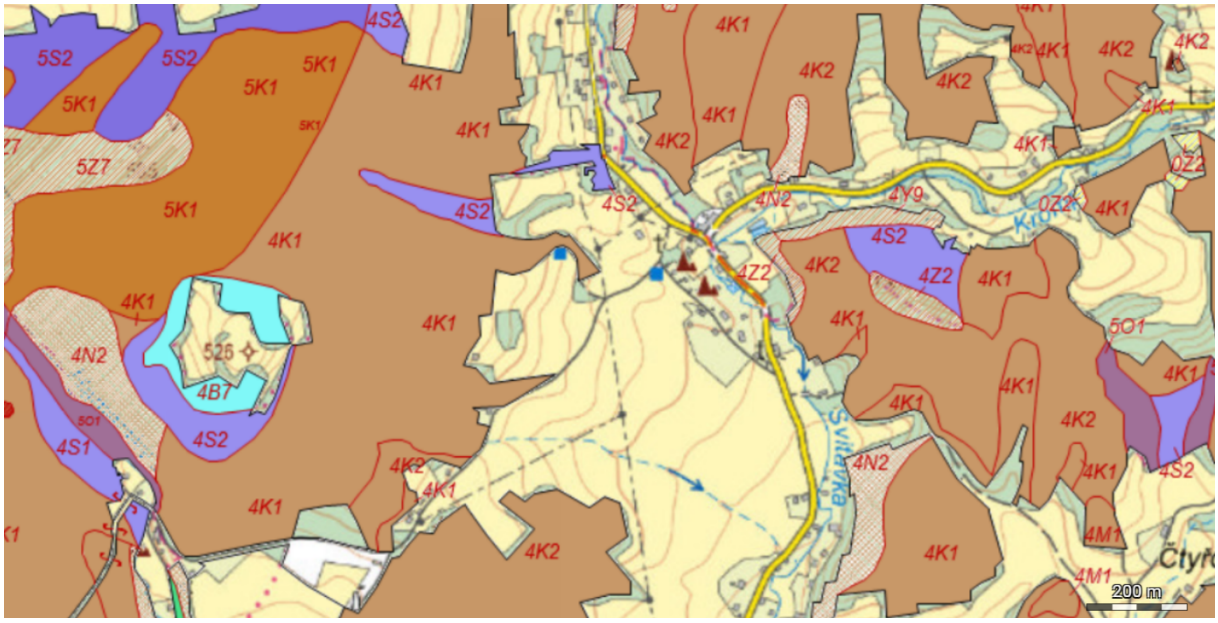
Sborník odborného semináře s exkurzí

Mařenice
14. 10. 2026

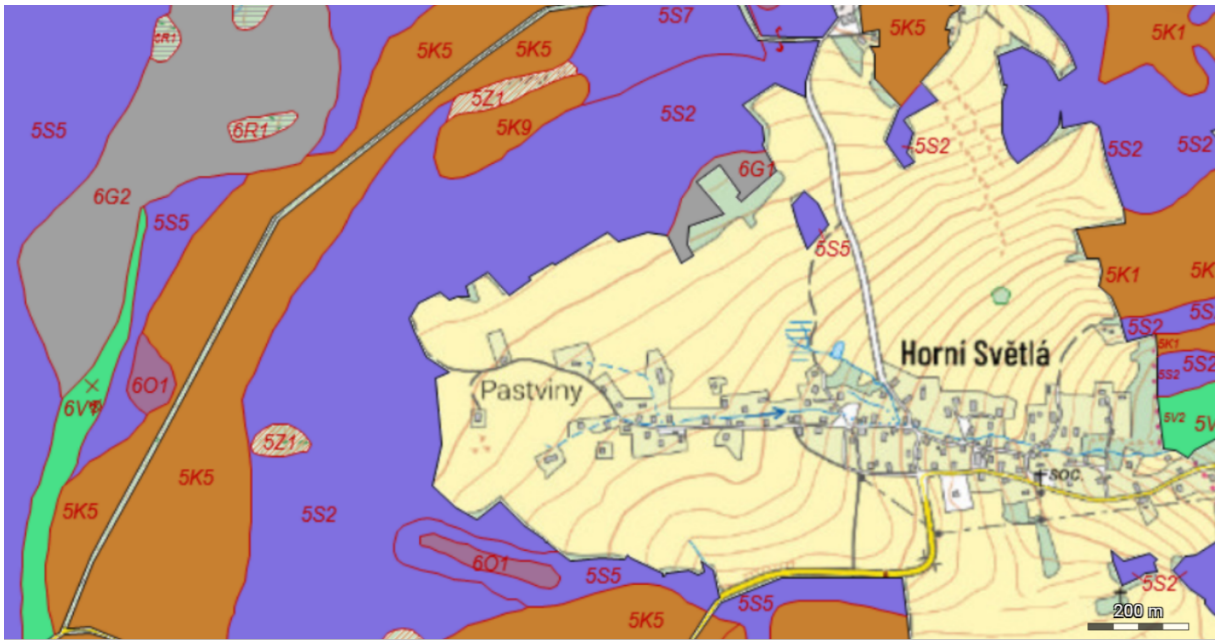
Můžeme připravit lesy na měnící se klima?

Problematika dřevinné skladby lesů ve vztahu k typologickému systému v měnících se klimatických podmínkách





Typologická mapa oblasti v okolí exkurzní ukázky - stanoviště 1 (zdroj: https://ga.nli.gov.cz/DsNli/Oprl/).



Typologická mapa oblasti v okolí exkurzních ukázek - stanoviště 2 až 5 (zdroj: https://ga.nli.gov.cz/DsNli/Oprl/).

Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i.

MENDELU Lesnická a dřevařská fakulta

Český hydrometeorologický ústav

Fakulta lesnická a dřevařská

ČLS

Můžeme připravit lesy na měnící se klima?

Problematika dřevinné skladby lesů ve vztahu k typologickému systému v měnících se klimatických podmínkách

Organizační garanti semináře:

Ing. Jiří Novák, Ph.D., VÚLHM, v.v.i.
Ing. Jana Čacká, ČLS Liberec, p.s.,
Ing. Václav Zouhar, Ph.D., NLI a VÚLHM, v.v.i.
Ing. David Dušek, VÚLHM, v.v.i.
Ing. Petr Válek, ML Doksy, s.r.o.

Editoři sborníku:

Ing. Jiří Novák, Ph.D.
Ing. David Dušek, Ph.D.
Ing. Dušan Kacálek, Ph.D.

Mařenice 14. 10. 2026

© VÚLHM, v. v. i.



Seminář je výstupem projektu QL24020351 „Aktualizace Lesnicko-typologického klasifikačního systému včetně stanovení předpokládaného vývoje lesních vegetačních stupňů s vyhodnocením vlivu mezo a mikroklimatu s ohledem na probíhající klimatické změny a jejich predikce“, který je podpořen Ministerstvem zemědělství ČR v rámci programu ZEMĚ II v NAZV.

Organizátoři tímto také děkují všem účastníkům semináře a spolupracujícím subjektům za podporu při organizaci uvedené akce. Poděkování patří také vlastníkům lesa, kteří umožnili přípravu exkurzních ukázek na jejich majetku.

Vydal: Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., Strnady

Editoři: Jiří Novák, David Dušek, Dušan Kacálek

Technická redakce, sazba, zlom, obálka: Jiří Novák, Antonín Novák

Tisk: Morčinko – Tiskárna Rege, Opočno

Náklad: 70 ks

ISBN 978-80-7417-314-1

Předmluva

Jiří NOVÁK

Klimatická změna je skutečností, se kterou se dnes vyrovnáváme v celé šíři hospodaření v krajině. Oteplení pozorujeme prakticky ve všech ročních obdobích, a přestože se dlouhodobý úhrn srážek zásadně nemění, jejich časové rozložení je stále nerovnoměrnější. Tyto proměny vyžadují přehodnocení tradičních postupů, které se po staletí jevily jako stabilní a funkční.

Zvláštní postavení má lesnické hospodaření, kde je zavádění změn vzhledem k dlouhověkosti porostů vždy „během na dlouhou trať". Úprava druhové skladby – směrem k dřevinám lépe odolávajícím novým podmínkám i k pestřejším směsím s nižším rizikem velkoplošných rozpadů – představuje úkol, který z pohledu délky lidského života nemá konce. Tento proces je však snazší, pokud se může opírat o relevantní výsledky výzkumu a dlouhodobé zkušenosti praxe.

Do rukou se Vám dostává sborník příspěvků, které mají ambici přispět k lepšímu porozumění možnostem efektivní a dostatečně rychlé adaptace našich lesů na měnící se klimatické podmínky. Většina textů vychází z poznatků získaných v projektu QL24020351 „Aktualizace Lesnicko-typologického klasifikačního systému včetně stanovení předpokládaného vývoje lesních vegetačních stupňů s vyhodnocením vlivu mezo a mikroklimatu s ohledem na probíhající klimatické změny a jejich predikce", řešeného ve spolupráci Výzkumného ústavu lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., Českého hydrometeorologického ústavu, Lesnické a dřevařské fakulty MENDELU v Brně a Fakulty lesnické a dřevařské ČZU v Praze za podpory Ministerstva zemědělství ČR.

Příspěvky se věnují vývoji klimatických prvků, rozdílům mezi klimatem a půdním prostředím pod lesními porosty a na volné ploše, současnému rozšíření a predikci posunu areálů lesních dřevin i dopadům těchto změn na zavedený typologický systém. Další část sborníku přináší poznatky z tematicky příbuzných projektů, zejména z výzkumu potenciálu domácích druhů dubů a genetické diverzity buku pro adaptaci lesního hospodaření. Významnou součást tvoří také příspěvky založené na zkušenostech praxe, prezentované mimo jiné na připravených exkurzních ukázkách.

Lesu zdar!

V Mařenicích, 14. 10. 2026

Obsah

Představení projektu zaměřeného na aktualizaci systému lesnické typologie v měnících se klimatických podmínkách *(J. NOVÁK)* 4

Trendy klimatických prvků a srovnání historických období, makroklima vs. mikroklima *(J. ROŽNOVSKÝ a kol.)* 6

Teplotní podmínky v lese, na pasece a meteorologické stanici v Doksech *(P. HORA)* 12

Doplňkové měření teploty vzduchu v beskydské části povodí Ostravice *(P. LIPINA)* 18

Vliv klimatu na dynamiku hydrofyzikálních parametrů půdního prostředí jehličnatých porostů na příkladu z 3. a 5. LVS *(D. VAVŘÍČEK, A. KUČERA)* 23

Modelování současného rozšíření a predikce posunu areálů indikačně významných druhů dřevin v České republice *(T. SVAČINA a kol.)* 30

Typologický systém lesů pod vlivem změny klimatu – je prostor pro změnu? *(V. ZOUNAR)* 34

Shrnutí adaptačních opatření na pěstování lesa ve vztahu ke klimatické změně v České republice *(P. VÁLEK)* 40

Potenciál dubu letního a zimního v procesu adaptace na klimatické změny *(J. LEUGNER, J. ČERNÝ)* 49

Využití mikrosatelitových markerů pro zjišťování genetických charakteristik porostů buku lesního *(P. MÁCHOVÁ a kol.)* 54

Hodnocení výsadeb dubu zimního v lesích obce Mařenice *(L. PECHÁČEK)* 60

Popis exkurzních ukázek semináře *(P. VÁLEK a kol.)* 68

Představení projektu zaměřeného na aktualizaci systému lesnické typologie v měnících se klimatických podmínkách

Jiří NOVÁK

Úvod

Lesnicko-typologický (LT) klasifikační systém hraje v ČR významnou roli prakticky na všech úrovních lesnicko-hospodářského plánování, tj. jak v pojetí celostátním (související legislativa), regionálním (Oblastní plány rozvoje lesů), tak i lokálním (Lesní hospodářské plány a osnovy). S probíhající klimatickou změnou a potřebou řešit přeměny jehličnatých monokultur na druhově pestřejší porosty se ukazuje, že páteř Lesnicko-typologického systému – lesní vegetační stupně – nastavené dle podmínek a znalostí minulého století vyžadují revizi.

Velká plocha lesních porostů je s ohledem na stanovištní podmínky a porostní typ (dáno převažujícím druhem dřeviny) na území České republiky velice labilní. Na celém území ČR představují klimatické podmínky klíčový faktor způsobující mortalitu a rozpad především smrkových lesů. Dosavadní přístup hodnocení klimatu a jejich změn vychází z klimatických dat získaných mimo lesní porosty a tak doposud není známo, jakou měrou se projevuje porostní klima v jednotlivých vegetačních stupních. Přitom znalosti vlastností porostního klimatu dávají možnost volby vhodných hospodářských opatření a charakter porostního klimatu v jednotlivých vegetačních stupních je základní dispozicí pro revizi vlivu současných klimatických změn na lesní ekosystémy.

Pro řešení uvedené problematiky byl Ministerstvem zemědělství ČR prostřednictvím Národní agentury pro zemědělský výzkum podpořen projekt QL24020351 „Aktualizace Lesnicko-typologického klasifikačního systému včetně stanovení předpokládaného vývoje lesních vegetačních stupňů s vyhodnocením vlivu mezo a mikroklimatu s ohledem na probíhající klimatic-ké změny a jejich predikce“.

Cíl projektu

Cílem projektu je aktualizace systému lesnické typologie v měnících se klimatických podmínkách pro potřeby hospodářské úpravy lesů. Součástí je provedení analýzy stavu typologického systému, dynamiky a trendů jednotlivých klimatických prvků i vybraných indexů, dále srovnání vybraných klimatických období, vyhodnocení porostních měření podle lesních vegetačních stupňů (LVS) z hlediska mikroklimatu ve vztahu k makroklimatu. Dále navazuje analýza dynamiky fenofází vybraných dřevin, klimaticko-růstových vztahů napříč LVS a predikce možného posunu výškového rozšíření lesních dřevin a bioindikačně významných bylin a trav v závislosti na scénářích vývoje klimatu. Výsledkem projektu budou metodika, mapy a návrhy úprav související legislativy, případové studie u spolupracujících podniků, publikace a semináře.

Etapy řešení

Projekt je členěn do následujících výzkumných etap:

A. Analýza vývoje a současného stavu typologického systému a typologické mapy zejména ve vazbě na klima, vývoj přirozenosti lesních porostů.
B. Srovnání klimatu za období 1961 až 2025 ve vztahu k období tvorby původního systému vegetační stupňovitosti, tj. 1901-1950.
C. Vyhodnocení porostních měření v jednotlivých vegetačních stupních s využitím historické databáze.
D. Analýza dynamiky fenofází vybraných lesních dřevin.
E. Analýza klimaticko-růstových vztahů a přírůstu výčetní kruhové základny u vybraných hlavních produkčních dřevin.
F. Predikce možného posunu areálů jednotlivých lesních dřevin a významných bioindikačních druhů bylin a trav.
G. Syntéza poznatků pro aktualizaci lesnicko-typologického klasifikačního systému a hodnocení vegetačních stupňů.
H. Případová studie na území lesních majetků spolupracujících partnerů

Plánované výsledky projektu

Pro celou dobu řešení (3/2024–12/2026) je plánováno celkem 9 závazných výstupů: 3 publikační (vědecké články v impaktovaných časopisech), 4 aplikované (podklady pro legislativu, certifikovaná metodika a mapy) a 2 ostatní (uspořádání odborných seminářů). Kromě toho již bylo realizováno nebo je v přípravě za rok 2026 dalších ca 20 publikačních nebo ostatních výsledků. Přehled a odkazy na dosažené výsledky lze sledovat i po skončení projektu na odkazu: https://starfos.tacr.cz/projekty/QL24020351. Část průběžných poznatků získaných v rámci řešení projektu je obsažena i v následujících příspěvcích tohoto sborníku.

Řešitelské organizace

Projekt je koordinován výzkumným ústavem lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i, Strnady a dalšími účastníky jsou Český hydrometeorologický ústav, Lesnická a dřevařská fakulta Mendelovy univerzity v Brně a Fakulta lesnická a dřevařská České zemědělské univerzity v Praze. Při řešení projektu je využívána aktivní spolupráce s podniky lesního hospodářství: Městské lesy Doksy, s. r. o. a Biskupství ostravsko-opavské, Biskupské lesy.

Kontakt

Ing. Jiří NOVÁK, Ph.D. (novak@vulhmop.cz)

Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i.
Výzkumná stanice Opočno
Na Olivě 550, 517 73 Opočno

Trendy klimatických prvků a srovnání historických období, makroklima vs. mikroklima

Jaroslav ROŽNOVSKÝ, Andrea SRUBKOVÁ, Pavel ZAHRADNÍČEK, Petr HORA, Pavel LIPINA

Úvod

Současný průběh počasí a změny klimatu představují jak prokazatelné globální oteplování, tak celou změnu celého klimatického systému. To znamená, že se mění nejen makroklima, ale také mezoklima a klima porostů, z našeho pohledu tedy porostové klima lesů. Změna klimatu je převážně dokládána vzestupem průměrných teplot, ale projevuje se i u ostatních klimatických prvků a zvláště výskytem extrémních stavů. Extrémy počasí a v dlouhodobém režimu extrémy podnebí významně ovlivňují jak přírodu, hospodářské činnosti, tak zdraví lidí. Výskyt extrémních teplot vzduchu se projevuje u teplotních maxim, teplotní minima naopak nedosahují hodnot minulých období. Ale vpády studeného až arktického vzduchu v závěru zimy a na jaře vyvolávají mrazy, které významně poškozují porosty. Úhrny srážek v roční sumě se významně nemění, ale narostla jejich dynamika. Mimořádně vysoké úhrny srážek jsou příčinou jak lokálních, tak rozsáhlých povodní. Dokladem jsou srážky září roku 2024, kterým ale na mnoha místech našeho území předcházelo sucho. Proto je cílem našeho projektu aktualizace systému lesnické typologie v měnících se klimatických podmínkách pro potřeby hospodářské úpravy lesů. Pro LVS je rozhodující zvláště teplota vzduchu, ale také půdy, dále úhrny srážek, nejen v jejich úhrnech, ale také doba jejich výskytu. Významný je též vliv expozice zvláště v členitém terénu pahorkatin a vrchovin, kdy jsou významné rozdíly mezi severními a jižními expozicemi svahů. Stanovené LVS jsou vyjádřeny výskyty těchto dřevin: dub zimní (*Quercus petraea*) a dub letní (*Quercus robur*), buk lesní (*Fagus sylvatica*), jedle bělokorá (*Abies alba*), smrk obecný (*Picea abies*) a kleč horská (*Pinus mugo*) a podle nich jsou i nazvány. Jistě, že v porostech jednotlivých LVS jsou i další druhy dřevin.

Projekt se zaměřuje na analýzu stavu typologického systému, dynamiku a trendy jednotlivých klimatických prvků a indexů včetně srovnání vybraných klimatických období. Pozornost je věnována i vyhodnocení porostních měření podle LVS z hlediska mikroklimatu ve vztahu k makroklimatu, které je vyjádřeno měřením na klimatologických stanicích (dále jen KS) Českého hydrometeorologického ústavu (dále jen ČHMÚ). Řešena je také analýza dynamiky fenofází vybraných dřevin, klimaticko-růstových vztahů napříč LVS a predikce možného posunu výškového rozšíření lesních dřevin a bioindikačně významných bylin a trav v závislosti na scénářích vývoje klimatu.

Meteorologická měření

Jak již bylo uvedeno v úvodu v rámci řešení projektu byla na vybraných lokalitách (tab. 1 a obr. 1) zajištěna měření kategorie mezoklimatu na volných plochách (VP) v blízkosti porostů, ve kterých na dvou místech (P1 a P2) probíhala porostová měření. V rámci projektu byly v jarním období roku 2024 instalovány automatické meteorologické stanice firmy

AMET. Měřeny jsou teplota a vlhkost vzduchu, teplota a vlhkost půdy v hloubkách 10, 30 a 50 cm. Na volné ploše byly měřeny také srážky. Měření jsou prováděna v 15minutovém intervalu a je zajištěn přenos dat. Tímto je umožněna rychlá kontrola průběhu měření na jednotlivých lokalitách a také stavu akumulátorů. Jde o to, že v porostech jsou nižší hodnoty globálního záření k dobíjení akumulátoru. V rámci smluvní spolupráce je firmou AMET zajištěna dálková kontrola funkčnosti stanic a potřebné zásahy či výměny čidel a jejich průběžné kalibrování a následná homogenizace řad. Zpracování naměřených dat zajišťuje řešitelské pracoviště ČHMÚ, kde je vytvářena i databáze meteorologických prvků vybraných KS v síti ČHMÚ.

Tab. 1: Lokality meteorologických měření.

Název místa	Kód	Souřadnice
Doksy VP	DVP	50.5805036N, 14.6024897E
Doksy P1	DP1	50.5801042N, 14.6079436E
Doksy P2	DP2	50.5809292N, 14.6080175E
Ještěd VP	JVP	50.7228561N, 14.9530214E
Ještěd P1	JP1	50.7232958N, 14.9530633E
Ještěd 2P	JP2	50.7240922N 14.9535875E
Ostravice VP	OVP	49.4824719N, 18.4111711E
Ostravice P1	OP1	49.4812717N, 18.4119844E
Ostravice P2	OP2	49.4809883N, 18.4131586E
Loštice VP	LVP	49.7228469N, 16.9065969E
Loštice P1	LP1	49.7220967N, 16.9085536E
Loštice P2	LP2	49.7223394N, 16.9103908E
Chlum jih listnatý	ChJL	50.2711614N, 16.1603453E
Chlum jih jehličnatý	ChJJ	50.2712325N, 16.1591461E
Chlum sever listnatý	ChSL	50.2659308N, 16.1819447E
Chlum sever jehličnatý	ChSJ	50.2665619N, 16.1801619E

VP – volná plocha, P porost, označení 1 blíž od VP, 2 dál od VP.



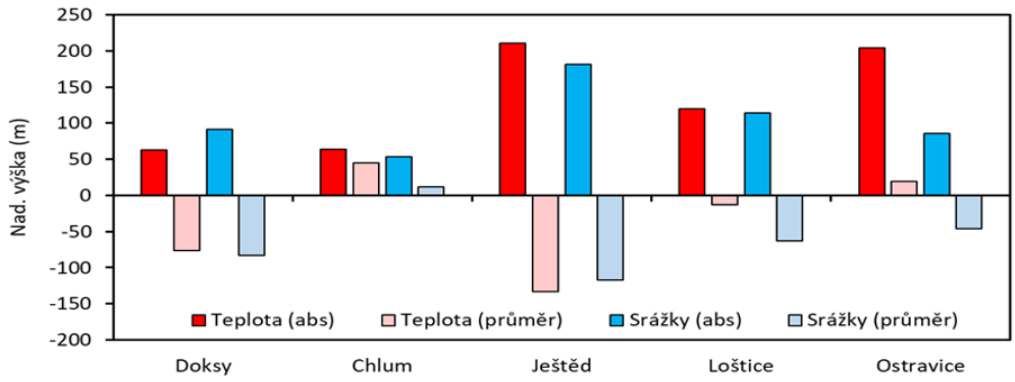
Obr. 1: Lokality s měřením na volné ploše a v porostech, viz tab. 1.

Hodnocení klimatických podmínek

Pro potřeby porovnání dlouhodobých změn klimatu nejen v lesních oblastech je nutné pracovat s kvalitními časovými řadami. Pro popis klimatu a jeho kolísání dané lokality je nutné pracovat s dlouhými homogenními řadami. Pro dané lokality byly vybrány stanice ČHMU, které mají k dispozici právě tyto řady. Kritérium výběru byla vzdálenost stanic

od lokality, rozdíl nadmořských výšek i podobné geografické vlastnosti. Z takto vybraných řad lze dopočítat relativně přesné klimatické charakteristiky daného území v denním kroku, i když přímo v místě není vlastní měření anebo není dostatečně dlouhé.

Jelikož byl určen nový normál 1991-2020, který nahradil ten stávající 1961-1990, vyvstala po roce 2021 potřeba tvorby těchto nových podkladů. Tyto řady končí rokem 2020 a v rámci tohoto projektu došlo k postupné aktualizaci a bude proveden dopočet až do konce roku 2025, a to u meteorologických prvků teplota vzduchu, srážky, vlhkost vzduchu, rychlost větru a doba slunečního svitu.



Obr. 2: Rozdíl nadmořské výšky nejbližší stanice ČHMÚ od dané lokality.

Pro různé meteorologické prvky se výběr stanic liší. Z toho vyplývají rozdíly vzdálenosti nejbližší stanice od dané lokality a rozdíly v nadmořských výškách. Stanice pro výpočet teploty vzduchu, vlhkosti vzduchu a rychlosti větru mají podobné vlastnosti umístění. Srážkoměrná síť je naopak podstatně hustší, proto vybrané stanice jsou výrazně blíže k daným lokalitám, což je velká výhoda pro výpočet srážkových poměrů v daném místě.

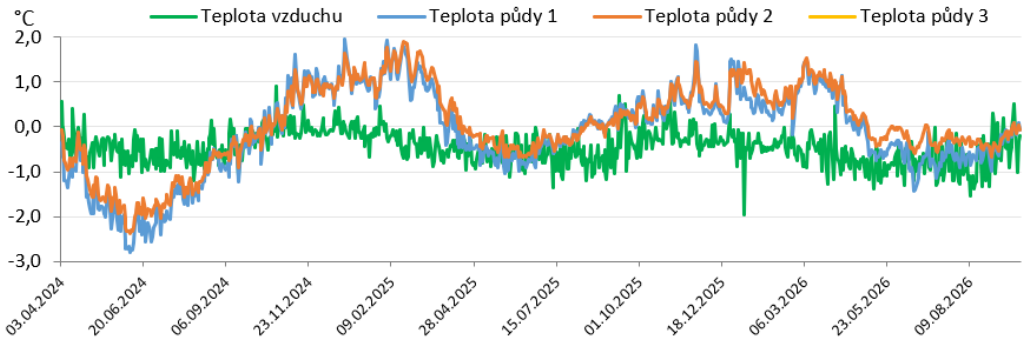
Pro teplotu vzduchu je nejbližší stanice od dané lokality k dispozici v průměru ve vzdálenosti 8 km. Nejblíže je lokalitě Doksy a Ještěd. Naopak Chlum má k sobě nejvzdálenější stanici (14,2 km). Ostatní použité stanice se nacházejí nejčastěji ve vzdálenosti do 20 km. Rozdíl nadmořských výšek je okolo 130 m (obr. 2). Nejvyšší je u výše položených stanic, a to až přes 200 m. Zároveň u stanice Ještěd jde většinou o stanice níže ležící, což vlastní výpočet klimatických charakteristik mírně zhoršuje. Pouze jediná stanice v okolí leží výše než studovaný bod.

Jako příklad uvádíme analýzu teplotních poměrů. Nejteplejší lokalitou je Chlum s průměrnou roční teplotou 8,2°C. Toto místo je také nejníže položené ze všech studovaných. Druhou nejteplejší jsou Loštice, i když jsou výše než například Doksy, které jsou až třetí nejteplejší lokalitou. Naopak nejchladnějším místem je Ještěd s dlouhodobou průměrnou roční teplotou 6,4°C. Mírně teplejší je Ostravice, i když leží o 35 m výše.

U srážkových charakteristik je dostupnost nejbližších stanic pro výpočet výrazně lepší. Nejbližší stanice leží nejčastěji do 4 km a většina pak do 8 km. Rozdíl nadmořských výšek je poté do 105 m a celkově leží spíše mírně níže než studovaná lokalita. Opět se jako problematičtější jeví lokalita Ještěd, kde většina stanic leží níže a pouze jedna výše než studovaný bod.

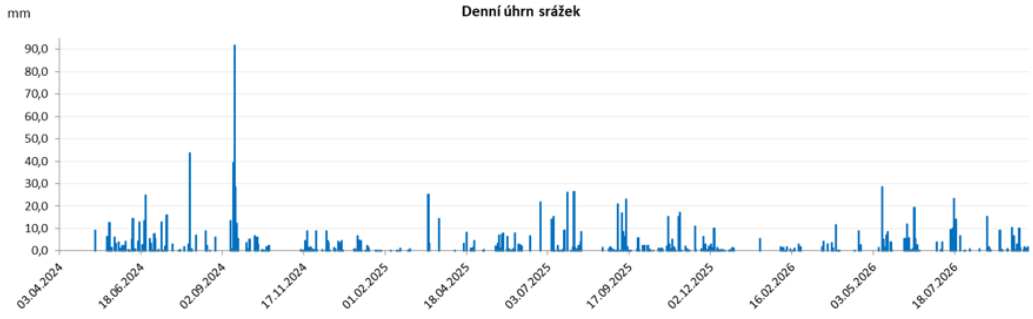
Teplota vzduchu a srážky

Analýza měření od července 2024 do června 2025 v borovém lese v Doksech ukázala, že průměrná roční teplota vzduchu je v lese nižší než mimo les jen o pár desetin °C. Rozdíl mezi lesem a oblastí mimo les je hlavně v kolísání teplot během dne, kdy teploty vzduchu v lese kolísají výrazně méně. Srovnatelné jsou údaje o relativní vlhkosti vzduchu. Větší rozdíly mezi lesem a bezlesím se vyskytují u teploty půdy. Zatímco v lese je průměrná roční teplota půdy velmi blízká průměrné roční teplotě vzduchu, na volné ploše dochází k zahřívání půdy přímo sluneční radiací a průměrná roční teplota půdy může být až o 2 °C vyšší než teplota půdy. V lese je kolísání teploty půdy během dne menší než mimo les. V zimě je teplota půdy v lese vyšší než mimo les. V době jarního nástupu vegetace jsou teploty půdy v lese i mimo les srovnatelné. Z průběžných výsledků je možné uvést, že vliv porostu se projevuje významněji u půdních teplot. Dokladem je průběh denních rozdílů mezi průměrnou denní teplotou vzduchu a půdy v porostu 1 a na volné ploše lokality Doksy (obr. 3). Odlišný průběh rozdílů v jednotlivých letech je ovlivněn průběhem počasí v daném roce.



Obr. 3: Průběh rozdílů teploty vzduchu (°C) a teploty půdy (°C) v porostu 1 a na volné ploše lokality Doksy.

Pro hodnocení vláhových podmínek je důležité měření úhrnů srážek. Příklad průběhu denních úhrnů uvádí obr. 4. Ovšem s ohledem na velmi složité měření v porostech, kde významnou roli hraje intercepce, nemohli jsme tato měření zajistit. Ovlivnění srážek porostem chceme odvodit pomocí vlhkosti půdy.



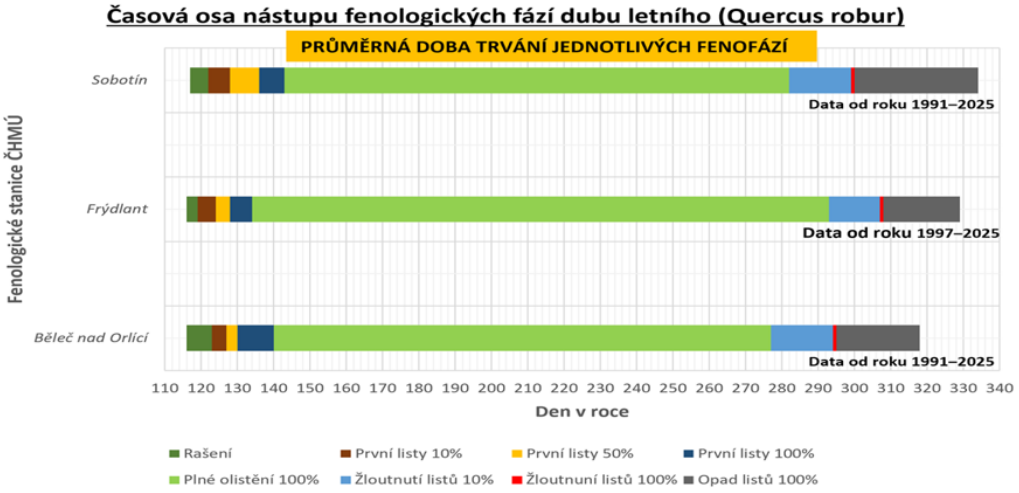
Obr. 4: Průběh denních úhrnů srážek na volné ploše lokality Doksy.

