



Národné lesnícke centrum – Lesnícky výskumný ústav Zvolen
Výskumný ústav lesného hospodárství a myslivosti, v.v.i.



DLHODOBÝ EKOLOGICKÝ VÝSKUM A MONITORING STAVU LESA NOVÉ VÝZVY A POZNATKY

12. česko-slovenský odborný seminár k monitoringu lesov

Zborník odborných príspevkov
Zuzana Sitková, Pavel Pavlenda (eds.)

Smrekovica – Veľká Fatra, Slovensko
22. – 24. máj 2024

Vedecký výbor

Ing. Pavel Pavlenda, PhD.

Ing. Zuzana Sitková, PhD.

Doc. Ing. Vít Šrámek, PhD.

Ing. Monika Vejpustková, PhD.

Organizačný výbor

Ing. Zuzana Sitková, PhD.

Ing. Hana Pavlendová, PhD.

Ing. Pavel Pavlenda, PhD.

Ing. Tibor Priwitzer, PhD.

Zborník odborných príspevkov

Zuzana Sitková, Pavel Pavlenda (eds.)

Vydavateľ: Národné lesnícke centrum – Lesnícky výskumný ústav Zvolen

Rok vydania: 2024

Rozsah: 45 strán

Citácia: Sitková, Z., Pavlenda, P. (eds.) 2024: Dlhodobý ekologický výskum a monitoring stavu lesa, nové výzvy a poznatky. Zborník odborných príspevkov z 12. ročníka česko-slovenského odborného seminára k monitoringu stavu lesov. Smrekovica – Veľká Fatra, 22. – 24. máj 2024. Národné lesnícke centrum – Lesnícky výskumný ústav Zvolen, 45 s. ISBN

Za odbornú úroveň príspevkov zodpovedajú autori. Rukopis neprešiel jazykovou úpravou.

ISBN

© Národné lesnícke centrum, Zvolen 2024

Seminár je organizovaný s podporou projektov

- Čiastkový monitorovací systém Lesy - Monitoring lesov (ČMS Lesy, úloha č. 14 Kontraktu 1040/2023/MPRV SR-710 medzi MPRV SR a NLC)
- Adaptačný potenciál drevín pri príprave lesov Slovenska na zmenu klímy – TreeAdapt, financovaný z rozpočtovej kapitoly MPRV SR (prvok o8Vo301)
- Integrovaný lesnícko-ekologický výskum vzácných horských lesov v oblasti Tatier, FORECALL, APVV-20-0365
- Toky uhlíka v pôde hlavných typov lesných ekosystémov na výškovom gradiente Západných Karpát, CALTER, APVV-21-0412
- Institucionální podpora na dlouhodobý koncepční rozvoj výzkumné organizace MZe ČR – Rozhodnutí č. RO0123
- Zajištění národního koordinačního centra monitoringu zdravotního stavu lesů v rámci programu ICP Forests – MZe ČR

Podujatie je organizované v rámci aktivít Odboru lesníctva Slovenskej akadémie pôdohospodárskych vied (OL SAPV).



AGENTÚRA
NA PODPORU
VÝSKUMU A VÝVOJA



Predhovor

V rámci programu ICP Forests prebieha v Európe už viac ako 3 desaťročia systematický monitoring stavu lesov a ekologický výskum lesných ekosystémov, ktorý v Českej republike realizuje Výskumný ústav lesného hospodárství a myslivosti, v.v.i. Jíloviště-Strnady a na Slovensku Národné lesnícke centrum – Lesnícky výskumný ústav Zvolen.

Od vzniku programu ICP Forests spektrum prieskumov a monitorovaných veličín postupne rozširovalo. Pozornosť sa čoraz viac zameriava na narastajúci vplyv zmeny klímy a klimatických extrémov na lesné porasty. Stále častejší výskyt sucha v kombinácii s vlnami horúčav má za následok nielen vizuálne prejavy na asimilačnom aparáte stromov (žltnutie, hnednutie, defoliácia), ale môže tiež spôsobovať stratu prírastku a vitality a celkové fyziologické oslabenie drevín, ktoré sa následne stávajú zraniteľnejšími voči biotickým faktorom (hmyz, hubové patogény, parazity) a iným disturbanciám (veterné či snehové kalamity).

