

Vliv druhové skladby lesa na vlhkostní režim lesní půdy v oblasti náchylné k vysychání

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

Fakulta životního prostředí, Česká zemědělská univerzita v Praze

*jacka@fzp.czu.cz



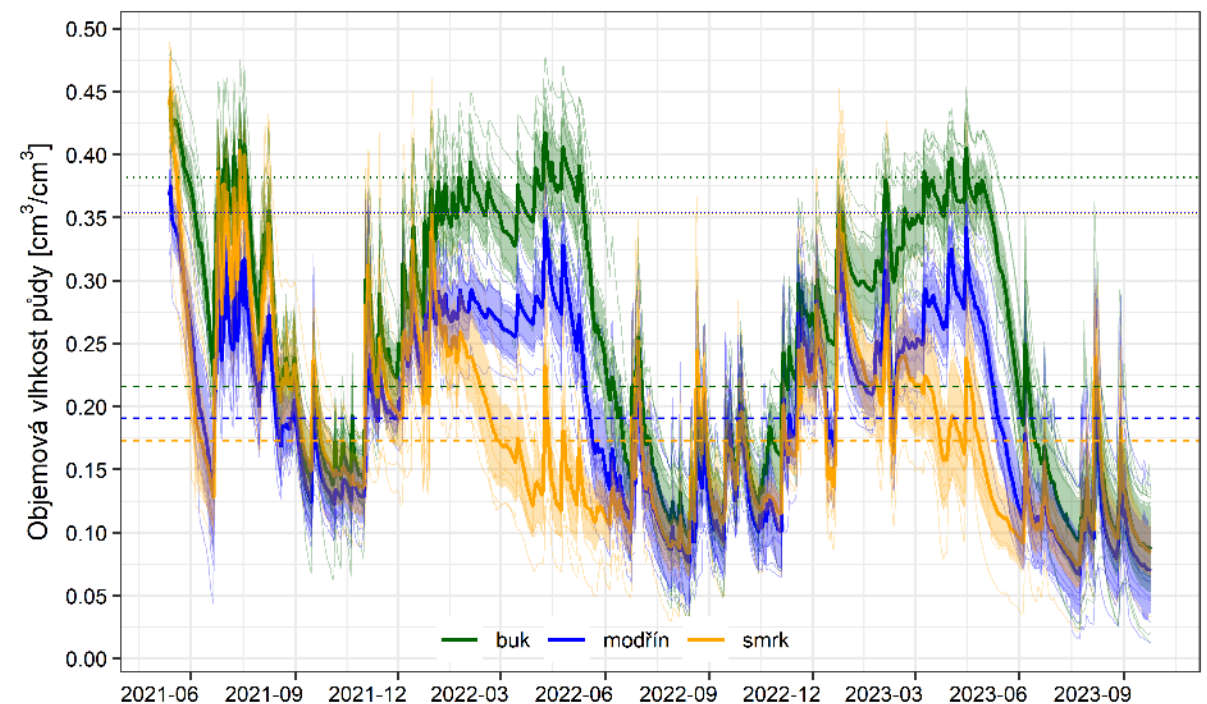
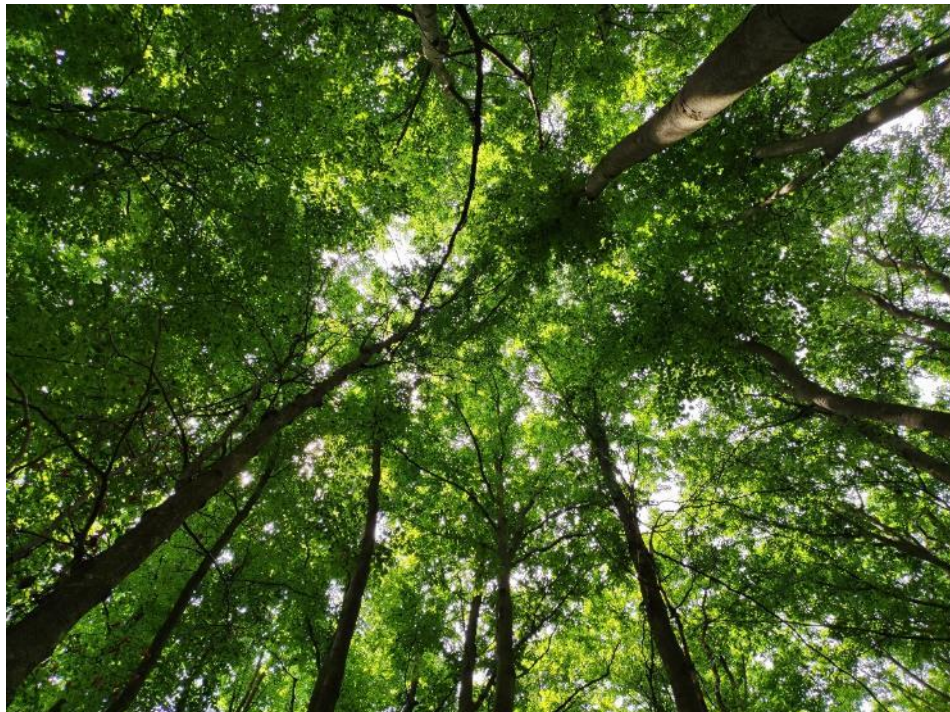
Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta životního prostředí

14. 11. 2023, Vodní hospodářství v ČR v podmínkách změny klimatu, VÚV TGM Praha

VÚV
TGM

Výzkumný ústav
vodohospodářský
T. G. Masaryka
veřejná výzkumná instituce



Motivace pro výzkum

- Lesní půda – klíčová role při transformaci srážek na odtok, retenci a pro distribuci vody v půdním profilu, více než 1/3 ČR
- Z důvodu probíhající klimatické změny častěji dochází k intenzivnímu vysychání půdy a probíhá rozpad smrkových monokultur, **cílené opatření: výrazná změna druhového složení lesa ve prospěch buku a dalších dřevin. Jaký je efekt na hydrologické funkce lesa?**
- **Buk, Modřín, Smrk - rozdílné olistění, charakter opadanky, architektura koruny a kořenového systému → různá intercepce, stok po kmeni, infiltrace, preferenční proudění, půda, transpirace, bylinné patro → předpoklad rozdílné zásoby v půdě a rozdílného vlhkostního režimu**

Jaké jsou konkrétní rozdíly v půdních vlhkostech mezi bukem, modřínem a smrkem?



Cíle

Cílem výzkumu je stanovení vlivu monokulturních porostů smrku (*Picea abies*), buku (*Fagus sylvatica*) a modřínu (*Larix decidua*) na vlhkostní režim lesní půdy v měnících se klimatických podmínkách. Výzkum je prováděn jako součást pilotního projektu ČZU „Chytrá krajina na lokalitě Amálie“.



