

# *Hydropedologický monitoring na Amálii.*

## *Vlhkost a teplota půdy v rámci projektu Pilotní farma Amálie – aplikace konceptu Chytré krajiny*

Lukáš Jačka\*, Martin Kovář, Marta Kuželková, Václav Hradilek, Petr Máca

Fakulta životního prostředí, Česká zemědělská univerzita v Praze



Česká zemědělská univerzita v Praze  
**Fakulta životního  
prostředí**



\*jacka@fzp.czu.cz

**Seminář k programu  
RAGO, 21. září 2022**



STÁTNÍ FOND  
ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ  
ČESKÉ REPUBLIKY



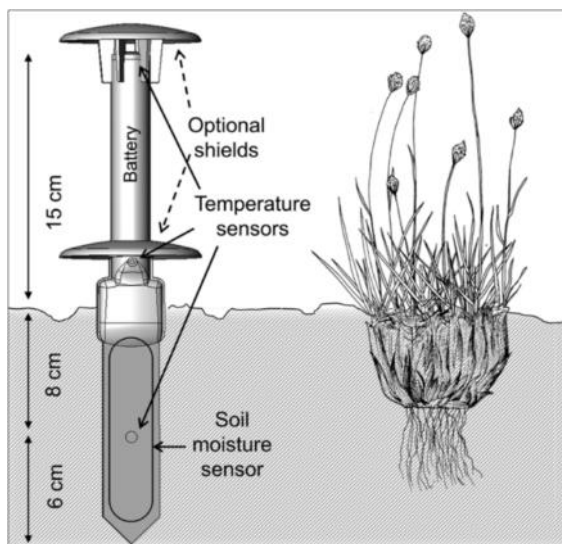
# Motivace a cíle

- V rámci aktivit Chytrá krajina Amálie požadován monitoring půdní vody a teplot půdy a povrchu, důvody:
  - Pro vyhodnocení efektů opatření v krajině je nutný monitoring, základní zdroj dat pro navazující modelování a aplikace
  - Půda - klíčový zásobník vody ovlivněný změnou klimatu a činností člověka (častěji dochází k intenzivnímu vysychání), **distribuce a množství vody zásadně ovlivňuje biodiverzitu**
  - Přehřívání povrchu půdy
- Součástí Amálie je zemědělská krajina i les. **Jaké jsou rozdíly v teplotách a vlhkostech půdy mezi lesem a otevřenou krajinou?**
- **Monitoring les - Jaké jsou rozdíly mezi specifickými dřevinami?** testován buk, modřín, smrk (rozpad smrčín, opatření = pěstování jiných dřevin, zejména buk)
- **Monitoring zemědělská krajina – Jaké efekty realizovaných opatření na teploty a půdní vlhkosti?**

**Cílem hydropedologického monitoringu je přinést data pro následné analýzy a modelování, aby bylo možné odpovědět na otázky výše.**

# Půdní senzory osazované v rámci monitoringu půdní vody

- [Tomst TMS4](#) představují – „low cost“ řešení, samostatné mikroklimatické stanice lze umístit prakticky kdekoli, vlastní zdroj napájení
  - V současné chvíli spolupráce s firmou TMS4 TOMST na přípravě IoT řešení pro umožnění přenosu dat a následné reakce na změnu vlhkosti v reálném čase
- Půdní potenciály:
  - [Teros 21\(Meter\)](#) osazeny pouze v lese, v kombinaci s datalogery od Ekotechniky, v rámci meteorologických stanic, vyšší rozsah potenciálu
  - [Absorb \(Cleverfarm\)](#) osazeny pouze v lese, IoT řešení, „low-cost“, nízký rozsah (do cca 20 m podtlaku)



Mikro-  
klimatická  
stanice TMS4  
Tomst  
(Wild et al.,  
2019)

Teros 21 (Meter)



Absorb (Cleverfarm)