V dlouhodobém pohledu dochází od 60. let do současnosti k postupnému snižování sumy celkové výšky sněhu. Mezi sumou celkové výšky sněhu a teplotou vzduchu a množstvím srážek existuje silná korelace (korelační koeficient 0,8). Korelace mezi výškou sněhu a teplotou vzduchu je výraznější u níže položených stanic. Korelace mezi výškou sněhu

a množstvím srážek je výraznější u výše položených stanic. Mimo jiné z analýzy vyplývá, že se teploty vzduchu v zimě pohybují v průměru právě blízko 0 °C. Ubývání výšky sněhu s postupujícím oteplováním je hodně výrazné.

Fenologie

Dlouhodobá fenologická data ukazují výrazné rozdíly v nástupu a délce vegetačních fází jednotlivých druhů dřevin. Fenologické změny jsou výrazně ovlivněny lokálními klimatickými podmínkami a vykazují značnou meziroční variabilitu. Z provedených analýz vyplývá, že např. dub představuje středně raně rašící dřevinu s dlouhou dobou plného olistění. Ze srovnání mezi pozorovanými lokalitami vyplývá, že v oblasti Frýdlantu je období mezi rašením a úplným vývinem listu zhruba o 6 dní urychlené, ale zároveň dochází k nejdelší době fenofáze plného olistění. Podobně v lokalitách Běleč a Sobotín je dlouhé období mezi rašením až plným olistěním, ale i mezi plným olistěním a žloutnutím listů. Ovšem v oblasti Bělče nad Orlicí duby opadají zhruba o 20 dní dříve než u další hodnocených lokalit (obr. 5).



Obr. 5: Časová osa nástupu fenologických fází dubu letního (Quercus robur).

Závěry

Jak dokládají mnohé studie, ale také naše výsledky, změna klimatu za posledních více jak dvě normálová období, tedy od roku 1961 do roku 2020 a roky následující, je doložitelná analýzami vývoje klimatických prvků, zvláště teploty vzduchu. Z hlediska pěstování lesů jde o významný poznatek, který je nutné plně respektovat a bude zohledněn i v navazujících aplikovaných výstupech projektu.

Pro aktuální hodnocení klimatu a vymezení LVS s ohledem uvedený vývoj klimatu je též nutné poznat vazby mezi volnou krajinou, tedy makroklimatem, které vyjadřují KS ČHMÚ a mezoklimatem, tedy volnou krajinou a lesním porostem, tedy mikroklimatem. Naše výsledky dokládají uvedené vazby, kdy např. v průměrných teplotách vzduchu nenacházíme výrazné rozdíly, ale odlišná jsou maxima. Výrazný rozdíl je v hodnocení vlhkosti půdy volné plochy a porostu. Tento poznatek je nutné respektovat s ohledem na vláhové nároky jednotlivých dřevin.

Naše uvedené výsledky dokládají potřebu respektovat poznatky klimatologie z pohledu bioklimatologického, tedy vzhledem k nárokům jednotlivých dřevin. Jsou potřebná porostová měření, vyjádření podmínek i ve vztahu k půdnímu klimatu, zvláště vlhkosti půdy ve vazbě na srážkové poměry.

Literatura

KOLEKTIV AUTORŮ (1958): Atlas podnebí Československé republiky. Ústřední správa geodézie a kartografie, Praha.

KOLEKTIV: Podnebí ČSSR - Tabulky. HMÚ Praha 1961, 379 s.

KURPELOVÁ M., COUFAL L., ČULÍK, J. (1975): Agroklimatické podmienky ČSSR. Bratislava, Príroda, 270 s.

KYSELÝ, J., KAKOS, V., POKORNÁ, L. (2003): Povodně a extrémní srážkové úhrny v ČR a jejich časová proměnlivost. In Bioklimatologické pracovné dni. Funkciaenergetickej a vodnejbilanciev bioklimatologických systémoch, Račková Dolina, 2.-4.9.2003. Ed. Šiška, B., Igaz, D., Mucha, M. SPU v Nitre, Nitra, s. 6.

RÄISÄNEN, J., HANSSON, U., ULLERSTIG, A., DÖSCHER, R., GRAHAM, L.P., JONES, C., MEIER, H.E.M., SAMUELSSON, P., WILLÉN, U., European climate in late twenty first century: regional simulations with two driving global models and two forcing scenarios. Climate dynamics 27, 13-31, 2004.

ROŽNOVSKÝ, J., STŘEŠTÍK, J., ŠTĚPÁNEK, P. a P. ZAHRADNÍČEK (2020): The dynamics of annual and seasonal precipitation totals in the Czech Republic during 1961-2019. Acta Hydrologica Slovaca, 2020. Volume 21, No. 2, 197 – 203.

STŘEŠTÍK, J., J. ROŽNOVSKÝ, P. ŠTĚPÁNEK a P. ZAHRADNÍČEK, 2014. Increase of annual and seasonal air temperatures in the Czech Republic during 1961-2010. In: ROŽNOVSKÝ, J. a T. LITSCHMANN eds. Mendel and Bioclimatology. Conference proceedings, Brno, 3rd-5rd Sep. 2014 [CD]. Brno: 2014. ISBN 978-80-210-6983-1.

TOLASZ et al. (2007): Atlas podnebí Česka. Český hydrometeorologický ústav, Univerzita Palackého v Olomouci, 255 s. ISBN 978-80-86690-26-1 (CHMI), 978-80-244-1626-7 (UP).

ZAHRADNÍČEK, P., J. ROŽNOVSKÝ, P. ŠTĚPÁNEK a F. CHUCHMA, 2017. Výskyt silných mrazů koncem měsíce dubna 2016 s ohledem na škody způsobené v ovocnářství. In: Mrazy a jejich dopady – sborník abstraktů z mezinárodní konference, Hrubá Voda 26.–27. 4. 2017. Praha: Český hydrometeorologický ústav, 2017. ISBN 978-80-87577-69-1.

Elektronické zdroje: https://www.mzp.cz/cz/environmentalni_bezpecnost (1), http://portal.chmi.cz (2), www.chmi.cz (3)

Poděkování

Příspěvek vznikl v rámci řešení projektu QL24020351 „Aktualizace Lesnicko-typologického klasifikačního systému včetně stanovení předpokládaného vývoje lesních vegetačních stupňů s vyhodnocením vlivu mezo a mikroklimatu s ohledem na probíhající klimatické změny a jejich predikce“

Kontakt

RNDr. Ing. Jaroslav ROŽNOVSKÝ, CSc. (roznovsky@chmi.cz)

Ing. Andrea SRUBKOVÁ, Mgr. Pavel ZAHRADNÍČEK, Ph.D.

Mgr. Petr HORA, Ing. Pavel LIPINA

Český hydrometeorologický ústav
Pobočka Brno, Kroftova 43, 616 67 Brno

Teplotní podmínky v lese, na pasece a meteorologické stanici v Doksech

Petr HORA

Úvod

Meteorologické stanice běžně monitorují počasí na otevřených, nekrytých plochách s krátce posekaným trávníkem. Lesní porosty však vytvářejí specifické mikroklima, které se od volné krajiny zásadně liší. Může za to především struktura lesa – korunové a bylinné patro posouvají výšku aktivního povrchu, na který dopadá sluneční záření. Tento posun výrazně mění tok energie v prostředí. Přímé sluneční světlo proniká dolů jen omezeně, což tlumí výkyvy mezi denními a nočními teplotami. Les tak vytváří stabilnější teplotní režim. Intenzita větrání (advekce) je uvnitř porostu výrazně redukována. Mikroklima se vyznačuje vyšší vlhkostí vzduchu a nižšími teplotami půdy (Morecroft et al. 1998). Nejvýraznější rozdíly mezi lesem a otevřenou krajinou nastávají v nejteplejších dnech roku (Renaud, Rebetez 2009). Výsledné prostředí tak přímo ovlivňuje vývoj rostlin, chování živočichů i průběh půdních procesů.

Lokalita měření

V rámci projektu QL24020351, zaměřeného na aktualizaci Lesnicko-typologického klasifikačního systému (zahrnující předpověď vývoje lesních vegetačních stupňů a vliv mezoklimatu i mikroklimatu v kontextu klimatických změn) probíhá od jara 2024 měření základních meteorologických prvků uvnitř lesních porostů i na volných plochách napříč Českem (Hora 2025). Tento příspěvek vychází z dat o teplotě vzduchu a teplotě půdy naměřených od září 2024 do srpna 2026 v lokalitě Doksy. Primární stanoviště je převážně borový les na pískovcovém podloží (západně od obce, vrch v nadmořské výšce 355 m). Sekundární stanoviště je lesní louka / paseka vzdálená 400 m od primárního bodu. Srovnávací stanoviště je standardní stanice ČHMÚ v obecní zástavbě Doks (vzdálená ca 4 km, v nadmořské výšce 285 m).

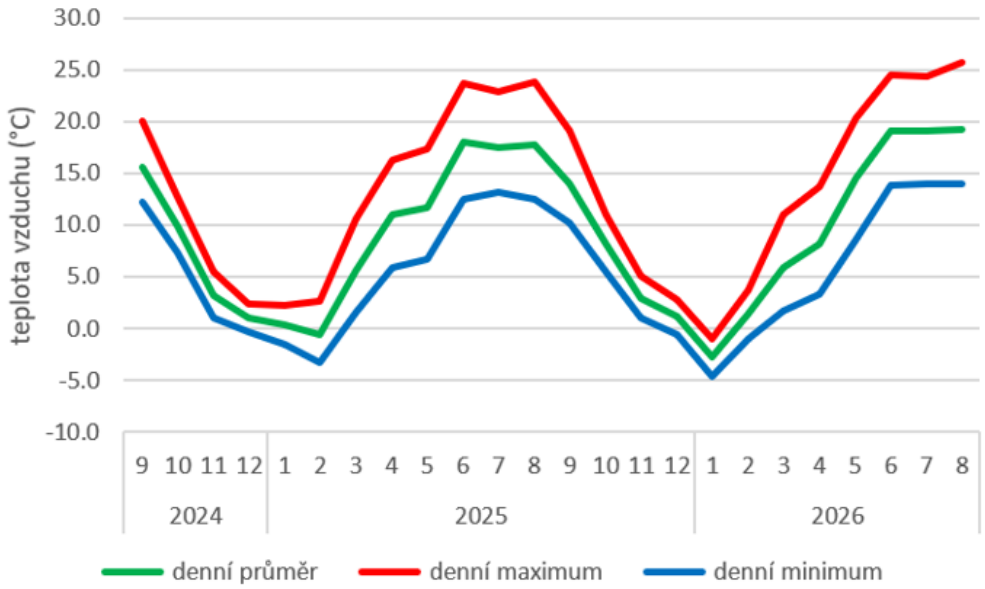
Primární stanoviště obsahovalo dvě lokality měření, vzdálené od sebe jen 100 m. Vzhledem k tomu, že naměřené klimatické prvky se ve svých průměrech na těchto lokalitách lišily jen nepatrně, je těmto rozdílům věnována v článku jen krátká zmínka a zbytek článku se věnuje rozdílům mezi lesem a nelesními lokalitami.

Teplota vzduchu byla měřena ve výšce 2 m nad zemí, teplota půdy v hloubkách 10 cm a 50 cm. Pro korektní vzájemné porovnání průměrných ročních hodnot je analýza dat záměrně vymezena na ucelené dvouleté období (násobek 12 měsíců).

Výsledky měření

Měření v lese probíhalo na dvou lokalitách. Rozdíly mezi nimi byly v průměrných hodnotách velmi malé. V tomto příspěvku budou prezentovány hodnoty jen z jedné lokality. Z té mírně teplejší. Průměrná teplota vzduchu byla během sledovaných 2 let oproti druhé lokalitě o 0,1 °C vyšší. Průměry denních maxim byly oproti druhé lokalitě o 0,3 °C

teplejší a průměry denních minim o 0,2 °C teplejší. Teploty půdy byly oproti druhé lokalitě v průměru o 0,1 °C vyšší. Vlhkosti vzduchu byly na obou lokalitách skoro stejné. Další údaje o lesním stanovišti budou již popisovat pouze onu teplejší lokalitu (obr. 1).



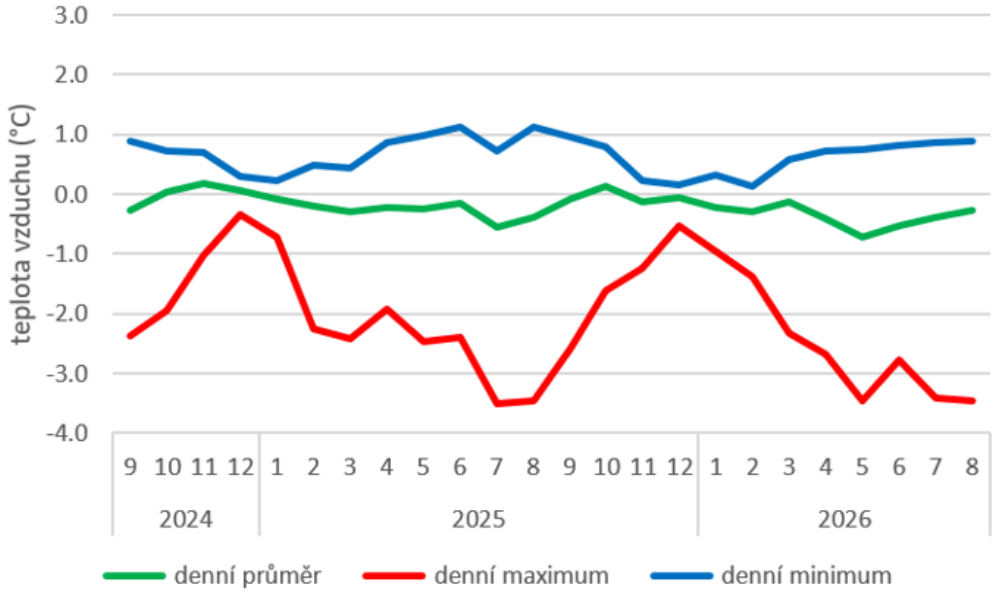
Obr. 1: Měsíční průměry teploty vzduchu v lese v Doksech od září 2024 do srpna 2026.

Průměrná teplota vzduchu byla od září 2024 do srpna 2026 v lese 9,2 °C, na pasece 9,5 °C a na stanici ČHMÚ 9,4 °C. Maximální denní teploty vzduchu v lese a mimo něj se již liší více. V průměru byly maximální denní teploty vzduchu v lese 13,4 °C, zatímco na pasece 15,5 °C a na stanici ČHMÚ 14,8 °C. Průměr minimálních denních teplot vzduchu byl v lese 5,6 °C, na pasece 4,9 °C, na stanici ČHMÚ 4,5 °C.

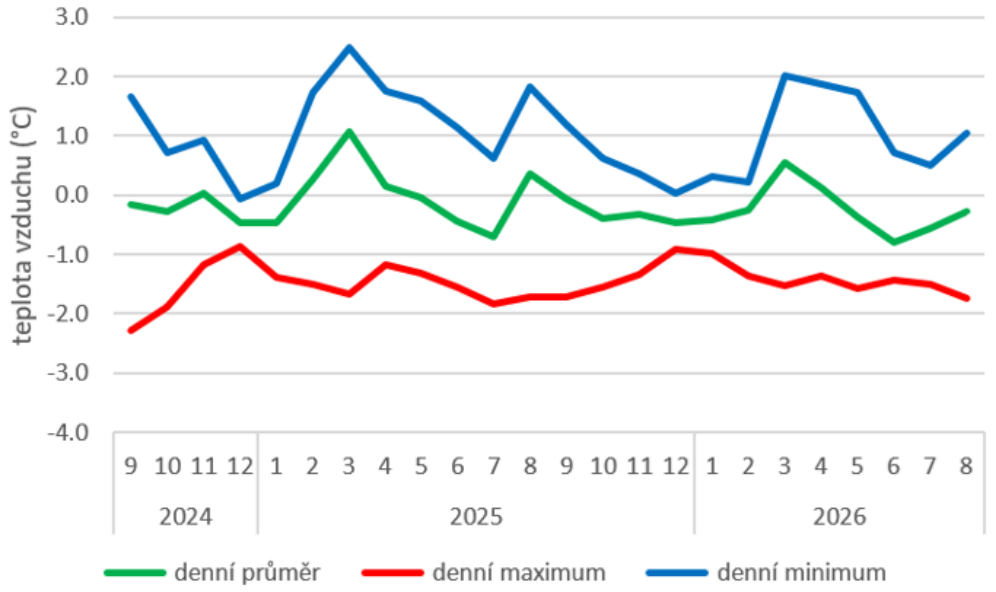
Srovnání teplot v lese a na pasece (obr. 2) ukazuje u jednotlivých teplot specifický roční průběh. Průměrná denní teplota je v lese vůči pasece většinu roku nižší, s maximem na konci jara a nebo v létě. Na podzim se rozdíly snižují a les je chvíli dokonce teplejší než paseka. Maximální denní teploty vzduchu se v lese a na pasece během roku výrazně mění. Les má celý rok nižší denní maxima, ale zatímco začátkem zimy je tento rozdíl minimální, v létě je rozdíl největší. Paseka se v létě přes den velmi zahřívá. Minimální denní teploty jsou v lese celý rok nižší než na pasece s tím, že v zimě jsou rozdíly malé, v létě jsou nejvýraznější.

Rozdíly teplot mezi lesem a meteorologickou stanicí (obr. 3) jsou do značné míry odlišné. U maximální denní teploty nevidíme tak výrazný denní chod, což potvrzuje spíše výše zmíněné zjištění o výrazném letním přehřívání paseky než to, že by les byl v létě o tolik chladnější. Výraznější rozdíly mezi lesem a meteorologickou stanicí u průměrné a minimální denní teploty jsou pak patrně důsledkem místního klimatu meteorologické stanice.

Celkově lze říct, že průměrné denní teploty se v lese liší od nelesních lokalit méně, než obecné povědomí o klimatu lesa říká. V lese, ve výšce 2 m nad zemí kolísá teplota vzduchu během dne mnohem méně než mimo les, zejména ve dnech s malou oblačností. Výsledkem tak jsou v lese nižší maximální denní teploty a vyšší minimální denní teploty. Větší tepelná kapacita lesa se pak projeví i v ročním chodu teplot.



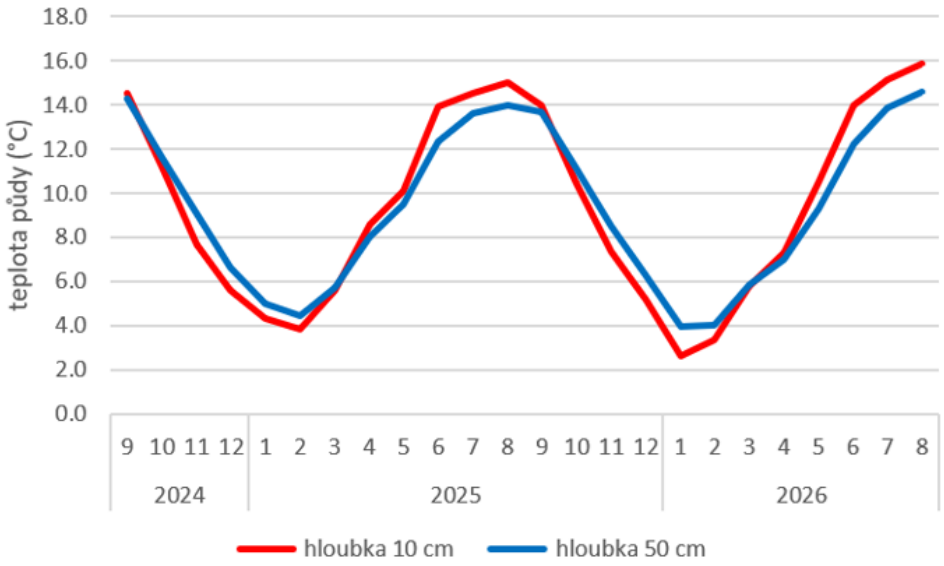
Obr. 2: Rozdíly měsíčních průměrů teploty vzduchu v lese a na pasece v Doksech od září 2024 do srpna 2026.



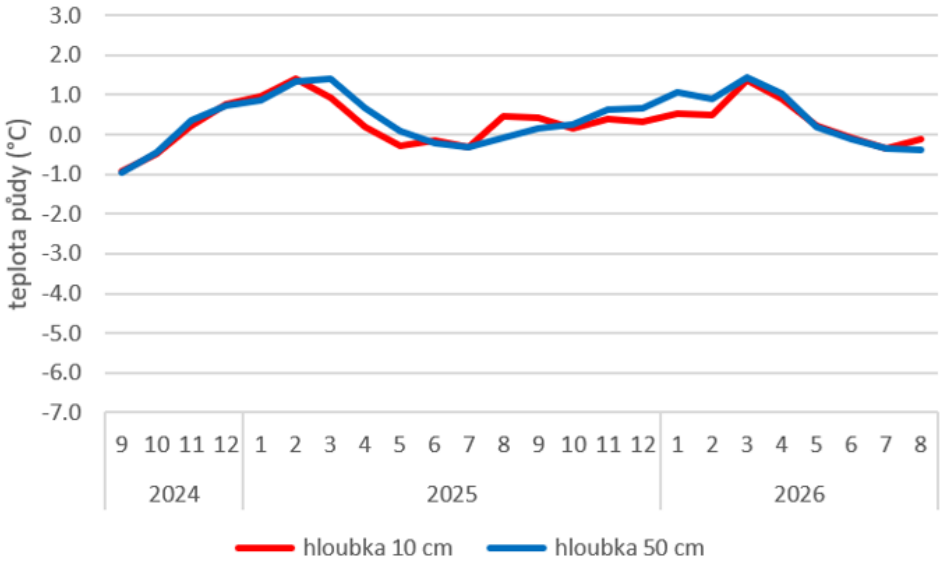
Obr. 3: Rozdíly měsíčních průměrů teploty vzduchu v lese a na meteorologické stanici v Doksech od září 2024 do srpna 2026.

Průměrná teplota půdy (obr. 4) byla od září 2024 do srpna 2026 v lese v hloubce 10 cm i 50 cm 9,4 °C, na pasece v hloubce 10 cm 9,1 °C a v hloubce 50 cm 9,0 °C a na stanici ČHMÚ v hloubce 10 cm 11,2 °C a v hloubce 50 cm 11,3 °C.

V ročních průměrech, a zvláště měsíčních, je vidět, že rozdíly mezi lesem a meteorologickou stanicí (obr. 6) jsou mnohem větší než mezi lesem a pasekou (obr. 5). Nejteplejší vůči okolí je les na konci zimy, nejchladnější v létě.



Obr. 4: Měsíční průměry teploty půdy v lese v Doksech od září 2024 do srpna 2026.

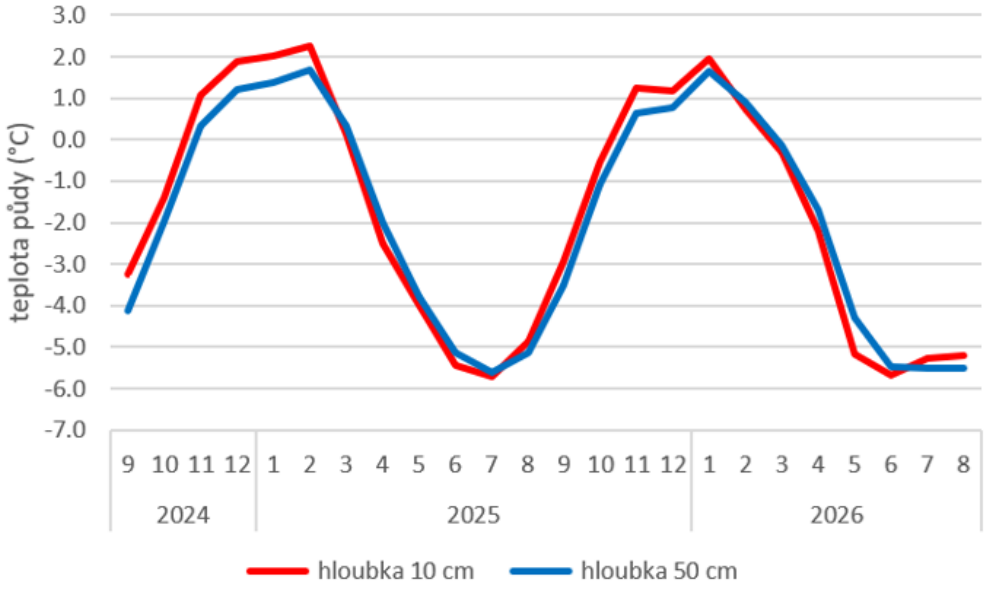


Obr. 5: Rozdíly měsíčních průměrů teploty půdy v lese a na pasece v Doksech od září 2024 do srpna 2026.

V ročních průměrech, a zvláště měsíčních, je vidět, že rozdíly mezi lesem a meteorologickou stanicí (obr. 6) jsou mnohem větší než mezi lesem a pasekou (obr. 5). Nejteplejší vůči okolí je les na konci zimy, nejchladnější v létě.

Zatímco v lese a na pasece je průměrná roční teplota půdy srovnatelná s průměrnou roční teplotou vzduchu, na stanici ČHMÚ je teplota půdy výrazně vyšší než teplota vzduchu. Na stanicích ČHMÚ, kromě pár výjimek, bývá průměrná roční teplota půdy o 1 °C až 2 °C vyšší než teplota vzduchu. Je to dáno patrně tím, že na stanicích ČHMÚ je krátce střižený trávník, sluneční radiace tak dopadá prakticky na povrch půdy a teplota půdy je tak řízena především radiací. V lese ale přímá sluneční radiace sotva kdy dopadne až na povrch půdy. Zde tedy teplota půdy musí být ovlivněna především teplotou vzduchu. Bylo by proti přírodním zákonům, aby zastíněná teplota půdy byla větší než teplota vzduchu. Překvapením jsou hodnoty teploty půdy na pasece. Zde totiž, překvapivě, teplota

půdy byla spíš srovnatelná s měřením v lese než na stanici ČHMÚ. Vysvětlením bude parně to, že bylinná vegetace na pasece je mnohem mocnější než na stanicích ČHMÚ. Radiace tedy ani na pasece nedopadá přímo na povrch půdy a nemůže tedy teplotu půdy zvyšovat výrazněji nad teplotu vzduchu.



Obr. 6: Rozdíly měsíčních průměrů teploty půdy v lese a na meteorologické stanici v Doksech od září 2024 do srpna 2026.

Závěr

Měření od září 2024 do srpna 2026 v borovém lese v Doksech ukázalo, že průměrná roční teplota vzduchu je v lese nižší než mimo les jen o pár desetin °C. Rozdíl mezi lesem a okolím je hlavně v kolísání teplot během dne a roku, kdy teploty vzduchu v lese kolísají výrazně méně. Větší rozdíly mezi lesem a bezlesím se vyskytují u teploty půdy. Zatímco v lese je průměrná roční teplota půdy velmi blízká průměrné roční teplotě vzduchu, na krátce střiženém trávníku dochází k zahřívání půdy přímo sluneční radiací a průměrná roční teplota půdy může být až o 2 °C vyšší než teplota vzduchu. Na vyšším lučním povrchu ale již k viditelnému prohřívání půdy nedochází a rozdíly mezi situací na pasece a lesem už nejsou tak velké. V lese je kolísání teploty půdy během dne a roku menší než mimo les. V zimě je teplota půdy v lese vyšší než mimo les. V době jarního nástupu vegetace jsou teploty půdy v lese i mimo les srovnatelné.

Literatura

Hora, P. 2025. Měření teploty vzduchu a půdy a vlhkosti vzduchu v lesních porostech v Doksech. Acta Facultatis Ecologiae. 2025, roč. 49, s. 20–27. ISSN 1336-300X.

Morecroft, M. D., Taylor, M. E., Oliver, H. R. 1998. Air and soil microclimates of deciduous woodland compared to an open site. Agricultural and Forest Meteorology, 90. s. 141 – 156. https://doi.org/10.1016/S0168-1923(97)00070-1

Renaud, V., Rebetez, M. 2003. Comparison between open-site and below-canopy climatic conditions in Switzerland during the exceptionally hot summer of 2003. Agricultural and Forest Meteorology, 149. s. 873 – 880. https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2008.11.006

Poděkování

Příspěvek vznikl v rámci řešení projektu Aktualizace Lesnicko-typologického klasifikačního systému včetně stanovení předpokládaného vývoje lesních vegetačních stupňů s vyhodnocením vlivu mezo a mikroklimatu s ohledem na probíhající klimatické změny a jejich predikce (MZe ČR, QL24020351).

Kontakt

Mgr. Petr HORA (petr.hora@chmi.cz)

Český hydrometeorologický ústav, pobočka Brno
Oddělení meteorologie a klimatologie
Kroftova 2578/43, 616 67 Brno

Doplňkové měření teploty vzduchu v beskydské části povodí Ostravice

Pavel LIPINA

Úvod

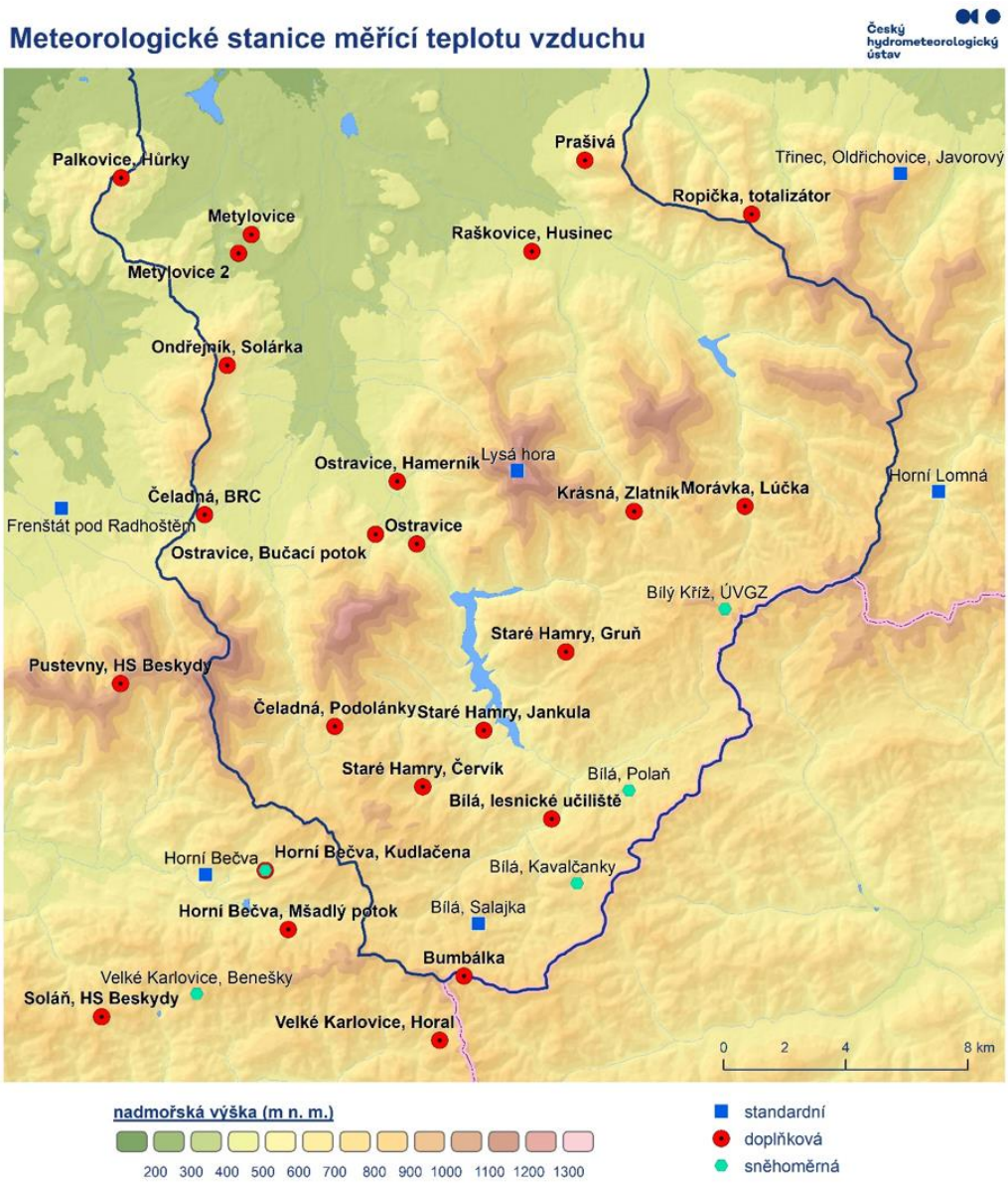
Povodí řeky Ostravice je zajímavou oblastí v severovýchodní části Moravskoslezského kraje. V téměř severojižním směru má vzdušnou délku okolo 55 km. V jižní a jihovýchodní hornaté části sousedí se Slovenskem a na severu končí v Ostravě. Nejvyšším bodem povodí je vrchol Lysé hory s nadmořskou výškou 1323 m. V příspěvku se budeme zabývat pouze beskydskou, tedy horskou částí tohoto povodí, přibližně od Bumbálky po Palkovice.