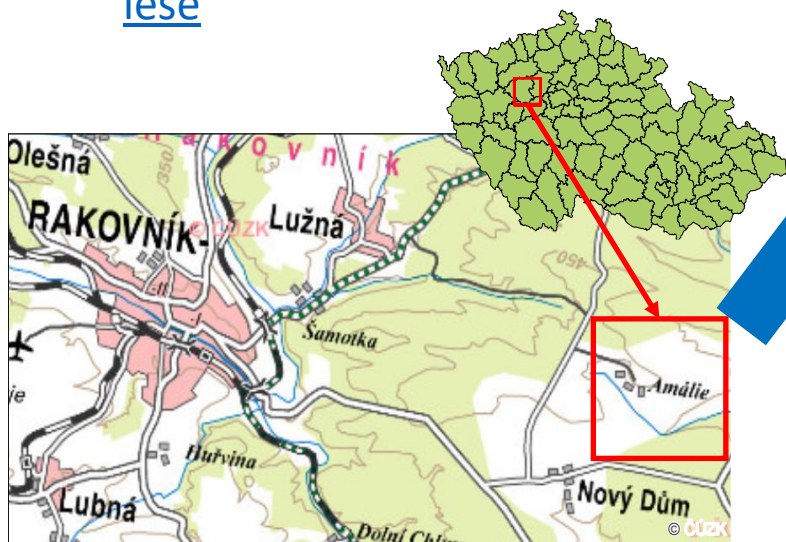
Hypotézy

- **Snížená intercepce a transpirace opadavého buku a modřínu v období bez listí způsobí u těchto dřevin vyšší vlhkost půdy v zimě a na jaře než u stálezeleného smrku**
- Jehličnany budou dosahovat nižší vlhkosti oproti buku z důvodu přítomnosti méně propustné vrstvy jehličí, výraznějšího výskytu hydrofobicity a absenci stoku po kmeni
- Modřínové porosty budou mít v nejteplejších obdobích roku vyšší evapotranspiraci a tím nižší vlhkost z důvodu přítomnosti bylinného patra a nejvyšší propustnosti pro sluneční radiaci

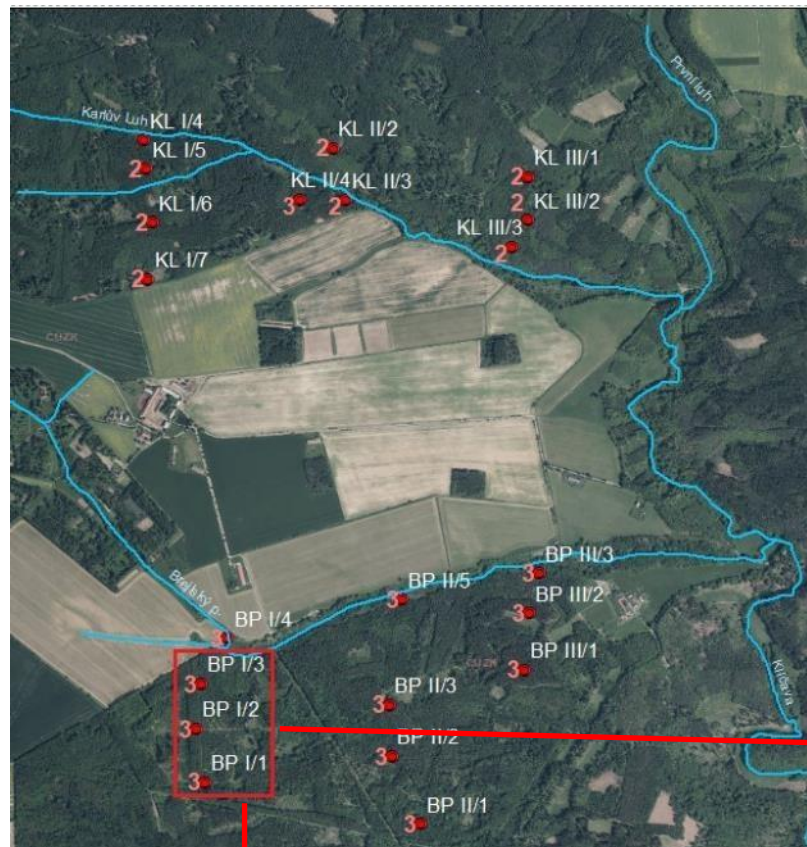
Zájmové území

Chytrá krajina Amálie – pilotní projekt ČZU

- Na hranici CHKO Křivoklátsko, 7 km Rakovník, **ovlivnění srážkovým stínem, ohrožení suchem**
- **napjatá hydrologická bilance (roční potenciální evapotranspirace je blízka hodnotám srážkových úhrnů)**
- Povodí Brejlského potoka a Karlova luhu, řeka Klíčava
- [Řada aktivit v zemědělské krajině i v lese](#)



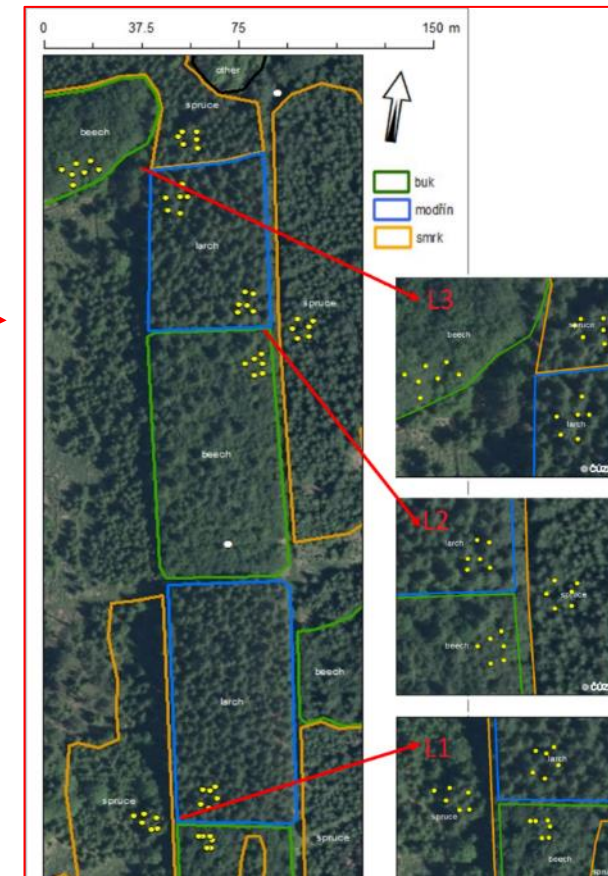
Síť vrtů v lese, vrty osazeny TMS4 TOMST