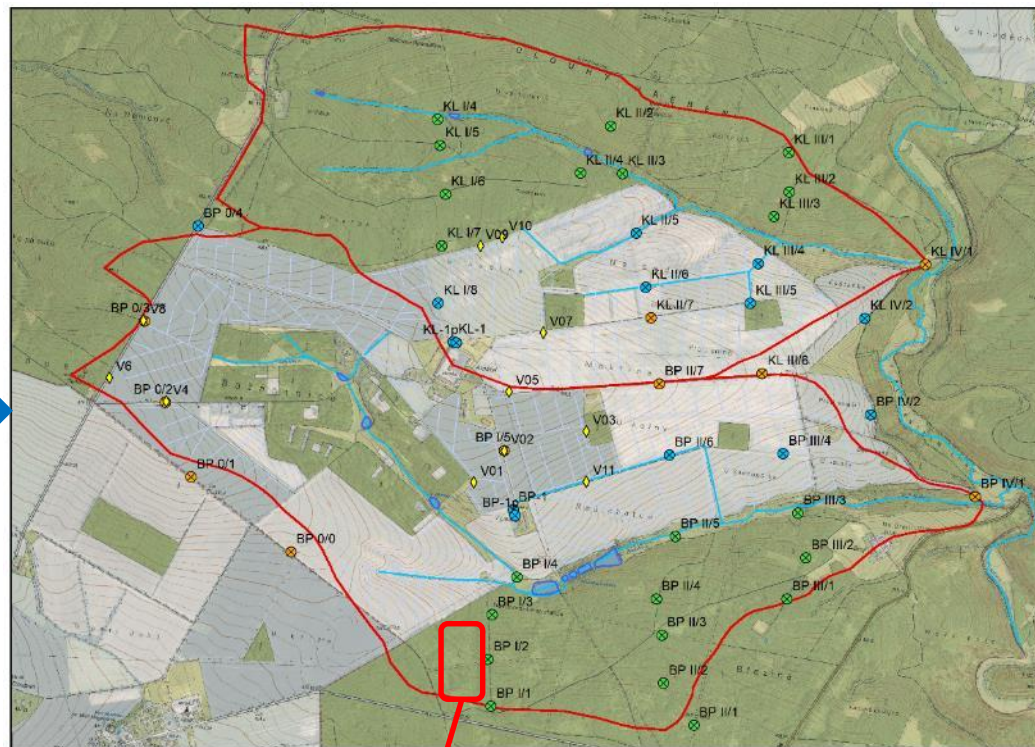




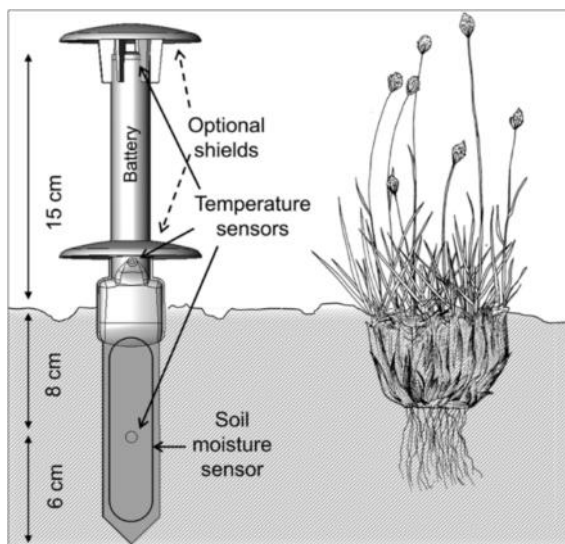
# Zájmové území – stávající osazení TMS4



Sít vrtů v lese i zemědělské krajině + podrobný monitoring v lese osazen TMS4 TOMST



**Lokalita lesního podrobného monitoringu teplot a půdních vlhkostí monokulturních porostů buku, smrku a modřínu v blízkosti statku ČZU Amálie**



Mikro-  
klimatická  
stanice TMS4  
Tomst  
(Wild et al.,  
2019)

- Nově osazeno 35 TMS4 u vrtů (mělké i hluboké vrtý) v zemědělské krajině, 1 TMS4 na vrt
- Osazeno 21 TMS4 Karlův luh – les, 2 TMS4 na vrt
- Osazeno 33 TMS4 Brejlské potok – les, 2 TMS4 na vrt
- Osazeno 84 senzorů TMS4, podrobný monitoring teplot a půdních vlhkostí, u transektu vrtů č. vrtů, povodí Brejlský potok



# Metodika pro TMS4

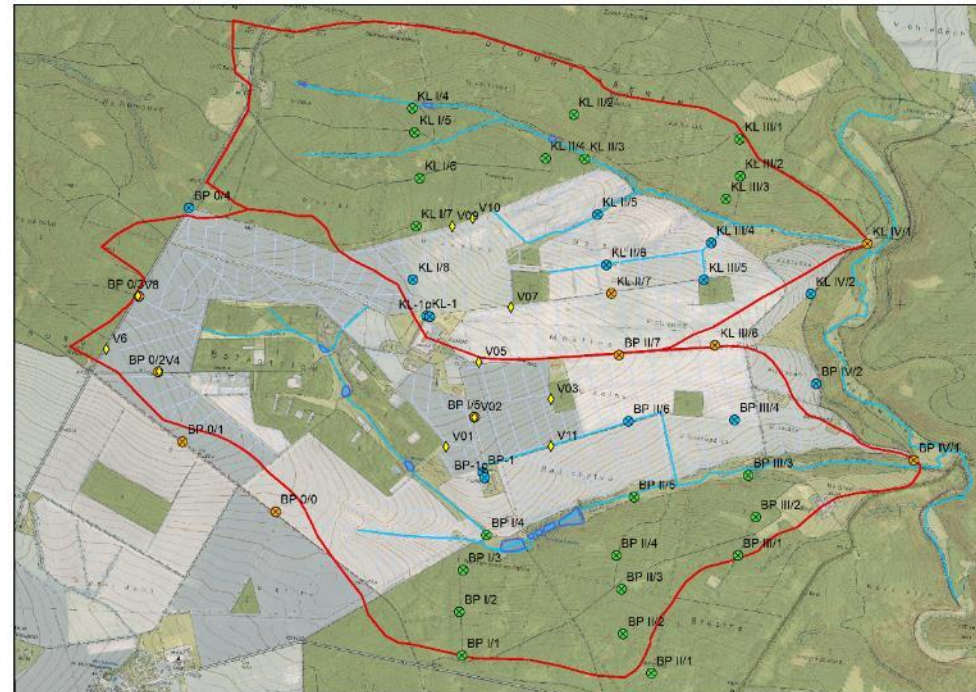
- Standardizace všech TMS4 senzorů v laboratoři – teploty a signál vlhkosti (demi-voda, vzduch, skleněné kuličky suché a nasycené)
- Laboratorní kalibrace TMS4 pro minerální i organickou půdu odebranou v testovaných půdách, originální kalibrační křivky
- Osazování pomocí speciálního předrážedla a použití ochranných klecí
- Validace hodnot pomocí 1) neporušených vzorků a 2) TDR TRIME-PICO 64 – následně úprava výpočtů vlhkosti TMS4
- R – software: grafy a analýza rozsáhlý dat z 15 min kroku