Jak je zřejmé z přiložené mapy zájmového území (obr. 1), data teploty vzduchu standardních meteorologických stanic Českého hydrometeorologického ústavu (dále jen ČHMÚ) jsou k dispozici pro lokalitu Bílá, Salajka a Lysá hora. V bezprostředním okolí zájmového území to jsou stanice Horní Bečva, Frenštát pod Radhoštěm, Sviadnov (Frýdek-Místek), Lučina, Javorový (Třinec, Oldřichovice) a Horní Lomná. Aktuální přehled staniční sítě je k dispozici v Klimatologické ročence České republiky za rok 2025 (ČHMÚ 2026). Pro zajištění správného výpočtu zásoby vody ve sněhu v operativním režimu ČHMÚ buduje a provozuje síť automatických sněhoměrných stanic. Na těchto stanicích také probíhá měření teploty vzduchu se záznamem v intervalu 10minut. V zájmové území se nacházejí stanice na lokalitách Bílý Kříž, Bílá-Polaň, Bílá-Kavalčanky a v těsné blízkosti povodí také Horní Bečva, Kudlačena a Velké Karlovice, Benešky.

Staniční síť srážkoměrných a klimatologických stanic má nejen v povodí řeky Ostravice, ale v celé republice zajímavý a relativně dlouhý vývoj. Historie je stručně popsána v např. příspěvku Lipina, Šustková (2025). Z historicky měřených lokalit jsou k dispozici data teploty vzduchu v lokalitě Ostravice (1873–1961), Staré Hamry (1877–1888, 1924–1937), Lysá hora od roku 1897 a Bílá od roku 1899. Na základě těchto měřených lokalit a po doplnění výpadků měření technickými řadami je možné pro tyto lokality počítat trendy teploty vzduchu, jak v ročním průběhu, tak pro jednotlivé měsíce. Zajímavé a důležité jsou také historické teplotní extrémy jednotlivých lokalit a počty charakteristických dnů (den tropický, letní, mrazový, ledový, arktický či den s tropickou nocí).

Doplňková staniční síť teploty vzduchu

Je zcela zřejmé, že státní monitorovací síť není a nikdy nebude tak hustá, aby pokryla požadavky na všechna možná klimatologická a jiná zpracování a dostatečně a přesně byla schopna popsat mezo a mikroklimatické charakteristiky zkoumaných oblastí a lokalit. Pro tyto účely se v historii i v současnosti zřizovaly a zřizují doplňkové či účelové meteorologické stanice. Mnoho historických účelových stanic bylo zrušeno po reorganizaci meteorologické staniční sítě v roce 1980.



Obr. 1: Standardní, sněhoměrné a doplňkové stanice ČHMÚ měřící teplotu vzduchu v beskydské části povodí řeky Ostravice a v přilehlém okolí. Autor mapy Veronika Šustková.

V roce 2017 se na území pobočky ČHMÚ Ostrava začala, na základě inspirace ze Šumavy, budovat síť doplňkových meteorologických stanic v oblasti Beskyd, Jeseníků a v Ostravě pro zkoumání tepelného ostrova. Největší hustota doplňkových stanic měření teploty vzduchu je v povodí řeky Ostravice. V tomto příspěvku se budeme zabývat pouze beskydskou částí tohoto povodí.

Doplňkové stanice byly a jsou zřizovány pro možnost stanovení charakterizovat teploty vzduchu pro požadovaná místa a mohou dobře charakterizovat mezo a mikroklimatické podmínky zkoumané lokality. V Beskydech jsou často umístěny v souvislých lesních porostech, jsou umístěny v odlišných expozicích vůči oslunění. Některé stanice jsou umístěny v úzkých zaříznutých údolích, v blízkosti sjezdovek či běžeckých tratí. V neposlední řadě je možné počítat i teplotní gradienty v povodí a v oblasti díky velkému množství stanic v různých nadmořských výškách na relativně malé ploše. Velké uplatnění mají, nebo mohou mít, data pro speciální lesnický výzkum. Stanice jsou nebo mohou být

mnohem blíže ke zkoumaným lokalitám než relativně řídce se vyskytující standardní meteorologické stanice. Doplňkové stanice mají také jiné nároky na umístění stanic oproti standardním meteorologickým stanicím. Co mají společné se standardní sítí je výška teplotního čidla 2 m nad zemí a nad travním povrchem. Rovněž základním předpokladem je umístění čidla do kvalitních radiačních krytů, nebo do meteorologické budky. Výška umístění čidla a radiační kryt je důležitý faktor pro možnost porovnání, nebo doplňování dat se standardní síti meteorologických stanic.

Popis čidel

Čidla jsou umístěna v meteorologické budce nebo častěji v radiačním krytu na dřevěném či kovovém sloupku ve výšce 2 m. Registrační část čidla s displejem je umístěna nejčastěji ve vodotěsné krabičce s krytím. Zvolená teplotní čidla Termio1 nebo Termio25 polské firmy Termoprodukt Bielava, jsou jedny z nejlepších při porovnání cena a výkon. Čidla stála v roce 2017 1.000 Kč za kus, v roce 2026 již 1.500 Kč. Standardní čidlo má 1 m dlouhý kabel k registrační jednotce s displejem. Je to průmyslové čidlo v rozsahu měření –70 až +300 °C, které umožňuje registrovat výsledky měření v intervalu od jedné sekundy. Firma dodává čidla s certifikátem/kalibračním listem. Podle dokumentace od výrobce pro čidlo TERMIO25/1 je kapacita paměti 32703 záznamů a kapacita baterie 1.000.000 záznamů.

V registrační jednotce je nastaven pravidelný 5minutový interval měření a registrace (v 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35 40, 45, 50 a 55 minutě SEČ). Tento interval je standardně importovatelný do databáze CLIDATA a z 5minutového intervalu je možné vypočítat další odvozené prvky jen s malou chybou. Tedy maximální a minimální denní teplota vzduchu je počítána z 288 hodnot. Při intervalu záznamu 5 minut vydrží paměť čidla 113 dnů (což jsou téměř 4 měsíce). Deklarovaná výdrž baterie (téměř jeden rok) je silně nadhodnocená. Originálně dodávané baterie vydrží 160 až 180 dnů. Používají se litiové baterie 1/2AA 3,6 V. V ČR se dají zakoupit obdobné baterie za 85 Kč/kus a mají výdrž okolo 190 až 220 dnů.

Při začátku měření je potřeba nastavit správný čas (nejlépe v SEČ) a spustit registraci měření v každé pravidelné „pětiminutě“, jak bylo uvedeno výše. Při odečtu dat se k registrační části čidla připojí tzv. czytnik, který se přes USB rozhraní připojí do notebooku. Zde se spustí dodávaný software (LogSoft) a stáhnou se data v textovém souboru. S daty v textovém formátu se velmi dobře pracuje (MS Excel, úprava a import do databáze CLIDATA).

Import dat do databáze CLIDATA

Všechna změřená data (textový soubor) jsou po drobné úpravě importována do klimatologické databáze CLIDATA do skupiny doplňkových stanic s indikativy O7%. V souběhu s instalací byly v databázi CLIDATA definován indikativ každé stanice (ve skupině O7%), definovaná geografie, popis, souřadnice, nadmořská výška a vytvořen popis pozorování pro jednotlivé prvky T, TMA a TMI, Tampl, TMAnoc, TMAden, TMInoc, TMIden (nepravidelná data) a T (pravidelná data).

Do databáze CLIDATA tak importujeme 5minutová data ze zdrojových pravidelných dat. Automaticky vytváříme termínová data a počítáme denní maxima a minima, teplotní amplitudu a další definované charakteristiky. Z denních dat automaticky počítáme měsíční a roční data, která jsou lépe zpracovatelná než 5minutová data. Zdrojová pravidelná data využíváme jen výjimečně pro epizodní zpracování a speciální charakteristiky.

Data jsou tak trvale k dispozici v klimatologické databázi ČHMÚ CLIDATA, Importují se v dávkovém režimu, zpravidla čtyři až šest krát ročně. Podléhají definovaným kontrolám, stejnými, jaké jsou definované pro standardní meteorologické stanice. Jakákoliv oprava, popř. doplnění výpadku se ihned projeví v datech. Opravená data jsou opatřena příslušným flagem a v téměř reálném čase se data přepočítají.

Měřené lokality teploty vzduchu

Stanice na území v povodí řeky Ostravice:

Bílá (areál bývalého lesnického učiliště). Stanice v nadmořské výšce 545 m umístěná v úzkém údolí orientovaném v JZ-SV směru v centru obce.

Bumbálka. Stanice v nejjižnějším výběžku povodí Ostravice ve stejnojmenném sedle ve výšce 856 m n. m. na hranici se Slovenskem.

Čeladná. Stanice umístěná v nadmořské výšce 470 m v parku Beskydského rehabilitačního centra.

Čeladná, Podolánky. Stanice v nadmořské výšce 700 m umístěna v souvislém lesním porostu nedaleko PR Smrk, u bývalého hotelu Srdce Beskyd.

Staré Hamry, Gruň. Stanice umístěna v nadmořské výšce 810 m v části Těšiňočka nedaleko lyžařského areálu Armaturka. Stanice je situována na svahu s JZ expozicí nad přehradou Šance.

Metylovice. V této obci jsou umístěny dvě stanice vzdálené od sebe 700 m v nadmořské výšce 370 a 380 m, pod vrcholem Čupek umístěné ve vesnické zástavbě, nebo na jejím okraji.

Morávka, Lúčka. Stanice umístěna v úzkém údolí řeky Morávky situované severo-jižním směrem ve výšce 600 m n. m. nedaleko místní části Bebek.

Ondřejník, Solárka. Stanice umístěna v nadmořské výšce 715 m, nedaleko bývalé turistické chaty Solárka na svahu s východní expozicí pod vrcholem Ondřejník.

Ostravice, Bučací potok. Jedna ze tří meteorologických stanic na Ostravici ve výšce 507 m n. m. se SV expozicí pod vrcholem Smrk.

Ostravice. Údolní stanice ve výšce 435 m n. m. SZ od hráze přehrady Šance.

Ostravice, Hamerník. Stanice v nadmořské výšce 462 m, umístěna na svahu s jižní expozicí na úpatí Lysé hory.

Palkovice, Hůrky. Stanice v nadmořské výšce 530 m, na svahu s východní expozicí nedaleko rekreačního střediska Hůrky II.

Prašivá. Stanice umístěna v nadmořské výšce 700 m, v okraji smrkového porostu nedaleko turistické chaty Prašivá.

Raškovice, Husinec. Stanice umístěná v řídké obecní zástavbě na svahu se SV expozicí ve výšce 447 m n. m.

Ropička. Stanice umístěna v nadmořské výšce 876 m, v lokalitě, kde je umístěn i totalizátor (kumulativní horský srážkoměr) v lesním porostu na mírném svahu orientovaném severním směrem pod vrcholem Ropička.

Staré Hamry, Červík. Stanice v lesním porostu v nadmořské výšce 640 m, v úzkém údolí potoka Červík orientovaném ve směru Z-V v závěrovém profilu experimentálního povodí Červík.

Staré Hamry, Jankula. Stanice v nadmořské výšce 535 m, v řídké obecní zástavbě na mírném svahu s východní expozicí nad přehradou Šance.

Krásná, Zlatník. Stanice v nadmořské výšce 650 m, na svahu se SV expozicí pod Lysou horou na louce bývalé sjezdovky Ski Zlatník-Fela.

Stanice v těsné blízkosti území povodí Ostravice:

Horní Bečva, Mšadlý potok. Stanice v nadmořské výšce 662 m, na svahu orientovaném severním směrem.

Horní Bečva, Kudlačena. Stanice v nadmořské výšce 660 m, kde je také umístěna automatická sněhoměrná stanice ČHMÚ. Řídce osídlená oblast SV od přehrady H. Bečva.

Pustevny. Stanice ve výšce 1013 m n. m. v sedle Pustevny nedaleko služebny HS.

Solaň. Stanice v nadmořské výšce 798 m, nedaleko služebny HS na svahu s J expozicí.

Velké Karlovice, Horal. Stanice v nadmořské výšce 755 m, nad horským hotelem Horal na svahu se SZ expozicí.

Závěr

Data z vybraných doplňkových stanic vstupují do zpracování v rámci projektu Aktualizace Lesnicko-typologického klasifikačního systému včetně stanovení předpokládaného vývoje lesních vegetačních stupňů s vyhodnocením vlivu mezo a mikroklimatu s ohledem na probíhající klimatické změny a jejich predikce. Data z těchto stanic jsou velmi dobře využitelná k mikroklimatickým charakteristikám potřebným k řešení projektových úkolů. Spolu s daty standardních stanic můžeme velmi dobře počítat plošné charakteristiky i pro menší území, např. pro povodí řeky Ostravice. V neposlední řadě mohou přispět a přispívají k doplnění chybějících dat, popř. prodloužit standardní datové řady, ze kterých je možné počítat trendy průběhu jednotlivých meteorologických prvků. Zdrojová 5minutová, termínová, denní, měsíční nebo roční data jsou k dispozici pro případně další projekty, popř. všechny potřebné charakteristiky a klimatologická zpracování.

Literatura

ČHMÚ, 2026. Klimatologická ročenka České republiky 2025 [online]. Praha: ČHMÚ. 1. vyd., 86 stran. ISBN 978-80-7653-092-8 (online, pdf). Dostupné z WWW: https://info.chmi.cz/rocenka/meteo2025/.

Lipina, P., Šustková, V., 2025. Meteorologická měření a klima v povodí řeky Ostravice. In: Bioklimatologie a její poznatky; 60 let Československé bioklimatologie. Vydala Technická univerzita vo Zvolene. ACTA FACULTATIS ECOLOGIAE, 49: 50–58. Dostupné z WWW: https://fee.tuzvo.sk/sites/default/files/afe_49.pdf.

Poděkování

Příspěvek vznikl v rámci řešení projektu QL24020351 Aktualizace Lesnicko-typologického klasifikačního systému včetně stanovení předpokládaného vývoje lesních vegetačních stupňů s vyhodnocením vlivu mezo a mikroklimatu s ohledem na probíhající klimatické změny a jejich predikce.

Kontakt

Ing. Pavel LIPINA (pavel.lipina@chmi.cz)

Český hydrometeorologický ústav, pobočka Ostrava
K Myslivně 2/2182, 708 00 Ostrava-Poruba

Vliv klimatu na dynamiku hydrofyzikálních parametrů půdního prostředí jehličnatých porostů na příkladu z 3. a 5. LVS

Dušan VAVŘÍČEK, Aleš KUČERA

Úvod

Voda v lesních porostech prezentuje klíčový faktor produkce a současně přispívá i k jejich stabilitě. Je nezbytná nejen z aspektu výživy, kde zajišťuje translokační proces pro živiny, ale také významně působí na postupný vývoj porostů. Zdroje půdní vody do ca 5. LVS jsou hlavně vertikální srážky. Klimatická změna a nevyrovnané srážky mohou vytvářet podmínky pro nedostatek fyziologicky přístupné vody (Lobet et al. 2014) a následného stresu pro porosty (Matejka et al. 2002). Velmi důležité jsou vnitřní půdní faktory významně ovlivňující dostupnost fyziologicky přístupné vody. Je to zejména půdní textura a obsah organických látek, které v dílčích horizontech zajišťují mj. i intenzitu a optimalizaci prokořenění daných vrstev (Ghestem 2011). Lesní půda v rámci těchto faktorů pak funguje jako přirozený rezervoár vody. Díky vysoké infiltrační schopnosti lesních ekosystémů dochází tak i k efektivnímu zmírňování dopadů dlouhodobého sucha (Šrámek et al. 2023). Lesní ekosystémy jako celek odpařují v rámci evapotranspirace velké množství vody a ochlazují tak okolní vzduch, čímž snižují povrchovou teplotu půdy až o desítky stupňů (Pokorný, Hesslerová 2022).

Obsah vody v půdě, formy a vodní režim

Jedním z diagnostických faktorů nárůstu a ztráty vody v půdě je okamžitá vlhkost. Vyjadřuje se v objemových procentech obsahu vody, která je pro posouzení její dynamiky zejména v lesních porostech nejvhodnější. Důležitou retenční složkou v lesních půdách je humus, který úzce souvisí s porostní druhovou skladbou (Ilek et al. 2015). V půdě je pak voda vázána různými silami, které definují její jednotlivé hydrolimity (White 2006). Mezi těmito silami neexistuje ostrá hranice. Všechny pak tvoří celkový vodní potenciál. Rostlina – dřevina potřebuje k optimalizaci svého vodního režimu a k získání vody z půdy určitý sací tlak, který je u různých rostlin – dřevin různý. Vyjadřuje se jako záporná hodnota atmosférického tlaku (–MPa). Negativní tlak se pak nazývá sací. Z tohoto aspektu jsou důležité hydrolimity půdy, které prezentují sílu vázané vody v půdním tělese (USDA-NRCS 1999). Jsou to hodnoty dosažené antecedencí v půdě a popisují vztah vody a půdy podle průtoku vody v půdě a její přístupnosti pro rostliny. Pro daná šetření byly použity důležité hydrolimity, které mají úzký vztah k optimalizaci hydrického režimu v rostlině – dřevině.

Retenční vodní kapacita (RVK) odpovídá –0,08 až –0,01 MPa (pro překonání takto vázané vody je třeba vyvinout pouze nízkou sací sílu kořenů ca 0,1- 0,8 atm), což je běžný stav při optimální vlhkosti. Vyjadřuje schopnost retence půdy udržet určité množství vody po delší dobu (24 hodin). Voda při tomto hydrolimitu stále proudí půdním tělesem, ale jen v nejtenčích pórech. Tok vody je přerušen pouze v gravitačních nekapilárních pórech.

Lentokapilární bod (LB-Lento bod) odpovídá vyšší sací síle –0,3 až –0,1 MPa. Je to půdní vlhkost, kde pro překonání takto vázané vody je třeba vyvinout vyšší sací sílu kořenů ca 1 - 3 atm. Tato vázaná voda v půdě je definována mírně až téměř bez pohybu vázanou kapilární vodou. Odpovídá stavu, kdy náhlý pokles pohyblivosti začíná přerušením sloupce vody v kapilární půdní struktuře. *Kořenový systém smrku ztepilého je schopen tuto vodu ještě využít běžně vyvinutým sacím tlakem svých kořenů* odpovídající hraniční hodnotě -1,5 MPa tedy ca 15 atm. Lentokapilární bod můžeme považovat za první fázi stresu suchem.

Bod vadnutí odpovídá vysoké sací síle –2 až –1 MPa; dohodnuté hodnotě –1,5 MPa, což je cca 15 atm. Ukazuje úroveň vlhkosti půdy, při které rostliny nejsou dostatečně zásobovány vodou a jejich asimilační aparát *ztrácí turgor a při déle trvajícím stavu dosažení bodu vadnutí* prosychá. Kořenovým systémem tento hydrolimit velmi těžko překonáván a zejména u smrku hrozí vysoké riziko tracheidycké embolie. Při suchu a uzavření průduchů, kdy přestává fotosyntéza může vyvinout sací tlak 15 atm oproti buku, který je schopen zajistit sací sílu až na úroveň ca 22 atm a dubu zimnímu 36 atm.

Hodnota uvedených hydrolimitů úzce souvisí s charakterem půdního tělesa. Rozhodující je obsah jílovitých částic a také obsah živného a aktivního humusu v dílčích hloubkově a geneticky vrstvených horizontech. Čím je půda lehčí (obsahuje-li menší podíl jílovitých částic) – je písčitější, tím jsou hodnoty hydrolimitů na nižší úrovni.

Projevuje se celková funkce lesa opírající se o přenos odpařené vody z oblastí výše položených vegetačních stupňů, které jsou charakteristické vyšším kondenzačním objemem vodních par a častějšími srážkami do oblastí nižších vegetačních stupňů, kde dochází při vyšších teplotách k vyššímu odpařování a nižším srážkám (Muys et al. 2011). Při současných klimatických změnách se postupně tento jev prohlubuje a narušuje propojení lesa mezi vegetačními stupni (Trenberth 2011).

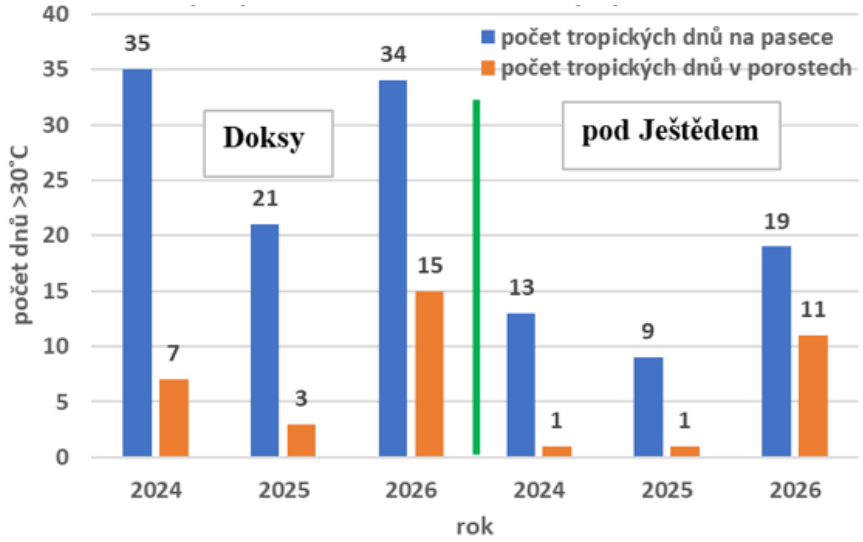
Komparace hydrolimitů, půdních teplot a vegetačních stupňů v porostech jehličnatého charakteru

Smrk jako izohydrická dřevina dosahuje významné autoregulace vodní ztráty, kdy při dosažení bodu vadnutí (-1,5 MPa – 15 atm) uzavře průduchy a zastaví, nebo výrazně omezí transpiraci současně s fotosyntézou. Tento proces se významně odrazí i na dílčích přírůstech dřevní hmoty. Humusová forma pod jehličnatými porosty je tvořena jemnozrnnými částicemi a v důsledku hůře rozložitelných frakcí a s podílem nerozloženého živného humusu dosahuje vyšší mocnosti (Berg, McClaugherty 2020). Kutílek (1993) uvádí, že v důsledku většího podílu mikropórů, které drží vodu pomocí kapilárních sil, má i vyšší celkovou vododržnost. Sloučeniny uhlíku významně přitahují půdní vodu díky přilnavosti k organickým molekulárním řetězcům. Ukládání uhlíku – humusu v půdě tak nenahraditelně zvyšuje retenční vodní kapacitu (Berg, McClaugherty 2014, Gerrits et al. 2010), která je vyšší v povrchových vrstvách než pod porosty listnatými. Rozhodují i roční období kdy v zimě výrazně klesá riziko intercepce, dochází k akumulaci vody ve sněhu a následně i v povrchových vrstvách humusových forem a minerálním epipedonu (Novák et al. 2008).

Vybrané oblasti, kde byly umístěny výzkumné lokality, byly soustředěny do Ralské pahorkatiny s texturně různorodými pískovci, s minimální příměsí sprašové hlíny a s procesem slabé podzolizace v texturně písčitých půdách nižších vegetačních stupňů (3. lvs). Druhá oblast na úrovni 5. lvs byla zaměřena na stanoviště pod Ještědem, v oblasti minerálně slabých kvarcitických fylitů s typickým podzolizačním procesem na písčitých hlínách.

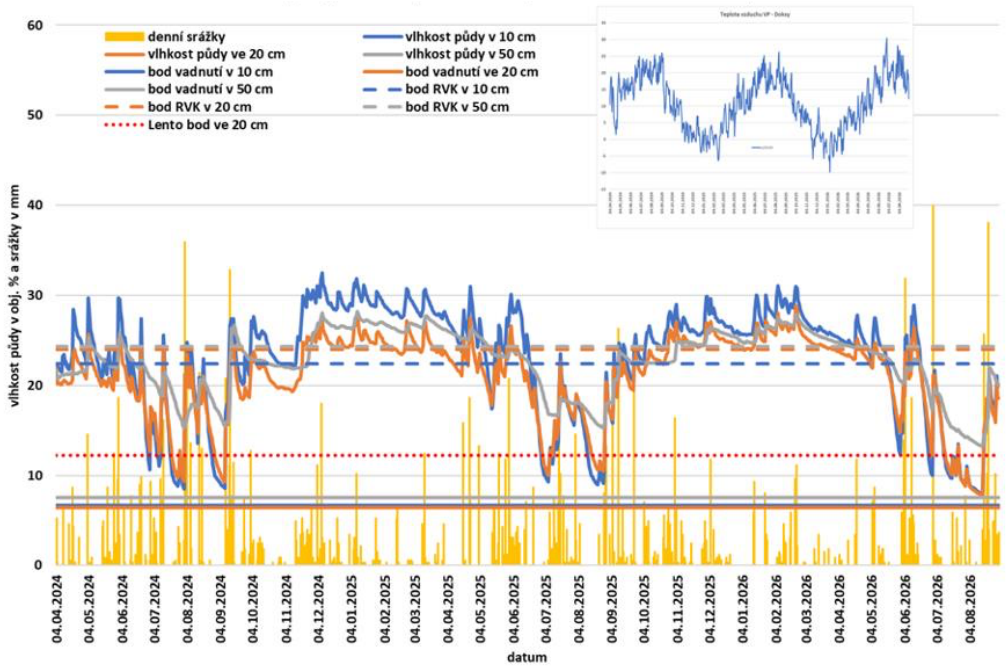
V průběhu sledování 2024-2026 došlo v rámci klimatické změny k výraznému teplotnímu excesu v roce 2026, kdy teploty vzduchu v téměř bezesrážkovém, sušším období dosahovaly dlouhodobě hodnoty tropických dnů (obr. 1). Jejich počet se výrazně navyšuje na volných plochách pasek.

Teplota vzduchu v kombinaci se srážkovým deficitem má podstatný vliv na vlhkostní i teplotní poměry v půdě. Důležitým faktorem je i porostní kryt a čerpání vody kořenovým systémem v rámci základní rhizosféry. U smrkových porostů je to nejvýznamnější hloubka ca do 30 cm.

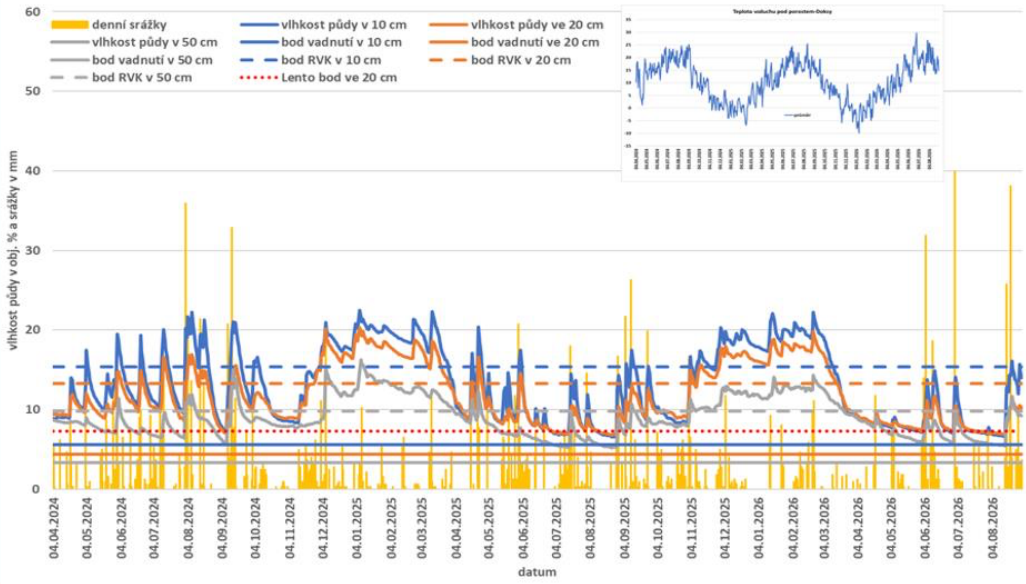


Obr. 1: Počet tropických dnů v roce v oblasti Doksy a pod Ještědem (3. a 5. lvs) v letech 2024-2026.

Na stanovišti písčité textury (3. lvs) je v důsledku optimalizace porostního mikroklimatu dynamika vlhkosti půdy mezi pasekou a smrkovým porostem s příměsí borovice výrazně odlišná (obr. 2, 3). V důsledku desukce smrku ztepilého dochází v porostní skupině ve svrchních půdních vrstvách (0-30 cm) k významnému odčerpávání gravitační vody a oproti pasece tak významně snižuje dotaci v následujících genetických horizontech hloubkových horizontů Bvs 50 cm (obr. 3). Vlhkost v Bvs horizontech se tak v každém roce více blíží bodu vadnutí (obr. 3) a projevuje se jako jeden ze stresorů na hluboko kořenící borovici. Na daném stanovišti klesá půdní vlhkost pod Lentokapilární bod v 10 i ve 20 cm *jen nepatrně*. Uvedená dynamika vlhkosti je i při vysokých teplotách a delším období sucha pro izohydrickou dřevinu (využití obranných mechanismů při suchu – omezení transpirace uzavřením průduchů, omezení fotosyntézy a dýchání až po snížení listové plochy) smrku ztepilého dostačující. Spotřeba vody porostem v rámci celé evapotranspirace je odhadována ca na 450 mm za rok (Pokorný, Čater 2023). Např. srážkový úhrn v roce 2025 činil 601 mm na pasece, což je dostačující množství pro zachování celé porostní skupiny.