Zladžovanie prístupov k lesa z hľadiska lesníctva a ochrany prírody je v súčasnosti dôležitou úlohou najmä na Slovensku. Tomu bol prispôsobený výber lokality seminára a zapojenie expertov zo Správy NP Veľká Fatra do jeho programu.

V predloženom zborníku príspevkov prinášame prehľad najnovších výsledkov nielen z monitoringu lesa na Slovensku a v Českej republike, ale aj informácie o výskumných aktivitách v oblasti ekológie lesa a súvisiacich projektoch realizovaných aktuálne v oboch výskumných organizáciách.



Smrekovica – Veľká Fatra

22. – 24. máj 2024

OBSAH

Hodnocení defoliace v ČR, její srovnání s evropským průměrem a specifická poškození lesních dřevin Petr Fabiánek, Petr Fišer	5
Průzkumy lesních půd v České republice – současný stav a vize pro budoucnost Vít Šrámek, Věra Fadrhonsová, Kateřina Neudertová Hellebrandová	8
Dlouhodobý monitoring stavu lesních půd v rámci aktivit VÚLHM Věra Fadrhonsová, Vít Šrámek, Radek Novotný, Tomáš Čihák, Kateřina Neudertová Hellebrandová	10
Zmeny vegetácie na plochách intenzívneho monitoringu ICP Forests v Európe František Máliš, Janez Kermavnar, Inken B. Krüger	12
Národní databáze letokruhových chronologií a mapová aplikace TreeDataClim Monika Vejpustková a kolektiv	13
Vývoj produkčních ukazovateľov vybraných drevín na plochách monitoringu II. úrovne v období rokov 2000 až 2022 Jerguš Rybár, Zuzana Sitková, Jozef Pajtík	15
Zásoby uhlíka v pôde na plochách II. úrovne monitoringu lesov Slovenska Pavel Pavlenda, Hana Pavlendová	18
Hodnoty depozície v lesoch SR Slávka Tóthová, Jana Luptáková, Milan Konôpka	20
Mapování vlivu přízemního ozonu v lesních ekosystémech ČR Radek Novotný, Vít Šrámek, Václav Buriánek, Leona Vlasáková	22
Vybrané výsledky monitoringu výživy lesných drevín Hana Pavlendová, Danica Krupová, Pavel Pavlenda	24
Sledovanie kvantity a kvality opadu na TMP Poľana – Hukavský grúň Tibor Priwitzer	26
Možnosti monitoringu výskytu jmelí bílého (<i>Viscum album</i>) v České republice Tomáš Čihák, Olga Brovkina	28
Problematica měření srážek v horském prostředí – lesnicko-hydrologický výzkum v povodí Černé Opavy Kateřina Neudertová Hellebrandová, Vít Šrámek, Věra Fadrhonsová	31
Merania vlhkosti a teploty pôdy, vyhodnotenie intercepce lesných porastov v rokoch 2020 – 2023 Zuzana Sitková, Milan Konôpka, Ján Šulko	33
Aktivity a predbežné výsledky riešenia projektu CALTER na ploche Poľana-Hukavský grúň v priebehu vegetačnej sezóny 2023 Tibor Priwitzer, Pavel Pavlenda	36
Výskum horských lesov v Tatrách: prehľad aktivít a výsledkov Zuzana Sitková, Ivan Barka, Jerguš Rybár, Peter Marčíš, Chris Nikolov, Vladimír Šebeň	38
Agrolesnícky systém Bojnice: zámer a priebežné výsledky Zuzana Sitková, Jaroslav Jankovič	41
Obnova a rozšírenie infraštruktúry CLL na podporu demonštračných ukážok v rámci projektu Upgrade LignoSilva, v časti „Recyklácia odpadov“ Jana Luptáková, Danica Krupová, Slávka Tóthová	44

