

EXPERIMENT S VÝCHOVNÝM ZÁSAHEM VE SMRKOVÉM POROSTU A VLHKOST PŮDY

FOREST TENDING EXPERIMENT IN SPRUCE FOREST STAND AND SOIL MOISTURE

Ondřej Špulák¹, David Dušek¹

¹Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Výzkumná stanice Opočno, Na Olivě 550, 517 73 Opočno, Česká republika

Abstrakt

Význam vody v lesním ekosystému s klimatickou změnou narůstá. Cílem popisovaného experimentu je mj. ověřit vliv výchovného zásahu v mladém smrkovém porostu z přirozené obnovy na obsah vody v půdě. V porostu o hustotě více než 11 tis. ks na ha byly založeny 4 dílčí plochy a vybaveny po 6 čidlech vlhkosti půdy. Srážky a vlhkost půdy byly měřeny také na holině. Po kalibračním období byl na 2 plochách realizován silný výchovný zásah. Zásah vedl k navýšení vlhkosti půdy na plochách s výchovou. Rozdíl byl větší v průběhu první než druhé vegetační doby, patrný byl však i v zimním období.

Klíčová slova: výchova lesních porostů, růstové prostředí, voda v půdě

Abstract

The importance of water in forest ecosystems is increasing in the context of climate change. The aim of the described experiment is, among other objectives, to verify the effect of a thinning intervention in a young Norway spruce stand originating from natural regeneration on soil water content. Four subplots were established within a stand with a density exceeding 11,000 trees per hectare, each equipped with six soil moisture sensors. Precipitation and soil moisture were also monitored on a nearby clear-cut area. Following a calibration period, intensive thinning treatment was applied to two of the subplots. The intervention led to an increase in soil moisture on the treated plots. The difference was more pronounced during the first than the second growing season, but it was also evident during the winter period.

Keywords: stand tending, growth environment, soil water

1 ÚVOD

S vývojem počasí probíhajícího období klimatické změny se voda stále více stává klíčovým faktorem řady terestrických ekosystémů. Pro dřeviny je zejména podstatná voda v půdě, sloužící jako medium pro příjem živin z půdního roztoku i jako prostředek k termoregulaci (ochlazení) organismu v horkých obdobích (Rockwell, Sage, 2022). V prostředí limitované dostupnosti vody v půdě dochází k vzájemné kompetici jedinců o vodu, mezidruhové i vnitrodruhové (Nambiar, Sands, 1993).

Je otázkou, nakolik může aktivní péstební management dostupnost vody v lesních porostech ovlivnit. Výchovné zásahy mj. vedou k rozvolnění korunového zápoje a snížení intercepce porostu, umožňující navýšení podílu podkorunových srážek (Baumler, Zech, 1997). Otevřením zápoje na druhou stranu narůstá průnik slunečního záření i intenzita proudění vzduchu v porostu (Hardy *et al.*, 2004, Hung *et al.*, 2024), které zvyšují intenzitu výparu z povrchu. Nabízí se tak otázka, nakolik přispívá výchova lesního porostu ke zvýšení zásoby vody v půdě (vlhkosti půdy) a její dostupnosti pro dřeviny a jak se tento efekt vyvíjí v čase, s dalším odrůstáním lesního porostu. Také k tomuto poznání má za cíl přispět námi popisovaný experiment.

2 MATERIÁL A METODY

V porostu smrku ztepilého ve stádiu přechodu mezi mlazinou a tyčkovinou o věku cca 15 let vzniklého z přirozené obnovy na pruhové clonné seči (660 m n. m., SLT 5S1) byly v roce 2022 vytyčeny 4 experimentální plochy pro variantní hodnocení výchovných zásahů s opakováním. Průměrná hustota původního přehoustlého porostu se pohybovala od 11 000 do 21 000 jedinců při horní porostní výšce ca 14 m.

Na každé dílčí ploše byly v roce 2022 nainstalovány mikroklimatické stanice TMS-4 od firmy Tomst (CZ) měřící vlhkost svrchních cca 10 cm minerální půdy a teploty (přízemní T vzduchu, povrchu hrabanky a půdy). Každá ze čtyř dílčích ploch byla v náhodném rozmístění vybavena šesti měřidly TMS, která měří v 15 min intervalu. V porostní mezeře v blízkosti experimentu byl instalován také srážkoměr s čidlem vlhkosti půdy BND-MS10, sloužícím jako referenční měření na volné ploše.