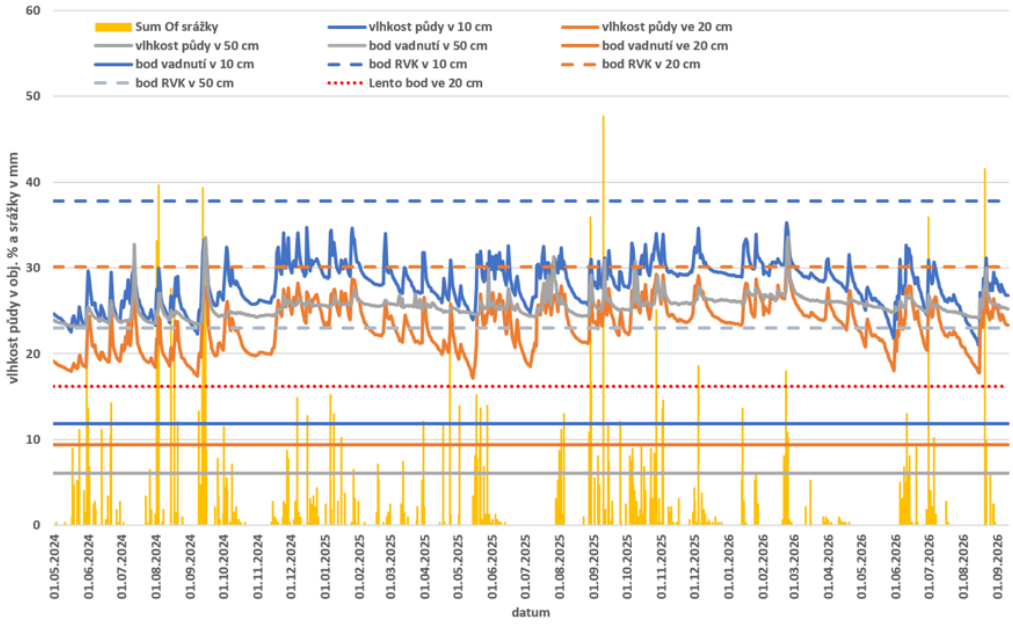
*Obr. 2: Vlhkost písčité půdy a srážky **na volné ploše** (pasece) v období 2024-2026 s výskytem výrazného klimatického excesu (Doksy, 3. lvs).*



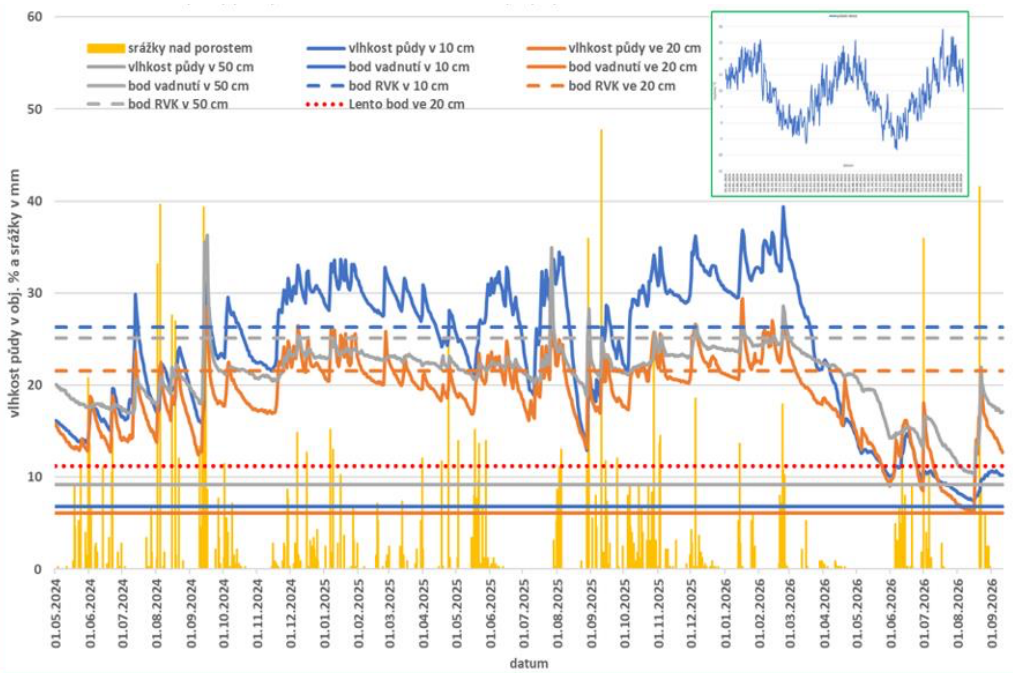
*Obr. 3: Vlhkost písčité půdy **pod smrkovým porostem** s příměsí borovice porostem a srážky volné plochy v období 2024-2026 s výskytem výrazného klimatického excesu (Doksy, 3. lvs).*

Na stanovišti vyššího vegetačního stupně (5. lvs) a středně těžké textury (písčito hlinité půdy) se dynamika a intenzita půdně vlhkostních poměrů výrazně liší od dynamiky ve 3. lvs. Na pasece, kde nepůsobí sací síly jehličnatých porostů včetně a převážně smrku ztepilého se pohybuje půdní vlhkost na optimální úrovni mezi lentokapilárním bodem a retenční vodní kapacitou (obr. 4). Nepůsobí zde žádný stresor sucha ani v období vysokých teplot a nízkých srážkových úhrnů. Lze úspěšně zalesňovat a optimalizovat výchovu kultur.

Problém při dočasně velmi vysokých teplotách a nízkých srážkách nastává v porostní skupině kde při klimatickém excesu v roce 2026 transpirace předmýtního porostu významně snižuje půdní vlhkost až na úroveň kritického bodu vadnutí, zejména v aktuálních hloubkách 20 cm (obr. 5). Uvedené riziko přetrvává ca 10 dnů. *Pro smrk je uvedená hodnota výrazně stresovým faktorem* i při optimalizaci vlhkostních poměrů v hloubkách 10 a 50 cm. V hloubce 50 cm se převážně pohybuje vlhkost na úrovni retenční vodní kapacity (obr. 5), což je faktor naopak významně omezující hydrologické sucho.



*Obr. 4: Vlhkost v písčito hlinité půdě a srážky **na volné ploše** (pasece) v letech 2024-2026*
s výskytem výrazného klimat. excesu v letních měsících 2026 (Ještěd, 5. lvs).



*Obr. 5: Vlhkost v písčito hlinité půdě **pod smrkovým porostem** s příměsí douglasky a srážky volné plochy v letech 2024-2026 s výrazným klimatickým excesem v létě 2026 (Ještěd, 5. lvs).*

V daných podmínkách je půdní sucho do hloubky 30 cm významným stresorem zejména pro smrkové porostní skupiny. Přičemž anizohydrické druhy (buk) vykazují vyšší kovarianci potenciálů listové vody s potenciálem půdy během vysychání půdy ve srovnání s isohydrickými druhy (smrk).

Závěr

Provedené srovnání dvou stanovišť s odlišnou texturou půdy a vegetačním stupněm (3. lvs – písčitá půda, Ralská pahorkatina; 5. lvs – písčitohlinitá půda, Ještěd) v období 2024–2026 potvrdilo, že dynamika a míra půdního sucha pod jehličnatými porosty je určována kombinací půdní textury, hloubky a vegetačního krytu, nikoli jen samotným srážkovým úhrnem.

Na písčitém stanovišti (3. lvs) vedla desukce smrkového porostu s příměsí borovice k výraznému snížení vlhkosti ve svrchních vrstvách (0–30 cm) a k přibližování vlhkosti v horizontu Bvs (50 cm) *k bodu vadnutí – dlouhodobě pod lentokapilární limit*. Vlhkost v hloubkách 10 a 20 cm přitom klesala pod lentokapilární bod jen nepatrně, což pro izohydrickou strategii smrku ztepilého (časné uzavření průduchů a omezení transpirace) představovalo dostatečnou ochranu i při vysokých teplotách a srážkovém deficitu. Naopak pro hluboko kořenící borovici, případně anizohydrický buk jsou to hodnoty rizikové.

Na stanovišti vyššího vegetačního stupně (5. lvs) se *na pasece* udržovala půdní vlhkost trvale v optimálním rozmezí *mezi lentokapilárním bodem a retenční vodní kapacitou*, bez známek stresu suchem. Pod předmýtním porostem však klimatický exces v roce 2026 vedl k poklesu vlhkosti v hloubce 20 cm až na *úroveň bodu vadnutí*, a to po dobu přibližně 10 dnů. Proti tomu vlhkost v hloubce 50 cm zůstávala *blízko retenční vodní kapacity* a fungovala jako účinný pufr proti hydrologickému suchu a významně optimálnímu prostředí pro anizohydrický buk.

Z výsledků vyplývá, že klíčovou rizikovou zónou půdního sucha pro smrkové porosty zůstává distribuční kořenová vrstva do 30 cm hloubky, a to i na půdách se středně těžkou texturou, které jsou jinak vůči suchu odolnější než půdy písčité. Jestliže se v budoucnu bude zvyšovat frekvence tropických dnů v obou sledovaných oblastech (nárůst zejména v roce 2026) lze očekávat, že se toto riziko bude v následujících letech prohlubovat. Výsledky podporují význam druhové skladby porostů včetně smrku ztepilého s příměsí hlouběji kořenících dřevin a hospodářských opatření snižujících transpirační zátěž porostů jako nástrojů adaptace lesního hospodářství na probíhající klimatickou změnu.

Literatura

Altman, J. et al. 2017. Environmental factors exert strong control over the climate-growth relationships of Picea abies in Central Europe. Science of Total Environment 609: 506-516.

Berg, B., & McClaugherty, C. (2014). Plant litter: decomposition, humus formation, carbon sequestration. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, p. 317

Berg, B., & McClaugherty, C. (2020). Role of chemical constituents in regulating decay rates and stable fractions: effects of initial and changing chemical composition on

decomposition and organic matter accumulation. In Plant litter: decomposition, humus formation, carbon sequestration (pp. 129-163). Cham: Springer International Publishing.

Gerrits, A. M. J., Pfister, L., & Savenije, H. H. G. (2010). Spatial and temporal variability of canopy and forest floor interception in a beech forest. Hydrological processes, 24(21), 3011-3025.

Ghestem M, Sidle R. The influence of plant root systems on subsurface flow: Implications for slope stability. Bioscience. 2011; 61:869-879

Ilek A, Kucza J, Szostek M. The effect of stand species composition on wateer storage capacity of the organic layers of forest soils. European Journal of Forest Research. 2015; 134:187-197

Kutílek, M., Kuráž, V., Císlerová, M. (1993): Hydropedologie. 1.vyd. Praha: Vydavatelství ČVUT

Lobet G, Couvreur V, Meunier F, Javaux M, Draye X, et al. Plant Physiology. 2014;164:1619-1627

Matejka F, Rožnovský J, Hurtalová T, Janouš D. Effect of soil drought on evapotranspiration of a young spruce forest. Journal of Forest Science. 2002;48(4):166-172

Muys B, Ceci P, Hofer T, Veith C. 2011: Towards integrated ecological, socio--economic and hydrological management. In: Birot Y, Gracia C, Palahí M, editors. Water for Forests and People in Mediterranean Region—A Challenging Balance. Avignon: EFI; pp. 105-113

Novák J., Slodičák M. 2008: Quantity and quality of litter-fall in young European beech (*Fagus silvatica* L.) stands in localities naturally dominated by broadleaves. Austrian Journal of Forest Science, 125, 2008, Heft 1, s. 67–78.

Pokorný R., Čater M. 2023: Výpar z lesa – evapotranspirace lesních porostů in. Voda v lesních ekosystémech. Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., Jíloviště, s. 41-62

Pokorný, J., Hesslerová, P., 2022: Aktivní úloha vzrostlého lesa v klimatu, oběhu vody a zadržování živin. Sovak 7-8, s. 208-217.

Šrámek, V., Pokorný, R., Kupec, P. et al., 2023: Voda v lesních ekosystémech. 7417-246-5, s. 108.

Trenberth KE. Changes in precipitation with climate change. Climate Research. 2011;47:123-138. DOI: 10.3354/cr00953

USDA-NRCS. Soil Taxonomy, A Basic System of Sol Classification for Making and Interpreting Soil Surveys. 2nd ed. Washington, DC; 1999. p. 869

White RE. Principles and Practice of Soil Science, the Soil as a Natural Resource. 4th ed. UK: Bleckwell Publishing; 2006. p. 363. ISBN-13: 978-0-632-06455-2

Poděkování

Příspěvek vznikl v rámci řešení projektu QL24020351 Aktualizace Lesnicko-typologického klasifikačního systému včetně stanovení předpokládaného vývoje lesních vegetačních stupňů s vyhodnocením vlivu mezo a mikroklimatu s ohledem na probíhající klimatické změny a jejich predikce.

Kontakt

Doc. Dr. Ing. Dušan VAVŘÍČEK (dusvav@mendelu.cz)

Národní lesnický institut, Brandýs n. L., pobočka Brno, Vrázova 1

Ing Aleš KUČERA, Ph.D. (ala.coutchera@gmail.com)

Mendelova univerzita v Brně, Lesnická a dřevařská fakulta, Zemědělská 3

Modelování současného rozšíření a predikce posunu areálů indikačně významných druhů dřevin v České republice

Tomáš SVAČINA, Tomáš MIKITA, Petr VAHALÍK, Petr MADĚRA

Úvod

Probíhající změny klimatu zásadním způsobem ovlivňují stabilitu, vitalitu i produkční a ekologické funkce lesních ekosystémů. Pro lesnické plánování, adaptaci hospodaření a aktualizaci typologického systému je klíčové mít k dispozici prostorově podrobné informace nejen o současném stavu a potenciálu jednotlivých stanovišť, ale také o jejich očekávané trajektorii v dalších desetiletích.

Cílem práce bylo vytvořit sadu certifikovaných map (výsledků typu Nmap) pro 11 indikačně významných druhů dřevin a keřů (*Abies alba, Acer campestre, Alnus glutinosa, Alnus incana, Carpinus betulus, Lonicera nigra, Rosa pendolina, Sambucus racemosa, Tilia cordata, Ulmus glabra, Ulmus minor*). Zájmové taxony byly zvoleny jako indikačně významné druhy lesních stanovišť, jejichž výskyt reprezentuje přirozené areálové podmínky bez výrazného zkreslení způsobeného lesnickou výsadbou mimo původní areál rozšíření. Představený metodický postup řeší dva samostatné úkoly:

- **Diagnostické zhodnocení současného stavu** formou syntézy empirických nálezů a modelované stanovištní vhodnosti pro referenční období 1991–2020.
- **Prognostické modelování posunu areálů** v časových horizontech do roku 2080 s vymezením stabilních refugií a zón ústupu či expanze v lesích ČR (PUPFL).

Metodika

Při modelování druhové distribuce na regionální úrovni (území ČR) narážejí běžné postupy na zásadní úskalí, neboť druhy v ČR často nepokrývají celou šíři své klimatické valence, ale pouze její část. Pokud by byl model kalibrován výhradně na datech z ČR, hrozilo by při predikci oteplení chybné vyhodnocení, že druh na teplejších stanovištích nepřežije, ačkoliv v jižní Evropě v takových podmínkách běžně roste.

Byl proto využit koncept prostorově vnořeného modelování druhové distribuce (N-SDM, *Spatially Nested Species Distribution Models,* Guisan et al., 2025) s využitím algoritmu maximální entropie (MaxEnt):

- **Evropská úroveň (makroklima):** Nejprve byla na datech z přirozeného areálu druhů v Evropě (bez nepůvodních výsadeb) namodelována jejich celková makroklimatická nika na základě dat WorldClim. Výsledkem byla spojitá vrstva celoevropské klimatické vhodnosti (EUR_SUIT).

- **Regionální úroveň (ČR v rozlišení 500 m):** Do národního modelu byla zahrnuta proměnná EUR_SUIT jako přenosový prediktor. Dále byla integrována regionální klimatická data projektu PERUN pro referenční normál 1991–2020 a projekce SSP2-4.5 (BIO1, BIO15, BIO18), morfometrické proměnné reliéfu a půdně-geologické podklady.

Pro prostorové vyjádření lokální stanovištní variability byly použity topografické indexy odvozené z digitálního modelu reliéfu 4.generace (DMR 4G): SAGA Topographic Wetness Index (STWI – akumulace vody v terénu), Topographic Position Index (TPI – relativní poloha v reliéfu), Heat Load Index (HLI – oslunění a tepelné zatížení svahů) a Wind Exposition Index (WE – větrná expozice). Edafické podmínky reprezentoval obsah jílu a skeletu v povrchovém půdním horizontu (databáze LUCAS) a agregovaná geologie ČR. Výskytová data v ČR byla čerpána z revidované floristické databáze PLADIAS a prostorově agregována na síť 500 × 500 m.

Výsledky

Klíčové environmentální faktory a ekologická interpretace

Analýza podílu jednotlivých proměnných ukázala, že prostorové rozšíření zájmových taxonů je řízeno třemi hlavními komplexy faktorů:

Lokální topograficko-hydrologický režim

Topografický index vlhkosti (STWI) se ukázal jako nejvýznamnější společný činitel. Představuje nezastupitelnou složku modelu, protože vystihuje edafickou vlhkost a mikromorfologii terénu (úžlabiny, zaříznutá údolí, suťové svahy), které makroklimatická data nezachycují. Dominuje zejména u *Abies alba* (váha v modelu přes 70 %), *Ulmus glabra* (přes 63 %), *Sambucus racemosa*, *Tilia cordata* a *Carpinus betulus*. U *Alnus glutinosa* je určující poloha v terénních depresích a údolních polohách zachycená pomocí topografického polohového indexu (TPI).

Teplotní gradient a vliv evropského modelu rozšíření

Průměrná roční teplota (BIO01) představuje hlavní energetický rámec a vymezuje výškovou zonaci druhů. Hraje prim u teplomilnějších taxonů (*Ulmus minor, Acer campestre*) a druhů s vyhraněnou termickou vazbou (*Lonicera nigra, Rosa pendolina*). Přenosový prediktor EUR_SUIT úspěšně zprostředkoval makroklimatickou toleranci a zabránil umělému podhodnocení vhodnosti při oteplení.

Srážky ve vegetačním období a substrát

Dostupnost vody v nejteplejším období roku (BIO18) je dominantním limitujícím faktorem pro *Alnus incana* a doplňuje model pro *Alnus glutinosa*. Matečný geologický podklad a obsah jílu v půdě ovlivňují vhodnost především pro *Acer campestre* a *Abies alba*.

Tvorba mapových děl a kartografická syntéza

Výstupy byly zpracovány do dvou ucelených, navzájem provázaných mapových sérií:

Série map současného rozšíření (1991–2020):

Mapy současného stavu představují syntézu bodových empirických nálezů (databáze PLADIAS) a spojitého rastru modelované environmentální vhodnosti (0–100 %). Umožňují odlišit lokality, kde druh prokazatelně roste, od území, která mají pro daný taxon optimální abiotické podmínky, ale kde druh nebyl zaznamenán, ať už vlivem absence floristického průzkumu, nebo historického potlačení lesnickým hospodařením.

Série predikčních map posunu areálů (do roku 2080):

Matematický model zkalibrovaný na referenčním období byl bez rekalibrace aplikován na budoucí klimatické podmínky scénáře SSP2-4.5 pro období 2021–2040, 2041–2060 a 2061–2080. Spojitá vhodnost byla binarizována prahem 10. percentilu trénovacích výskytů. Porovnáním referenčního a predikovaného stavu byly stanoveny kategorie dynamiky:

- **Stabilní refugia:** Stanoviště trvale vhodná v současnosti i v budoucnu.
- **Zóny redukce a lokální extinkce:** Oblasti, kde dochází k úbytku či úplné ztrátě příznivých podmínek.
- **Zóny expanze:** Nově se otevírající stanovištně vhodné prostory (zejména ve vyšších nadmořských výškách).

Mapy predikcí byly dále doplněny o kvantifikaci změn výměr na půdě určené k plnění funkcí lesa (PUPFL) a vyhodnocení posunu mediánu nadmořské výšky.

Využití výsledků v lesnické praxi

Výsledné mapové podklady přinášejí konkrétní přínos pro několik úrovní rozhodování:

- **Hospodářská úprava lesů (LHP/LHO):** V horizontu lesnického obmýtí (80–120 let) mapa poskytuje objektivní vodítko pro volbu cílové druhové skladby při obnově. Minimalizuje riziko vnášení citlivých dřevin do lokalit s prognózovaným rychlým propadem stanovištní vhodnosti.
- **Aktualizace lesnické typologie:** Mapy současné i budoucí vhodnosti diagnostických druhů slouží k revizi a objektivizaci hranic lesních vegetačních stupňů (LVS) a souborů lesních typů (SLT) v podmínkách měnícího se klimatu.
- **Ochrana genofondu:** Vymezení stabilních klimatických refugií umožňuje zacílit legislativní ochranu, management semenných porostů a zřizování genových základen do území s dlouhodobou garancí příznivých abiotických podmínek.

Literatura a zdroje:

Chytrý, M. et al., 2021. Pladias Database of the Czech Flora and Vegetation. Preslia, 93: 1–87.
Guisan, A., Chevalier, M., Adde, A. et al., 2025. Spatially nested species distribution models (N-SDM): An effective tool to overcome niche truncation for more robust inference and projections. Journal of Ecology, 113: 1588–1605[cite: 1, 2].
Phillips, S. J., Anderson, R. P., & Schapire, R. E., 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. Ecological Modelling, 190(3–4): 231–259.
ČHMÚ, 2026. Klimatické scénáře projektu PERUN (TA ČR SS02030040)
ESDAC, 2016. Půdní databáze LUCAS (Topsoil physical properties for Europe)
WorldClim, 2020. Global Climate Data – verze 2.1.

Poděkování

Výstupy vznikly za finanční podpory projektu NAZV č. QL24020351 „Aktualizace Lesnicko-typologického klasifikačního systému včetně stanovení předpokládaného vývoje lesních vegetačních stupňů s vyhodnocením vlivu mezo a mikroklimatu s ohledem na probíhající klimatické změny a jejich predikce“.

Kontakt

doc. Ing. Tomáš Mikita, Ph.D. (tomas.mikita@mendelu.cz)

Ústav hospodářské úpravy lesů a aplikované geoinformatiky, LDF
Mendelova univerzita v Brně

Ing. Petr Vahalík, Ph.D.

Ústav hospodářské úpravy lesů a aplikované geoinformatiky, LDF
Mendelova univerzita v Brně

prof. Dr. Ing. Petr Maděra

Ústav lesnické botaniky, dendrologie a geobiocenologie, LDF
Mendelova univerzita v Brně

Typologický systém lesů pod vlivem změny klimatu – je prostor pro změnu?

Václav ZOUHAR

Úvod

Klima je jedním z hlavních faktorů prostředí, který má vliv na podobu a vývoj lesní vegetace. V klasifikačních systémech lesních ekosystémů nebo lesní vegetace tak hraje pochopení vlivu klimatu na lesní společenstvo důležitou roli, která je v poslední době umocněna o problematiku změny klimatu. V lesnické typologii se vliv klimatu nejvíce odráží v nadstavbové jednotce lesní vegetační stupeň, ale vliv klimatu hraje také svoji úlohu u základní jednotky – lesního typu. Rozdíl je v úrovni a podrobnosti prostorového měřítka.

Lesní vegetační stupně a změna klimatu

V Typologickém systému lesů (TLS) (dříve označovaný jako Typologický systém ÚHÚL nebo později také Lesnicko-typologický klasifikační systém) pracujeme s klimatem na dvou úrovních. Na úrovni chórické a úrovni topické. Na topické úrovni se klima zohledňuje při stanovení lesního typu v rámci souboru lesních typů, kdy teplejší lokality řadíme zpravidla do sušších typů. Na chórické úrovni se klima propisuje do jednotky lesní vegetační stupeň (LVS). Jednotku vegetační stupeň (VS) zavedl prof. Zlatník ve svém geobiocenologickém systému jako nadstavbovou jednotku, která pomocí druhové skladby fytocenózy vyjadřuje vazbu na lokální a výškové klima. Pro vyjádření vztahů mezi celkovým klimatem a lesní vegetací Zlatník považoval za důležitější rozšíření celé geobiocenósy než jednotlivých druhů dřevin (Zlatník 1959). TSL dnes definuje LVS jako jednotku, která odráží vliv výškového a expozičního klimatu, tedy makro-, mezo- a lokálního klimatu na složení chtonofytické synuzie lesních společenstev (chtonofyt = víceletá kořenující rostlina) a je tímto složením determinovaná. LVS jsou určeny diferenciačními druhy – edifikátory (dominantními druhy rostlin ve společenstvu, majícími rozhodující vliv na utváření jeho vnitřní struktury), kterými jsou na prvním místě stromovité, popř. křovité determinanty synuzie hlavní úrovně původních lesních a křovitých biocenóz, reagující rozhodným způsobem na délku vegetační doby a na negativní jevy klimatu. LVS jsou tedy determinovatelné především podle zastoupení a životních projevů dřevin. Nositeli vegetační stupňovitosti v ČR jsou dřeviny: dub zimní (*Quercus petraea*), dub letní (*Quercus robur*), buk lesní (*Fagus sylvatica*), jedle bělokorá (*Abies alba*), smrk obecný (*Picea abies*) a kleč horská (*Pinus mugo*), podle jejichž zastoupení byly jednotlivé LVS nazvány (ÚHÚL 2023).

O skutečnosti, že se mění klima, už dnes asi nikdo nepochybuje. Průběh počasí v posledních deseti letech, kdy jsme celosvětově zaznamenali několik rekordně teplých a suchých roků, které se střídají s epizodami přívalových srážek a následných záplav, jasně deklaruje, že to, co je označováno jako klimatická změna je nepopíratelná skutečnost. Asi nejvíce vnímáme změny klimatu prostřednictvím teploty vzduchu. Teplé zimy téměř bez sněhu a léta s vysokým počtem tropických dnů se stávají všední realitou současnosti.

Od šedesátých let 20. století je na území ČR pozorován postupný růst teplot vzduchu. Každé nové desetiletí je teplejší než to předchozí a nejvyšší průměrná teplota vzduchu byla dosažena v posledním desetiletí (2011-2019). V tomto období byla průměrná teplota vzduchu pro území ČR 9,1 °C což je o 1,3 °C více než průměrná teplota normálového období 1961-1990. Kontinuální nárůst teploty je pozorován hlavně v jarním a letním období. V poslední dekádě byly letní teploty vzduchu o 2,2 °C vyšší než v normálovém období 1961-1990, což je i největší pozorovaný nárůst z jednotlivých sezón. Srážky v ČR jsou časově i prostorově velmi variabilní. Suché a vlhké roky či periody nebo měsíce se významně střídají, což je důvod, proč srážky nevykazují statisticky významný trend vývoje. Nejvíce srážek spadne na území ČR v letních měsících, nejméně v naopak v zimních. V normálovém období 1961-1990 byl průměrný roční úhrn srážek za ČR 682 mm. V poslední dekádě byly úhrny srážek v průměru o 30 mm nižší, pokles srážek byl pozorován na jaře, v létě a zimě. Naopak podzimní měsíce byly srážkově mírně nadprůměrné. Celkově můžeme klima na území ČR v posledních dekádách a současnosti shrnout takto: Teplota vzduchu začala postupně růst a od osmdesátých let 20. století je tento trend zjevnější. Po roce 2011 jsou změny ještě intenzivnější a poslední desetiletí bylo nejteplejším za dobu měření. Statisticky významný růst teplot vzduchu je pozorován ve všech sezónách, nejvýznamněji v létě, naopak nejpomaleji na podzim. To se pak projevuje výrazným nárůstem letních a tropických dnů, jež vedou k suchým epizodám. Počet tropických dnů byl v poslední dekádě trojnásobný oproti šedesátým létům 20. století. Naopak klesá počet zimních extrémů, kdy počet mrazových dnů byl v poslední dekádě o 20 % nižší. To vedlo k menšímu počtu dnů se sněžením, kdy začaly převládat dešťové srážky převážně v nižších a středních polohách. I celkově se zimní sezóna postupně zkracuje. Srážky jsou dlouhodobě bez významného trendu, jelikož převládá jejich značná variabilita. Mění se hlavně prostorová distribuce srážek, ale také časová. Srážky ubývají hlavně v dubnu až červnu. Naopak v létě se vyskytuje více intenzivních srážek (Marek 2022).

Determinace LVS a klimatické charakteristiky

Jak je uvedeno výše, LVS jsou determinovány přirozeným rozšířením dřevin a rozhodující význam mají edifikátory. Při praktické aplikaci konceptu LVS založeném na rostlinných společenstvech však narážíme na problém, že velká část, ne-li všechny lesy na území České republiky byly nebo jsou ovlivněny lidskou činností. V oblastech, kde je recentní složení lesních společenstev s vysokým stupněm přirozenosti to není problém, protože na základě studia zachovalých lesních přírodě blízkých společenstev, zejména v rezervacích víme, že se uměle založená společenstva s druhovou skladbou podobnou té přirozené, chovají podobně. Problematická pak bývá determinace LVS v územích, kde jsou v současnosti společenstva druhově odlišná od těch přirozených. Tento problém je přítomen při determinaci LVS od samého počátku typologického mapování lesů. V minulosti proto byly snahy pomoci si při determinaci LVS jinými parametry, než jsou vlastnosti lesního rostlinného společenstva. Protože LVS mají do jisté míry odrážet vlastnosti klimatu, byly v minulosti často hledány právě klimatické charakteristiky jednotlivých LVS, pro snadnější určení LVS v oblastech se společenstvy s nízkým stupněm přirozenosti. Příklad klimatických charakteristik uvádí tabulka č. 1.

Tab. 1: Přehled lesních vegetačních stupňů a jejich klimatická charakteristika v hercynské oblasti (Randuška et al. 1986).

LVS označení	%	Nadmořská výška (v m n.m.)	Průměrná teplota (v °C)	Roční srážky (v mm)	Vegetační doba (dní)
1. dubový	8,31	<350	>8,0	<600	>165
2. bukodubový	14,89	350 - 400	7,5 - 8,0	600 - 650	160 - 165
3. dubobukový	18,41	400 - 550	6,5 - 7,5	650 - 700	150 - 160
4. bukový	5,69	550 - 600	6,0 - 6,5	700 - 800	140 - 150
5. jedlobukový	30,04	600 - 700	5,5 - 6,0	800 - 900	130 - 140
6. smrkobukový	11,95	700 - 900	4,5 - 5,5	900 - 1050	115 - 130
7. bukosmrkový	5,00	900 - 1050	4,0 - 4,5	1050 - 1200	100 - 115
8. smrkový	1,69	1050 - 1350	2,5 - 4,0	1200 - 1500	60 - 100
9. klečový	0,29	>1350	<2,5	>1500	<60
0. bory	3,73				

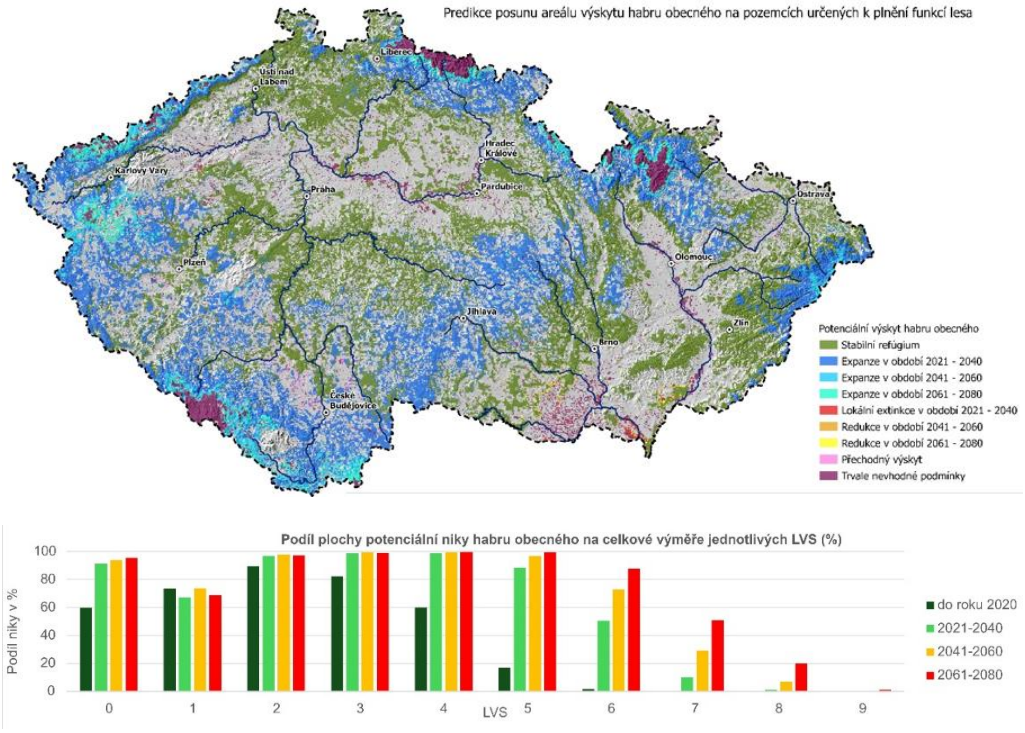
Podrobný přehled různých systémů charakterizování LVS pomocí klimatických parametrů uvádí Dujka a Kusbach (2023). Jakkoli vypadají klimatické charakteristiky jednoznačně, při jejich praktickém použití jsou limitovány faktem, že předpokládají určité průměrné vlastnosti lesního ekosystému, což odpovídá zonálnímu konceptu, jak jej zmiňují Dujka a Kusbach (2022). Prakticky ale v terénu při typologickém mapování nacházíme striktně zonálních stanovišť s vhodnou dřevinnou skladbou pro determinaci LVS jen velmi málo. Použití klimatických charakteristik vytvořených v minulosti je bohužel limitováno proměnlivostí lesních stanovišť na úrovni expozičního klimatu a také mikroklimatu. Tuto lokální rozrůzněnost růstových podmínek lesů umí dřeviny zachytit. Jsou schopny reagovat na změnu podmínek na klimatickém gradientu v řádu metrů až nižších desítek metrů, zatímco klimatické charakteristiky byly vytvořeny na základě charakteristik mezoklimatu, což je prostorově nesrovnatelně hrubší měřítko. Navíc při tvorbě klimatických charakteristik byly a jsou používány údaje klimatických stanic, které se standardně nachází v otevřené krajině. Tyto aspekty pak při použití klimatických charakteristik LVS způsobují významný rozpor při porovnání mapy LVS vytvořené na základě výskytu edifikátorů lesního společenstva a mapy na základě klimatických charakteristik. Dalším problémem klimatických charakteristik je jejich omezená časová platnost. Klimatické parametry stanovené pro typologické jednotky na základě dat II. klimatického normálu (1960-1990) nebo dokonce i starších dat, již dnes vzhledem k rychlosti změn klimatu nejsou platné.