# Osazení TMS4 v zemědělské části Amálie – aktuální stav

- 7-8/2022 – z podpory RAGO nově osazeno dalších 35 TMS4 u vrtů včetně ochranných klecí a kůlů
- 4 linie napříč zemědělskou půdou + rozvodnice, propojení lesní monitorovací sítě na povodí Karlova Luhu a Brejlského potoka, kopíruje realizovanou monitorovací síť vrtů
- Osazeny i mělké vrty uvnitř pole
- Půdní senzory jsou umístěny do svrchní části půdy – zde nejvýraznější rozdíly při doplňování či prázdnění vody v půdním zásobníku, možnost sledování variability a změn v teplotních a vlhkostních podmínkách půdy napříč celou Amálií

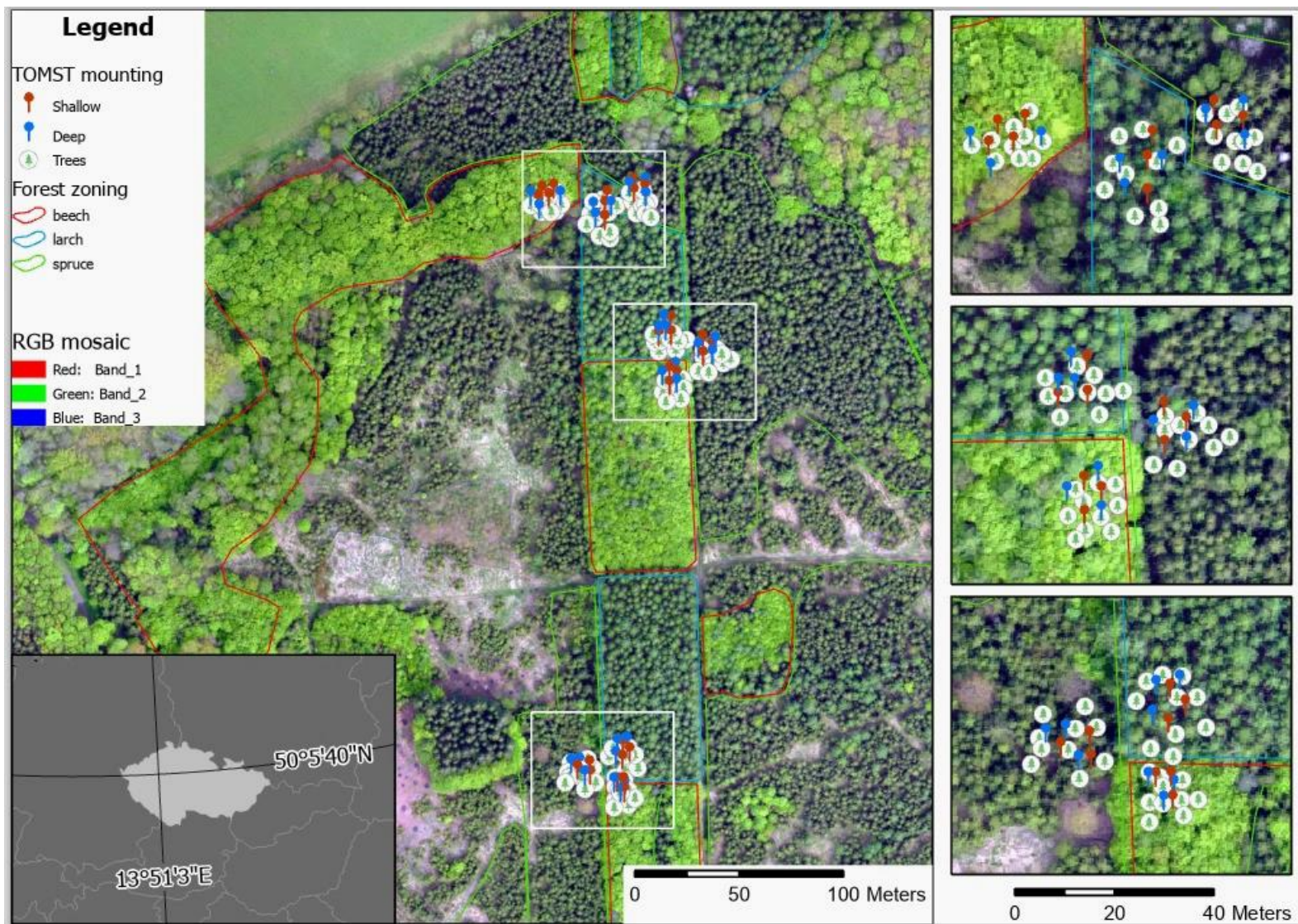


# Osazení TMS4 v zemědělské části Amálie – výhled

- Dalších 15 standardních TMS4 a 50 zakopávacích TMS4 plánováno osadit pro monitoring vybraných opatření realizovaných v rámci RAGO
- Opatření:
  - Drenáže 2030+ - nová opatření směřovaná na zvýšení biodiverzity v agrosystémech
  - Agrolesnictví - opatření trvalého charakteru ke zvýšení biodiverzity
  - Precizní půdo-ochranné systémy hospodaření pro zvýšení biodiverzity zemědělské krajiny
  - Aplikace solárního přečerpávání pro zvýšení akumulace vody, směřující k zádrži vody v krajině a navýšení biodiverzity vodních ekosystémů



# Lokalita podrobného monitoringu vlhkostí a teplot v lese



- Monitoring založen 5/2021, kontinuální 15 min krok, poslední data 9/2022
- 54 senzorů TMS4** = 3 lokality x 3 druhy (buk, smrk, modřín) x 3 TMS4 x 2 vrstvy (0-14 cm a 15-29 cm)
- Podrobný monitoring vybraných jedinců – smrk **14 TMS4** a buk **14 TMS4**, vše v hloubce 0 -14 cm
- Celkem v podrobném monitoringu osazeno **82 TMS4**

Osazení senzoru TMS4	Teplota 1	Teplota 2	Teplota 3	Vlhkost
Organická/minerální půda - vrchní vrstva 27+28 TMS4	-8 cm	0 cm	+15 cm	0 až -14 cm
Minerální půda – spodní vrstva půdy	-23 cm	-15 cm	+5 cm	-15 až -29 cm



# Lokalita podrobného monitoringu vlhkostí a teplot v lese

- Prachovitá hlína, cca 60 % frakce prachu, kambizem
- Mírný sklon 5-10 %
- Geologie: droby, břidlice –flyšový vývoj



Foto: porost buku, smrku a modřínu na lokalitě 1 (1 ze 3 lokalit podrobného monitoringu)

Předchozí pěstovaná dřevina je smrk, porosty mají přibližně stejné stáří, 25-35 let