Hodnocení defoliace v ČR, její srovnání s evropským průměrem a specifická poškození lesních dřevin

Petr Fabiánek, Petr Fišer

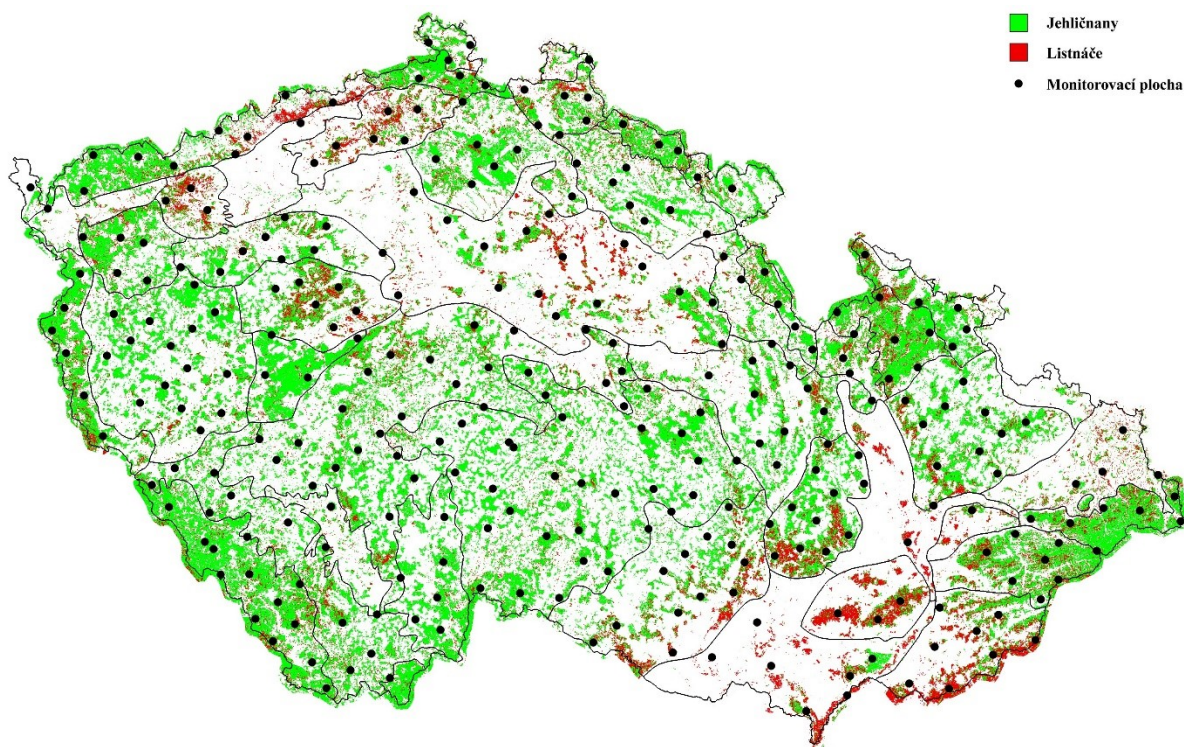
Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti v.v.i., Jíloviště-Strnady

Pravidelné národní šetření ICP Forests I. úrovně se v České republice provádí v současné době na monitorovacích plochách základní sítě 16×16 km a vybraných plochách ze sítě 8×8 km v celkovém počtu 306 ploch, které jsou rozmístěny rovnoměrně podle lesnatosti po celém území České republiky. Plochy jsou umístěny v lesních porostech tak, aby dobře charakterizovaly dané stanovištní a porostní podmínky. V roce 2023 se hodnotilo 8,6 tisíc stromů v nadmořských výškách od 150 m do 1100 m, reprezentujících 28 druhů lesních dřevin v různých věkových třídách. Jednou z nejdůležitějších informací ze všech prováděných pozemních šetření zdravotního stavu lesa je defoliace, doplněná o další parametry.