Typologický systém lesů a změna klimatu

Čeká tedy typologický systém pod vlivem změny klimatu přehodnocení dosavadních jednotek? Zásadní z hlediska lesnické typologie je právě rychlost změn. Vezmeme-li v úvahu, že životní cyklus lesního společenstva jsou řádově stovky let, pak změny klimatu v řádu desetiletí jsou velmi rychlé. Problematický je fakt, že současný stav lesních společenstev do jisté míry odráží klima z doby, ve kterém společenstvo vzniklo až do současnosti. Pokud bychom se snažili využít pro determinaci LVS klimatické charakteristiky (viz tab. 1), pak bychom zjistili, že za poslední dekádu, jak uvádí Marek (2022), by muselo dojít na našem území k posunu ve vegetační stupňovitosti minimálně o jeden LVS. V lesích však nic takového nepozorujeme. Tento aspekt má několik vysvětlení:

a) Lesní dřeviny jsou ze své podstaty značně rezistentní vůči změnám.
b) Ekologická valence jednotlivých druhů lesních dřevin může, a zřejmě i je větší, než se dosud předpokládá.
c) Není přesně znám adaptační potenciál jednotlivých druhů dřevin, což dokládá existence různých ekotypů adaptovaných na konkrétní podmínky.

Jestliže budeme respektovat definici lesního vegetačního stupně, pak bychom změny ve vymezení LVS měli dělat až proběhne odpovídající změna patrná na vlastnostech dřevin. To může být vzhledem k dlouhověkosti dřevin značný problém, protože nevíme, jak rychle budou dřeviny reagovat. Reakce může být jak velmi rychlá, jako u smrkových monokultur postižených kůrovcovou kalamitou, tak pomalá, kdy bude některý z druhů lesních dřevin postupně měnit svůj areál rozšíření. Modelování změn areálu rozšíření dřevin pak může být vodítkem pro odhad toho, jak by se v budoucnosti mohlo měnit druhové složení lesních společenstev v jednotlivých vegetačních stupních. Příklad takového modelování areálu rozšíření je obr. 1, který ukazuje možné posuny areálu habru obecného, a také graf v dolní části obr. 1, který ukazuje změny v potenciální nice druhu v jednotlivých modelových obdobích od současnosti až po rok 2080.



Obr. 1: Model posunů potenciálního výskytu habru obecného (nahoře) a změny v potenciální nice habru obecného podle LVS (dole). Zdroj: Predikce posunu areálu výskytu habru obecného (Carpinus betulus) do roku 2080. Mapový výstup projektu QL24020351. Mendelu v Brně 2026 (podrobněji viz příspěvek na s. 30 sborníku).

Z uvedených modelací vyplývá, že potenciální nika habru obecného se od současnosti do roku 2080 posouvá směrem do vyšších vegetačních stupňů. Obdobný posun pak najdeme i u modelací zpracovaných pro vybrané lesní dřeviny jako je jedle bělokorá, javor babyka, lípa srdčitá, jilm habrolistý a jilm horský. Přestože modely potenciální niky druhu nejsou přesnou informací o tom, jak bude určitý druh dřeviny v budoucnu rozšířen, tak ukazují trend toho, jak se pravděpodobně budou dřeviny v budoucnosti chovat. Teoreticky se můžeme z uvedených modelací pokusit odhadnout i možné posuny vegetačních stupňů. Musíme však být velmi obezřetní při interpretaci modelů, protože jak ukazuje graf na obr. 1, je rozdíl mezi potenciální a skutečnou nikou. Tento rozdíl je právě u habru obecného dobře patrný, neboť model počítá v současnosti pro habr obecný potenciální niku i v 5. LVS, ale skutečná nika habru zasahuje v současnosti pouze do 4. LVS.

Závěr

V praktické rovině, pro určování LVS při typologickém mapování v terénu zatím nemáme spolehlivější metodu určení vegetačních stupňů než z vlastností dřevin determinujících jednotlivé LVS. Jak je uvedeno výše, jen dřeviny mají schopnost odrážet podmínky klimatu na lokální úrovni, což klimatické modely zatím neumí. Do doby, než budou k dispozici dostatečně přesné modely, ať už klimatické, nebo posunu rozšíření dřevin určujících LVS, musíme zachovat současné areály LVS, podle znaků dřevin, které vidíme v terénu. Zároveň s tím je potřeba v budoucnu aktualizovat cílové druhové skladby a pěstební modely tak, aby reagovaly na změnu klimatických podmínek. Příkladem takové změny byla např. vyhláška č. 298/2018 Sb., která ve své příloze č. 2 významně změnila spektrum melioračních a zpevňujících dřevin (MZD) tak, že některé dřeviny byly uvedeny jako (MZD) na stanovištích, která v současnosti leží na okraji jejich skutečného výskytu. Jako příklad je možné uvést dub zimní a letní, které byly jako MZD doplněny do 5. LVS, přestože v něm v současnosti nemají obecně zcela vhodné podmínky. Při výběru vhodných stanovišť v rámci 5. LVS, které mají v současnosti příhodné – teplejší a sušší mikroklima lze duby úspěšně pěstovat v tomto LVS už nyní. Obdobný postup se v budoucnosti bude týkat zcela jistě širšího spektra lesních dřevin.

Literatura

Dujka, P., Kusbach, A. 2022. Zonální koncept v lesnickétypologii: review. In: Zprávy lesnického výzkumu, 67, 2022 (4), s. 236 – 245.

Dujka, P., Kusbach, A. 2023. Klasifikace vegetační stupňovitosti v České republice: review. In: Zprávy lesnického výzkumu, 68, 2023 (1), s. 1 – 14.

Marek, M., V. a kol. 2022. Klimatická změna – příčiny, dopady a adaptace. Academia, Praha, ISBN 978-80-200-3362-8

Randuška, D., Vorel, J. & Plíva, K. 1986. Fytocenológia a lesnícka typológia. Príroda, Bratislava, 339 s.

ÚHÚL, 2023: Přehled lesních typů a souborů lesních typů v ČR, https://www.uhul.cz/wp-content/uploads/tabulka-LT_2023_web_FIN.pdf

Zlatník, A. 1959. *Skupiny lesných typov Slovenska*, Slovenské vydavatelstvo podohospodárskej literatury v Bratislave, 145 pp.

Poděkování

Tento článek vznikl za podpory projektu NAZV QL24020351 — Aktualizace Lesnicko-typologického klasifikačního systému včetně stanovení předpokládaného vývoje lesních vegetačních stupňů s vyhodnocením vlivu mezo a mikroklimatu s ohledem na probíhající klimatické změny a jejich predikce.

Kontakt

Ing. Václav ZOUHAR, Ph.D. (Vaclav.Zouhar@nli.gov.cz)

Národní lesnický institut, pobočka Brno
Vrázova 1, 616 00 Brno

Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v.v.i., Výzkumná stanice Opočno
Na Olivě 550, 517 73 Opočno

Shrnutí adaptačních opatření na pěstování lesa ve vztahu ke klimatické změně v České republice

Petr VÁLEK

Úvod

Klimatická změna patří k nejvýznamnějším faktorům ovlivňujícím současné lesní hospodářství ve střední Evropě. Vzhledem k dlouhověkosti lesních porostů a obmýtním dobám v řádu 80–120 let je schopnost lesního hospodářství operativně reagovat na rychle probíhající změny podmínek prostředí ve srovnání s jinými odvětvími výrazně omezená – strom vysazený dnes bude sklízen v klimatu, které lze dnes jen modelovat. Cílem příspěvku je shrnout zejména pěstebně-adaptační opatření pro lesnický provoz a doporučenou úpravu druhové skladby lesů v ČR vycházející z výzkumů a zkušeností středoevropského lesnického sektoru, z výzkumů středoevropských institucí (Česká republika, Německo, Rakousko, Švýcarsko, Polsko).

Scénáře klimatické změny celosvětově

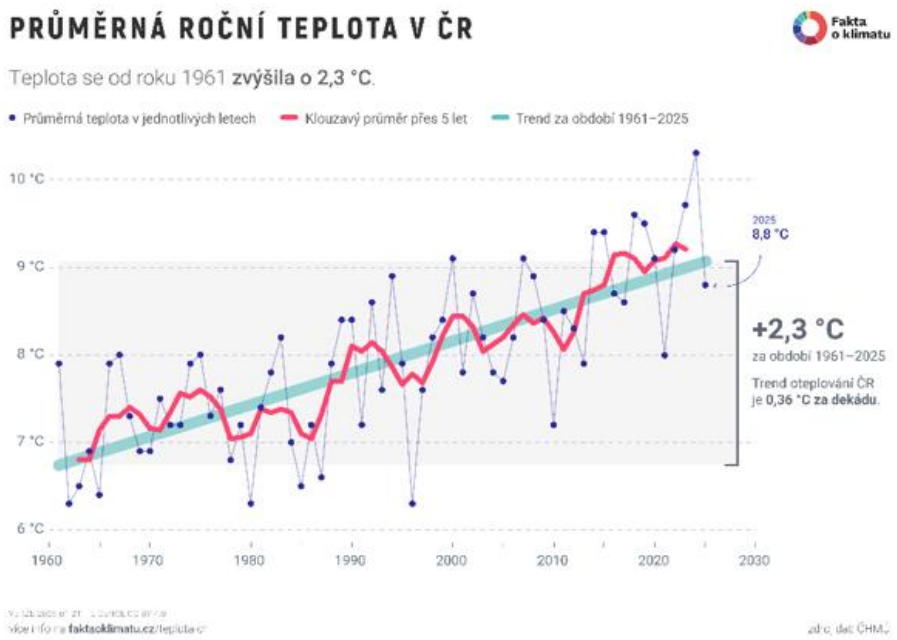
Globální klimatické projekce vycházejí od roku 2021 z 6. hodnotící zprávy IPCC (AR6), která nahradila starší scénáře RCP kombinací pěti scénářů SSP (Shared Socioeconomic Pathways) popisujících různé socioekonomické dráhy vývoje emisí do roku 2100. Rozpětí projekcí sahá od scénáře SSP1-1.9 (uhlíková neutralita kolem roku 2050, oteplení ca 1,4 °C, soulad s Pařížskou dohodou), přes udržitelný SSP1-2.6 (ca 1,8 °C) a „střední cestu" SSP2-4.5 (ca 2,7 °C), až po scénáře regionální rivality SSP3-7.0 (cca 3,6 °C) a extrémní SSP5-8.5, počítající se zdvojnásobením emisí do roku 2050 a oteplením v rozmezí 4–8 °C. IPCC sama upozorňuje, že pravděpodobnost extrémních scénářů je s ohledem na vývoj v energetickém sektoru nízká. Část klimatologické komunity (Scafetta 2024) proto považuje za realističtější pásmo mezi SSP1-2.6 a SSP2-4.5, tedy celosvětově oteplení řádově 1,8–2,7 °C do konce století. I tak jde o zásadní posun klimatických podmínek během jediné hospodářské generace lesa.

Scénáře klimatické změny pro ČR a střední Evropu a dosavadní vývoj klimatu

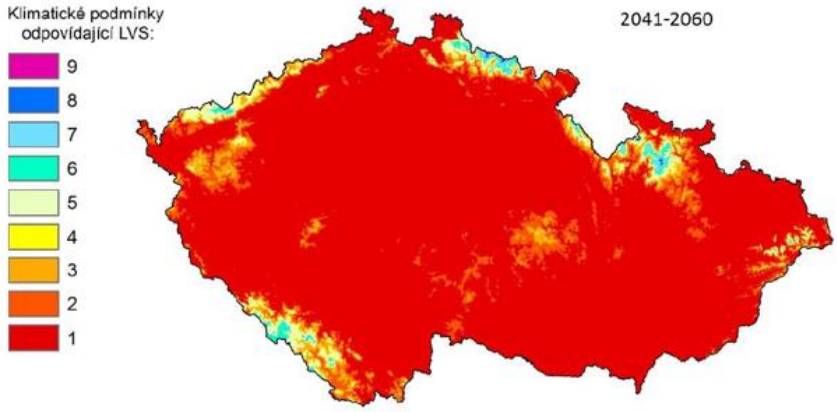
Národní projekce zpracovává zejména CzechGlobe (Ústav výzkumu globální změny AV ČR), ČHMÚ, Mendelovou univerzitou v Brně. Veřejná platforma klimatickazmena.cz kombinuje sedm klimatických modelů se čtyřmi emisními scénáři a nabízí odhady klimatu pro roky 2030, 2050, 2070 a 2085; navazující nástroj ClimRisk www.climrisk.cz poskytuje prostorová data v rozlišení 500 m pro ČR a 10 km pro střední Evropu. Pro potřeby obnovy Oblastních plánů rozvoje lesů (OPRL) byl modelově ve spolupráci NLI a CzechGlobe využit model HadGem k odvození posunů lesních vegetačních stupňů (LVS) a to ve třech časových horizontech do roku 2081. **Současné referenční období** 1991–2020 = 8,3 °C, je o 1,0 °C teplejší než předchozí období 1961–1990.

Česká republika, respektive střední Evropa se otepluje 1,5–2× rychleji a projekce předpovídají, že oteplení ve střední Evropě bude přibližně dvojnásobkem globálního oteplení. Česko se otepluje o 0,33 °C za dekádu. Evropa je nejrychleji se oteplujícím kontinentem. Vnitrozemská poloha ČR bez oceánského tlumení tento efekt dále zesiluje. Roční úhrny srážek jsou predikovány prakticky beze změny, pouze o (+2 – +4 %), ale dojde k sezónnímu přeskupení: sušší léto, vlhčí zima a jaro. Ztráta dvou třetin dnů se sněhovou pokrývkou má pro ČR přímý hydrologický dopad (výpadek jarní zásoby vody). Srážky nejsou hlavní problém — vláhová bilance ano. Rizikem je růst evapotranspirace při rostoucí teplotě a mírný pokles letních srážek, což v kombinaci s vysokými teplotami může vést k rychlým nástupům sucha. Nárůst teploty o 1 °C znamená zvýšení výparu o ca 7 %. Tedy růst potenciálního výparu o 10-20%. Podle Zprávy o adaptaci ČR na změnu klimatu 2025 (MŽP) vzrostla průměrná roční teplota v ČR mezi lety 1961–2024 nerovnoměrně napříč regiony – nejrychleji ve středních Čechách a na jihozápadní Moravě, nejpomaleji na Šumavě.

Podle údajů Fakta o klimatu (ČHMÚ) vzrostla průměrná roční teplota v ČR od roku 1961 o ca 2,1–2,3 °C, přičemž nejvíce se oteplily prosinec, leden, červenec a srpen (o téměř 3 °C), tedy zhruba dvojnásobně rychleji, než činí globální průměr. Dendroklimatologická studie Büntgen a kol. (2021, Nature Geoscience) na základě letokruhů doložila, že sucho v letech 2015–2020 bylo ve střední Evropě nejzávažnější za posledních dva tisíce let. Pozorovaný vývoj tak odpovídá spíše hornímu pásmu středních scénářů (SSP2-4.5 /RCP4.5) než optimistickým variantám – dochází ke zrychlování oteplování oproti odhadům z přelomu tisíciletí a k častějšímu výskytu kombinovaných extrémů (sucho, vlny veder, přívalové srážky). Pro lesnictví je klíčové, že posun zastoupení lesních vegetačních stupňů – tedy reálný ukazatel klimatických podmínek stanoviště – je již dnes měřitelný a rychlejší, než předpokládaly prognózy z let 2000–2011 založené na starším modelu aladin/climate.cz.



Obr. 1: Průměrná roční teplota v ČR. Zdroj: www.faktaoklimatu.cz.



Obr. 2: Klimatické podmínky odpovídající LVS dle Mikita, Čermák , Trna, Jurečka; projekt EHP-CZ02-OV-1-019-2014.

Kde najít navrhovaná adaptační opatření

Národní adaptační strategie ČR (MŽP, aktualizace 2021 a 2025) řadí lesnictví mezi nejzranitelnější sektory a doporučuje opatření na čtyřech úrovních: legislativní a plánovací (aktualizace OPRL a rámcových směrnic hospodaření), biologickou diverzifikaci druhové skladby, změny pěstební techniky (obmýtí, způsob obnovy) a hospodaření s vodou v porostu. Klíčovým koncepčním nástrojem je Katalog lesnických adaptačních opatření (VÚLHM, Mendelu, ČZU), popisující zásady hospodaření od založení či obnovy porostu až po těžbu. Německý Waldklimafonds ve spolupráci s Thünen-Institutem podporuje projekty jako KlimBa, který modeluje klimaticky vhodné druhové složení a pracuje s konceptem asistované migrace (introdukce jižnějších proveniencí); švýcarský WSL (Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft) ve spolupráci s BAFU (Bundesamt für Umwelt) provozuje síť více než padesáti testovacích ploch budoucích dřevin a rozhodovací nástroj Tree App pro doporučení vhodné dřeviny pro konkrétní stanoviště. Obdobný veřejně dostupný nástroj v ČR zatím chybí; nejblíže Česko-Rakouský program přeshraniční řízení rizik v lesnictví FORRISK s výstupem manuálu pro řízení rizik a krize v lesnictví (Mendelova univerzita v Brně) a Mapový portál NLI, či projekt DendroNetwork což je rozsáhlá výzkumná infrastruktura zaměřená na biomonitoring lesních ekosystémů v reálném čase pomocí moderních technologií a metod. Síť umožňuje sledování růstu stromů, vitality (zejména projevů sucha) a reakcí lesních porostů na změny klimatu. Data získaná ze sítě DendroNetwork poskytují cenné informace pro vědecký výzkum, správu lesů a formulaci adaptačních strategií.

Provozní pěstebně – adaptační opatření

Obnova

Z rozboru výzkumů napříč všemi institucemi (VÚLHM, FLD ČZU, FLD Mendelu), lze doporučit v obnově kalamitních, či rozsáhlejších úmyslných holin dvoufázovou obnovu s využitím přípravných dřevin (bříza, osika, jeřáb), přičemž volba přípravné dřeviny musí odpovídat stanovišti. Dále je třeba preferovat přirozenou obnovu stanovištně vhodných dřevin, a to jak generativní, tak i vegetativní, zejména je-li k dispozici odpovídající zdroj

semene. Umělá obnova vede ke snížení genetické variability porostu. Umělou obnovou doplňovat druhy stanovištně vhodné, avšak chybějící v matečném porostu. V obnově důsledně řešit provenienci. Využívat provenience z jižnějších a sušších oblastí, které odpovídají klimatickým predikcím na naše území.

Úpravu obmýtí a obnovní doby, u smrkových hospodářských souborů typicky ve smyslu jejich zkrácení řádově na 60-100 let, rozvolněné porostní struktury a clonné seče namísto plošné holoseče, pěstební postupy na podporu vodní bilance porostu. Průřezovým požadavkem zůstává zachování a zvyšování genetické diverzity populací hlavních dřevin jako předpokladu jejich adaptační kapacity

Snaha zajistit dlouhou obnovní dobu přes více semenných let umožňuje širší genetickou variabilitu, ponechání výstavků taktéž vede ke geneticky pestřejším porostům. Populace s velmi malým počtem jedinců mohou být geneticky zúžené.

Kratší obmýtí zajišťuje rychlejší generační výměnu podporuje evoluční adaptaci. Při dlouhém obmýtí probíhá adaptace více plastickou reakcí. U porostů více ohrožených je doporučeno zkrátit obmýtí, co nejdříve započíst s obnovní dobou (v 60 letech) a přeměnou a přestavbou porostů. U porostů stabilních, na stanovištích středně až nízce ohrožených lze obmýtí udržet, což umožní zajistit genetickou a druhovou variabilitu dřívějším započetím obnovy a jejím prodloužením.

Kombinace obnovních prvků (clonné x maloplošné holoseč) zajistí širší ekologické podmínky pro širší spektrum dřevin, a tedy zajištění vyšší druhové i genetické pestrosti.

Výchova

Ve výchově porostů upřednostňovat autoredukci, tedy výsledek konkurenční a kompetenčního působení jak mezidruhově, tak i vnitrodruhově na aktuální stanovištní podmínky. Výchovou porostů podporovat druhou pestrost zejména u prvních zásahů. Po celou dobu životnosti porostů udržovat směs jak pionýrských, tak cílových druhů, stinných a slunných dřevin za účelem zvýšení rezistence a resilience vůči různým klimatickým situacím.

Místo schematických plošných zásahů se od prvních probírkových zásahů zaměřit na zvyšování odolnosti jednotlivých stromů pozitivními úrovňovými zásahy. Zaměřit se již v raných fázích na výběr cílových Z stromů. Uplatňovat strukturní probírky. Silné úrovňové probírky zaznamenají snížení konkurence jak v korunové, tak kořenovém prostoru. Snižuje se konkurence na zásobování vodou.

Struktura porostů,

Pěstování bohatě strukturovaných porostů (5D – výšková, tloušťková, časová, prostorová, druhová). Vědecké výsledky a zkušenosti z praxe poskytují poměrně silnou a poměrně konzistentní bázi podporující vytváření strukturní diverzity porostu. Struktura porostů je jedním z klíčových adaptačních faktorů, které lze ovlivnit pěstebně – hospodářskými opatřeními a které měřitelně zvyšuje resilienci lesních porostů. Efekt je však menší než efekt volby dřevinné skladby, je nelineární a silně podmíněný stanovištěm

a topografií. Změnou struktury porostu nelze nahradit změnu druhového složení, jedná se o její doplněk. Pickering et al. (2025) zjistili pozitivní vztah mezi strukturní diverzitou a resiliencí u 80 % porostů; Mohr et al. (2024) zjistili že v nestejnověkých porostech byla míra disturbancí o 31,3 % nižší, frekvence o 36,3 % nižší, maximální velikost disturbované plošky o 15,7 % menší. Podíl vysoce intenzivních disturbancí byl však jen o 3,8 % nižší, avšak na svazích nad 20° a nad 1 500 m n. m. byla míra disturbancí v nestejnověkých porostech naopak vyšší než v okolních stejnověkých.

Prostorová, druhová, věková a tloušťková struktura snižuje zranitelnost vůči škůdcům díky většímu rozptylu hostitelů, tedy obtížnější nalezení cíle útok zpomaluje i zmenšuje. Zmenšuje komplexní rozpad porostů. Pretzsch et al. (2013) zjistili že v čistých porostech má smrk nejnižší rezistenci, ale nejrychlejší zotavení; dub a buk jsou rezistentnější, ale zotavují se pomaleji. Ve směsi se buk stává významně rezistentnějším a resilientnějším než v monokultuře, zvláště ve směsi s dubem (hypotéza hydraulického nadzvedávání vody dubem). Pretzsch et al. (2020) uvádějí, že smrk byl v mezidruhovém sousedství postižen škůdci o 20–50 % méně. Goisser et al. (2016) zjistili, že smrk je o 11 % rezistentnější a o 6 % resilientnější ve směsi.

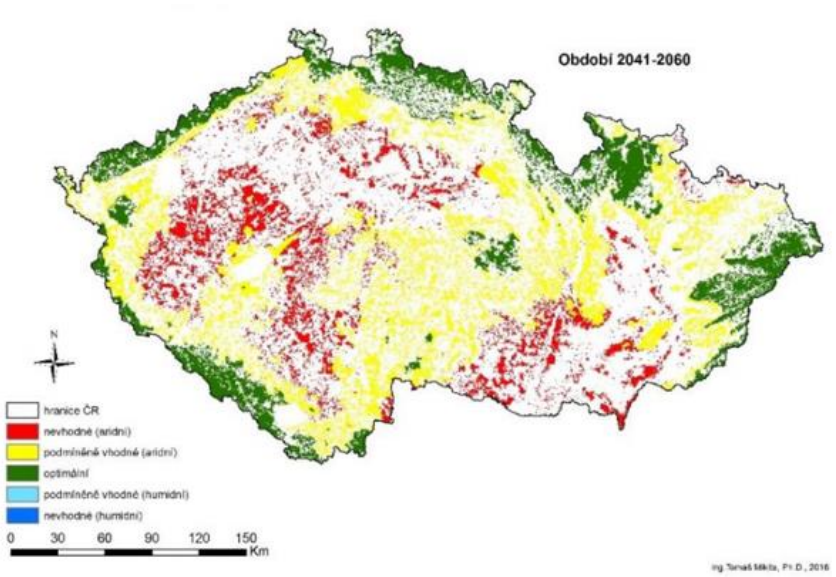
Dřevinná skladba v ČR

Společným jmenovatelem výzkumu napříč střední Evropou (ČZU FLD, VÚLHM, Národní lesnické centrum ve Zvolenu) je shoda na potřebě přechodu od současné převahy smrkových, věkově i prostorově homogenních porostů (smrk dnes tvoří přibližně polovinu plochy českých lesů, často mimo své ekologické optimum) k druhově pestrým, věkově a prostorově diferencovaným lesům. Podle mapy potenciální přirozené vegetace (Pladias, cit. dle Fakta o klimatu) by smrk pokrýval pouze asi 11 % plochy ČR, převážně nad 650 m n. m., zbytek by přirozeně pokrývaly, doubravy v nížinách, bučiny a bukojedlové lesy ve středních a vyšších polohách. Posun klimatických podmínek smrku (roční teplotní optimum/ průměr do 6 °C) ilustruje i to, že zatímco v 60. letech 20. století vyhovovaly podmínky ve výškách kolem 600 m n. m., dnes je srovnatelné klima až nad 900 m n. m. Model CBM-CFS3 aplikovaný na české kalamitní scénáře (2023) odhaduje, že při pokračující zátěži může podíl smrku klesnout ze současných ca 43 % na 20 % do roku 2070 ve prospěch jedle a listnáčů. U smrku se podle jednotlivých hospodářských souborů navrhuje snížení cílového zastoupení řádově o 30–60 % oproti současnému zastoupení dle OPRL. Pro období 2041-2060 GCM modely předpovídají výrazné zmenšení oblastí vhodných pro pěstování smrku až na 4-5% území ČR (7-11 %) rozlohy lesů ČR.

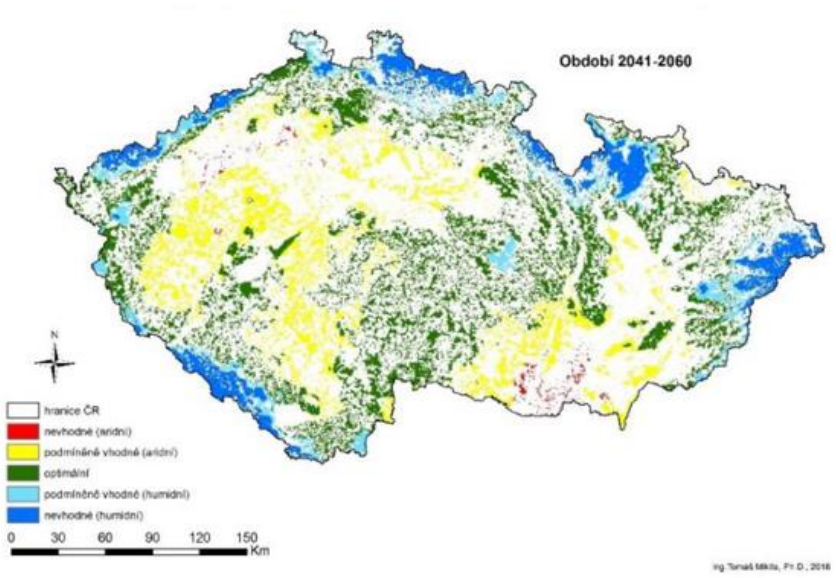
Zastoupení buku a jedle by se nemělo celkově výrazně měnit, očekávají se však výškové posuny, zejména u jedle. Pro období 2041-2060 GCM modely předpovídají výrazné zmenšení oblastí vhodných pro pěstování buku až na 6-20% území ČR (15-35 %) rozlohy lesů ČR.

U dubu se předpokládá nárůst vitality, zejména ve 4. až 5. lesním vegetačním stupni a v níže položených oblastech. Pro období 2041-2060 GCM modely předpovídají výrazný nárůst oblastí vhodných pro pěstování dubu až na 96–98 % území ČR tedy 91-96% rozlohy lesů ČR. Nárůst však může být omezen s narůstajícími teplotami a vznikem příliš aridních oblastí.

Posiluje se role melioračních a zpevňujících dřevin jako stabilizačního prvku smíšených porostů. Úpravy se promítají do cílové druhové skladby v rámcových směrnicích hospodaření jednotlivých OPRL a do tzv. adaptačních rámcových směrnic (metodika projektu TARMAG), souběžně s revizí prostorového rozložení lesních vegetačních stupňů.



Obr. 3: Podmínky pro pěstování smrku pro období 2041-2060 (GCM IPSL).



Obr. 4: Podmínky pro pěstování dubu pro období 2041-2060 (GCM IPSL).

V rámci druhové úpravy porostů panují shody na zvýšení genetické pestrosti v rámci druhu asistovanou migrací proveniencí z oblastí jejichž současné klimatické podmínky se podobají predikovaným podmínkám dle klimatické změny na naše území. Švýcarské a německé výstupy pracují například s vytypovanými proveniencemi jedle a buku ze severní či střední Itálie či Rumunských oblastí.

Návrhy na úpravu druhové sklady pracují s asistovanou migrací a vytváření porostních směsí ať již z evropského kontinentu z oblasti středomoří, Pyrenejský poloostrov či malá Asie. Jedná se např o borovici černou o buk východní, kaštanovník setý, ořešáky, mediterránní druhy dubů (cer, pýřitý, žlutavý, mnohoplodý, balkánský — viz certifiko-

vaná metodika VÚLHM v Lesnickém průvodci 1/2026, https://www.vulhm.cz/lesnicky-pruvodce).

Mezinárodní srovnání

Přístupy sousedních a severských zemí sdílejí společný trend – odklon od jehličnatých monokultur a kladou důraz na druhovou a genetickou diverzitu. Německý Thünen-Institut na základě 4. Bundeswaldinventur (2022) dokládá, že smrk plošně ztrácí podíl a borovice se stává nejrozšířenější dřevinou. Projekt KlimBa počítá i s introdukcí jižnějších proveniencí. Německá FVA Bádensko-Württembersko na klimaticky dynamických mapách vhodnosti stanovišť navíc ukazuje, že do konce století ztrácejí vhodné podmínky napříč všemi scénáři i charakterové dřeviny buk a jedle což je v kontrastu s českým očekáváním jejich převážně stabilního zastoupení. Praktickým nástrojem podpory rozhodování je bavorský systém s tzv. klimatickými obálkami (Klimahüllen) pro 32 dřevin domácích a introdukovaných a odborné portály jako waldwissen.net, propojující výzkum Báden-Wurttenberského FVA, Bavorského LWF, Vídeňského BFW a Švýcarského WSL s lesnickou praxí. Rakouský BFW v rámci Waldfondu zkoumá genetickou odolnost smrku, dubu a jedle vůči suchu. Švýcarský WSL doložil, že při naplnění cíle Pařížské dohody dojde k posunu vegetačních pásem o 500–700 výškových metrů. Polský Instytut Badawczy Leśnictwa a státní podnik Lasy Państwowe dokumentují nárůst podílu listnatých porostů ve státních lesích z 13 % (1945) na 28,2 % (2011) a od roku 2019 realizují celostátní program proti plošnému odumírání lesů; kontrolní zpráva NIK (2024) však upozorňuje na pomalé tempo této adaptace. Švédský výzkum (SLU, Skogforsk) je naopak konzervativnější – počítá se smrkem a borovicí jako hlavními dřevinami i v horizontu sta let, s důrazem na stanovištně přizpůsobenou obnovu a širší paletu proveniencí. Norský NIBIO dlouhodobě zkoumá posun horní hranice lesa, např. očekávaný posun areálu břízy o zhruba 400 m. Napříč zeměmi se shodně zdůrazňuje, že adaptace lesa probíhá pomaleji, než postup klimatické změny a limitujícím faktorem zůstává dlouhověkost porostů vůči rychlosti změny klimatu a konzervativní přístup lesnického oboru.