Buk roste pomaleji a vykazuje výrazně menší průměr kmene než modřín

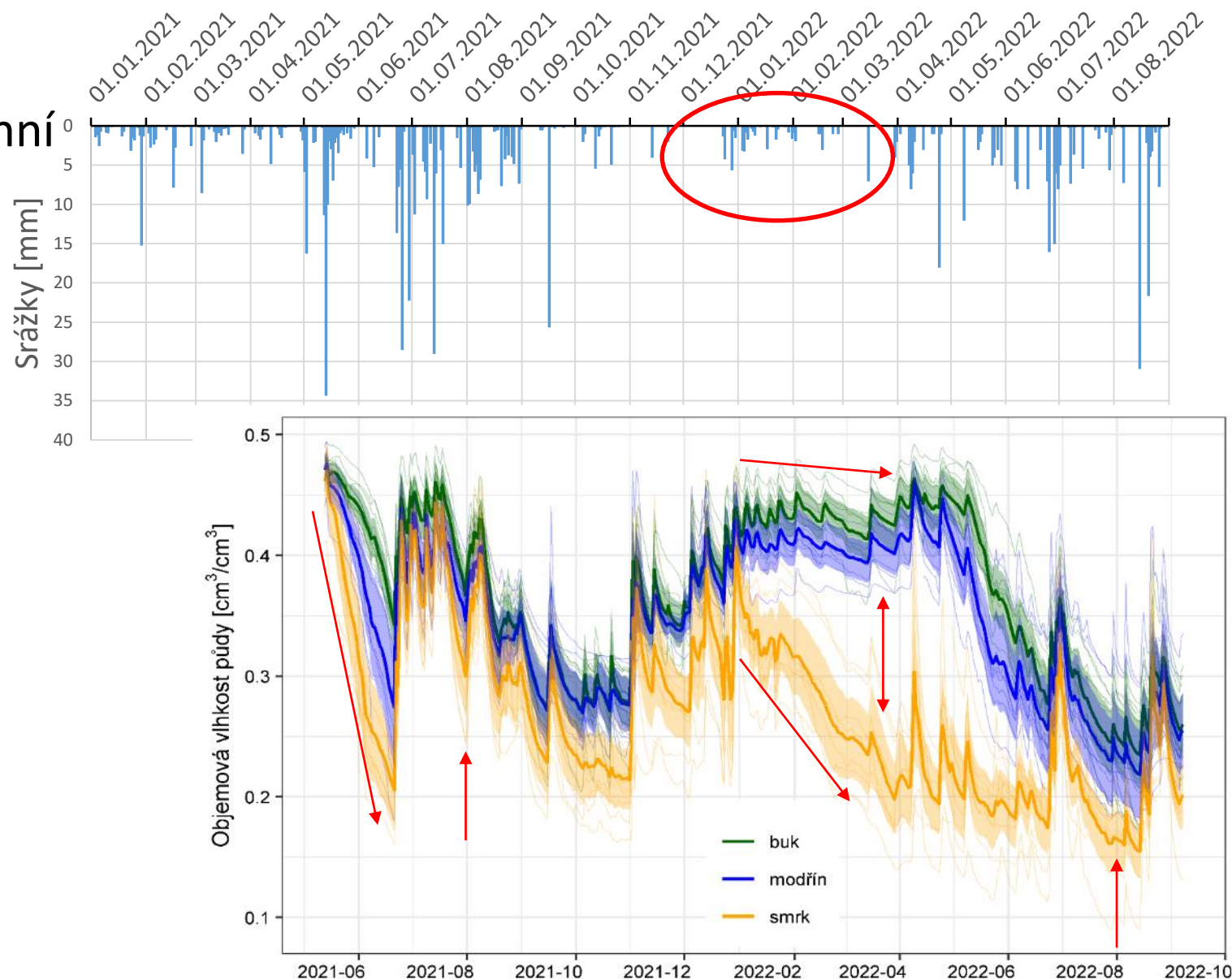


# Výsledky a diskuze - les

Srážky v denní  
agregaci

Rozdílné roky  
2021 a 2022,  
měsíční  
srážky [mm]

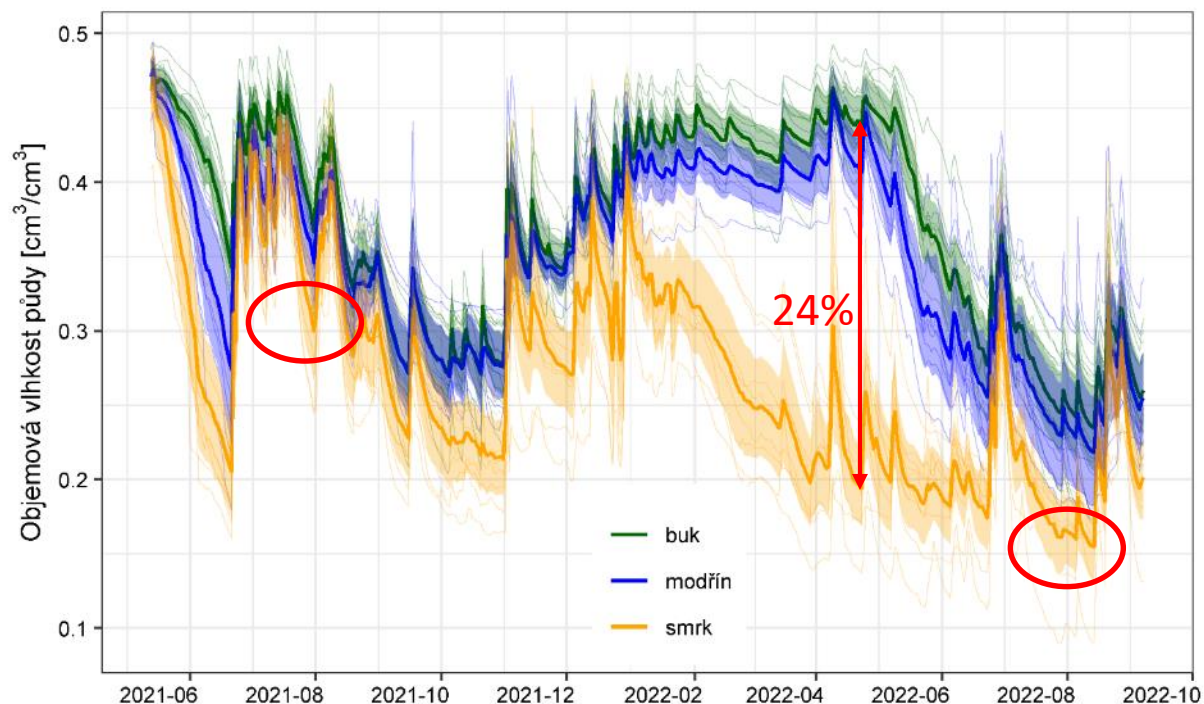
	2021	2022	Dlouhodobý normál 91- 2020 CHMI Středočeský kraj a Praha
leden	33.9	18.8	33
únor	21.3	9.7	28
březen	22.4	13	38
duben	14.8	46	31
květen	106.2	35	64
suma leden- březen	77.6	41.5	99
suma leden- květen	198.6	122.5	194