Průběh vegetačního období (duben – říjen) byl v porovnání s minulými roky celkově příznivý. Teploty v jednotlivých měsících měly odchylku od normálu (1991–2020) v rozmezí - 2,1 až + 3,5 °C a srážky dosahovaly hodnot v rozmezí 30–174 % normálu. V porovnání s minulým rokem se u obou parametrů zvýšilo rozpětí. Nejnížší hodnota měsíční srážky, 30 % normálu, se vyskytla v měsíci září a byla současně doprovázena i nejvyšší kladnou odchylkou + 3,5 °C teploty vzduchu od dlouhodobého normálu. Podobná kombinace maximálních odchylek byla zjištěna v minulém roce v měsíci říjnu. Souvislejší srážkový deficit s rozmezím 56–66 % normálu se vyskytl v období květen – červenec, doprovázen byl ale nevýraznou odchylkou teploty vzduchu ve stejném období v rozmezí hodnot - 0,5 až + 1,3 °C. Největší srážkový deficit na úrovni 14 % normálu byl v Kraji Vysočina v měsíci září při současné nejvyšší kladné odchylce od normálu + 3,7 °C. Celkově příznivější průběh klimatu během vegetačního období měl nepochybně vliv na další posílení vitality lesních porostů, která se projevila dalším mírným poklesem zastoupení silné defoliace (>60–100 %) u většiny kategorií sledovaných dřevin.

U hospodářsky nejvýznamnější kategorie jehličnanů obou věkových skupin (do 59 let věku a starší než 59 let) nedošlo v porovnání s minulým rokem k žádné významné změně v zastoupení jednotlivých tříd defoliace. Z jednotlivých jehličnatých druhů došlo pouze u starších porostů borovice (*Pinus sylvestris*) k mírnému zlepšení poklesem zastoupení defoliace ve třídě 3 (z 13,5 % v roce 2022 na 11,4 % v roce 2023) při současném zvýšení zastoupení v nižší třídě defoliace 2. U obou hlavních jehličnatých druhů starší věkové kategorie se jedná, podobně jako v minulém roce, o zpomalení, resp. zastavení pozitivního trendu mírného poklesu defoliace v předcházejících letech.

U listnáčů starší i mladší věkové kategorie nedošlo v porovnání s minulým rokem k žádným výrazným změnám. Ve věkové kategorii starších listnatých porostů jsou rozdíly mezi hlavními druhy. U buku (*Fagus sylvatica*) nedošlo k výrazným změnám, ale buk má ze všech druhů dřevin po celé období sledování největší zastoupení v nejnižších třídách defoliace 0 a 1 (0–25 %). U dubu (*Quercus* sp.) došlo k mírnému zhoršení stavu zvýšením zastoupení defoliace v třídě 2 z 63,5 % v roce 2022 na 66,1 % v roce 2023 při současném poklesu v nižších třídách 0 a 1. V dlouhodobém vývoji má dub dominantní zastoupení defoliace ve střední třídě 2.



Obr. 1 Monitorovací plochy I. úrovně ICP Forests na území ČR na pozadí satelitního snímku lesnatosti

Každoroční monitoring defoliace je doplňován i záznamem zranění, výskytu škůdců, patogenů a obecně jevů, které mohou nepříznivě ovlivnit zdravotní stav dřevin. Omezené možnosti terénního šetření mohou v některých případech vést k chybné identifikaci specifických zranění, a proto je nezbytné neustále zdokonalovat systém monitoringu včetně odborných znalostí hodnotitelů. Správná identifikace zranění a jeho příčiny může významně pomoci rozpoznat ohrožení dřevin na daném stanovišti a doporučit patřičná preventivní opatření.