Závěr

Dosavadní vývoj klimatu v ČR odpovídá spíše hornímu pásmu středních emisních scénářů a jeho dopady na lesní ekosystémy – zejména na smrkové porosty pěstované mimo jejich ekologické optimum – jsou patrné již dnes v podobě plošného rozpadu jehličnatých porostů a kůrovcových kalamit. Adaptace lesního hospodářství v ČR probíhá na úrovni legislativy (?), dotační politiky (?), pěstebních postupů i cílové druhové skladby, avšak vzhledem k dlouhověkosti lesa, setrvačnosti a konzervativnosti lesního hospodaření, plánování zaostává za tempem klimatické změny. Srovnání se zahraničním výzkumem shodně ukazuje potřebu odklonu od současného konzervativního přístupu pěstování převážně stejnověkých monokultur k bohatě strukturovaným lesům. Výše uvedené základní pěstební rámce lze shrnout do níže uvedených adaptačních principů:

1. Druhovou diverzifikaci lesních porostů zajistí rozložení rizika mezi více dřevin.
2. Zvýšení genetické pestrosti, hledání vhodných proveniencí domácích druhů, asistovaná migrace.

3. Zvýšení strukturní pestrosti porostů, tedy tloušťková, výšková, prostorová a věková diferenciace
4. Přesun od pěstování porostů k péči o jednotlivé stromy.
5. Zkrácení obmýtí a prodloužení doby obnovní.
6. Prostorově nestejnoměrné výchovné a obnovní zásahy.
7. Je třeba uplatňovat všechna pěstebně adaptační opatření se znalostí stanoviště a k němu volit odpovídající dřevinou skladbu.
8. Adaptační opatření mezi sebou kombinovat.

Literatura a zdroje (výběr)

https://scholar.google.com/
waldwissen.net — společný portál FVA BW, LWF, BFW a WSL:
Wald im Klimavandel; https://www.waldwissen.net/de/wald-und-mensch/aus-und-fortbildung/buchbesprechungen/buch-wald-im-klimawandel
Baumarten im Klimawandel: Buche und Tanne verlieren (FVA BW, klimadynamické mapy vhodnosti stanovišť). https://www.waldwissen.net/de/lebensraum-wald/klima-und-umwelt/klimawandel-und-co2/konzept-und-landesweite-hauptergebnisse
Baumartenwahl im Klimawandel — přehled rozhodovacích nástrojů vč. bavorského systému BaSIS. https://www.waldwissen.net/de/waldwirtschaft/waldbau/waldumbau/baumartenwahl-im-klimawandel
Hein, Kohnle, Michiels (2008): Waldbauliche Handlungsmöglichkeiten angesichts Klimawandel. https://www.waldwissen.net/de/lebensraum-wald/klima-und-umwelt/klimawandel-und-co2/waldbauliche-handlungsmoeglichkeiten
IPCC (2021–2023): AR6 — Working Group I–III a Syntézní zpráva. https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/
ČHMÚ, CzechGlobe (2026): Hodnocení změny klimatu a adaptačních potřeb ČR 2025 (projekty PERUN, SustES). https://mzp.gov.cz/system/files/2026-03/OAZK Hodnoceni_zmeny_klimatu_a_adaptacnich_potreb_CR_2025-20260301.pdf
MŽP (2025): Zpráva o adaptaci ČR na změnu klimatu 2025. https://mzp.gov.cz/system/files/2025-05/OAZK-Zprava_o_adaptaci_CR_na_zmenu_klimatu_2025-20250520.pdf
CzechGlobe, ČHMÚ, MENDELU: klimatickazmena.cz a ClimRisk. https://www.klimatickazmena.cz/
NLI/ÚHÚL (2021): PLO 27 – Hrubý Jeseník. Klimatická změna a návrh adaptačních opatření v lesích. https://nli.gov.cz/wp-content/uplads/2021 SY_PLO_27_Priloha_6_Klimaticka-zmena-a-navrh-adaptacnich-opatreni-v-lesich.pdf
MZe: Podpora adaptace lesních ekosystémů na klimatickou změnu (dotační program). https://mze.gov.cz/public/portal/mze/lesy/dotace-v-lesnim-hospodarstvi-a-myslivosti/adaptace
Fakta o klimatu, z. ú.: Trend nárůstu teplot v ČR v jednotlivých měsících (zdrojová data ČHMÚ, licence CC BY 4.0). https://faktaoklimatu.cz/infografiky/trend-teplot-cr
Katalog lesnických adaptačních opatření; Pěstební postupy obnovy a výchovy lesa pro drobné vlastníky (2021). https://www.vulhm.cz/files/uploads/2021/05/Pestebni-postupy-obnovy-a-vychovy-lesa-pro-drobne-vlastniky.pdf
Špulák, O. a kol. (2023): Postupy hospodaření v porostech borovice lesní pro zmírnění nepříznivých dopadů environmentální změny. Certifikovaná metodika, VÚLHM. https://www.vulhm.cz/files/uploads/2025/02/LP_5_2024.pdf
Hammerová V. a kol. (2025): Smíšené lesy jako strategie adaptace na klimatickou změnu. ZLV. https://www.vulhm.cz/files/uploads/2025/10/766b.pdf

Brabec P., Brichta J., Vacek Z., Vacek S., Šimůnek V., Hájek V. (2023): Potential of mixed Picea abies and Pinus sylvestris forests in lowland areas of Central Bohemia. J. For. Sci. 69: 470–484. https://jfs.agriculturejournals.cz/pdfs/jfs/2023/11/01.pdf

Journal of Forest Science (2024) 70(7): 353–367 — využití přírodních lesních oblastí ČR pro plánování klimatické adaptace. http://jfs.agriculturejournals.cz/magno/jfs/2024/mn7.php

Thünen-Institut (2022): 4. Bundeswaldinventur; projekt KlimBa. https://www.thuenen.de/de/themenfelder/waelder

BFW (2025): Waldfonds — Forschung zur Klimaanpassung der Wälder. https://www.bfw.gv.at/pressemeldungen/waldfonds-forschung-zur-klimaanpassung-der-waelder-in-oesterreich/

WSL/BAFU: Forschungsprogramm „Wald und Klimawandel"; Bericht Anpassung des Waldes an den Klimawandel. https://www.wsl.ch/de/wald/wald-und-klimawandel/

Instytut Badawczy Leśnictwa; Lasy Państwowe: Adaptacja lasu do zmian klimatu. https://zmigrod.wroclaw.lasy.gov.pl/polskie-lasy/-/asset_publisher/x9eK/content/adaptacja-lasu-do-zmian-klimatu-na-nizinach

NIK (2024): Dostosowywanie gospodarki leśnej do zmian klimatycznych — zmarnowana dekada. https://www.nik.gov.pl/aktualnosci/ochrona-srodowiska/adaptacja-gospodarki-lesnej-do-zmian-klimatu.html

SLU / Skogforsk: výzkum klimatických dopadů na švédské lesnictví. https://www.skogforsk.se/

NIBIO (2017): Skogbehandling for verdiproduksjon i et klima i endring. https://skog.no/wp-content/uploads/2018/09/Skogbehandling-for-verdiproduksjon-i-et-klima-i-endring-NIBIO_RAPPORT_2017_3_99.pdf

Kontakt

Ing. Petr VÁLEK (valek@lesydoksy.cz)

Městské lesy Doksy, s.r.o.
Valdštejnská 258, 472 01 Doksy

Potenciál dubu letního a zimního v procesu adaptace na klimatické změny

Jan LEUGER, Jakub ČERNÝ

Úvod

Jednou z nejvýznamnějších hrozeb spojených s globální klimatickou změnou (GKZ) je bezesporu rozšiřování a zvyšování četnosti suchých období v oblastech, kde se dosud vyskytovala jen zřídka (Cook et al. 2018). V důsledku toho se předpokládá, že areál rozšíření mnoha druhů dřevin se bude posouvat k vyšším zeměpisným šířkám nebo do vyšších nadmořských výšek (Bakkenes et al. 2002). Zvýšení zastoupení dubů v lesních ekosystémech střední Evropy je proto považováno za jednu z klíčových možností adaptace lesních ekosystémů na projevy GKZ (Hlásny et al. 2014). S rostoucími teplotami vzduchu a změnami klimatických podmínek se očekává, že se duby budou moci rozšířit i do oblastí, kde dříve nebyly schopny růst, což otevírá nové příležitosti pro jejich využití v lesním hospodářství. Na druhé straně však může být jejich rozšiřování do vyšších vegetačních stupňů či severnějších oblastí limitováno dalšími ekologickými podmínkami, jako je například výskyt pozdních mrazů nebo nevhodné půdní podmínky (Ducousso, Bordacs 2004). Z tohoto důvodu je nezbytné pečlivě testovat jednotlivé zdroje reprodukčního materiálu z hlediska původu. Klíčové jsou především ekologické parametry, ve kterých rostou mateřské porosty (zdroje osiva).

V minulosti byla v rámci téměř celé Evropy provedena výrazná změna druhového složení lesních porostů ve prospěch jehličnatých dřevin, především smrku ztepilého (*Picea abies* L. Karst.) a borovice lesní (*Pinus sylvestris* L.). V posledních desetiletích začala ve střední Evropě opačná transformace, a to přechod od jehličnatých monokultur k porostům smíšeným nebo listnatým (Noack 2011, Vrška et al. 2016). Hlavním cílem tohoto procesu je zvýšit adaptační schopnost porostů na očekávané stanovištní a habitatové podmínky v souvislosti s probíhající a předpokládanou změnou klimatu (Seliger et al. 2023). Řada modelů predikujících rozšíření druhů v podmínkách GKZ naznačuje, že zastoupení borovice lesní a smrku ztepilého ve středoevropských lesích bude v následujících desetiletích klesat (Buras, Menzel 2019). Naopak dub zimní a dub letní jsou v mnoha modelech označovány za nejvýznamnější listnaté dřeviny budoucí potenciální přirozené vegetace (Lindner et al. 2014, Schelhaas et al. 2015).

Podpora pěstování dubu zimního a dubu letního se jeví jako vhodná vzhledem k jejich vysoké odolnosti vůči suchu (Úradníček et al. 2009, Černý et al. 2024) i větrným polomům. Oba druhy dubů umožňují tvorbu smíšených porostů, které jsou za podmínek GKZ stabilnější a produktivnější než monokultury (Steckel et al. 2020, Pretzsch et al. 2020, Del Río et al. 2022). V současnosti je realizována také výsadba dubu letního a zimního i mimo areál původního rozšíření (Eaton et al. 2016). V podmínkách České republiky je to především posun do vyšších vegetačních stupňů. Zvyšující se zastoupení dubu tak reaguje na klimatické scénáře, které predikují především zvyšování teplot a s tím spojenou vyšší frekvenci suchých period (Buriánek et al. 2013). Pro takové použití je ovšem velmi důležité používat odpovídající původ reprodukčního materiálu, který by měl odpovídat místu

použití. Pro významné zvyšování zastoupení obou druhů dubů v lesních porostech střední Evropy je nezbytná umělá obnova, která umožňuje zakládat mladé porosty i tam, kde duby nejsou součástí mateřských porostů. Přestože je přirozená obnova často nejvhodnější, v praxi přibývá situací, kdy vysoké riziko jejího selhání vyžaduje využití umělé obnovy.

Je také důležité zmínit, že areály výskytu dubu zimního a dubu letního se velmi často překrývají a oba druhy se tedy v porostech vyskytují společně. Taxonomická klasifikace obou druhů dubů je však dlouhodobě diskutovaná (Gardiner 1970, Buriánek et al. 2013, Černý et al. 2024). Dub zimní a dub letní jsou popsány buď jako samostatné druhy, nebo jsou zařazeny pouze do druhu *Q. robur* a uváděny jako dva poddruhy (např. Pretzsch et al. 2013). V České republice jsou ovšem, například z hlediska uznaných zdrojů, oba druhy rozděleny, což může často způsobovat problémy při dosahování druhové čistoty osiva v případě, že se v uznaných porostech vyskytují oba druhy. Z těchto důvodů je vhodné nejen podrobněji popsat jednotlivé zdroje, ale také ověřit případnou možnost rozlišovat jednotlivé druhy na základě dalších analýz.

Morfologické znaky sadebního materiálu jsou jedním ze základních parametrů nutných pro úspěšnou umělou obnovu lesa. Optimálním postupem je výběr různých typů sadebního materiálu podle místa výsadby. Obecně se volí vyšší a statnější materiál pro lokality dobře zásobené vodou s vyšším negativním vlivem buřeně, naopak na suchem ohrožené lokality je vhodnější sadební materiál s příznivějším poměrem kořenů k nadzemním částem (Modrzynski, Erikson 2002).

Morfologické parametry semenáčku jako východisko využití při umělé obnově

Výsledky několika sérií pěstování a hodnocení jednotlivých morfologických znaků (parametrů) sadebního materiálu (krytokořenných jednoletých semenáčků) různých oddílů původu dubu letního a dubu zimního ukázaly významné rozdíly mezi oběma druhy dubu. Rozdíly byly nejvýznamnější v parametrech výšky sadebního materiálu a s tím souvisejícím poměrem kořenových systémů a nadzemních částí. Ve všech testovaných růstových sezónách byla zjištěna signifikantně větší výška krytokořenných semenáčků dubu letního ve srovnání s dubem zimním. Naopak z hodnocení poměru kořenového systému k nadzemní části vyplývá, že významně příznivější poměr je dosahován u oddílů dubu zimního. Tento příznivější poměr je dosažen díky menšímu objemu nadzemních částí u oddílů dubu zimního, který vyplývá také z hodnocení parametru celkové výšky. Z výsledků tohoto hodnocení tak lze doložit souvislost s výškou krytokořenných semenáčků a poměrem kořenů k nadzemní části, kdy vyšší sadební materiál má méně příznivý poměr K/NČ ve srovnání s nižším.

Diskuse a závěr

Umělá obnova je nejdůležitějším způsobem, jak významně měnit druhové složení lesních porostů. V procesu adaptace lesních ekosystémů na klimatickou změnu je pak změna dřevinné skladby na předním místě (Lindner et al. 2014; Schelhaas et al. 2015). V podmínkách střední Evropy jsou významnými „adaptačními" dřevinami dub letní

a dub zimní. Souhrnný přehled adaptačních strategií dubu zimního zdůrazňuje jeho významnou toleranci k suchu, která souvisí zejména s hluboko sahajícím kořenovým systémem. Jako klíčové adaptační přístupy se uvádí zakládání smíšených porostů a úprava hustoty porostu výchovnými zásahy (Černý et al. 2024).

Úspěšnost obnovy však nezávisí pouze na volbě dřeviny a pěstební koncepci, ale i na kombinaci kvality sadebního materiálu a stanovištních podmínek, zejména dostupnosti světla a konkurenčních poměrů v obnově. Z hlediska ujímavosti a růstu po výsadbě bylo zjištěno, že semenáčky s větší tloušťkou kořenového krčku dosahují výrazně lepších výsledků ve srovnání se semenáčky s tenčím kořenovým krčkem. Na základě zkušeností a výsledků testování v akreditované laboratoři „Školkařská kontrola" (VÚLHM, v.v.i., VS Opočno) je také zřejmá korelace mezi tloušťkou kořenového krčku a podzemní biomasou. Proto tloušťka kořenového krčku a poměr podzemní (kořenové) a nadzemní části představují zásadní parametry sadebního materiálu pro úspěšnou obnovu na suchem ohrožených lokalitách. Tento důraz na kořenový systém je v souladu s poznatky, že duby díky hlubokému kořenovému systému mohou využívat hlubší zásoby vody, což podporuje jejich schopnost vyhýbat se stresu suchem a přispívat k odolnosti porostů v měnících se klimatických podmínkách (Steckel et al. 2020). Vospernik et al. (2023) navíc uvádějí u rodu *Quercus* anizohydrickou strategii regulace průduchů a obecně dobrou rezistenci i resilienci vůči suchu. U dubu zimního je zároveň uváděna vyšší fyziologická účinnost hospodaření s vodou než u dubu letního (Vospernik et al. 2023). Stejná zjištění jako v našem experimentu uvádějí Jokanović et al. (2024), kteří zaznamenali výrazně nižší výšku semenáčků dubu zimního ve srovnání s dubem letním při pěstování jednoletých krytokořenných semenáčků.

Poměr objemu kořenů k nadzemní části je jedním z nejdůležitějších parametrů z hlediska ujímavosti sadebního materiálu po výsadbě. Vyšší podíl podzemní biomasy (kořenového systému) vytváří dobrý předpoklad pro dostatečný příjem vody a živin po přesazení při umělé obnově lesa. Z výsledků našeho experimentu by bylo možné usuzovat, že podíl jemných kořenů je pravděpodobně z větší části ovlivňován pěstební technologií, případně složením pěstebního substrátu, spíše než genetickými nebo druhovými predispozicemi. V práci podobného zaměření bylo zjištěno, že morfologické znaky semenáčků mohou sloužit jako indikátor genetického potenciálu mateřských stromů (Popović et al. 2025). Tento indikátor bude i na základě našeho hodnocení ještě dále ověřován v dalších sériích hodnocení.

Pro úspěšnou umělou obnovu je nutný komplexní přístup, který zahrnuje nejen striktní dodržování pravidel přenosu reprodukčního materiálu, ale také využívání sadebního materiálu s vhodnými morfologickými parametry ve vazbě na stanovištní podmínky lokalit, kde bude použit. Optimální morfologické parametry sadebního materiálu jsou klíčovým předpokladem ujímavosti a následného odrůstání po výsadbě. V rámci hodnocení experimentů byly zjištěny významné rozdíly v některých hodnocených znacích mezi dubem letním a dubem zimním, ale také v rámci jednotlivých oddílů původu reprodukčního materiálu. Nejvýznamnější rozdíly byly zjištěny ve výšce nadzemních částí, přičemž tento parametr je velmi důležitý při volbě sadebního materiálu pro konkrétní podmínky stanoviště pro výsadbu (vyšší sadební materiál je výhodnější pro zabuřeněné lokality

s relativním dostatkem vody). Naopak sadební materiál s vyšším poměrem kořenů k nadzemní části je vhodný pro výsadbu do lokalit ohrožených vysycháním. Rozdíly v základních parametrech je důležité vyhodnotit při výběru sadebního materiálu k výsadbě pro různé typy stanovištních podmínek. Vliv na morfologické znaky má samozřejmě mnoho dalších faktorů (kvalita semenné suroviny, pěstební substráty, způsob pěstování a podobně), proto je vhodné tyto faktory při výběru sadebního materiálu také zvážit.

Literatura

Bakkenes M. et al. 2002. Assessing effects of forecasted climate change on the diversity and distribution of European higher plants for 2050. Global Change Biology, 8: 390–407.

Buras A., Menzel A. 2019. Projecting tree species composition changes of European forests for 2061–2090 under RCP4.5 and RCP8.5 scenarios. Frontiers in Plant Science, 9: 1986.

Buriánek V. et al. 2013. Metodická příručka určování domácích druhů dubů. Strnady, Lesnický průvodce, 8/2013, 40 s.

Cook B.I., Mankin J.S., Anchukaitis K.J. 2018. Climate change and drought: from past to future. Current Climate Change Reports, 4: 164–179.

Černý J. et al. 2024. Sessile oak (Quercus petraea (Mill.) Liebl.) and its adaptation strategies in the context of global climate change: a review. Central European Forestry Journal, 70: 77–94.

Del Río M. et al. 2022. Emerging stability of forest productivity by mixing two species buffers temperature destabilizing effect. Journal of Applied Ecology, 59: 2730–2741.

Ducousso A., Bordacs S. 2004. EUFORGEN: Technical guidelines for genetic conservation and use for pedunculate and sessile oaks (Quercus robur and Quercus petraea). Řím, International Plant Genetic Resource Institute, 6 s.

Eaton E. et al. 2016. Quercus robur and Quercus petraea in Europe: distribution, habitat, usage and threats. In: San-Miguel-Ayanz J., De Rigo D., Caudullo G., Houston Durrant T., Mauri A. (eds.): European Atlas of Forest Tree Species. Publication Office EU, Luxembourg, pp. 160–163.

Gardiner A.S. 1970. Pedunculate and sessile oak (Quercus robur L. and Quercus petraea (Mattuschka) Liebl.): A review of the hybrid controversy. Forestry: An International Journal of Forest Research, 43: 151–160.

Hlásny T. et al. 2014. Climate change increases the drought risk in Central European forests: What are the options for adaptation? Central European Forestry Journal, 60: 5–18.

Jokanović D. et al. 2024. Variability of morpho-anatomical traits of one-year-old Quercus sp. container seedlings. Reforesta 18:22-33

Lindner M. et al. 2014. Climate change and European forests: what do we know, what are the uncertainties, and what are the implications for forest management? Journal of Environmental Management, 146: 69–83.

Modrzynski, J., Erikson, G. 2002. Response of Picea abies populations from elevational transects in the Polish Sudety and Carpathian mountains to simulated drought stress. Forest Ecology and Management, 165:. 105 - 116.

Noack M. 2011. Growth and nutrition of Quercus petraea underplanted in artificial pine stands under conversion in the northeast German Lowlands. Forest Systems, 20: 423–436.

Popović V. et al. 2025 Morphological assessment of plus trees progeny as a basis for establishing a sessile oak seed orchard. Reforesta 21:41-53.

Pretzsch H., Schütze G., Uhl E. 2013. Resistance of European tree species to drought stress in mixed versus pure forests: evidence of stress release by inter-specific facilitation. Plant Biology, 15: 483–495.

Pretzsch H. et al. 2020. Stand growth and structure of monospecific and mixed-species stands of Scots pine (Pinus sylvestris L.) and oak (Q. robur L., Quercus petraea (Matt.)

Liebl.) analysed along a productivity gradient through Europe. European Journal of Forest Research, 139: 349–367.
Seliger A. et al. 2023. Diversification of coniferous monocultures in the last 30 years and implications for forest restoration: a case study from temperate lower montane forests in Central Europe. European Journal of Forest Research, 142: 1353–1368.
Schelhaas M.-J. et al. 2015. Alternative forest management strategies to account for climate change – induced productivity and species suitability changes in Europe. Regional Environmental Change, 15: 1581–1594.
Steckel M. et al. 2020. Species mixing reduces drought susceptibility of Scots pine (Pinus sylvestris L.) and oak (Quercus robur L., Quercus petraea (Matt.) Liebl.) – site water supply and fertility modify the mixing effect. Forest and Ecology Management, 461: 117908.
Úradníček L. et al. 2009. Dřeviny České republiky. 2. přepracované vydání. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce, 367 s., ISBN: 978-80-87154-62-5.
Vrška T. et al. 2016. Twenty years of conversion: from Scots pine plantations to oak-dominated multifunctional forests. iForest–Biogeosciences and Forestry, 0: 75–82.

Dedikace

Příspěvek vznikl díky podpoře výzkumného projektu NAZV QL26010483 „Využití domácích dubů ve vazbě na různé ekologické podmínky v procesu adaptace na GKZ“.

Kontakt

Ing. Jan LEUGNER, Ph.D. (leugner@vulhmop.cz)

Ing. Jakub ČERNÝ, Ph.D. (cerny@vulhmop.cz)

Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v.v.i., Výzkumná stanice Opočno
Na Olivě 550, 517 73 Opočno,

Využití mikrosatelitových markerů pro zjišťování genetických charakteristik porostů buku lesního

Pavlína MÁCHOVÁ, Helena CVRČKOVÁ, Olga TRČKOVÁ, Kateřina VÍTOVÁ

Úvod

V současných měnících se klimatických podmínkách je nutné hledat možnosti, jak zajistit rozmanitou a ekologicky stabilní krajinu a přírodu. Při úbytku či dlouhodobém nedostatku vláhy dochází k oslabení lesních porostů, které může vést až k jejich rozpadu. Zásadní faktor pro zajištění adaptability a stability lesních ekosystémů je co nejširší genetická diverzita. Důležitým adaptačním opatřením pro zajištění stability lesních porostů je nejen ochrana genofondu domácích, změnou klimatu ohrožených populací lesních dřevin, ale i využití již adaptovaných ekotypů dřevin rostoucích na stresovaných stanovištích, např. na výsušných lokalitách. Pro lesnický management je z tohoto hlediska zajímavou dřevinou buk lesní. Pro objektivní posouzení genetické diverzity reprodukčního materiálu lesních dřevin se využívají molekulárně genetické metody, například DNA analýzy.

Genetická diverzita populací lesních dřevin a molekulární analýzy

Informace o úrovni genetické diverzity populací lesních dřevin, které se využívají nebo plánují využívat jako zdroj reprodukčního materiálu, je významná z hlediska efektivnějšího využití stávajících genetických zdrojů. Genetickou diverzitu lze určit řadou moderních metod analýz DNA, např. analýzou mikrosatelitových markerů (SSR markery). V současnosti patří metoda SSR markerů mezi standardní molekulárně genetické techniky. Pro svoji spolehlivost a reprodukovatelnost jsou analýzy mikrosatelitových markerů rutinně využívané ve forenzní genetice (forenzní analýzy, určování otcovství apod.) i v humánní medicíně.

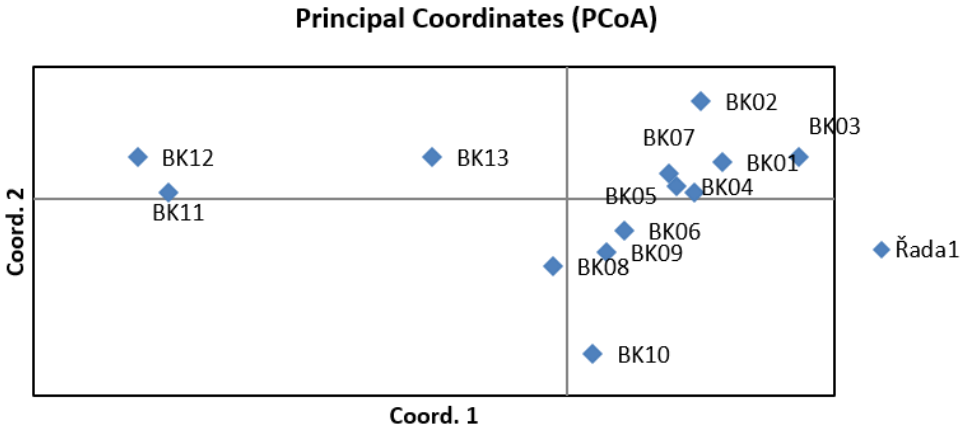
Porosty buku lesního v ČR a jejich genetická charakterizace

Ve VÚLHM již byl proveden genetický screening 13 významných populací buku lesního na území ČR (Fulín et al. 2016; Cvrčková et al. 2017), jejich lokalizace je znázorněna na obr. 1. Genetické charakteristiky vybraných populací byly získány pomocí analýz DNA s využitím 12 jaderných mikrosatelitových markerů. U získaných PCR produktů 12 sledovaných lokusů byla provedena fragmentační analýza na genetickém analyzátoru. Pro posouzení genetických charakteristik sledovaných populací buku lesního byla data získaná pro všechny mikrosatelitové markery zpracována pomocí statistického programu GenAlEx 6.5 (Peakall, Smouse 2012).



Obr. 1: Lokalizace populací buku lesního.

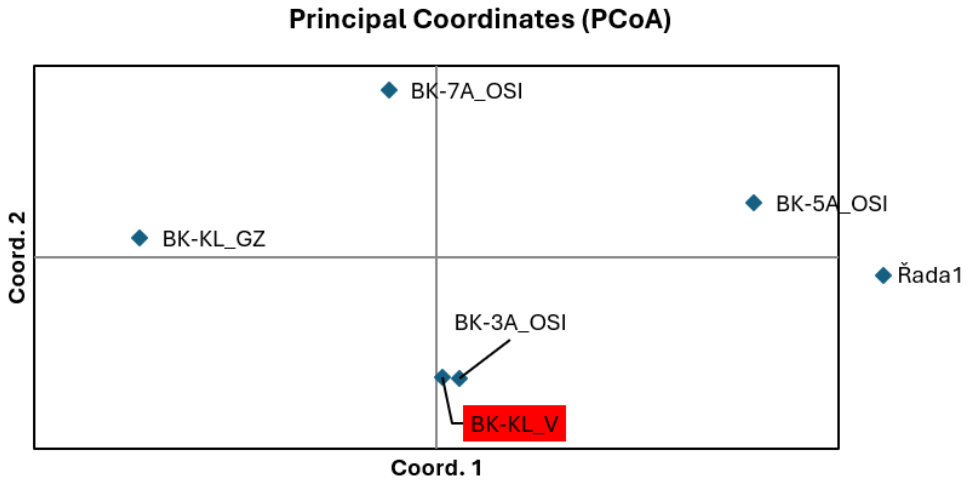
Bylo zjištěno, že u všech sledovaných populací se projevily vyšší hodnoty genetické diverzity (vyjádřeno počtem různých alel, pomocí Shannonova informačního indexu a heterozygotností). Zhodnocení genetických vzdáleností mezi populacemi bylo pro sledované vzorky kalkulováno na základě Neiovy standardní genetické vzdálenosti (Nei 1972). Získané hodnoty byly zpracovány pomocí analýzy hlavních koordinát (Principal Coordinate Analysis, PCoA) a jsou graficky znázorněny na obrázku 2. Čím bližší je umístění souborů v kvadrantu grafu PCoA, tím jsou si srovnávané soubory geneticky podobnější. Mezi genetickými a geografickými vzdálenostmi se projevila slabá závislost, což by mohlo souviset s historickým vývojem pěstování buku lesního na území ČR. Vzájemné diferenciace mezi sledovanými populacemi byly dle kvalitativní interpretace hodnot FST (Wright 1978) malé (zjištěné rozmezí 0,009 až 0,037). Ani malá genetická divergence však v případě populací lesních dřevin není zanedbatelná a představuje významnou strukturalizaci populací buku lesního na území ČR.



Obr. 2: Grafické znázornění genetických vzdáleností populací buku lesního (PCoA).

S využitím analýz mikrosatelitových markerů byly zpracovány i objektivní postupy kontrolního systému nakládání s reprodukčním materiálem buku lesního (Máchová et al. 2022), tedy postupy vedoucí k zajištění zachování pravdivé identity reprodukčního

materiálu (RM) lesních dřevin od sběru osiva až po expedici sazenic vlastníkům lesa. V lesnické praxi již byly tyto postupy využity pro ověření deklarovaného původu u reprodukčního materiálu (RM) buku lesního. Bylo provedeno porovnání vlastníkem dodaného osiva BK prokazatelně pocházejícího z genové základny (BK-KL_GZ) a osiva dodaného trhačskou firmou, které mělo pocházet ze stejné genové základny (BK-KL_V). Pro porovnání genetické příbuznosti byly do hodnocení zařazeny i další 3 soubory RM buku lesního z různých oblastí ČR, RM buku lesního z PLO 38 - Bílé Karpaty a Vizovické vrchy (BK-3A_OSI), PLO 26 - Předhoří Orlických hor (BK-5A_OSI) a PLO 1 - Krušné hory (BK-7A_OSI). Sledování identity srovnávaných souborů RM buku lesního probíhalo pomocí DNA analýz s vybranými 9 optimálně polymorfními nSSR markery, které vykazují střední genetickou variabilitu, ale i dostatečnou variabilitu na úrovni porovnávaných souborů RM. U získaných PCR produktů 9 vhodných lokusů byla provedena fragmentační analýza na genetickém analyzátoru. Získané velikosti alel byly statisticky zpracovány pomocí statistického programu GenAlEx 6.501. Jednou z nejvýznamnějších genetických charakteristik získaných pomocí provedených analýz bylo ohodnocení genetických vzdáleností mezi populacemi kalkulo-vané na základě Neiovy standardní genetické vzdálenosti. Získané hodnoty byly zpracovány pomocí analýzy hlavních koordinát (PCoA) a graficky jsou znázorněny na obrázku 3.

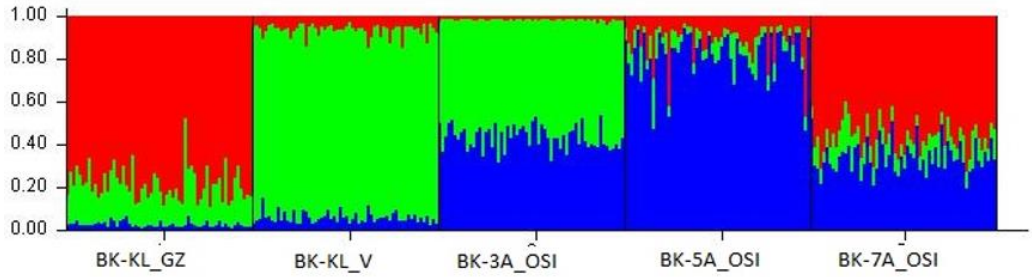


Obr. 3: Grafické znázornění genetických vzdáleností sledovaných souborů RM BK (PCoA).