Do května 2023 probíhalo kalibrační měření. Následně byl na dvou experimentálních plochách (č. 1 a 3) kombinovaným výběrem realizován zásah redukující hustotu na přibližně 1 800 stromů na ha (označených jako „nadějně“). Hustota původního porostu obou ploch byla odlišná, proto bylo pro dosažení cílové hustoty zásahem odstraněno 92 % (Z1) a 86 % (Z3) původního počtu stromů, což představovalo redukci výčetní kruhové základny o 72 % a 65 %. Zbývající dvě plochy byly zachovány jako kontrola, tzn. bez zásahu. Pozice mikroklimatických stanic TMS zůstala nezměněna i po celé následující období.

3 VÝSLEDKY A DISKUSE

Ve většině kalibračního období byla vlhkost půdy na ploše Z1 nižší, než na zbývajících plochách (Obr. 2). Intenzita srážek se v období od začátku září 2022 do konce roku 2023 v průběhu času výrazně lišila: výskyt nízkých srážkových úhrnů v období od 24. 5. do 25. 7. (s maximem do 3 mm za den) znamenal z důvodu předpokládatelné intercepce zvláště pro vysokou vegetaci (stromy) období, kdy se srážky stávaly limitním faktorem. Toto období se projevilo na poklesu vlhkosti půdy i na holé ploše (Obr. 1). K významnému poklesu vlhkosti došlo zejména na kontrolních plochách smrkového experimentu. Uvolňovací zásah provedený v porostu na začátku května však vedl průkazně stabilizaci (navýšení) vlhkosti půdy oproti kontrolním plochám (Obr. 2). Úroveň vlhkosti na plochách se zásahem korespondovala s úrovní kalibračního období: na ploše Z1 byla vlhkost nižší než na ploše Z2.

V roce 2024 byl zaznamenán srážkově chudší konec zimního období a delší období bez srážek v druhé polovině srpna, které přešlo do období přívalových dešťů (Obr. 1). Při něm mezi 13. a 16. září na lokalitě spadlo minimálně 275 mm srážek (při vyšší intenzitě srážek člunkový srážkoměr často podhodnocuje).

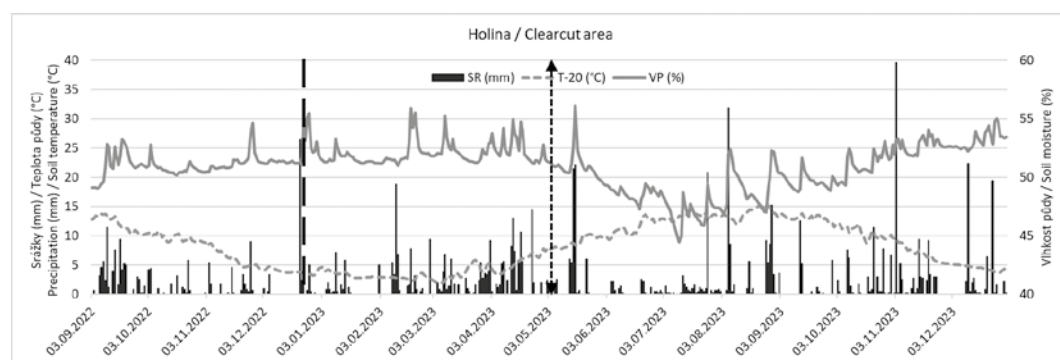
Výraznější pokles vlhkosti půdy na holině v roce 2024 nastal v období přelomu dubna a května, ale nedosáhl úrovně roku předchozího. Následně kolísání bylo vždy periodicky saturováno srážkami, před přívalovou srážkou vlhkost půdy dosáhla svého minima (Obr. 1). Obdobný průběh vlhkosti půdy byl pozorován i na experimentálních plochách. I v tomto roce byla vlhkost na ploše Z1 nižší než na ploše Z2 (Obr. 2). Plocha je umístěna v mírném svahu nejníže, je možné, že jsou na ní částečně odlišné půdní podmínky.

Průměrná vlhkost půdy na kontrolních plochách byla nižší než vlhkost na plochách s výchovou i v průběhu prvního zimního období po zásahu. Ve vegetační době se rozdíl zvýšil, v době nižších srážkových úhrnů na počátku jara a také na konci srpna byl nejvyšší (Obr. 2). Celkově byl však rozdíl vlhkost mezi kontrolními plochami a plochami s výchovou menší než v předchozím roce.