Praskliny na kůře dubů byly dlouhou dobu považovány za zranění způsobená mrazem, slunečním ozářením, bleskem nebo mechanicky při pěstebním zásahu. Pozorování od počátku 90. let odhalila, že je tento fenomén na vzestupu a lokálně velmi hojný, přičemž souvisí s celkovým chřadnutím dřevin, a to zejména na vysychavých stanovištích. Běžně se navíc vyskytuje i u relativně mladých porostů (2. až 3. věková třída). Praskliny způsobené suchem mohou být poměrně snadno zaměněny za mrazové trhliny, přitom oba typy mají odlišné charakteristické znaky. Mrazové trhliny se vyznačují obecně úzkým závalem, který se vytváří na počátku vegetačního období a efektivně zabraňuje vniknutí ophiostomatálních hub (PVP). Proto se také kýlovitý zával vyznačuje svým úzkým profilem. Trhlina navíc často prostupuje až k jádrovému dřevu. Naproti tomu, pokud je prasklina následkem sucha a vznikne ve vegetačním období, pravděpodobnost infekce vaskulárních pletiv PVP se výrazně zvyšuje. Infekce v takovém případě postupuje radiálně. Strom na napadení reaguje produkcí hojivého kalusu a snahou infikovanou část přerůst a zacelit. To může trvat od 1 do 3 let nebo k zacelení nemusí dojít vůbec. Ve finální fázi dochází neřídko i k rozvoji dřevokazných hub či napadení xylofágním hmyzem. Zával u prasklin způsobených suchem není na rozdíl od mrazových trhlín vystouplý. Praskliny způsobené suchem se obecně vyznačují rovněž kratší délkou ve svislém směru (na vysychavých stanovištích do 50 cm, starší nezacelené však i více než 1 m) oproti mrazovým trhlinám, dlouhým až několik metrů. Zvýšený výskyt prasklin

způsobených suchem byl rovněž pozorován na stranách kmenů, orientovaných k cestám. Kořeny jsou zde často poškozeny a i díky zhutnění půdy těžkou lesní technikou je narušeno efektivní zásobování vodou dané části stromu.

Jedním z problémů určování příčiny prasklin a trhlin je navíc jejich opakované otevírání. Pokud hojivý kalus nedosahuje dostatečné mocnosti, může již při -15°C (případně teplotní amplitudě 20°C) opětovně prasknout, čímž dojde k obnovení zranění. Druhotné prasknutí se často označuje jako tzv. „falešné mrazové trhliny“. V takovém případě může nastat problém s určením primární příčiny vzniku praskliny. Navíc i v případě zacelených trhlin se dá předpokládat, že bude hniloba přítomna, proto by se neměly opomíjet ani na první pohled zacelená zranění.



Obr. 2 Detail nezacelené trhliny způsobené suchem na kmeni dubu zimního na ploše I. úrovně ICP Forests Lhánice (Jihomoravský kraj).

Poděkování

Monitoring stavu lesa v rámci programu ICP Forests je finančně podporován Ministerstvem zemědělství ČR na základě smlouvy O - 3/2023 a částečně též z prostředků institucionální podpory MZE-RO0123.

