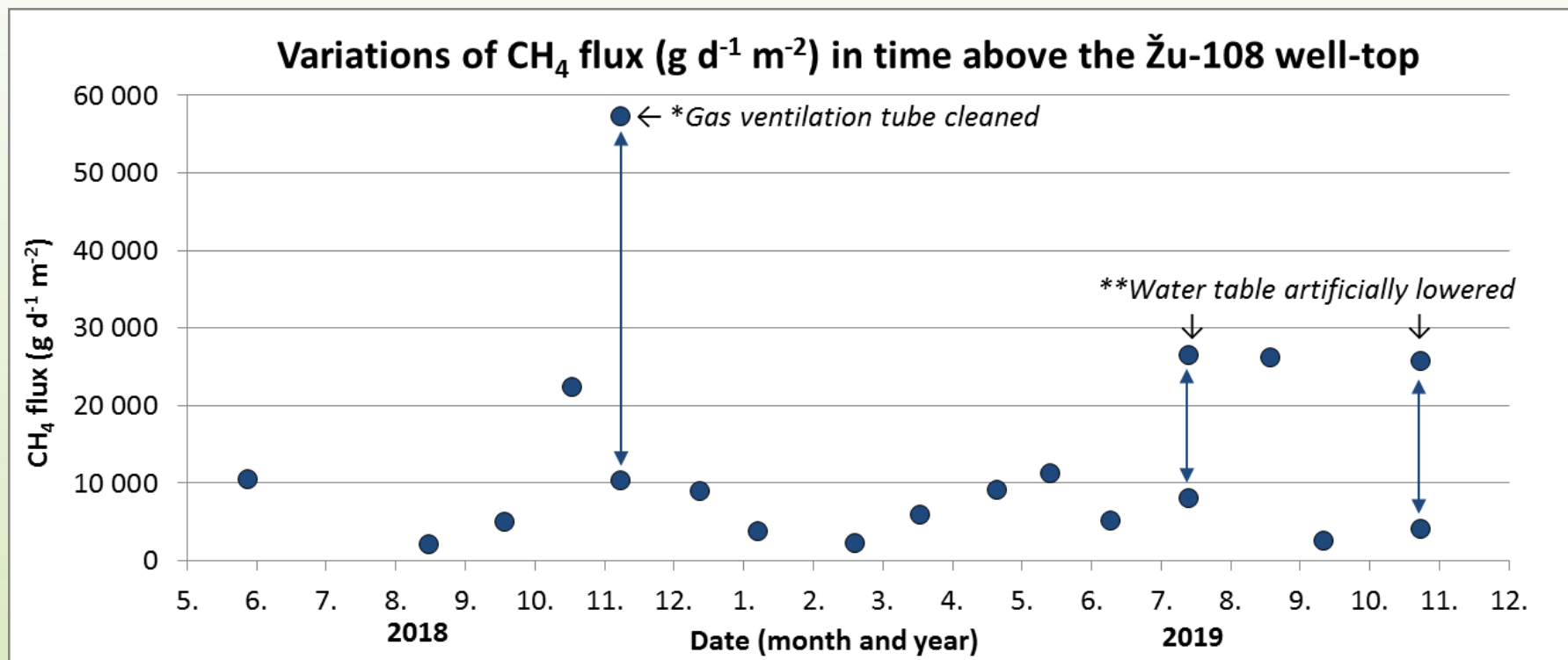
Vstupní parametry	
Metan C ₁ (ppm)	1,57
Metan C ₂ (ppm)	15,07
Čas t ₁ (mm:ss)	01:50
Čas t ₂ (mm:ss)	05:50
Atmosferický tlak (hPa)	1013
Teplota (°C)	15
Relativní vlhkost (%)	65 - 70
Šířka komory (cm)	30,5
Délka komory (cm)	30,5
Výška komory (cm)	31,5

Dopočítané hodnoty	
ΔC metanu (ppm)	135 000
Δt (sec)	240
Plocha komory (m ²)	0,09303
Objem Komory (m ³)	0,02930
Teplota (°K)	287,65