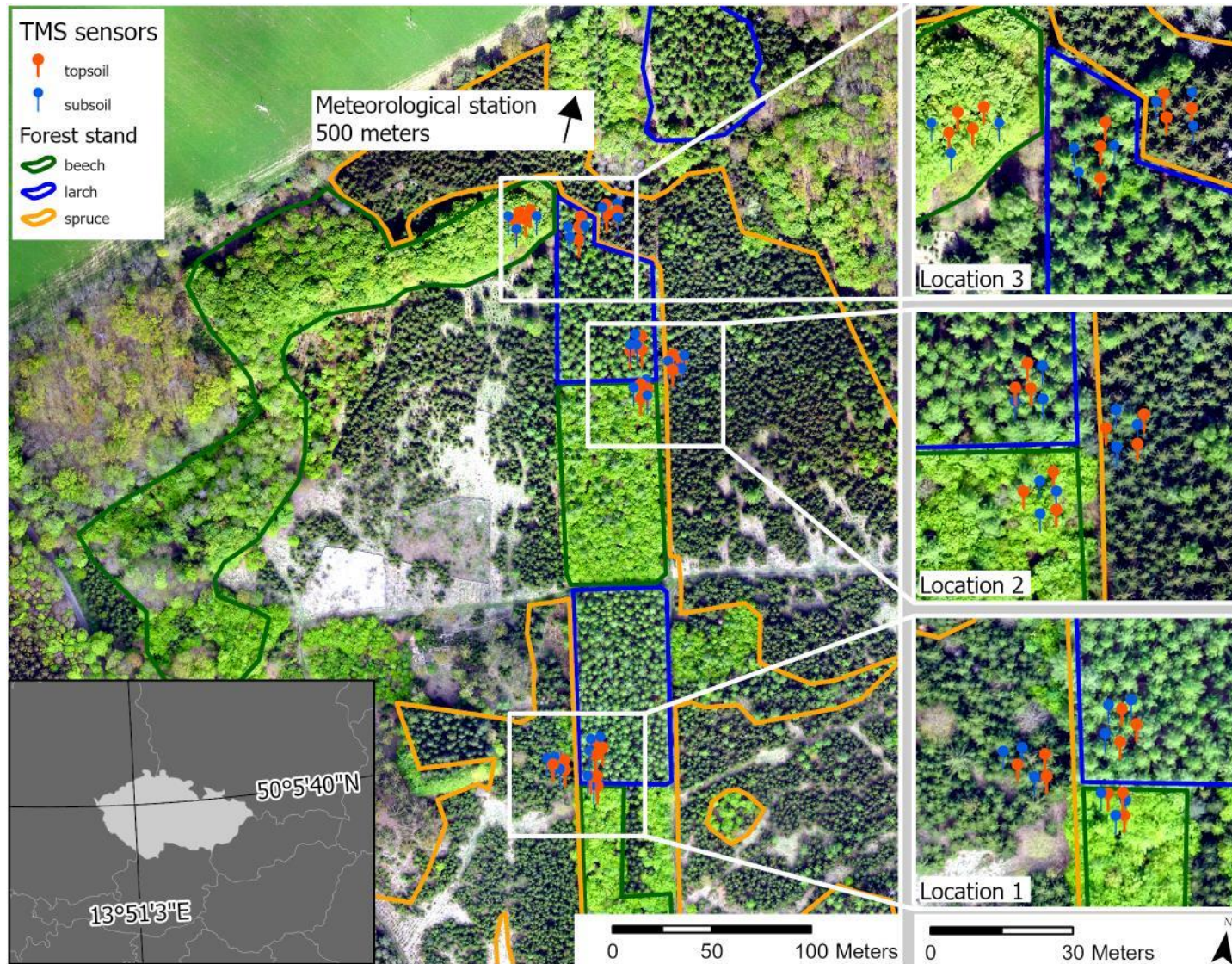
Lokalita podrobného monitoringu teplot a půdních vlhkostí monokulturních porostů buku, smrku a modřínu v blízkosti statku ČZU Amálie

Lokalita podrobného monitoringu

- Prachovitá hlína, cca 60 % frakce prachu, 20 % jílu
- 430 m n.m., mírný sklon 5-10 %
- Geologie: droby, břidlice – flyšový vývoj
- Půdní typ - Luvizem oglejená

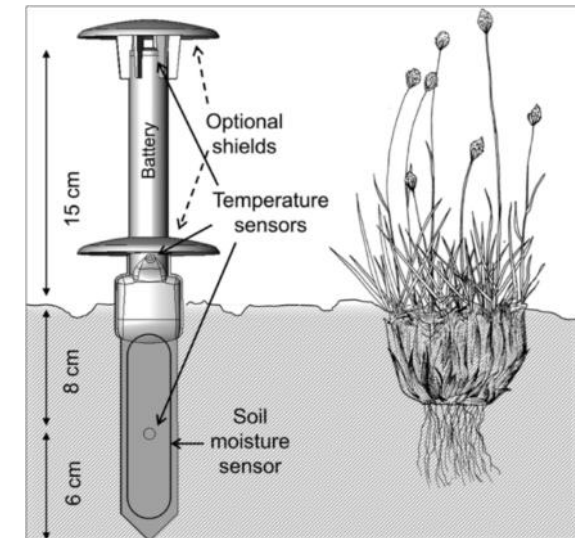


Lokalita podrobného monitoringu vlhkostí a teplot



- Monitoring založen 5/2021, kontinuální 15 min krok, poslední data 9/2023
- 54 senzorů TMS4 = 3 lokality x 3 druhy (buk, smrk, modřín) x 3 TMS4 x 2 vrstvy

Osazení senzoru TMS4	Teplota 1	Teplota 2	Teplota 3	Vlhkost
Organická/mine rální půda - vrchní vrstva	-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



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

Charakteristika porostů

Foto: porost buku, modřínu a smrku na lokalitě 1

- Předchozí pěstovaná dřevina je smrk
 - Porosty jsou většinou okolo 30 let
 - Porosty mají přibližně stejné stáří.
- Buk roste pomaleji a vykazuje výrazně menší průměr kmene než modřín

Lokalita	Druh stromu	Věk porostů [roky]	Odhadnutá výška stromů [m]	N [n ha ⁻¹]	DBH [m]
1	Fagus sylvatica	30	13.6 ± 1.0	1750	12.0 ± 5.2
	Picea abies	30	8.2 ± 1.9	850	14.9 ± 5.9
	Larix decidua	30	18.5 ± 1.4	675	22.3 ± 3.5
2	Fagus sylvatica	30	11.8 ± 1.1	1825	11.1 ± 2.3
	Picea abies	30	9.1 ± 1.0	900	16.7 ± 2.6
	Larix decidua	30	16.2 ± 1.4	650	22.5 ± 4.4
3	Fagus sylvatica	65	19.8 ± 1.4	825	25.5 ± 2.6
	Picea abies	45	13.0 ± 1.2	750	21.9 ± 5.0
	Larix decidua	30	17.1 ± 1.3	575	21.7 ± 5.1