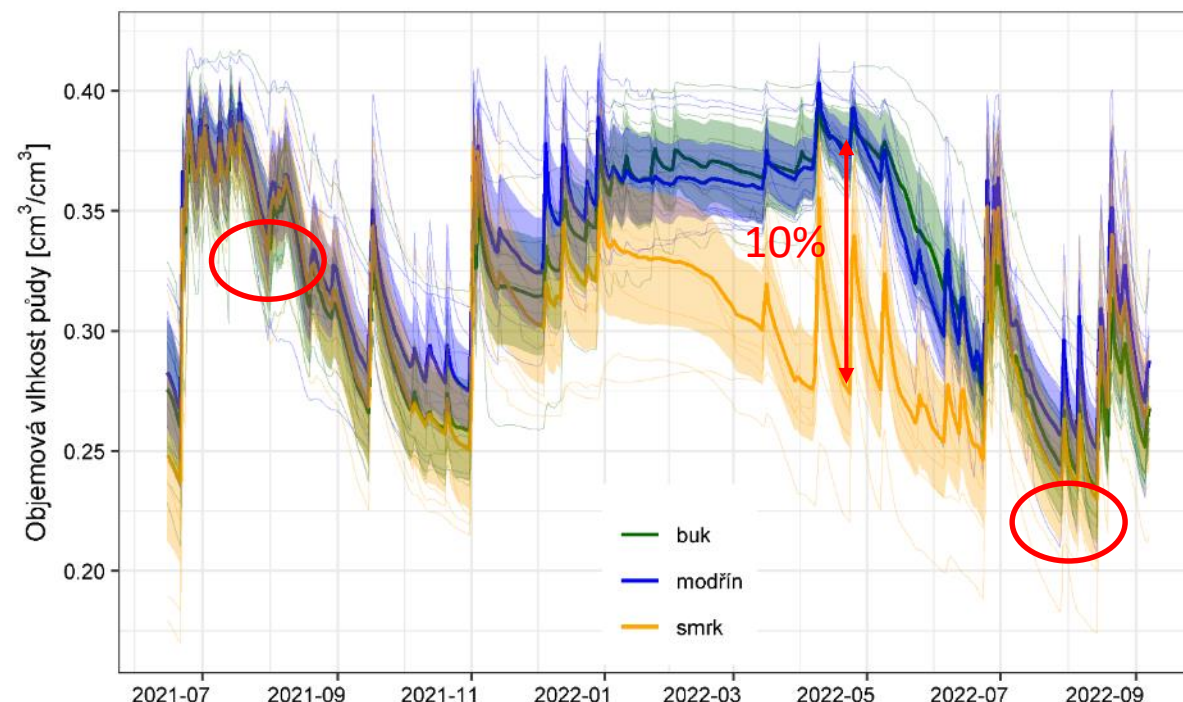
Vlhkost půdy 0-14 cm pod povrchem v denní agregaci