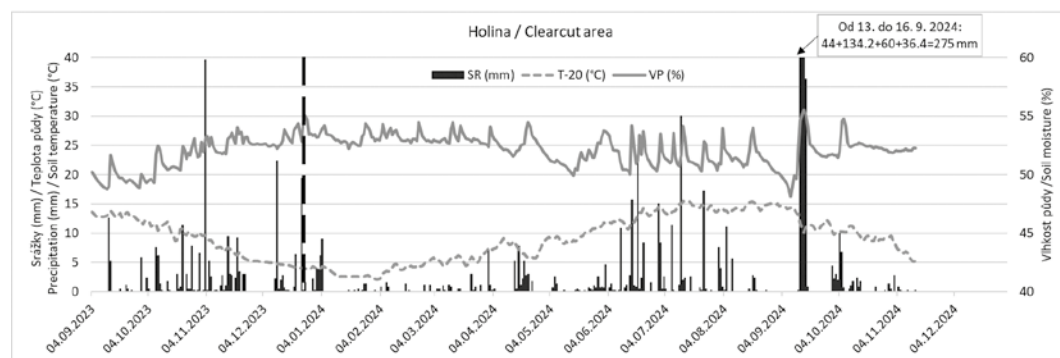
Všeobecně se předpokládá, že porostní výchova, prostřednictvím snížení zachytné plochy (snížením LAI), nevyhnutelně vede k přinejmenším dočasnému snížení porostní intercepce, ačkoli ta je také silně závislá na intenzitě a četnosti srážek (Chroust, 1997). Lagergren *et al.* (2008) uvádí, že transpirace smrkového porostu může po provedeném výchovném zásahu klesnout až o několik desítek procent v důsledku snížení počtu stromů a silné korelace mezi transpirací a LAI (Granier *et al.*, 2000), což by opět mohlo vést ke zvýšení dostupné vody v půdě. Na druhou

stranu mají výchovné zásahy zpravidla za následek zvýšení transpirace jednotlivých stromů (Krejza *et al.*, 2019), silné výchovné zásahy zvyšují výpar z povrchu půdy a mohou vést k rozvoji bylinné vegetace, která odčerpává disponibilní vodu ve svrchním půdním povrchu. Její abundance se však v našem v našem experimentu zvyšuje jen velmi pomalu, důvodem je zejména silná vrstva hrabanky. Dušek *et al.* (2021) zjistili v podmínkách smrkových mlazin 3. a 4. LVS jen nepatrně a statisticky neprůkazně vyšší hodnoty půdní vlhkosti ve svrchním horizontu vychovávaných porostů v porovnání s kontrolou. Naproti tomu Gao *et al.* (2022) popisují pozitivní vliv slabých výchovných zásahů v *Picea crassifolia* jak na vlhkost půdy (obsah vody), tak na schopnost zadržování vody v půdě (water holding capacity).

Sankey, Tatum (2022) zjistili v semiaridních oblastech severní Arizony vyšší hodnoty půdní vlhkosti (hloubky 25, 50 a 100 cm) ve vychovávaných porostech *Pinus ponderosa* v porovnání s porosty bez výchovy. Autoři rovněž konstatují, že stromy v nevychovávaných porostech vykazovaly výraznější stres v důsledku sucha. K podobným výsledkům došli Belmonte *et al.* (2022)