Metodika

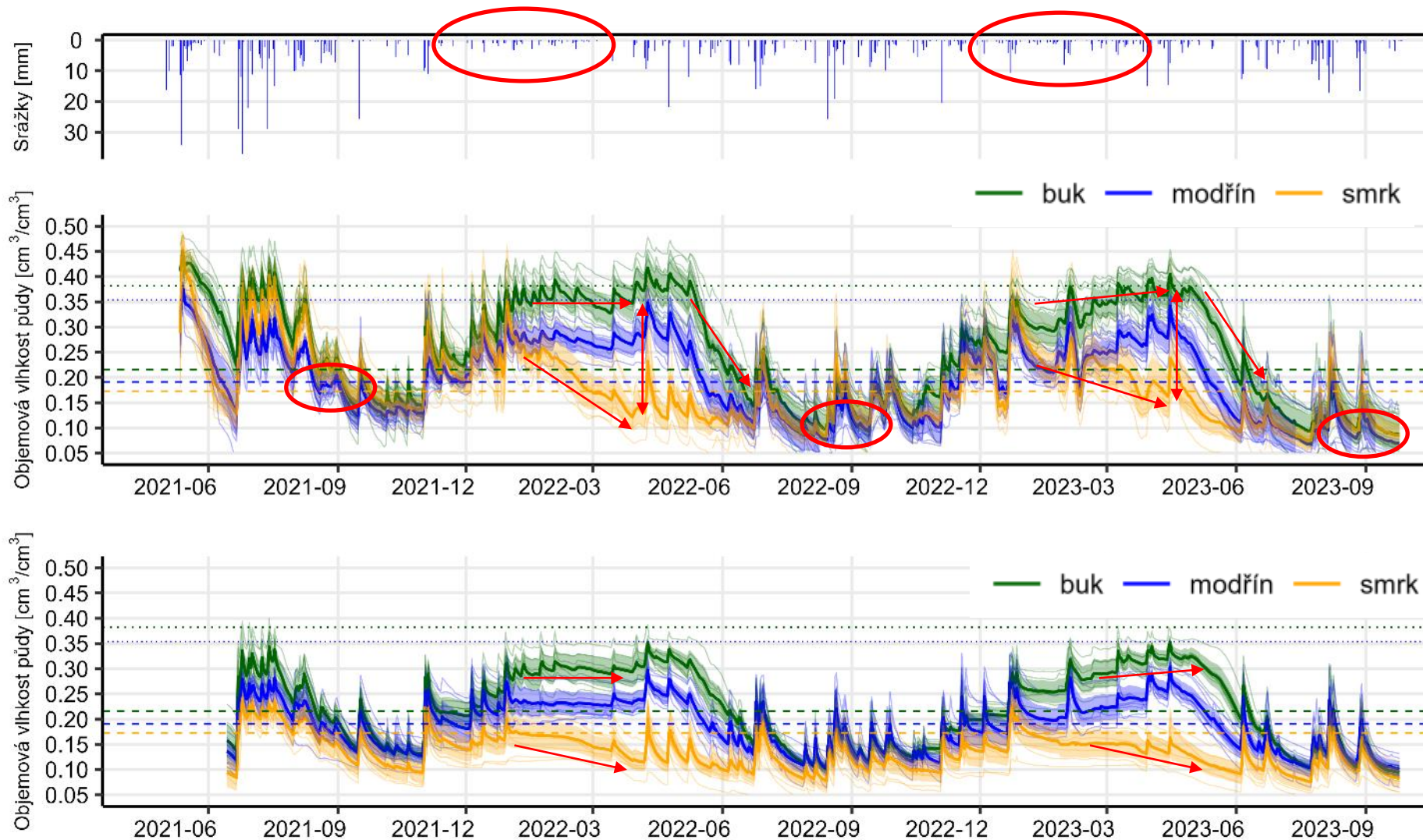
- Standardizace všech TMS4 senzorů v laboratoři – teploty a signál vlhkosti (demi-voda, vzduch, skleněné kuličky suché a nasycené)
- Laboratorní kalibrace TMS4 pro minerální i organickou půdu odebranou v testovaných porostech, originální kalibrační křivky
- Osazování pomocí speciálního předrážedla a 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 rozsáhlých dat z 15 min kroku, stat. testy



Výsledky a diskuze

Rozdílné roky