# Výsledky les – porovnání vlhkostí ve dvou vrstvách



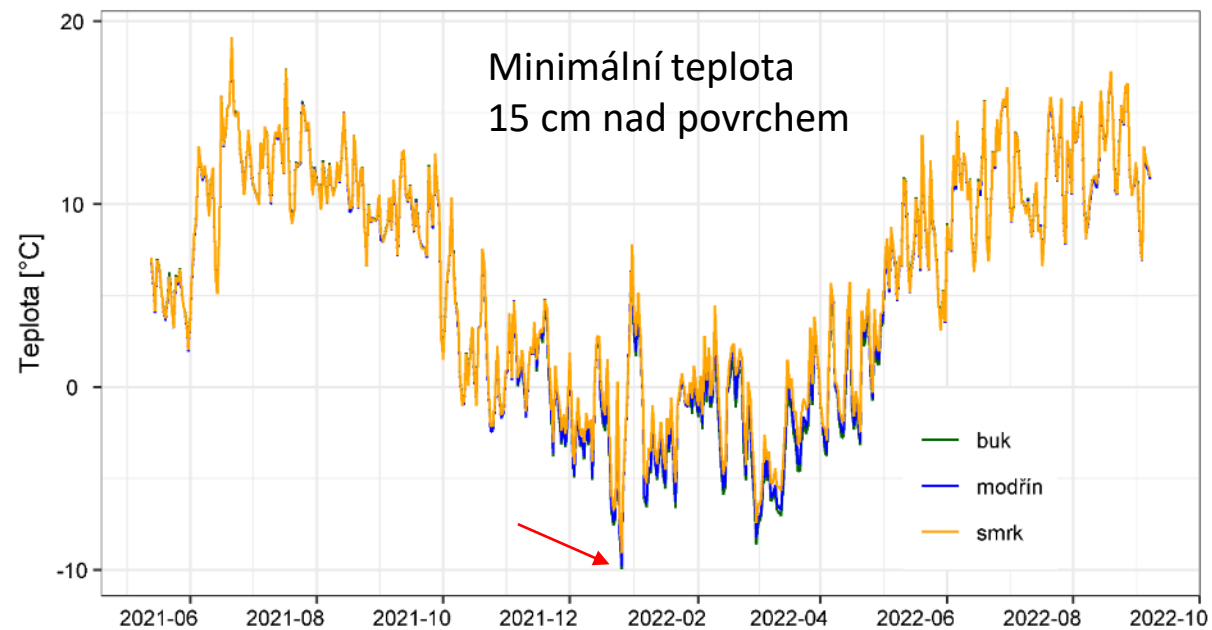