Výsledný tok	
Tok (mol d ⁻¹ m ⁻²)	648,42
Tok (g d ⁻¹ m ⁻²)	10 374,69



Příklady výsledků: Změny toku CH₄ nad zásobníkem v čase



vtláčení

těžba plynu

vtláčení

těžba

Žu-108, vrt v blízkosti PZP



IGS stanice (kontinuální monitoring)





Příklady výsledků – IGS stanice

- Kontinuální monitoring oblasti – týdny až roky (!)
- Přírodní pozadí, sledování změn vlivem počasí (teplota, atmosférický tlak, srážky)
- Sledování změn u nedokonale zlikvidovaných vrtů (vlivy počasí)



Postup měření

- IGS stanice – zakopání stanic v oblasti, typicky do hloubky 20-50 cm pod úroveň terénu



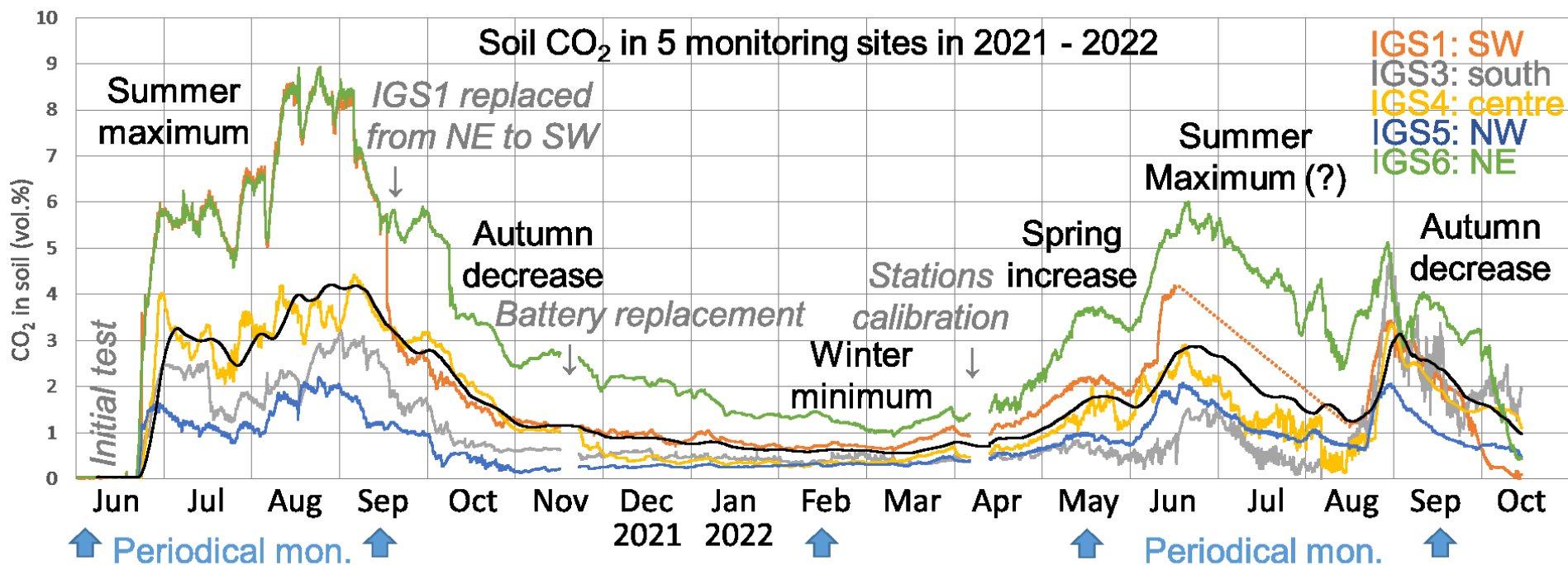


Zpracování dat IGS stanic

- Převod dat do PC, přiřazení lokality, poznámek o měření,.. MS Excel
- Vytvoření datových řad – vynesení měřených hodnot v čase, statistické zpracování,.. MS Excel
- Pomocná data – teplota, tlak, srážky, rychlost větru,..