Pro možnost porovnání populační struktury sledovaných souborů vzorků s využitím multilokusových genetických dat se používá Bayesianská klastrová metoda implementovaná v softwaru STRUCTURE 2.3.4. Identita sledovaných souborů vzorků se zjišťuje porovnáním barevně znázorněných proporcí jednotlivých klastrů získaných jako výsledek populační analýzy Structure. Tato metoda byla využita pro zjištění genetických struktur porovnávaných souborů osiva buku lesního (viz obr. 4).

Na obr. 4. je znázorněné, že porovnávané vzorky 5 souborů se strukturovaly do 3 barevně odlišných profilů, podíly jednotlivých barev byly pro každý ze sledovaných souborů jiné, což představuje geneticky odlišné struktury (soubory si nejsou geneticky podobné). U dodaného osiva trhačskou firmou BK-KL_V je výrazná převaha zeleného klastru 87,8 %, vysoký podíl má zelený klastr i u BK-3A_OSI – 54,9 % (soubor z karpatské oblasti),

u souborů z hercynské oblasti je zelený klastr v podstatně nižších podílech 18,8 % (BK-KL_GZ); 6,6 % (BK-5A_OSI) a 9,6 % (BK-7A_OSI). Na základě výsledků DNA analýz 9 mikrosatelitových lokusů lze konstatovat, že osivo dodané trhačskou firmou (BK-KL_V) má genetickou strukturu odlišnou od osiva z genové základny a má genetickou strukturu více podobnou osivu z karpatské oblasti.



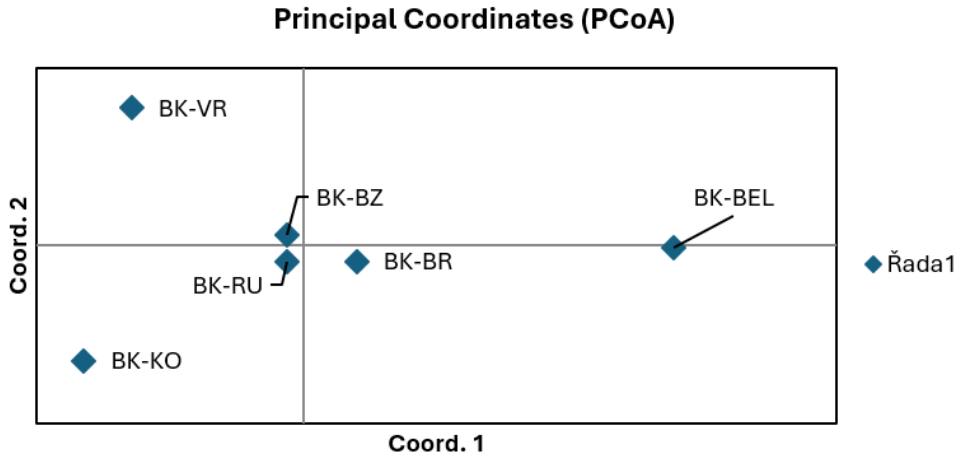
Obr. 4: Zhodnocení genetické struktury Bayesianskou metodou u 5 sledovaných souborů vzorků BK.

Cílem v současnosti řešeného projektu SQ01020166 „Možnosti lesnického využití ekotypů vybraných původních lesních dřevin z výsušných stanovišť" je vyhledat a charakterizovat ekotypy buku lesního vyskytující se na lokalitách, které se vymykají stanovištnímu optimu tohoto druhu a u jejichž potomstva (reprodukčního materiálu) lze očekávat vyšší potenciál odolnosti ke stresovým podmínkám. V rámci ČR byly vyhledány vhodné porosty, které se nacházejí na vysýchavých (xerických, extrémních apod.) stanovištích, věk porostu byl vzhledem k plánovanému odběru osiva stanoven minimálně na 60 let, další kritérium bylo minimální 10% zastoupení buku lesního. Ve spolupráci se spoluřešiteli projektu Lesy ČR, s. p., a Školní lesní podnik Masarykův les Křtiny (ŠLP) byl proveden výběr vhodných porostů. U ŠLP se vybíralo z 16 porostních skupin (byly vybrány 3 porostní skupiny) a u LČR, s. p. bylo z cca 700 tis. porostních skupin vyhledáno 12 nejvhodnějších jednotek. V roce 2025 proběhlo terénní šetření na LS Bučovice, LS Křivoklát, LS Buchlovice a LZ Židlochovice, kde byl následně odebrán biologický materiál pro genetické analýzy. Odběry vzorků rostlinného materiálu pro DNA analýzy byly provedeny na 6 lokalitách:

Lokalita	Značení vzorků	Oblast	Podmínky
Běleč	BK-BEL	LS Křivoklát	velký svah
Bzenec	BK-BZ	Dolnomoravský úval - Hodonínsko	naváté písky
Vracov	BK-VR	Dolnomoravský úval - Hodonínsko	naváté písky
Břestecké skály	BK-BR	Chřiby	skála
Kobylí	BK-KO	Velké Pavlovice	svah a údolí
Ruprechtov	BK-RU	Drahanská vrchovina	velký svah

Z každého stanoviště byly v jarním období provedeny odběry mladých listů ca z 35 jedinců. Pomocí modifikovaných postupů analýz mikrosatelitových markerů (Cvrčková et al. 2016) byly provedeny molekulární analýzy s cílem posoudit genetickou variabilitu sledovaných porostů. Analýzy byly provedeny u 210 vzorků z jedinců buku lesního ze 6 sledovaných lokalit pomocí 13 polymorfních markerů. U získaných PCR produktů 13 lokusů

byla provedena fragmentační analýza na genetickém analyzátoru. Získané velikosti alel byly statisticky zpracovány pomocí statistického programu GenAlEx 6.501. V prvotním zpracování bylo provedeno ohodnocení genetických vzdáleností mezi populacemi. Získané hodnoty byly zpracovány pomocí analýzy hlavních koordinát (PCoA) a graficky jsou znázorněny na obrázku 5. Vzájemné diferenciace mezi sledovanými porosty byly dle hodnot F_{ST} (párové porovnání genetické rozmanitosti na základě rozdílů alelických frekvencí mezi populacemi) malé (rozmezí 0,009 až 0,026), ale nezanedbatelné, což ukazuje na strukturování sledovaných porostů buku lesního z extrémních stanovišť. Zhodnocení genetických charakteristik ekotypů buku lesního z extrémních stanovišť proběhne v dalších letech řešení projektu



Obr. 5: Grafické znázornění genetických vzdáleností sledovaných populací buku lesního (PCoA).

Závěr

Předpokladem vyššího adaptačního potenciálu budoucích lesních porostů je i dostatečná genetická diverzita využívaného reprodukčního materiálu. Genetické markery, mezi něž patří i SSR markery umožňují odvodit genotypy jedinců a mohou být použity jako důležitý pomocný nástroj při zavádění opatření na zachování genových zdrojů, při výběru zdrojů reprodukčního materiálu, případně při vymezování provenienčních oblastí. V rámci řešeného projektu získané informace budou využity při výběru vhodných geneticky ověřených ekotypů buku z výsušných stanovišť, z jejichž porostů se získá výchozí materiál k zajištění reprodukčního materiálu pro následné založení provenienčních ploch. Budoucí výzkum se zaměří na sledování odolnosti proveniencí buku lesního proti zvyšujícím se ročním teplotám a úbytku srážek s cílem ověřit odolnost perspektivních proveniencí v oblastech ovlivněných změnou klimatu.

Literatura

Cvrčková H., Máchová P., Poláková L., Trčková O., Žižková E. (2016) Studium variability populací buku lesního pomocí mikrosatelitových markerů. Lesnický průvodce 8/2016. Certifikovaná metodika. Strnady: 35 s.

Cvrčková H., Máchová P., Poláková L., Trčková O. (2017). Evaluation of the genetic diversity of selected *Fagus sylvatica* L. populations in the Czech Republic using nuclear microsatellites. Journal of Forest Science, 63 (2): 53–61.

Fulín M., Čáp J., Cvrčková H., Novotný P., Máchová P., Dostál J., Frýdl J. (2016) Genetická charakterizace významných regionálních populací buku lesního v České republice. Specializovaná mapa s odborným obsahem. Lesnický průvodce, 4/2016, Certifikovaná mapa. Strnady: 52 s., 5 map.

Peakall R., Smouse P.E. (2012) GenAlEx 6.5: genetic analysis in Excel. Population genetic software for teaching and research – an update. Bioinformatics, 28: 2537–2539.

Máchová P., Cvrčková H., Trčková O., Vítová K., Cafourek J., Šimerda L. (2022) Metodika využití DNA markerů pro systém kontroly deklarovaného původu reprodukčního materiálu buku lesního. Lesnický průvodce 10/2022. Certifikovaná metodika. Strnady: 40 s.

Nei M. (1972) Genetic distance between populations. American Naturalist, 106: 283–392.

Wright S. (1978) Evolution and the Genetics of Populations, Volume 4: Variability Within and Among Natural Populations. University of Chicago Press.

Poděkování

Tento projekt je financován se státní podporou Technologické agentury ČR a Ministerstva životního prostředí ČR v rámci Programu Prostředí pro život 2, v rámci řešení projektu TAČR SQ01020166 „Možnosti lesnického využití ekotypů vybraných původních lesních dřevin z výsušných stanovišť" a institucionální podpory na dlouhodobý koncepční rozvoj výzkumné organizace MZe ČR (MZE-RO0123).

T A

Č R

Kontakt

Ing. Pavlína MÁCHOVÁ, Ph.D. (machova@vulhm.cz)

Ing. Helena CVRČKOVÁ, Ph.D.

Ing. Olga TRČKOVÁ

Bc. Kateřina VÍTOVÁ

Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i.
Strnady 136, 252 02 Jíloviště

Hodnocení výsadeb dubu zimního v lesích obce Mařenice

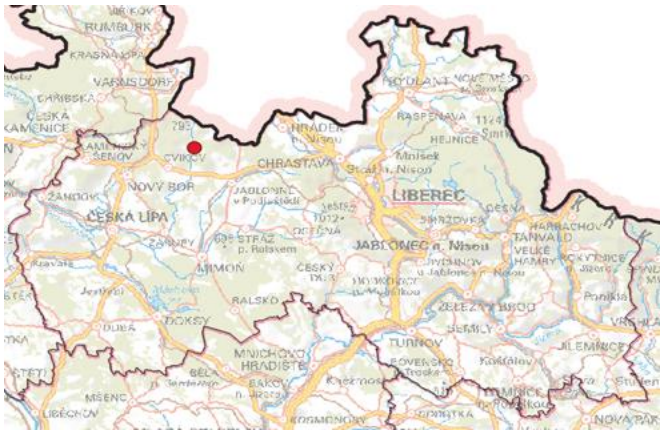
Libor PECHÁČEK

Úvod

V obecních lesích Mařenic v Lužických horách jsou čtyři výzkumné plochy s nedávnou výsadbou dubu zimního (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.). Dvě z ploch se nacházejí v nadmořské výšce nad 500 m a v době výsadby porostů byly zařazeny do 6. lesního vegetačního stupně. Druhé dvě plochy jsou v nadmořské výšce okolo 475 m a jsou zařazeny do 4. lesního vegetačního stupně. Prezentované údaje byly shromážděny v rámci zpracování diplomové práce, jejímž cílem bylo vyhodnotit perspektivu pěstování dubu v této lokalitě porovnáním jeho růstu na plochách napříč výškovým gradientem.

Popis území

Území obce Mařenice leží v Libereckém kraji při hranici s Německou spolkovou republikou (obr. 1), rozloha je 26,5 km^2. Administrativní nadmořská výška obce je udávána 392 m. Nejvyššími body území obce jsou vrcholy Luž (792,9 m n. m.) a Pěnkavčí vrch (792,0 m n. m.) v části Horní Světlá na severu. Nejnižším pak hladina Horního rybníka v části Mařeničky (350 m n. m.) na jihu. Na území Mařenic jsou čtyři chráněná území – národní pří-rodní rezervace Jezevčí vrch, přírodní památka Rašeliniště Mařeničky, přírodní památka Brazilka a přírodní rezervace Luž (AOPK, 2026). Lesy na území obce Mařenice jsou ve vlastnictví jak státu, tak i ve vlastnictví obce – především okraje směrem k obci (NLI, 2026).



Obr. 1: Poloha Mařenic v Libereckém kraji.

Geomorfologický celek Lužických hor, kde se hodnocené výsadby dubu nacházejí, jsou plochou hornatinou většinově v povodí Ploučnice a Kamenice na převážně kvádrových pískovcích svrchní křídy. Na mnoha místech jsou pískovce proraženy znělcovými a trachytovými třetihorními vulkanity převyšujícími okolí o 100–250 m i více. Pískovcový podklad byl erozně a denudačně rozčleněn a tektonicky vyzdvižen Lužickou poruchou. V nižších polohách tvoří pískovcové hřbety a hluboce zařízntá kaňonovitá údolí řek, zvláště v jejich západní části.

Hlavní hřeben Lužických hor (Lužický hřbet), kde se nacházejí Mařenice, probíhá jižně od lužické poruchy. Tvoří jej jednotlivé znělcové a trachytové, vzácně i čedičové kupy, spojené do zřetelného hřebene. Po jižním i severním úbočí se vyskytují pískovcové útvary tvořící místy i skalní města, nejzajímavější pak na německé straně pohoří (NLI, 2023; AOPK, 2025).

Půdním typům v Lužických horách dominují kambizemě, následované kryptopodzoly a pseudoglejemi. V údolích se pak nacházejí gleje a níže po toku navazující fluvizemě. Rankery se vyskytují na vrcholech třetihorních vulkanitů (NLI, 2023; ČGS, 2026). Sklon svahů je zde mírný až střední, přibližně 5 – 22° (NLI, 2023).

Klimaticky je Lužický hřbet zařazen do klimatické oblast MT2 – krátké léto, mírné až mírně chladné, mírně vlhké, přechodné období krátké s mírným jarem a mírným podzimem. Zima je normálně dlouhá s mírnými teplotami, suchá s normálně dlouhou sněhovou pokrývkou (NLI, 2023). Konkrétnější hodnoty jsou uvedeny v tabulce 1 níže.

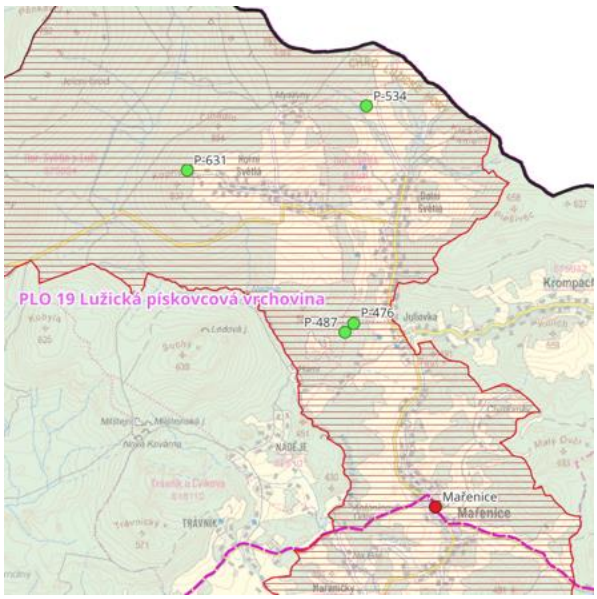
Fytogeograficky spadá Lužický hřbet do okresu Lužické hory, jež je charakterizován jednotvárnou mezofytní až oreofytní květenou patřící do submontánního až montánního vegetačního stupně (NLI, 2023).

Tab 1: Klimatické charakteristiky lesních vegetačních stupňů (LVS) v PLO (Macků, 2015 citováno v; NLI, 2023).

LVS	Průměrná roční teplota vzduchu °C		Průměrný roční úhrn srážek mm		Počet dní ve vegetačním období, kdy po dobu alespoň 10 dnů byl denní úhrn srážek <1 mm		Počet tropických dní (maximální teplota >30 °C)	
	1961–1990	1991–2009	1961–1990	1991–2009	1961–1990	1991–2009	1961–1990	1991–2009
3	7,9	8,4	724,9	730,6	46	51	3	7
4	7,8	8,2	782,3	797,1	43	49	3	7
5	7,2	7,8	814,8	847,6	41	45	2	6
6	6,5	7,2	899,3	971,5	37	39	2	4

Popis hodnocených ploch

Lesy v bezprostředním okolí Mařenic jsou v majetku obce. Na holinách po smýcených smrkových porostech obnovil lesní hospodář plochy směsí listnáčů zahrnující dub zimní a ponechal nálety smrku, břízy a jeřábu. Plochy byly pracovně označeny přibližnou nadmořskou výškou určenou z mapy a pro zachování konzistence bylo toto označení nadále důsledně používáno, přestože zpřesněné střední nadmořské výšky ploch se od označení liší. Seznam ploch je v tabulce 2 a vyznačeny jsou v mapě na obrázku 2. Výškový rozdíl mezi nejvýše a nejníže položenou plochou je 154 metrů.



Obr. 2:
Umístění výzkumných ploch (zelené tečky) na území obce (šrafa).

Plochy byly osázeny směsí listnatých dřevin a jedle, kromě P-534 kde jedle chybí. Výsadba proběhla v několika fázích v letech 2020 a 2022. V roce 2020 byla výsadba realizována prostokořenným materiálem, později obalovaným. Přehled vysazených dřevin a doby výsadby je v tabulce 3 níže. Podle dostupné hospodářské evidence byly plochy v roce 2020 osázené hustotou dubu 10 000 ha^{-1}. V roce 2022, s platností nové vyhlášky, sníženou hustotou 9470 ha^{-1}.

Duby zimní na plochách P-476 a P-534 byly dodány jako obalované sazenice a podle listu o původu pocházejí ze zdroje s označením CZ-2-2B-DBZ-00006-17-1-H. Při dodání měly výšku 26–50 cm, krček 5 mm a pěstovány byly jednu vegetační sezonu ve fóliovníku na vzduchovém polštáři (vzorec fv1 + 0). Podle označení zdroje by původ reprodukčního materiálu měl být v PLO 17 Polabí, LVS 1, Královéhradecký kraj, porost fenotypové třídy B. Výsadba proběhla v prosinci 2022.

Prostokořenné sazenice dubu na ploše P-487 a P-631 jsou podle listu o původu ze zdroje CZ-2-2B-DBZ-3011-8-2-A, měly při dodání výšku 36-50 cm, krček 6 mm a pěstovány byly dvě vegetační období na záhonu s podřezáním v prvním období (vzorec 0,5-1,5). Původ měl být v PLO 8 Křivoklátsko a Český kras, LVS 2, kraj Hlavní město Praha, porost fenotypové třídy B. Výsadba proběhla v prosinci 2020.

Na plochách je vliv buřeně slabý a ožin byl proveden jen jedenkrát na části plochy P-534. Ostatní plochy nebyly do doby měření ožínány ani chemicky ošetřovány.

Tab. 2: Seznam hodnocených ploch.

Název plochy	Střední nadmořská výška [m]	Sklon [%]	Orientace ke světové straně	Soubor lesních typů	Půdní typ	Místní název
P-476	477	17	JV	4S	KAg, KAr	Nad vodárnou
P-487	488	7	JV	4K	KAg	Nad vodárnou
P-534	533	16	J	5K	KAr	Brazilka
P-631	631	0	-	5S	PGm, KPm	U vlka

Zkratky půdních typů
KAg – kambizem oglejená, KAr – kambizem arenická, KPm – kryptopodzol modální, PGm – pseudoglej modální

Tab. 3: Údaje z lesní hospodářské evidence.

Název a JPRL	Dřevina	Termín výsadby	Typ sadby	Identifikace zdroje	Pěstební vzorec
P-476 108B7a	**DBZ**	**2022/12**	**obalovaná QP 60**	**CZ-2-2B-DBZ-00006-17-1-H**	**fv1+0**
	JD	2022/12	obalovaná QP 40	CZ-1-1-JD-20148-18-2-L	fv0,5+v2,5
	KL	2022/12	obalovaná QP 60	CZ-1-1-JD-20148-18-2-L	v1+0
	LP	2022/12	obalovaná QP	CZ-1-1-LP-00003-34-2-M	fv0,5+v0,5
P-487 108B7a	BK	2020/3	prostokořenná	–	–
	BK	2020/4	prostokořenná	–	–
	DBZ	**2020/12**	**prostokořenná**	**CZ-2-2B-DBZ-3011-8-2-A**	**0,5-1,5**
	JD	2020/12	prostokořenná	CZ-2-2B-JD-4132-10-3-S	2+3
	LP	2020/12	obalovaná QP 60	CZ-1-1-LP-00001-17-1-E	fv0,5-v0,5
	KL	2020/12	prostokořenná	CZ-2-2B-KL-00006-17-1-H	0,5-0,5
P-534 101A11	**DBZ**	**2022/11**	**obalovaná QP 60**	**CZ-2-2B-DBZ-00006-17-1-H**	**fv1+0**
	KL	2022/11	obalovaná QP 60	CZ-1-1-JD-20148-18-2-L	v1+0
P-631 57C6	BK	2020/12	prostokořenná	CZ-2-2B-BK-11-5-4-L	0,5-0,5
	DBZ	**2020/12**	**prostokořenná**	**CZ-2-2B-DBZ-3011-8-2-A**	**0,5-1,5**
	KL	2020/12	prostokořenná	CZ-2-2B-KL-00006-17-1-H	0,5-0,5
	JD	2020/12	prostokořenná	CZ-2-2B-JD-4132-10-3-S	2+3
	BK	2022/11	obalovaná QP	CZ-2-2B-BK-06299-10-4-C	fv1+0

Popis sledovaných veličin a postup měření

Na každé hodnocené ploše bylo rovnoměrně umístěno pět čtvercových zkusných ploch o rozměru 6 x 6 metrů. U každé nalezeného jedince dřeviny na zkusné ploše byl zaznamenán **druh** stromku, **původ** (umělá či přirozená obnova), **volná výška** a **výška po kmeni** s přesností na centimetry, **průměr krčku** s přesností na milimetry. Z kvalitativního hlediska byly hodnoceny **pěstební kvalita**, **poškození silovými vlivy** (posekání, zlom), **poškození suchem či mrazem** a **okus**.

Pěstební kvalita byla hodnocena okulárně čtyřbodovou škálou zachycující jak fenotyp hodnoceného jedince, tak i případné vady vývoje způsobené výsadbou či nedostatečnou ochranou proti buřeni. Úrovně byly definovány následovně:

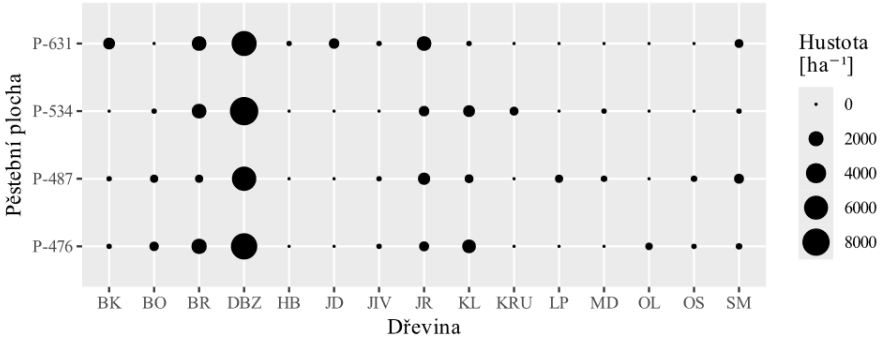
A. bezvadný přírůstavý jedinec s víceméně rovným kmenem
B. přírůstavý jedinec s deformovaným kmenem nebo kodominantním větvením
C. hůře přírůstavý nebo deformovaný (zalehnutý) jedinec, který pravděpodobně zůstane v podúrovni
D. zaostávající, odumírající nebo odumřelý jedinec

Podrobný popis jednotlivých veličin lze nalézt v původní práci na https://theses.cz /id/jsm869/, stejně jako mapy s konkrétním umístěním hodnocených ploch a souřadnic rohů zkusných ploch. V přílohách je odkaz na výchozí data včetně kopie terénního záznamu pro případné následné analýzy a kontroly.

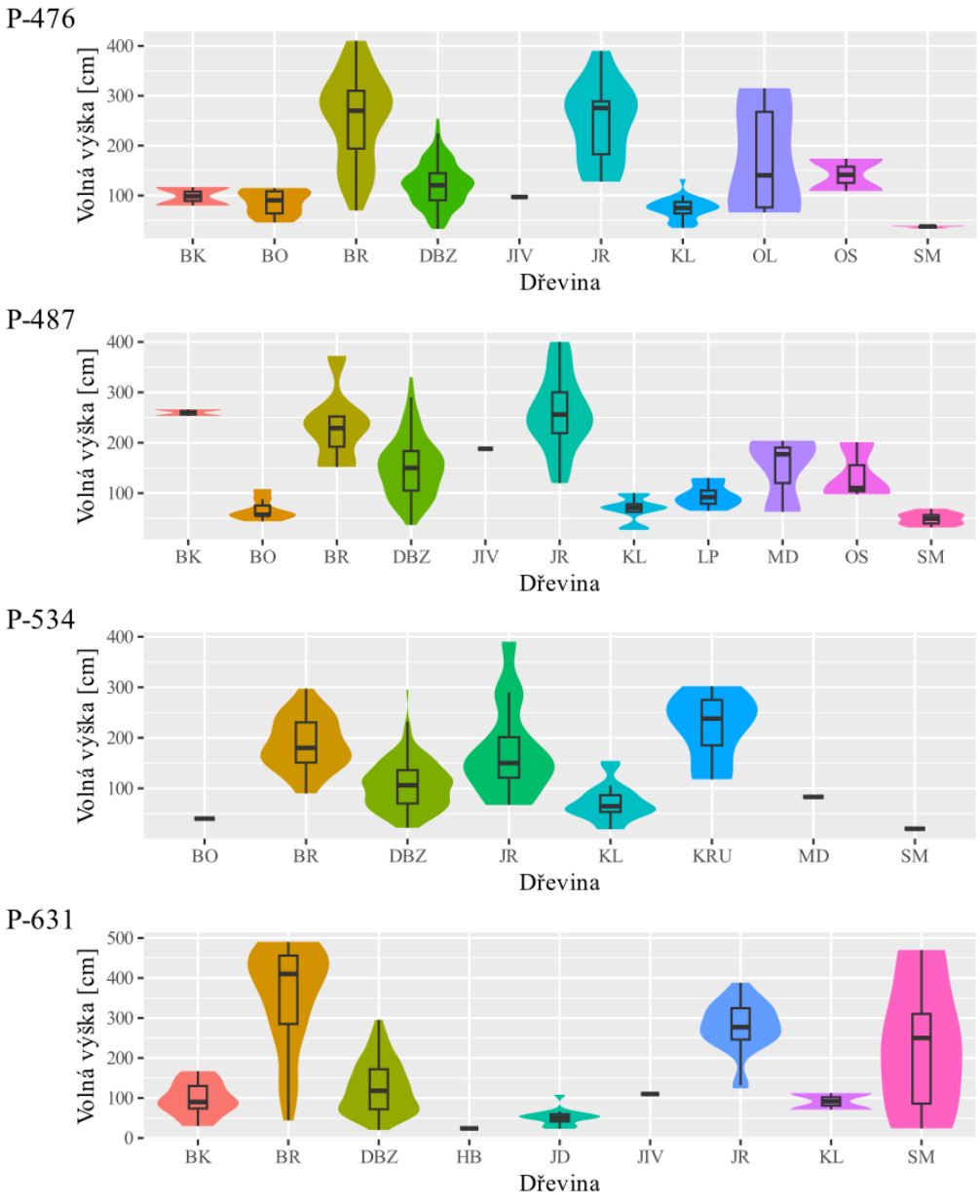
Výsledky

V termínu 24.–27. 8. 2025 bylo na hodnocených plochách změřeno 895 jedinců dřevin, z toho 521 dubů. Vyhodnocovány byly jak porost jako celek, tak pro přehlednost duby samostatně. Vyhodnocení hektarových počtů jedinců bez rozlišení původu je na

obrázku 3. Plocha tečky odpovídá reprezentované numerické hodnotě. Tečky v legendě slouží jako vzor pro srovnání. Porostní směsi početně dominuje na všech plochách dub zimní, místy s významnou příměsí břízy a jeřábu.



Obr. 3: Hektarové počty nalezených dřevin na plochách bez rozlišení původu, plocha tečky odpovídá hodnotě.

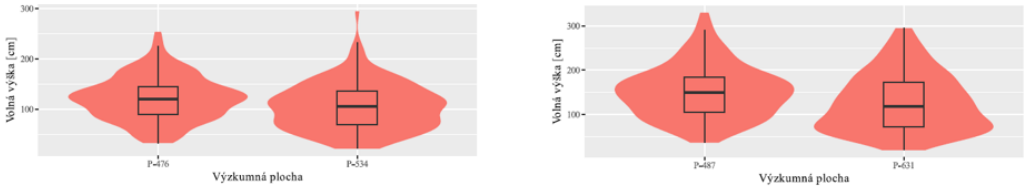


Obr. 4: Výšková struktura dřevin na plochách.

Grafy prezentované na obrázku 4 ilustrují výškovou strukturu směsí. Z pohledu pěstebního je příměs rychle rostoucí břízy a jeřábu rizikem pro růst dubu z důvodu zastínění korun shora. Ostatní dřeviny nepředstavují výraznou konkurenci a v budoucnu se pozitivně uplatní jako krycí a výplňové dřeviny (Korpeľ 1991; Poleno et al. 2009).

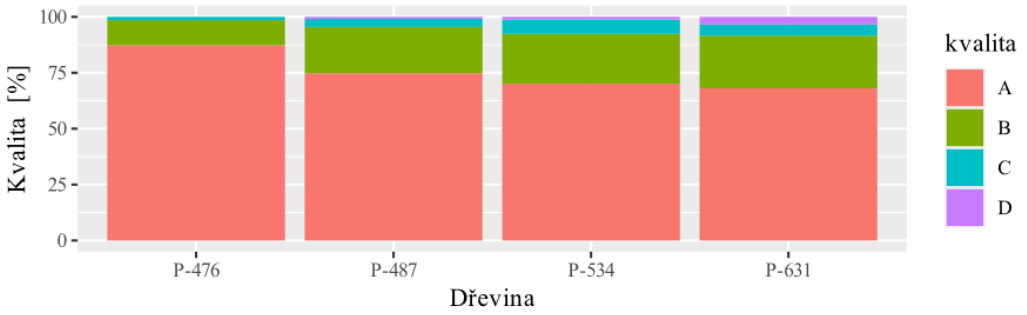
Základní otázka výzkumu byla „zda duby rostou". Těžiště práce tedy leží v hodnocení výškového přírůstu dubů, jejich pěstební kvalitě a odhadu doby do zajištění porostu. Dále jsou uvedeny pouze zásadní poznatky o dubech na těchto plochách. Ostatní analýzy nasbíraných dat jsou uvedeny v původní práci dostupné na https://theses.cz/id/jsm869/.

Ve výškovém růstu dubů byl prokázán statisticky významný rozdíl mezi jednotlivými plochami – pomalejší na výše položených plochách. Pro ilustraci, na ploše P-476 byla průměrná výška dubů 122 cm a na P-534 105 cm po třech vegetačních sezónách. Na starších P-487 a P-631 byly po pěti sezónách výšky 152 cm a 127 cm.



Obr. 5: Výšky dubů – vlevo jsou tříleté a vpravo pětileté plochy.

Hodnocením pěstební kvality byly také identifikovány rozdíly mezi plochami. Vyšší nadmořská výška znamená nižší celkovou pěstební kvalitu porostu, bez ohledu na stáří porostu.



Obr. 6: Pěstební kvalita dubů.

Číselné výsledky hodnocení pěstební kvality jsou v následující tabulce 4. Rozdíl mezi kvalitativní kategorií A a B je primárně v kodominantním větvení, a tím pomalejším výškovém růstu, což může být ovlivněno kromě růstových podmínek i genotypem. Z pohledu hospodářského využití dubu můžeme kategorii A považovat za zásobárnu cílových stromů a kategorii B za skupinu budoucích výplňových stromů. Tyto dva stupně zahrnují na všech plochách přes 90 % jedinců. V potencionálně neperspektivních kategoriích C a D se pak umístilo 2–8 % jedinců dubu. Zajímavé, třebaže méně významné, byly související vlivy sucha, mrazu a mechanického poškození. Podrobnější diskuze je prezentována v původní práci.