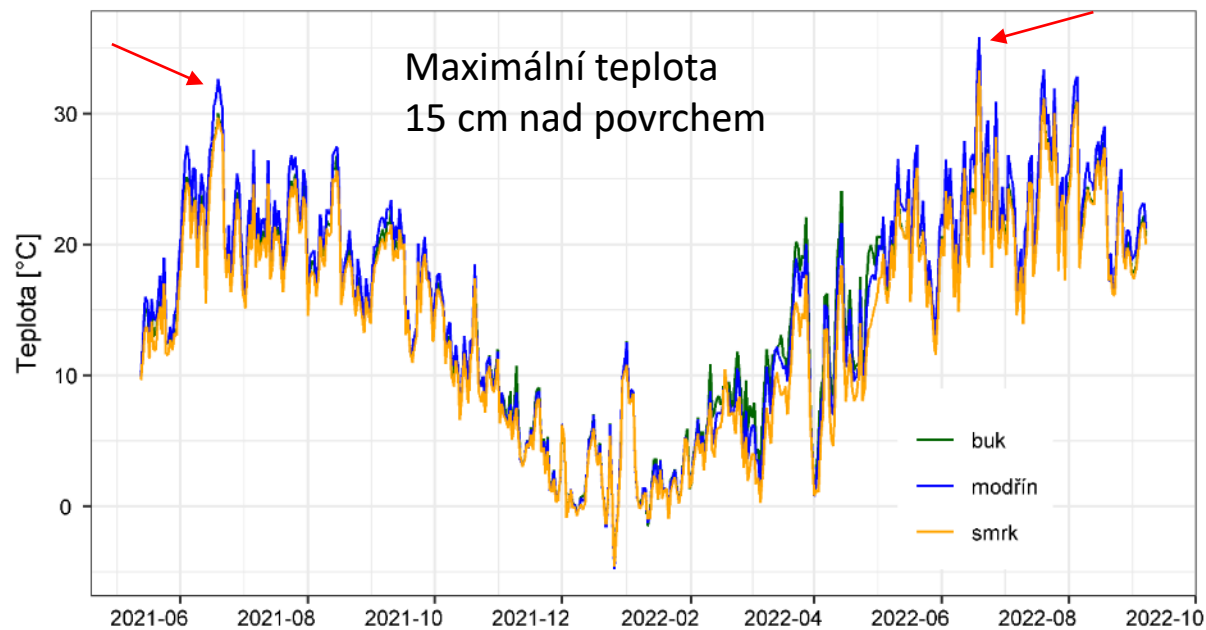
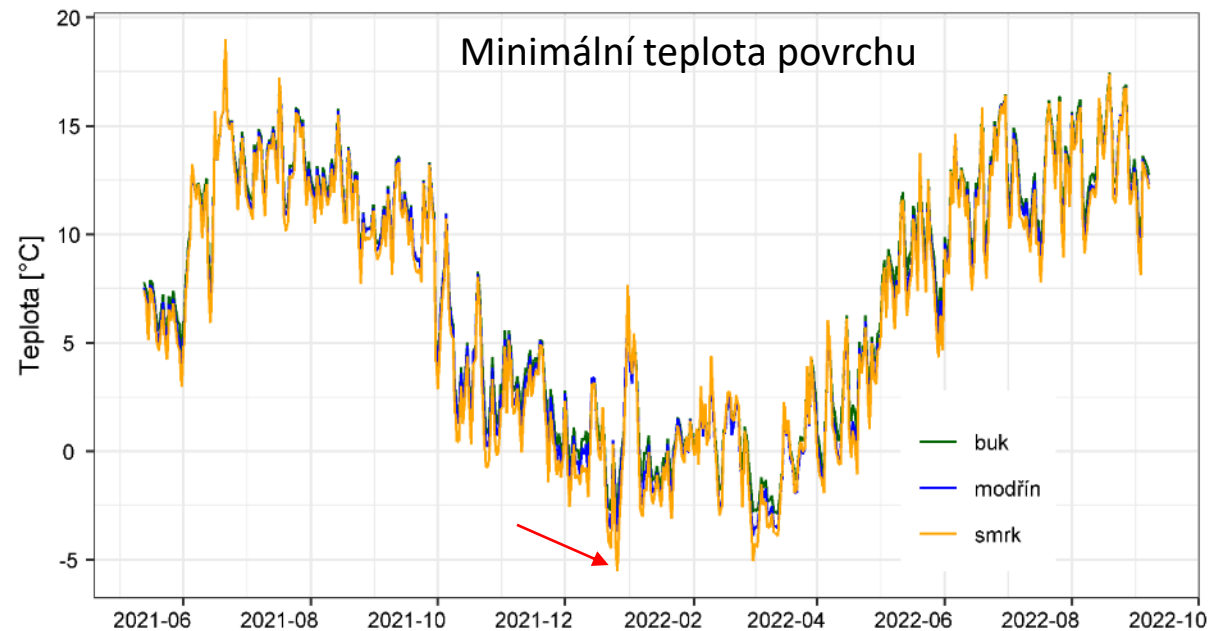
Vlhkost půdy 0-14 cm v denní agregaci