2021 a 2022, 2022 sušší a teplejší, zejména zima a jaro, výrazné meziroční rozdíly ve vlhkostech jsou patrné v obou vrstvách

měsíční srážky [mm]	2021	2022	Dlouhodobý normál 91-2020 CHMI Středočeský kraj a Praha
leden	33.9	18.8	33
únor	21.3	12.1	28
březen	22.4	14.3	38
duben	14.8	54.9	31
květen	116.2	37.3	64
suma leden-březen	77.6	45.2	99
suma leden-květen	208.6	137.4	194



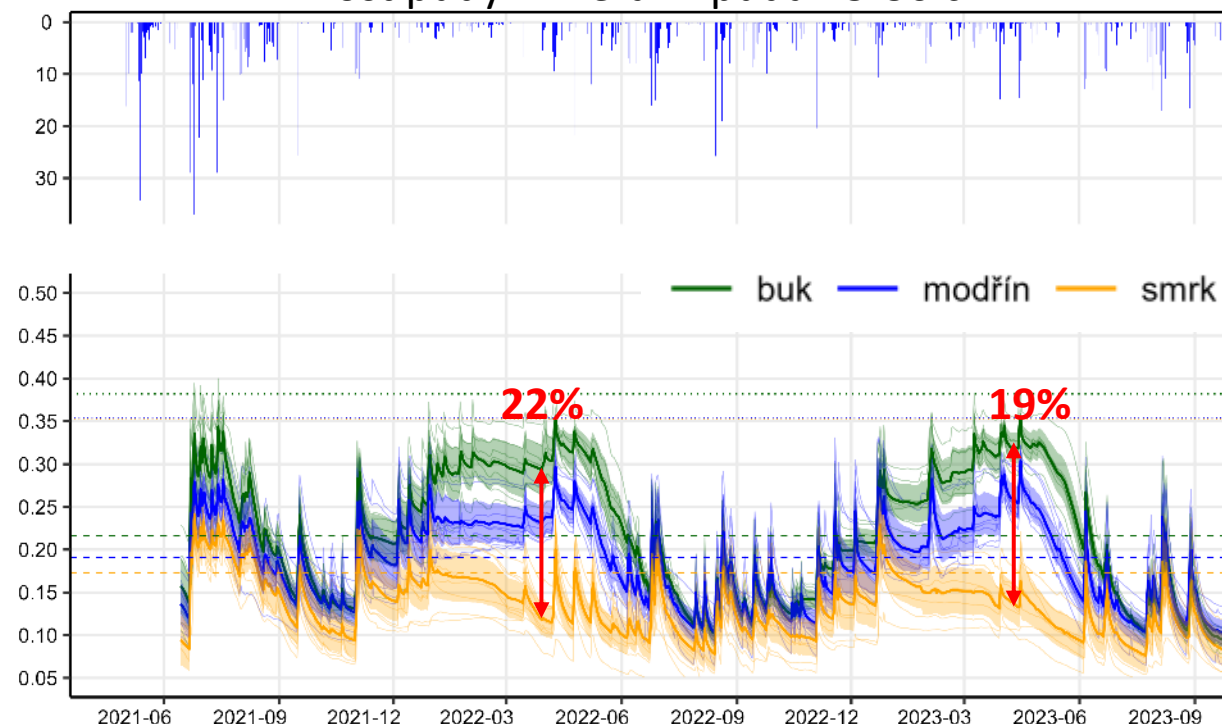
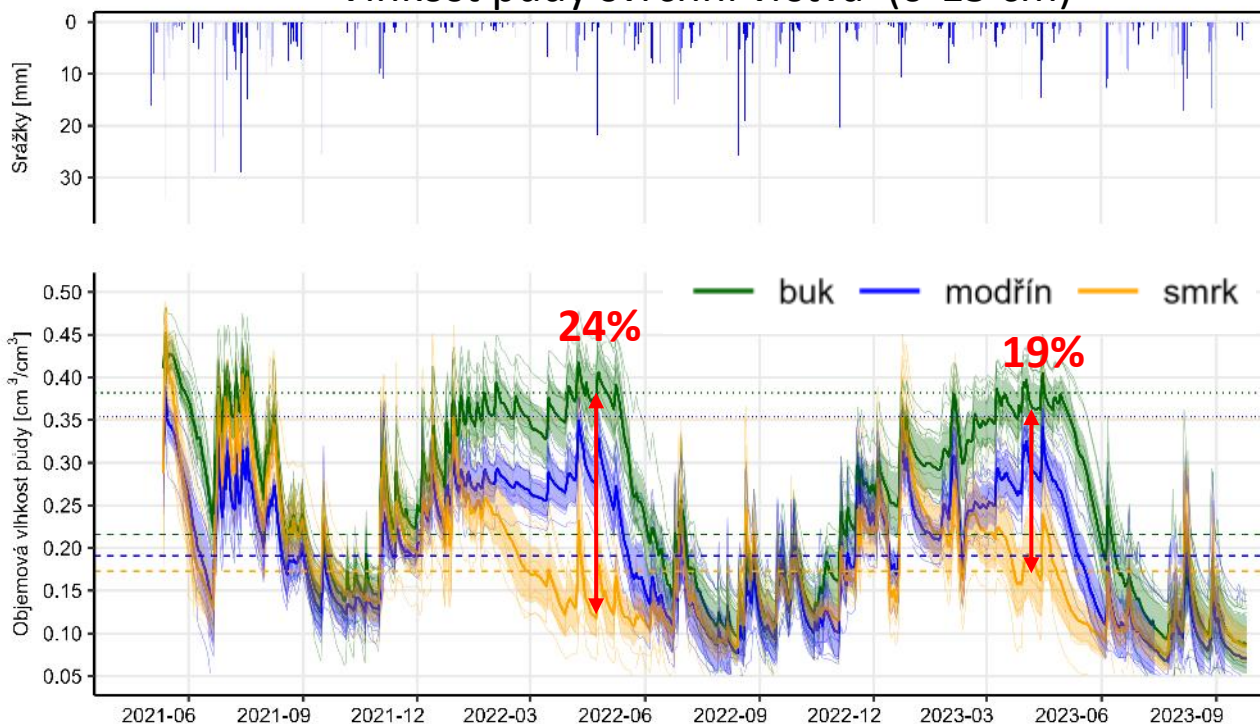
Srážky a vlhkosti v denní agregaci, svrchní vrstva (0-15 cm) uprostřed, minerální půda 15-30 cm dole