Tab. 4: Pěstební kvalita dubů.

Název	Pěstební kvalita			
	A	B	C	D
P-476	87 %	11 %	2 %	–
P-487	75 %	21 %	3 %	1 %
P-534	70 %	22 %	7 %	1 %
P-631	68 %	24 %	5 %	3 %

Pohled na zjištěnou průměrnou výšku dubů ve vztahu k pěstební kvalitě (tabulka 5 níže) může být východiskem k určení doby do zajištění porostu, a tedy klíčem k odpovědi, zda je porost dubu na daném stanovišti perspektivní s ohledem na zákonnou podmínku zajištění porostu.

Tab. 5: Průměrná volná výška dubů.

Název	Počet vegetačních období	Výška bez rozlišení kvality [cm]	Výška podle pěstební kvality [cm]			
			A	B	C	D
P-476	3	122	124	114	50	–
P-487	5	152	164	128	68	37
P-534	3	105	118	87	46	22
P-631	5	127	140	112	83	45

Samotná otázka zajištění porostu je pro neurčitost legislativních definic složitá a řešení tohoto nedostatku je mimo rámec tohoto příspěvku. Mírně obsáhlejší diskuze k tématu je v kapitole 5.9 původní diplomové práce. Pro výpočet doby do zajištění porostů bylo určeno, že jedinci pěstební kvality kategorie B musí dosáhnout průměrné výšky 200 cm (50 cm mimo dosah zvěře). Pak z prostého průměrného přírůstu výšky za sezónu byl určen počet zbývajících vegetačních období do dosažení cílové výšky. Kritéria jsou konzervativní. Uvažuje se lineární rychlost růstu, i když reálně je v této fázi exponenciální, výpočet je pro pomaleji rostoucí kvalitativní kategorii a cílová výška je nadsazená. I s těmito zjednodušeními splnily hodnocené porosty nastavené podmínky pro zajištění.

Tab. 6: Přehled doby do zajištění.

Název	Počet uplynulých vegetačních období	Současná výška	Průměrný výškový přírůst	Zbývající výška	Počet budoucích započatých veg. období
P-476	3	114	38	86	3
P-487	5	128	25,6	72	3
P-534	3	87	29	113	4
P-631	5	112	22,4	88	4

V přehledové tabulce 6 je vedle názvu plochy její stáří. Další sloupec je průměrná výška jedinců pěstební kvality B. Stromky kvality A jsou vyšší. Průměrný výškový přírůst je prostý podíl výšky a počtu vegetačních období. Slouží jako dolní odhad ročního přírůstu v budoucích sezónách. Zbývající výška je počet centimetrů chybějících do cílových 200 cm, zde považovaných za hranici zajištění porostu. Počet budoucích započatých vegetačních období vyjadřuje odhad počtu let, kdy bude potřeba kultury chránit.

Lze tedy předpokládat, že 90 % dubů na ploše dosáhne zvolené hranice 200 cm po 6–9 vegetačních sezónách, v závislosti na její nadmořské výšce a použitém sadebním materiálu.

Ve výchozí diplomové práci je proveden i pokus porovnat průměrné přírůsty v Lužických horách s jinými výzkumnými plochami studovanými v rámci závěrečných prací a publikovaných vědeckých výzkumů. Výsledkem je konstatování, že zde pozorované hodnoty nevybočují z rozsahu velikostí přírůstů pozorovaných jinými autory.

Závěr

Srovnáním parametrů hodnocených porostů s jinými výzkumy růstu dubů, analýzou legislativních požadavků na zajištění porostu a posouzením pěstební kvality došla tato práce k závěru, že pěstování dubu zimního ve vyšších polohách Lužických hor má perspektivu. V širším pohledu se jeví použití dubu na kambizemích (arenické a dystrické na tektonicky vyzvednutých pískovcích) ve srážkově bohatší oblasti s předpokladem růstu teplot jako účelná volba. Rizikem zůstávají extrémy počasí, které se současnou změnou přicházejí, především pak pozdní mrazy a půdní sucho, které bude limitovat umělou obnovu porostů.

Literatura

AOPK (2025) *Reliéf a horniny - Lužické hory, Lužické hory*. AOPK ČR. Dostupné z: https://luzickehory.aopk.gov.cz (Viděno: 4. březen 2026).

AOPK (2026) *Jezevčí vrch, ISOP Portál*. AOPK ČR. Dostupné z: https://portal.nature.cz/w/uzemi-2640 (Viděno: 9. březen 2026).

ČGS (2026) „Půdní mapa". Praha: Česká geologická služba. Dostupné z: https://mapy.geology.cz/pudy/ (Viděno: 5. březen 2026).

Korpeľ, Š. (1991) *Pestovanie lesa: Vysokošk. učeb. pre les. fak. VŠLD a VŠZ, štud. odb. „Les. inžinierstvo."* 1. vyd. Bratislava: Príroda.

Macků, Jaromír. (2015) *Klimatické charakteristiky lesních vegetačních stupňů v lesnicko-typologickém klasifikačním systému lesů ČR*. Vydání první. Brno: Ústav pro hospodářskou úpravu lesů Brandýs nad Labem.

NLI (2023) „OBLASTNÍ PLÁN ROZVOJE LESŮ Přírodní lesní oblast 19 – Lužická pískovcová vrchovina – VŠEOBECNÉ ÚDAJE". Ústav pro hospodářskou úpravu lesů Brandýs nad Labem, pobočka Jablonec nad Nisou. Dostupné z: https://nli.gov.cz/wp-content/uploads/2021_VS_PLO_19-1.pdf (Viděno: 4. březen 2026).

NLI (2026) „Informace o lese". Brandýs nad Labem: Národní lesnický institut. Dostupné z: https://ga.nli.gov.cz/DsNli/Iles/ (Viděno: 11. březen 2026).

Pecháček, L. (2026) *Odrůstání a vývoj kultur dubu zimního v nadmořských výškách nad 500 m n. m. v Lužických horách [online]*. Diplomová práce. Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta lesnická a dřevařská. Dostupné z: https://theses.cz/id/jsm869/.

Poleno, Z., Vacek, S. a Podrázský, V. (2009) *Pěstování lesů. III., Praktické postupy pěstování lesů*. 1. vyd. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce.

Kontakt

Ing. Bc. Libor PECHÁČEK (lpechacek@gmx.com)

Velenovského 593, 251 64 Mnichovice

Popis exkurzních ukázek semináře

Petr VÁLEK, Jiří NOVÁK, David DUŠEK, Dušan KACÁLEK

Místo konání: Mařenice v Lužických horách

Majetek: LHC obec Mařenice, Platnost 2024–2033, výměra LHC 298 ha, PLO Lužické hory, vše v CHKO Lužické hory, etát 21 000 m³/dec.

Stanoviště č. 1

porost 108Ba1a; výsadba dubu zimního na kalamitní holině v letech 2020 a 2022 ve 480 m n. m.

SLT: 4K1, 480 m n. m, JV expozice

Obnoveno výsadbou:

- Oplocenka u cesty 2020: DBZ, BK, JD, KL, vše prostokořenný sadební materiál,
- Ostatní oplocenky 2022: obalovaný sadebním materiál DBZ.

Plochy mimo oplocenku 2020 jsou chráněny nátěrem. Ochrana proti buřeni nebyla prováděna. Do letošního roku (2026) nebyl proveden výřez konkurenčních dřevin. Jeho provedení je však plánováno.

Záměrem je provést ho tak, aby nebyli odstraněni všichni jedinci pionýrských dřevin, ale pouze ti způsobující nerovné odrůstání DBZ. Tím zůstane zachován pozitivní vliv pionýrských dřevin na tlumení buřeně a klima (ochrana před pozdním mrazem).

Podrobnosti o ploše viz též příspěvek L. Pecháčka na s. 60 až 67 sborníku.

Oddělení: 108 | Plocha: 19.88 | Majitel: Obec Mařenice | LHC: 408416 - Mařenice | Platnost: 1.1.2024 - 31.12.2033
Díl: B | Plocha: 19.88 | | Zvl.Stat.: 18§2 - | LS(LZ): Mařenice
Por.: a | Plocha: 19.88 | Kategorie/Překryv: 10/ | Pásmo ohrož.: D | LÖ: 19 - Lužická pískovcová vrchovina | OLH: 1
Popis: JV - V svah. Ve střední části kalamitní lokalita. CHOPAV Severočeská křída. V S okrajových částech archeologická lokalita.

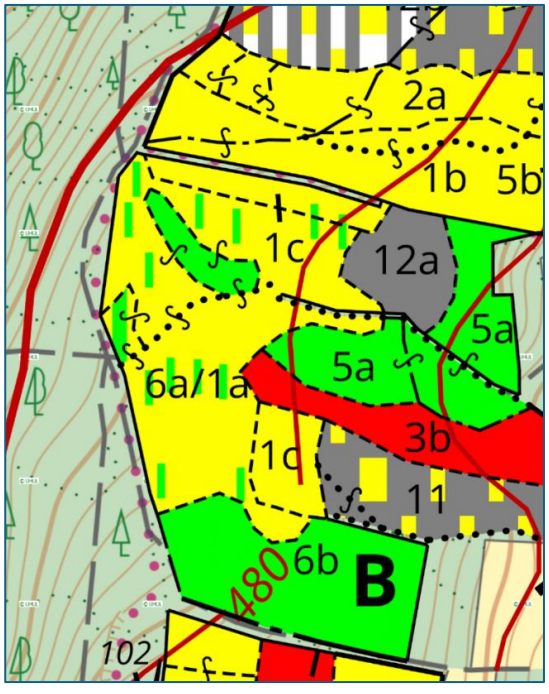
Por. skupina: 6a/1a | Plocha por. skup.: 2.15 | Les. typ: 4K1 | Les. veg. st.: 4 | Les. úřad: 5106 - Nový Bor | KÚ: 692174 - MAŘENICE
Popis por. skup.: + MD, JR, OS, SM. Kalamitní lokalita. Předrosty a výstavky BO, MD, SM, SM souše, OL, OS, BK. Kovové oplocenky po plože. Místy starší nárosty. Věkově a vzrůstově dosti rozrůzněno. Další LT: 452.

Etáž: 1a	Parc. plocha etáže: 1.93	Skut. plocha etáže: 2.15	Kód majetku: 46001	Model. těž procento: 0	Podíl MZD:	Obmýtí/obn. doba: 120/40
		Poškození	Zásoby v m3 b. k.	Těžba výchovná	Prořezávky	Zalesnění

HS	Věk	Zakmenění	Dřevina	Zastoupení [%]	Výška [m]	Výč. tloušťka [cm]	Objem střed. kmenu [m³ b. k.]	Bonita abs.	Bonita rel.	Gen klasif.	Druh	%	Imise	Na 1 ha	Souše na 1 ha	Celkem	Dřevina	Naléh. /násob.	Plocha ha	Objem m3	Naléh. /násob.	Plocha ha	Objem m3	Druh	Zast. v [%]	Plocha ha
436	3	9	DBZ	30			0.00	22	4		DBZ															
			BK	30			0.00	28	2								BK									
			JD	15			0.00	28	1								JD									
			KL	10			0.00	26	3								KL									
			BR	8			0.00	26	1								BR									
			BO	5			0.00	28	1								BO									
			LP	2			0.00	26	3								LP									
Etáž celkem:				100																						

Etáž: 6a	Parc. plocha etáže: 0.22	Skut. plocha etáže: 2.15	Kód majetku: 46001	Model. těž procento: 0	Podíl MZD:	Obmýtí/obn. doba: 100/30

HS	Věk	Zakmenění	Dřevina	Zastoupení [%]	Výška [m]	Výč. tloušťka [cm]	Objem střed. kmenu [m³ b. k.]	Bonita abs.	Bonita rel.	Gen klasif.	Druh	%	Imise	Na 1 ha	Souše na 1 ha	Celkem	Dřevina	Naléh. /násob.	Plocha ha	Objem m3	Naléh. /násob.	Plocha ha	Objem m3	Druh	Zast. v [%]	Plocha ha
433	60	1	BO	50	24	22	0.39	26	2							16	35 BO									
			OL	30	20	18	0.23	22	4 C							4	10 OL									
			MD	15	33	25	0.73	30	1							6	14 MD									
			BR	5	33	25	0.68	28	1 C							2	3 BR									
Etáž celkem:				100												28	62									
Por. sk. celk:																28	62									



Oddělení: 57	Plocha: 17.04	Majitel: Obec Mařenice	LHC: 408416 - Mařenice	Platnost: 1.1.2024 - 31.12.2033
Díl: B	Plocha: 17.04		Zvl.Stat.: 18552 -	LS(LZ): Mařenice
Por.: a	Plocha: 17.04	Kategorie/Překryv: 10/ Pásmo ohrož.: B	LO: 19 - Lužická pískovcová vrchovina	OLH: 1

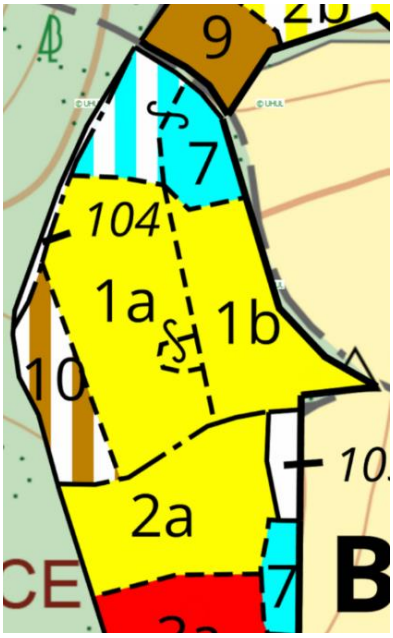
Popis: **náhorní plošina přecházející v mírný J svah. CHOPAV Severočeská křída. Archeologická lokalita.**

Por. skupina: 1a	Plocha por. skup.: 0.59	Les. typ: 5S2	Les. veg. st.: 5	Les. úřad: 5106 - Nový Bor	KÚ: 675024 - HORNÍ SVĚTLÁ POD LUŽÍ

Popis por. skup.: **předrosty a výstavky MD, BR, SM, SM souše; oplocenka; podskupinka staršího nárostového SM; věkově a vzrůstově dosti rozrůzněno.**

Etáž: 1a	Parc. plocha etáže: 0.59	Skut. plocha etáže: 0.59	Kód majetku: 46001	Model. též procento: 0	Podíl MZD:	Obmytí/obn. doba: 120/40

HS	Věk	Zak-me-nění	Dře-vina	DBZ	Zas-tou-pení [%]	Výč. tloušťka [cm]	Výška [m]	Objem střed. kmenu [m³ b. k.]	Bonita abs.	Bonita rel.	Gen klasif.	Poškození Druh	Poškození %	Imise	Zásoby v m3 b. k. Na 1 ha	Souše na 1 ha	Celkem	Dře-vina	Těžba výchovná Naléh. /násob.	Plocha ha	Objem m3	Těžba obnovní Prořezávky Naléh. /násob.	Plocha ha	Dře-vina	Zalesnění Druh	Zast. v [%]	Plocha ha
536	5	10	DBZ	60			1	0.00	24	3								DBZ					1/1	0.59			
			JD	15				0.00	24	3								JD									
			BK	10				0.00	24	4								BK									
			KL	5				0.00	24	4								KL									
			SM	5			2	0.00	30	2								SM									
			JR	5			1	0.00	20	3								JR									
Por. sk. celk:																											0.59



Stanoviště č. 2 a 3

výsadba DBZ na kalamitní holině v letech 2020
v 630 m n. m. a výchova SM mlazin v hřebenových partiích

- výsadba DBZ na kalamitní holině - porost 57Ba1a
- výchova SM - porost 57Ba2a

SLT: 5S2 (5K), 630 m n. m.



Stanoviště č. 2

2020 - výsadba v oplocené části DBZ, BK, JD, KL, LP, mimo oplocenku SM a BK. Neoplocená část proti okusu chráněna Aversolem a stop-Z.

Letošní rok (2026) byl proveden výřez konkurenčních dřevin. Záměrem bylo provést ho tak, aby nebyli odstraněni všichni jedinci pionýrských dřevin, ale pouze ti způsobující nerovné odrůstání DBZ. Měl by tak být zachován pozitivní vliv pionýrských dřevin na buřeň a klima, popřípadě i formování koruny dubu. Poškození pozdním mrazem nebylo zatím pozorováno. Potřebné sumy teplot k rašení dubu je zde dosaženo později než v nížinách, a tedy duby raší až po jarních mrazících.

Podrobnosti o ploše viz též příspěvek L. Pecháčka na s. 60 až 67 sborníku.

Stanoviště č. 3

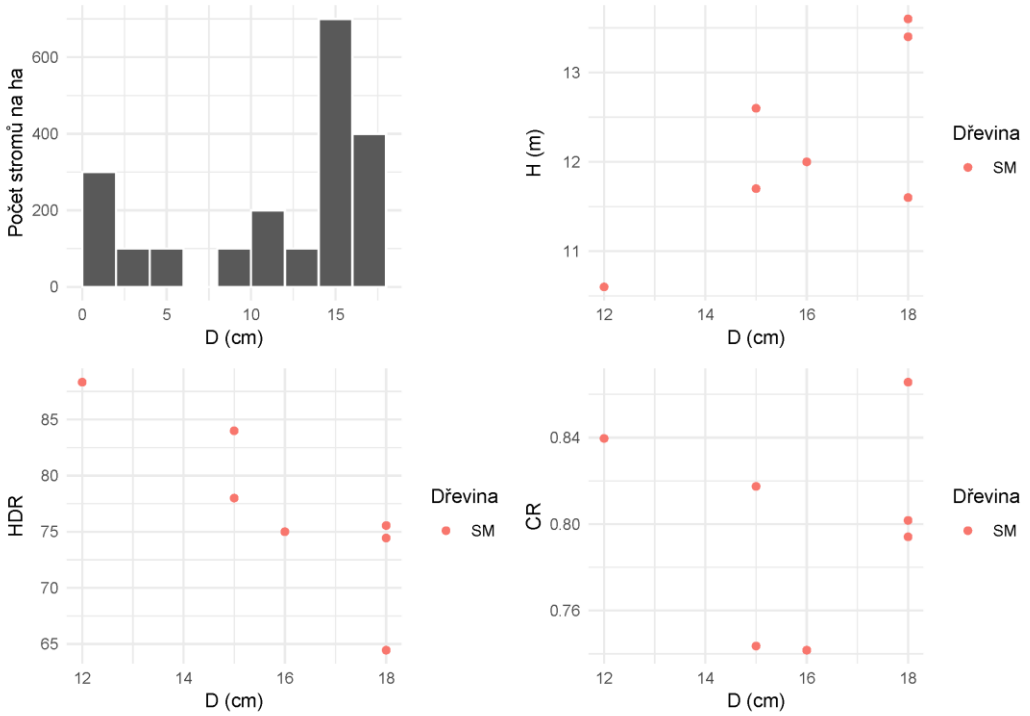
Věk dle LHP 19 let, výchovný zásah proveden v roce 2020.

Cílem zásahu bylo rozvolnění porostu více méně pravidelnými rozestupy za účelem zabránění zkracování korun. Vzhledem k poloze s hřebeno-

vým efektem je zde snaha o co nejnižší štíhlostní koeficient pro snížení rizika vrcholových zlomů.

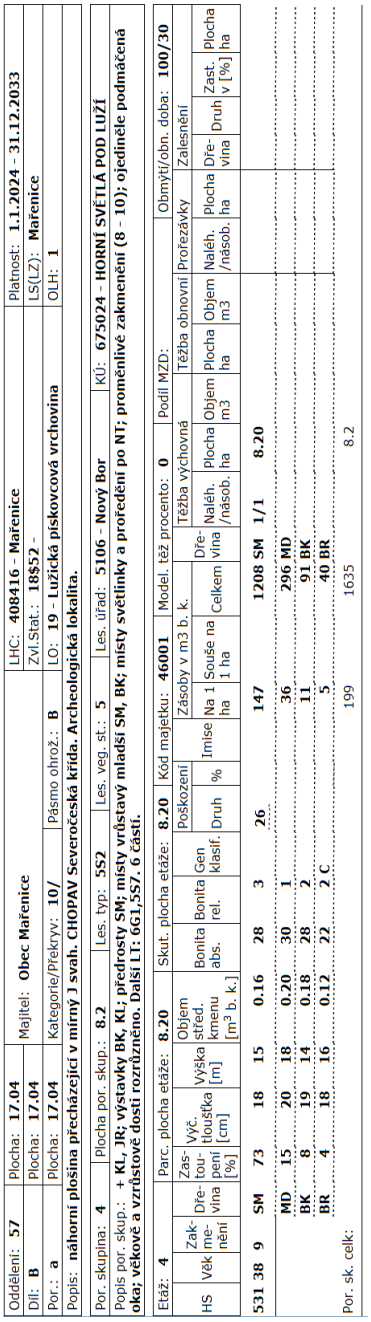
Dle aktuálního orientačního šetření (zkusná ploška 10 × 10 m) je ve smrkovém porostu ca 2 tis. jedinců na hektar (1900 SM a 100 MD) se střední tloušťkou SM 14 cm (MD 6 cm) a výčetní základnou ca 28 m^2/ha, odhad zásoby hroubí 99 m^3/ha.

Z následujících grafů je zřejmá tloušťková struktura porostu, výška (H), štíhlostní kvocient (HDR) a poměr živé koruny (CR). Včasnost provedeného zásahu je dokumentována příznivými hodnotami HDR, které ani u nejtenčích stromů nepřesahují hodnotu 90, u kostry porostu se pak pohybují kolem hodnoty 75. Stejně tak poměr živé koruny kolem 0,8 lze hodnotit jako příznivý.



Horní výška zde přesahuje 12 m, dle doporučovaných zásad pro stabilizaci porostů s převahou smrku (Lesnický průvodce 10/2021, ke stažení na https://www.vulhm.cz/lesnicky-pruvodce/) by se při horní výšce ca 15 m (příští zásah) měla hustota porostu blížit ca 1400 ks/ha.

Otázkou k diskusi může být míra zavětvení z pohledu budoucí kvality produkce. Vzhledem k věku (zatím nízký) a stanovišti (větší riziko škod abiotickými faktory) je důležitější podpora bezpečnosti produkce (stabilizování porostu). Kvalita produkce může být podpořena při dalších zásazích, které díky dosavadní stabilizaci umožní i přechod k pozitivnímu výběru nebo uplatnění širšího spektra hospodářských způsobů.



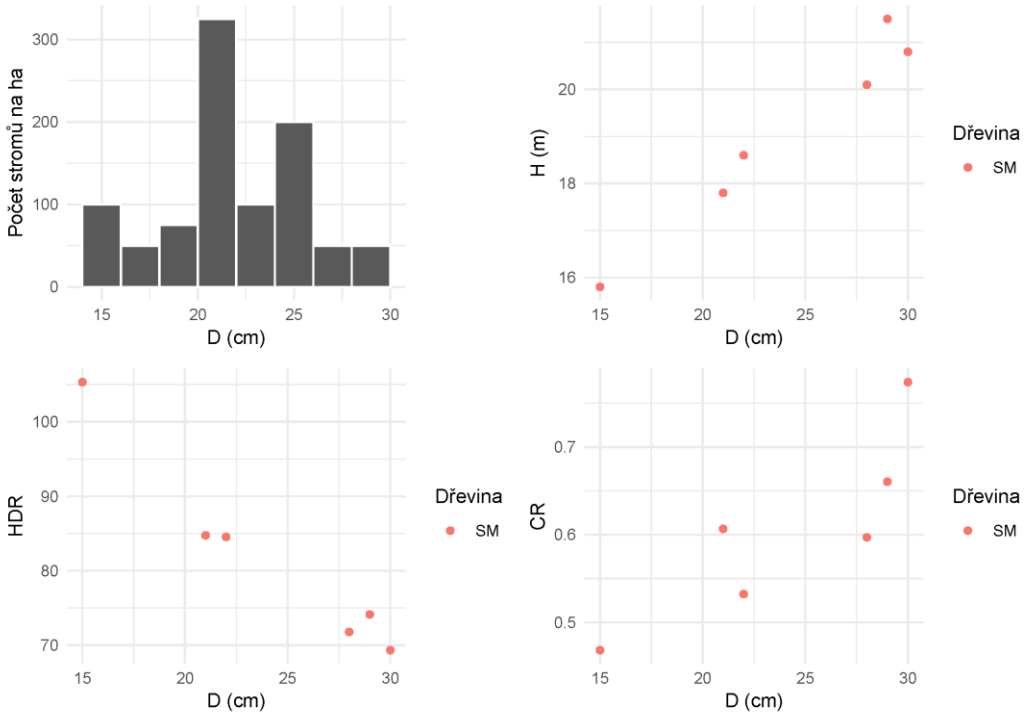
Oddělení: 57	Plocha: 17.04	Majitel: Obec Mařenice	LHC: 408416 - Mařenice	Platnost: 1.1.2024 - 31.12.2033
Díl: B	Plocha: 17.04		Zvl.Stat.: 18$52 -	LS(LZ): Mařenice
Por.: a	Plocha: 17.04	Kategorie/Překryv: 10/ Pásmo ohrož.: B	LO: 19 - Lužická pískovcová vrchovina	OLH: 1
Popis: náhorní plošina přecházející v mírný J svah. CHOPAV Severočeská křída. Archeologická lokalita.				

Por. skupina: 4	Plocha por. skup.: 8.2	Les. typ: 5S2	Les. veg. st.: 5	Les. úřad: 5106 - Nový Bor	KÚ: 675024 - HORNÍ SVĚTLÁ POD LUŽÍ
Popis por. skup.: + KL, JR; výstavky BK, KL; předrosty SM; místy vrůstavý mladší SM, BK; místy světlinky a proředění po NT; proměnlivé zakmenění (8 - 10); ojediněle podmáčená oka; věkově a vzrůstově dosti rozrůzněno. Další LT: 6G1,5S7. 6 části.					

Etáž: 4	Parc. plocha etáže: 8.20	Skut. plocha etáže: 8.20	Kód majetku: 46001	Model. těž procento: 0	Podíl MZD:	Obmýtí/obn. doba: 100/30

| | | | | |

Horní výška zde přesahuje 20 m, dle doporučovaných zásad pro stabilizaci porostů s převahou smrku (Lesnický průvodce 10/2021, ke stažení na https://www.vulhm.cz/lesnicky-pruvodce/) by se při této horní výšce měla hustota porostu pohybovat kolem 1000 ks/ha, což na této ukázce v podstatě odpovídá aktuálnímu stavu.



Otázkou k diskusi zde může být pravděpodobnost přežívání tenčích stromů („podkápků“) ve vztahu k možnému přechodu k pozitivnímu výběru, tj. tyto stromy by nemusely být odstraňovány. Je však třeba brát v úvahu, že se jedná o stejnověký a stejnorodý porost a v takových případech jsou tyto ponechávané tenčí stromy často poškozovány zlomy (většinou působením sněhu).

Poměrně stabilizovaný porost je tedy připravován i pro budoucí přeměnu druhové skladby, která může proběhnout kombinací přirozené a umělé (např. i podsadby) obnovy.

Stanoviště č. 5

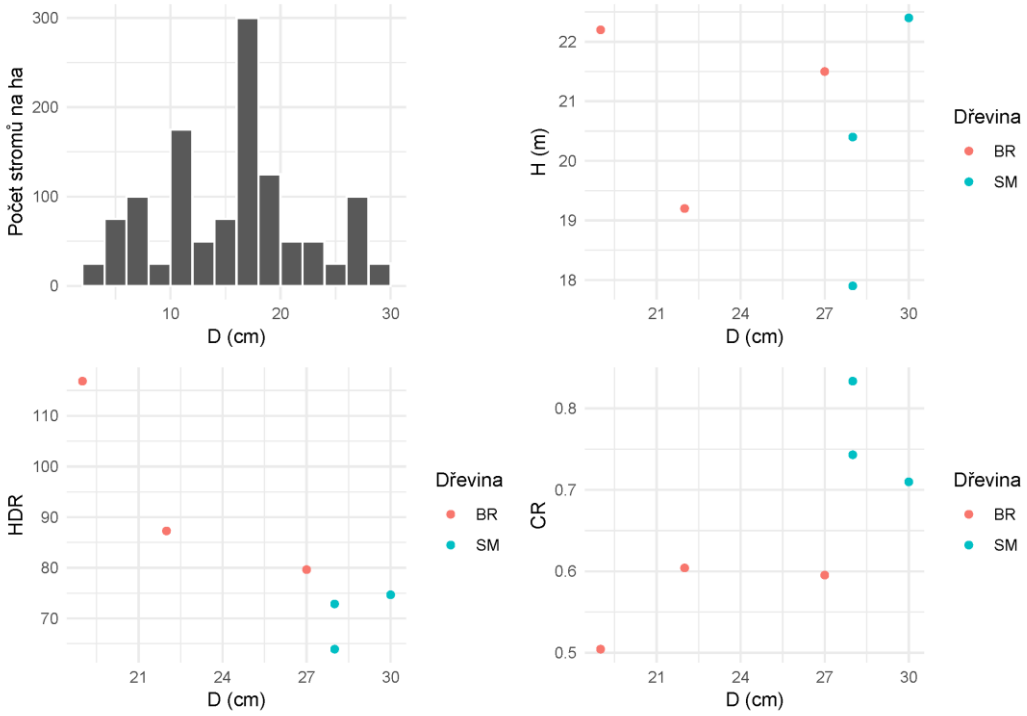
Probírka zde proběhla stejnou intenzitou jako na předchozím stanovišti č. 4. Díky horní etáži břízy byl SM porost strukturovanější. Těžební zásah byl zaměřen na podporu štíhlostního koeficientu SM i BŘ. Cílem je udržet SM v zástinu BŘ. Po probírce se již objevují další semenáčky SM, najdeme však i DBZ a BK. Záměrem je zásahy využít k další strukturalizaci.

Cílem je tedy udržet horní etáž stabilní břízy, SM porost strukturovat. Nezačne-li se objevovat zmlazení dalších dřevin, plánuje se lokální podsadba BK, JD, KL, při větším prosvětlení i DBZ.

Dle aktuálního orientačního šetření (zkusná ploška 20 × 20 m) je ve smíšeném porostu ca 1200 jedinců (675 SM, 500 BR a 25 KL) na hektar se střední tloušťkou 17 (SM), 19 (BR)

a 6 (KL) cm a celkovou výčetní základnou ca 29 m^2/ha, odhad celkové zásoby hroubí 244 m^3/ha (SM 136, BR 108).

Z následujících grafů je zřejmá tloušťková struktura porostu, výška (H), štíhlostní kvocient (HDR) a poměr živé koruny (CR). I zde jsou (podobně jako v předchozích ukázkách) poměrně příznivé parametry nejtlustší kostry porostu (HDR pod 80) a to jak u BR, tak u SM. Méně stabilní jsou přirozeně tenčí stromy (HDR přesahuje hodnotu 100). I poměr živé koruny je u SM poměrně příznivý (hodnoty 0,7-0,8), u BR jsou živé koruny kratší (0,5-0,6).



Horní výška zde přesahuje 20 m u SM a 21 m u BR. Hustota je pro rozvoj porostu v této fázi poměrně odpovídající. O tom svědčí i zjištěná délka korun BR. Dle doporučovaných zásad pro výchovu BR by se výchovou měla udržovat délka korun vybraných nadějných jedinců BR nad hodnoty 50 % výšky stromu (Lesnický průvodce 11/2022, ke stažení na https://www.vulhm.cz/lesnicky-pruvodce/). Zkrácení korun pod hodnotu 40 % celkové výšky bývá považováno za kritické z hlediska udržení vitality a dobrého zdravotního stavu břízy.





Poznámky

Poznámky

Poznámky

Lokalizace parkování
a stanovišť exkurzních ukázek

Parkoviště 1
N 50°49.30757', E 14°40.07698'

Stanoviště 1
N 50°49.23058', E 14°39.71692'

Parkoviště 2 a stanoviště 2 a 3
N 50°50.14713', E 14°38.19425'

Stanoviště 4 a 5
N 50°50.28990', E 14°38.38097'
N 50°50.33217', E 14°38.56593'



Výzkumný ústav
lesního hospodářství
a myslivosti, v. v. i.