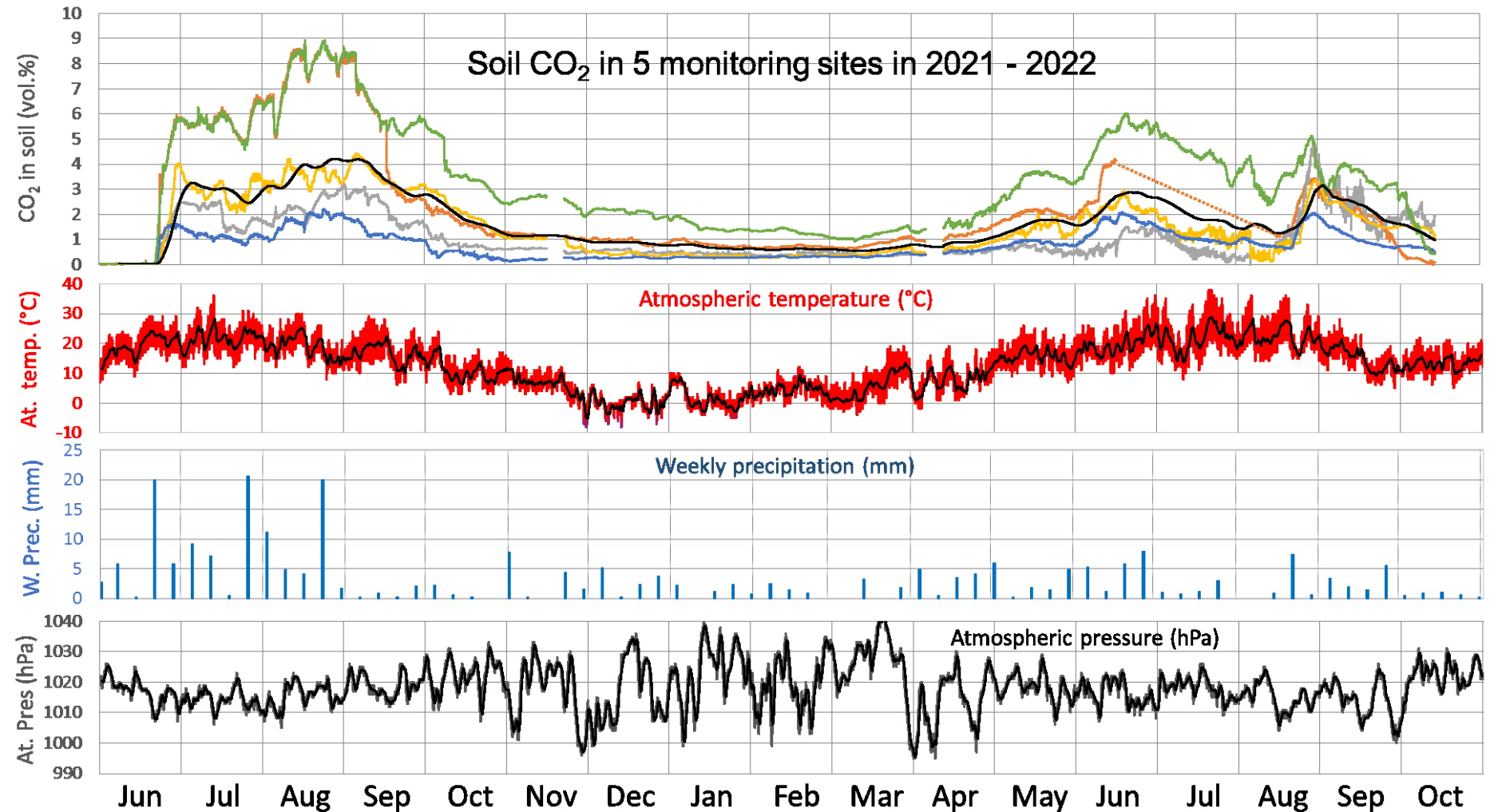


Příklady výsledků: CO₂-SPICER





Příklady výsledků: CO₂-SPICER





Závěr - statistika

- Stovky měření z vpichů pomocí Ecoprobe-5 / 1 rok
- Tisíce měřených hodnot pomocí Dräger (tok plynů)
- (Deseti-)tisíce měření zakopanými IGS stanicemi / 1 rok

- Výstupy – vrstevnicové mapy, 3D modely, výpočet toku plynů z horninového prostředí do atmosféry