Celoroční intercepce a časná transpirace smrku – zásadní vliv na průběh vlhkosti v oblasti s napjatou hydrologickou bilancí (málo srážek, teplejší klima)

Výsledky a diskuze – srovnání vrstev

Vlhkost půdy svrchní vrstva (0-15 cm)

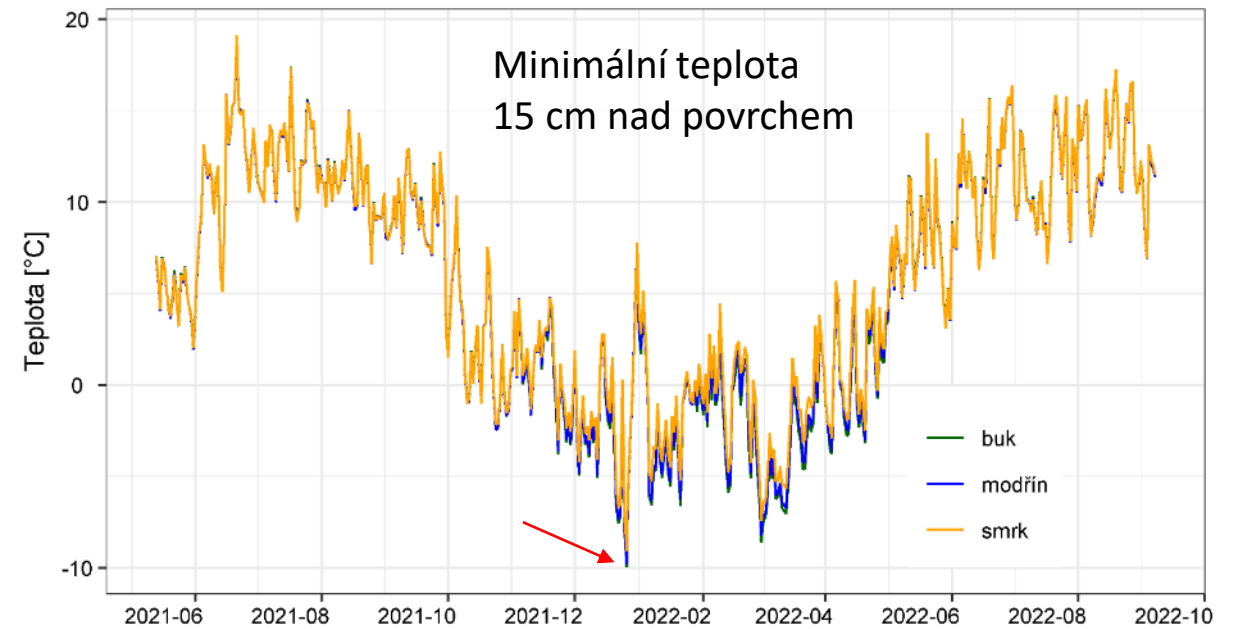
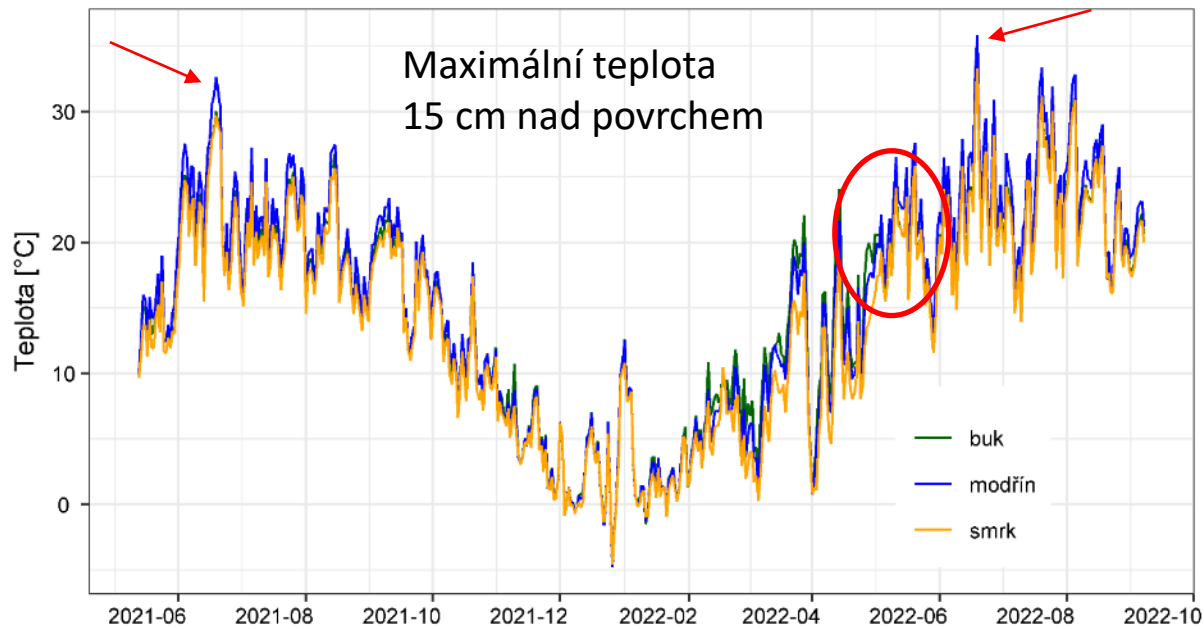
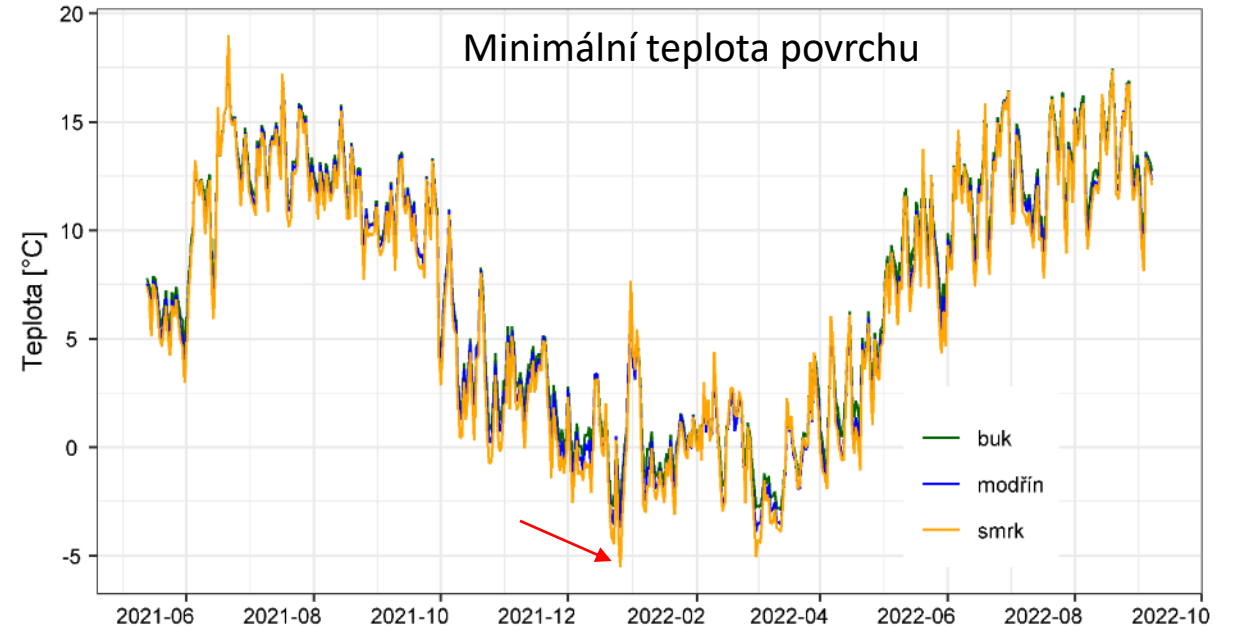
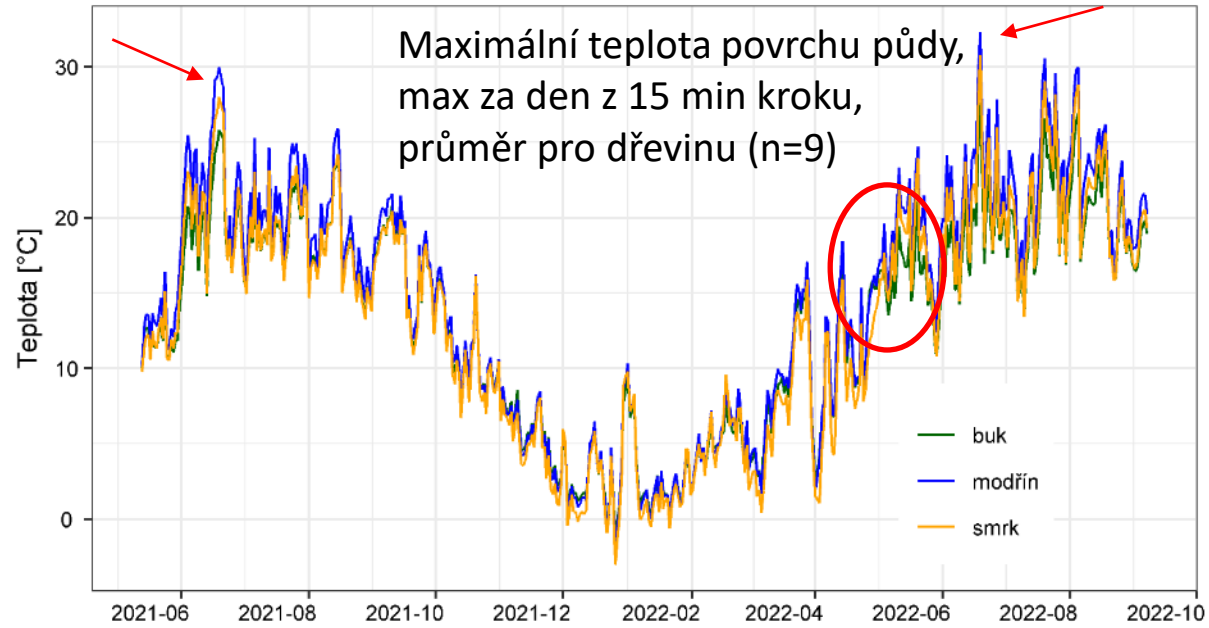
Vlhkost půdy minerální půda 15-30 cm