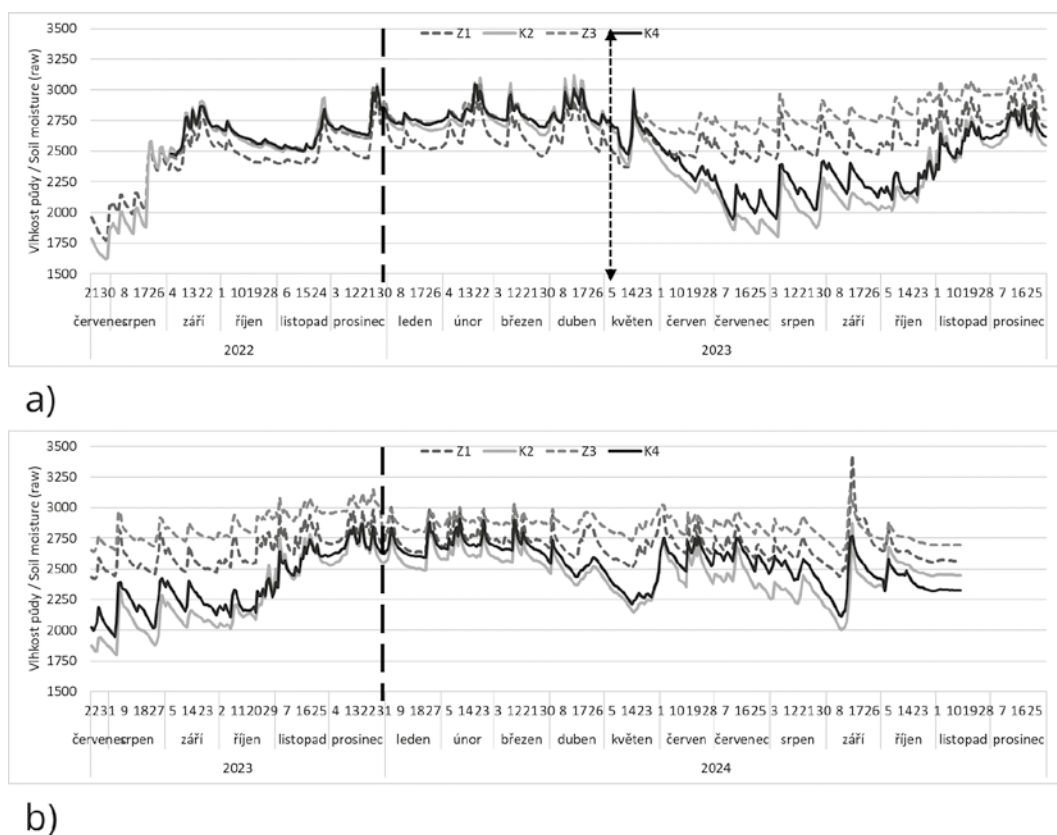
a)



b)

Obr. 1: Průběh denních srážek a průměrné denní teploty a vlhkosti půdy na holině v blízkosti experimentu s výchovou smrku. Horní graf – období od počátku experimentu po rok 2023, spodní graf zobrazuje shodné období následujícího roku. Silná přerušovaná čára značí přelom roku, slabší šipkami termín uvolňovacího zásahu na experimentálních plochách ve smrku

Daily precipitation and average daily soil temperature and moisture on a clear-cut area near the Norway spruce thinning experiment. The upper graph shows the period from the beginning of the experiment until 2023, while the lower graph displays the corresponding period of the following year. The thick dashed line indicates new year; the thin dashed line with arrow marks the timing of the release treatment in the experimental spruce plots



Obr. 2: Ekvivalent průměrné denní vlhkosti svrchního minerálního horizontu půdy (nepřepočtená primární data) na smrkových experimentálních plochách 1–4. Z – plocha, na které byl realizován 9. 5. 2023 zásah, K – kontrolní plocha bez zásahu. Horní graf – období od počátku experimentu po rok 2023, spodní graf zobrazuje shodné období následujícího roku. Silná přerušovaná čára značí přelom roku, slabší s šipkami termín uvolňovacího zásahu na plochách Z

Equivalent of average daily moisture in the upper mineral soil horizon (raw, unadjusted primary data) on experimental spruce plots 1–4. Z – plot where the treatment was applied on May 9, 2023; K – control plot without a treatment. The upper graph shows the period from the beginning of the experiment until 2023, while the lower graph displays the corresponding period of the following year. The thick dashed line indicates new year; the thin dashed line with arrow marks the timing of the release treatment on the Z plots. Leden, únor, ..., prosinec – months of the year

opět v porostech *Pinus ponderosa* v severní Arizoně. Jejich výsledky ukazují, že výrazně sušší půdy se nacházely v oblastech s vyššími hodnotami výčetní kruhové základny a hustoty stromů. Rascón-Ramos *et al.* (2021) zjišťovali hodnoty půdní vlhkosti v závislosti na intenzitě srážky a výchovném režimu v porostech směsi dubů *Quercus hypoleucoides*, *Q. grisea* a smrku *Pinus engelmannii* v semiaridních podmínkách severního Mexika. Porosty s provedenými zásahy vykazovaly průkazné zvýšení hodnot půdní vlhkosti již při malých srážkových úhrnech (pod 10 mm), ale u nevychovávaných porostů neměly takto malé srážky detekovatelný vliv.

Del Campo *et al.* (2022) na základě review literatury uvádějí, že efekt výchovného zásahu na navýšení podkorunových srážek lze očekávat během následujících 2,6 až 4,3 let, u vlhkosti půdy a transpirace pak během 3,1 až 8,6 let. Konkrétní efekt však závisí na místních biofyzikálních podmínkách, charakteru porostu i samotného zásahu. Tyto parametry budou určovat i další vývoj sledovaných veličin v našem experimentu.