Vlhkost půdy 15-29 cm v denní agregaci

- Významně nižší hodnoty u smrku v porovnání s ostatními dřevinami zaznamenány v obou vrstvách, v hlubší vrstvě 15-29 cm jsou rozdíly menší než ve vrstvě 0-14 cm
- Výrazné meziroční rozdíly jsou patrné v obou vrstvách
- Nižší minima a vyšší maxima hodnot vlhkostí jsou pozorována ve svrchní vrstvě 0-14 cm v porovnání se spodnější vrstvou
- Modřín vykazuje většinou nevýznamně nižší hodnoty ve svrchní vrstvě a nevýznamně vyšší hodnoty ve svrchní vrstvě – konfidenční intervaly průměrů ( $n=9$ ,  $\alpha = 0,05$ ) se překrývají

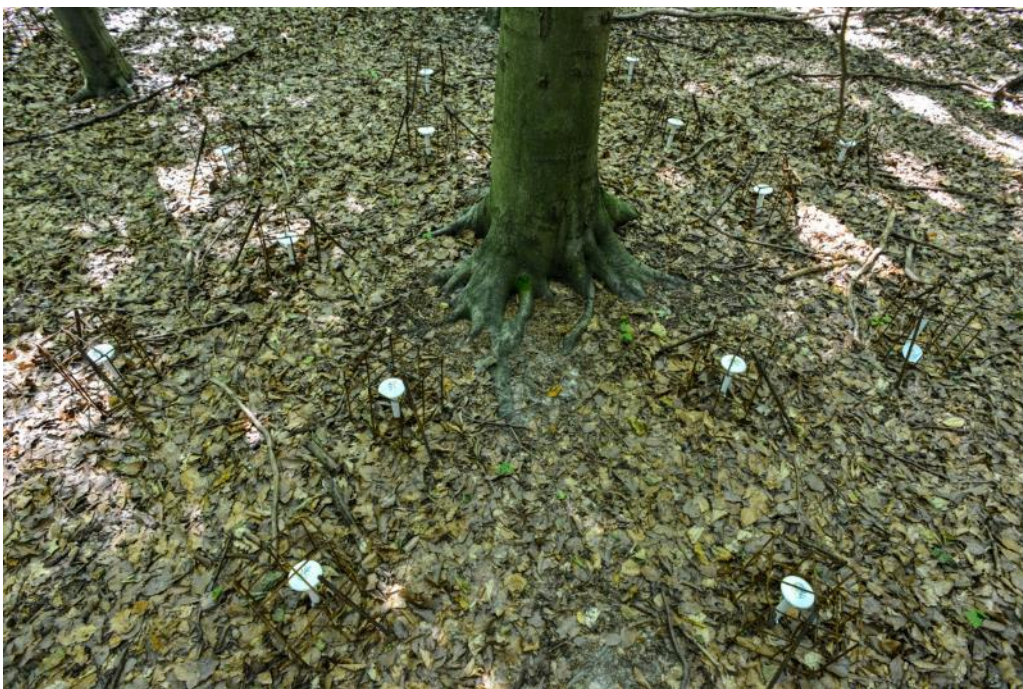
# Výsledky a diskuze - teplota povrchu a přízemní





# Další související probíhající monitoring v lese- vliv stoku po kmeni a preferenčního proudění podél kořenů na půdní vlhkost – buk vs. smrk

Vybrány dva reprezentativní stromy -  
buk a smrk, každý strom radiálně  
osazen 14 TMS4



Bude významný rozdíl ve variabilitě půdní  
vlhkosti po intenzivních srážkách mezi  
dřevinami?





# Další související probíhající monitoring v lese- umělé zatešťování s barevným stopovačem + monitoring TMS4 – buk vs. smrk

Srážka cca 40 mm (intenzita 20 mm/hod  
dvě hodiny), brilliant blue 5 g/l

Bude významný rozdíl v preferenčním proudění  
a TMS4 vlhkostech mezi porosty buku a smrku?





# Závěry z podrobného monitoringu vlhkostí a teplot - les

- Data ukazují významné rozdíly mezi testovanými dřevinami ve vlhkosti lesní půdy a teplotě povrchu, potvrzeno v podrobném časovém i prostorovém měřítku
- Bukový porost vykazoval schopnost zmírňovat teplotní výkyvy a lépe udržovat půdní vodu ve svrchní vrstvě půdy v období sucha
- Modřínový porost - nejvyšší teploty povrchu, dobře udržuje půdní vlhkost v obou testovaných vrchních půdních vrstvách
- Smrkový porost - nejrychlejší pokles obsahu vody ve svrchním horizontu lesní půdy, významně nejnižší minima



*Aplikace*

Volba vhodné pěstované dřeviny může pomoci snížit dopady nedostatku dešťových srážek na sucho ve vrchní vrstvě lesní půdy a také ovlivnit teplotu povrchu – snížit přehřívání povrchu v nejteplejších obdobích roku. Tyto efekty jsou důležité v kontextu probíhající klimatické změny.



A low-angle, upward-looking photograph of a forest. The image shows the trunks of several trees rising from the bottom towards a dense, green canopy of leaves at the top. Sunlight filters through the leaves, creating a dappled light effect. A semi-transparent white rectangular box is centered in the upper half of the image, containing text.

Děkuji za pozornost.

Lukáš Jačka  
[jacka@fzp.czu.cz](mailto:jacka@fzp.czu.cz)



# **„Pilotní farma Amálie – aplikace konceptu Chytré krajiny“**

## **- projekt realizovaný v rámci programu RAGO NF**