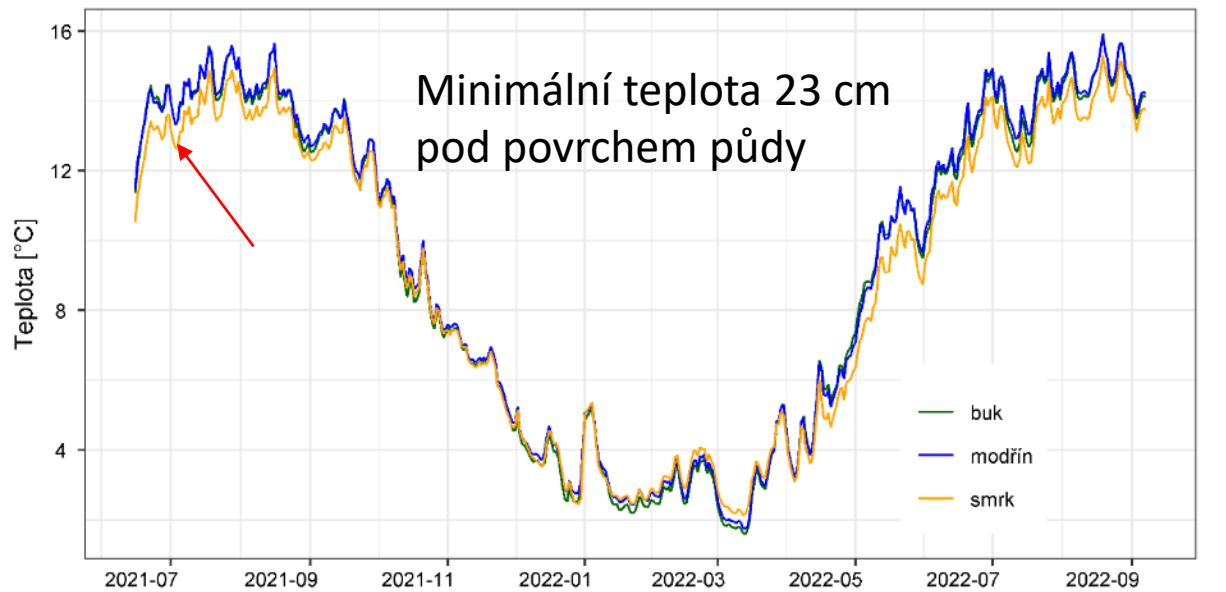
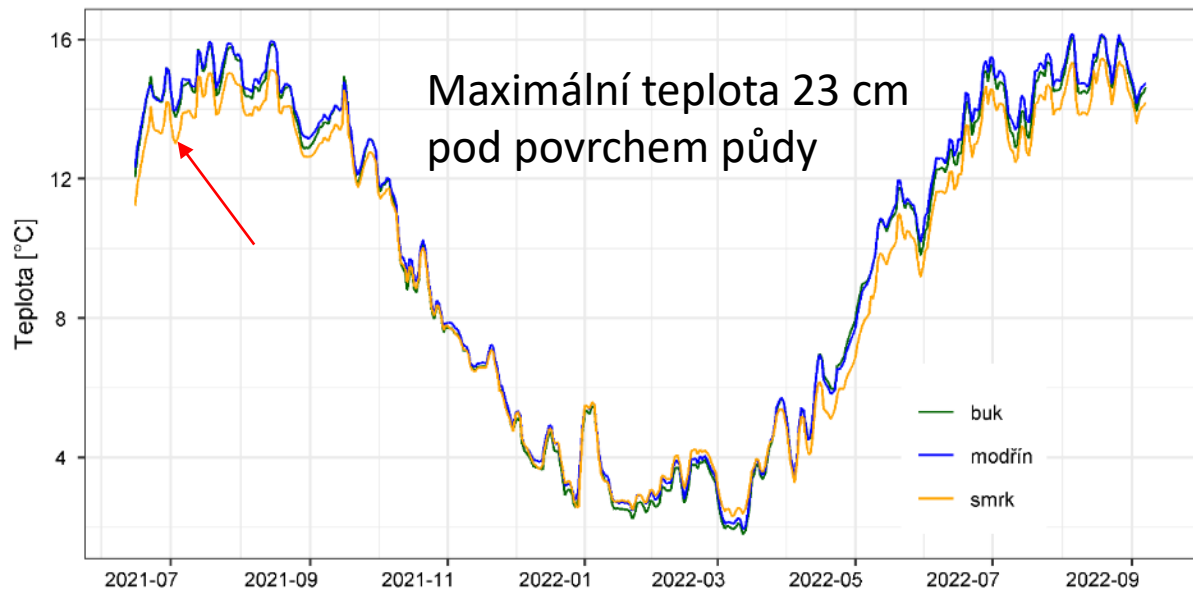
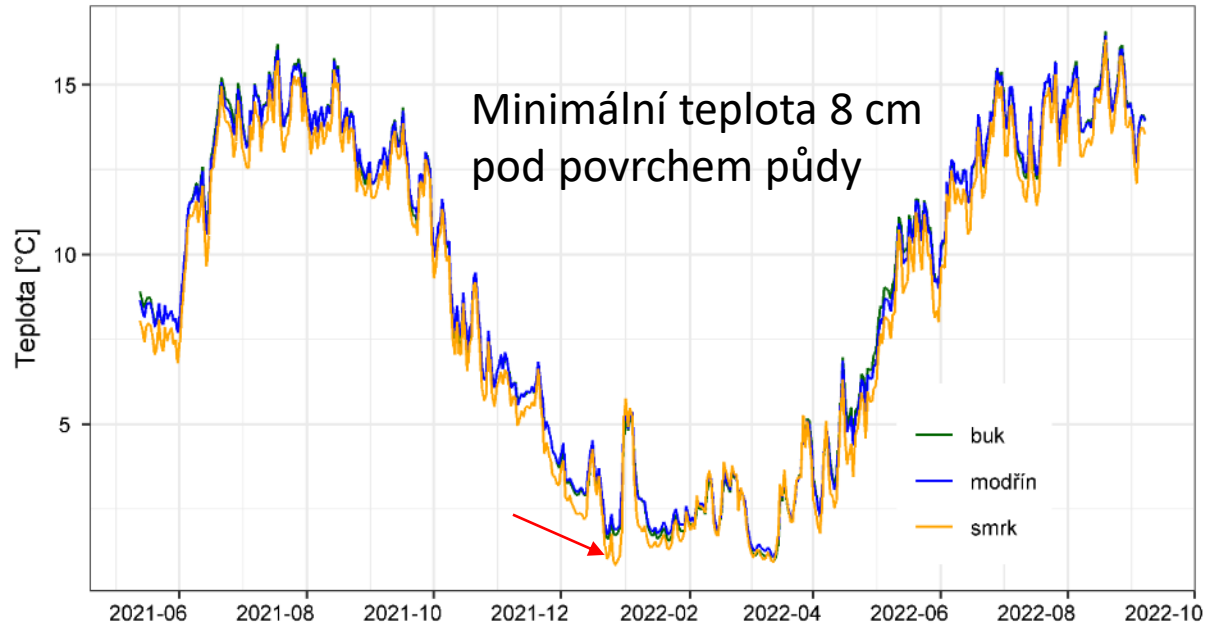
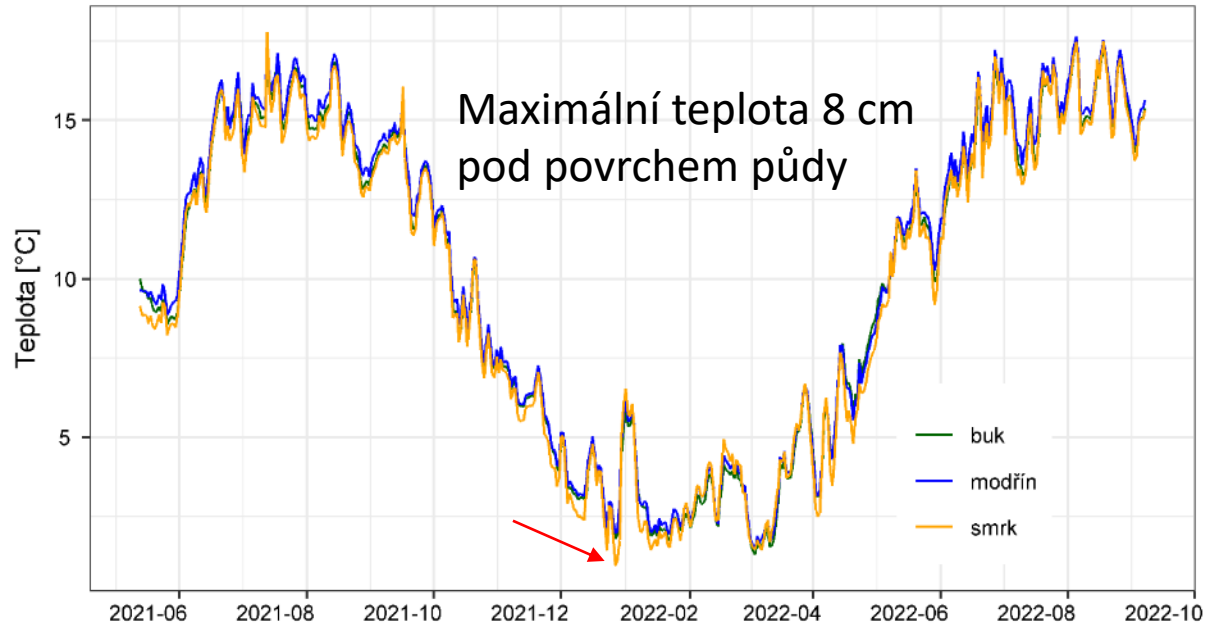
- **smrk = významně nižší hodnoty** na jaře v obou vrstvách a delší období pod hranicí snadno dostupné vody; **modřín** v tomto období **mezi bukem a smrkem**, konfidenční intervaly průměrů ($n=9$, $\alpha = 0,05$) se nepřekrývají
- Nižší minima a vyšší maxima hodnot vlhkostí jsou pozorována ve svrchní vrstvě