4 ZÁVĚR

Studie potvrdila navýšení vlhkosti půdy vlivem výchovného zásahu v mladém porostu smrku z přirozené obnovy. Rozdíl oproti variantě bez výchovy byl výraznější v průběhu první vegetační doby, v následující byly rozdíly menší. Zda je to důsledek vývoje počasí nebo zvyšování intercepce a evapotranspirace stromů na ploše se zásahem v důsledku intenzivnějšího růstu však ukážou až další období. Navýšení vlhkost půdy bylo patrné i v průběhu zimního období.

LITERATURA

- BAUMLER, R., ZECH, W. 1997. Atmospheric deposition and impact of forest thinning on the throughfall of mountain forest ecosystems in the Bavarian Alps. *Forest Ecology and Management*. 3, 243–251.
- BELMONTE, A., TS. SANKEY, T., BIEDERMAN, J., BRADFORD, J. B., KOLB, T. 2022 Soil moisture response to seasonal drought conditions and post-thinning forest structure. *Ecohydrology*. 15(5), e2406.
- DEL CAMPO, A. D., OTSUKI, K., SERENGIL, Y., BLANCO, J. A., YOUSEFPOUR, R., WEI, X. 2022. A global synthesis on the effects of thinning on hydrological processes: Implications for forest management. *Forest Ecology and Management*. 519, 120324.
- DUŠEK, D., NOVÁK, J., ČERNÝ, J., KACÁLEK, D. 2021. Vliv prvních výchovných zásahů v mlazinách na obsah vody ve svrchní vrstvě minerální půdy. *Zprávy lesnického výzkumu*. 66(4), 270–276.
- GAO, Y., HE, Z., ZHU, X., CHEN, L., DU, J. 2022. Light thinning can improve soil water availability and water holding capacity of plantations in alpine mountains. *Frontiers in Plant Science*. 13, 1032057.
- GRANIER, A., LOUSTAU, D., BRÉDA, N. 2000. A generic model of forest canopy conductance dependent on climate, soil water availability and leaf area index. *Annals of Forest Science*. 57, 755–765.
- HARDY, J. P., MELLOH, R., KOENIG, G., MARKS, D., WINSTRAL, A., POMEROY, J. W., LINK, T. 2004. Solar radiation transmission through conifer canopies. *Agricultural and Forest Meteorology*. 34, 257–270.
- HUNG, W. T., CAMPBELL, P. C., MOON, Z., SAYLOR, R., KOCHENDORFER, J., LEE, T. R., MASSMAN, W. 2024. Evaluation of an In-Canopy Wind and Wind Adjustment Factor Model for Wildfire Spread Applications Across Scales. *Journal of Advances in Modeling Earth Systems*. 16, e2024MS004300.
- CHROUST, L. 1997. *Ekologie výchovy lesních porostů*. Opočno: Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v.v., Výzkumná stanice Opočno, 277 p.
- KREJZA, J., SVĚTLÍK, J., BELLAN, M., HORÁČEK, P. 2019. *Stanovení stresu smrku ztepilého přímými metodami – certifikovaná metodika*. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, 68 p.
- LAGERGREN, F., LANKREIJER, H., KUČERA, J., CIENCIALA, E., MÖLDER, M., LINDROTH, A. 2008 Thinning effects on pine-spruce forest transpiration in central Sweden. *Forest Ecology and Management*. 255, 2312–2323.
- NAMBIAR, E. K. S., SANDS, R. 1993. Competition for Water and Nutrients in Forests. *Canadian Journal of Forest Research*. 10, 1955–1968.
- RASCÓN-RAMOS, A. E., MARTÍNEZ-SALVADOR, M., SOSA-PÉREZ, G., VILLARREAL-GUERRERO, F., PINEDO-ALVAREZ, A., SANTELLANO-ESTRADA, E., CORRALES-LERMA, R. 2021. Soil Moisture Dynamics in Response to Precipitation and Thinning in a Semi-Dry Forest in Northern Mexico. *Water*. 13(1), 105.
- Rockwell, F., Sage, R. F. 2022. Plants and water: the search for a comprehensive understanding. *Annals of Botany*. 3, I-Viii.
- SANKEY, T., TATUM, J. 2022 Thinning increases forest resiliency during unprecedented drought. *Scientific Reports*. 12(1), 9041.

Poděkování

Příspěvek vznikl díky podpoře Ministerstva zemědělství ČR udělené projektu QK22010189 Vliv odlesnění na vodní režim malých povodí.

Kontakty | Contact Information

Ondřej Špulák: e-mail: spulak@vulhmop.cz