	Druh stromu	Červenec-září 2021	Leden-březen 2022	Duben-červen 2022	Červenec-září 2022
Svrchní vrstva	Buk	0.28±0.05a	0.36±0.04a	0.30±0.04a	0.15±0.03a
	Modřín	0.21±0.03b	0.27±0.03b	0.22±0.04b	0.12±0.04a
	Smrk	0.25±0.04ab	0.23±0.07b	0.14±0.04c	0.13±0.02a
Spodní vrstva	Buk	0.25±0.05a	0.30±0.03a	0.27±0.02a	0.14±0.01a
	Modřín	0.20±0.03b	0.23±0.03b	0.21±0.02b	0.14±0.02a
	Smrk	0.17±0.03b	0.16±0.03c	0.12±0.03c	0.11±0.03b

Výsledky a diskuze - teplota povrchu a přízemní

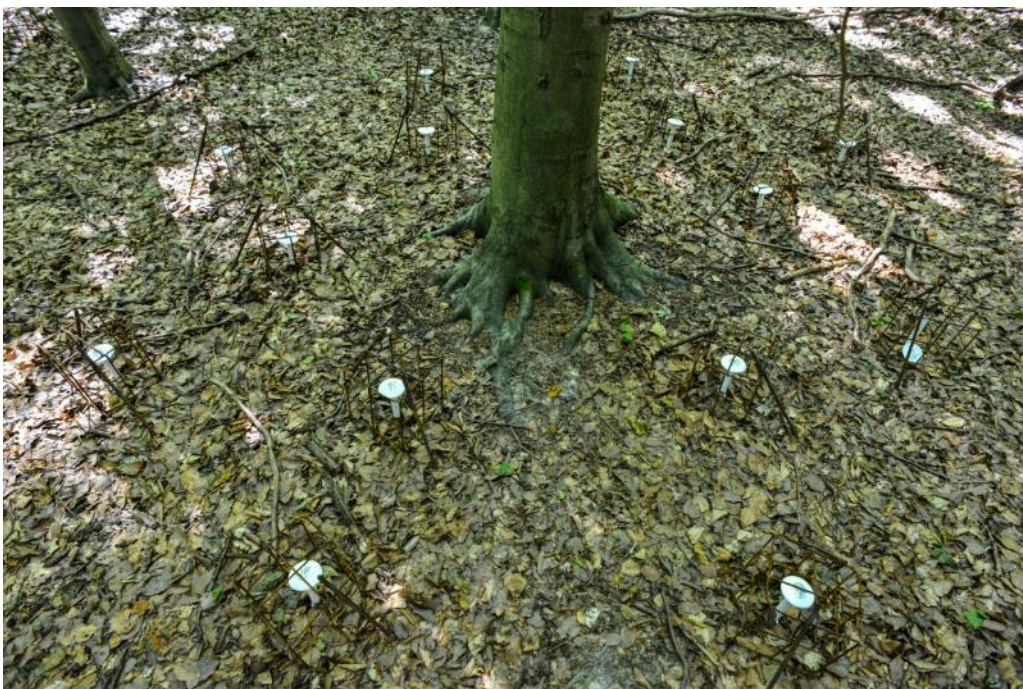


Výsledky a diskuze - teplota pod povrchem



Další související probíhající monitoring - 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 TMS



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



Závěry

- Zaznamenány **významné rozdíly** mezi bukem, smrkem a modřínem ve **vlhkostním režimu** lesní půdy - potvrzeno v denním i čtvrtletním časovém kroku, **výsledky souhlasí s hypotézami**
- **Bukový porost lépe udržuje půdní vodu** hlavně v období zimního a jarního sucha, méně výrazně i v dalších obdobích roku, výhoda architektury koruny pro doplňování půdní vody stokem po kmeni, **výsledky platné pro níže položenou oblast s podprůměrnými úhrny srážek a pozorovaná suchá období**
- **Časná transpirace a celoroční intercepce vedla v porostu smrku k výrazně nižší vlhkosti v jarních měsících, deficit se propaguje až do konce léta**
- Opadav listnatý buk a v menším rozsahu i opadavý jehličnan (modřín) – zvýhodněny v suchých obdobích v nižších polohách, lepší adaptace na klimatickou změnu z hlediska hospodaření s vodou




Aplikace



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



Tree trait-mediated differences in soil moisture regimes: a comparative study of beech, spruce, and larch in a drought-prone area of Central Europe

Marta Kuželková¹  · Lukáš Jačka¹  · Martin Kovář¹  · Václav Hradilek¹  · Petr Máca¹ 

Received: 7 September 2023 / Revised: 7 September 2023 / Accepted: 20 October 2023

© The Author(s), under exclusive licence to Springer-Verlag GmbH Germany, part of Springer Nature 2023

Část výzkumu publikována v aktuálním článku o vlivu odlišných druhů stromů na půdní vlhkost:

<https://doi.org/10.1007/s10342-023-01628-y>

dostupný také zde:

<https://rdcu.be/dqJhl>

výzkum hydrologických funkcí lesa na Amálie dále pokračuje

Poděkování patří spoluautorům a projektu
„Centrum Voda“ za podporu tohoto výzkumu

Děkuji za pozornost

Lukáš Jačka

jacka@fzp.czu.cz