Průzkumy lesních půd v České republice – současný stav a vize pro budoucnost

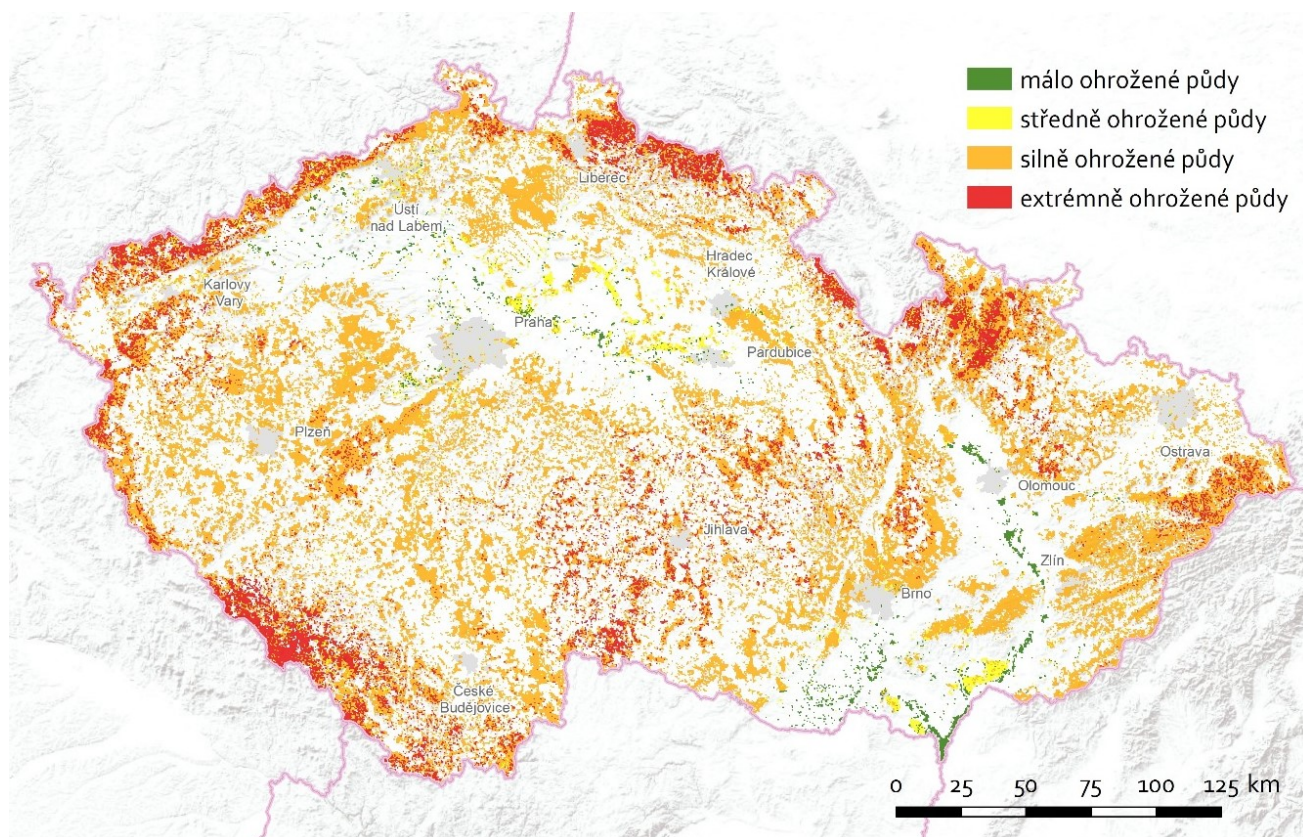
Vít Šrámek, Věra Fadrhonsová, Kateřina Neudertová Hellebrandová

Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti v.v.i., Jíloviště-Strnady

Informace o stavu lesních půd byly vždy považovány za významné pro lesní hospodářství – jsou ostatně vedle klimatických podmínek základním parametrem pro typologické rozdělení lesních stanovišť. V současné době nároky na půdní data dále narůstají, neboť si stále více uvědomujeme, že půdní prostředí není neměnné a zároveň se půdy stávají důležitým subjektem pro zajištění environmentálních požadavků, jako je sekvestrace uhlíku či zvyšování biodiverzity.

V České republice byla lesním půdám v minulosti věnována velká pozornost. Existuje zde několik druhů půdních průzkumů, které však nejsou příliš harmonizované. Typologický průzkum zajišťovaný Ústavem pro hospodářskou úpravu lesů (ÚHÚL) shrnuje nejstarší sady dat (od 50. let 20. století). Půdy byly odebírány z půdních sond podle genetických horizontů, ne všechny vzorky byly ovšem předávány k analýze, měnilo se spektrum stanovovaných parametrů i analytické metody, což často komplikuje vyhodnocení dlouhodobých trendů. Systematickým průzkumem prováděným rovněž ÚHÚL byla Národní inventarizace lesů, která ve svém druhém kole (2011-2015) přinesla informace z více než 1.500 půdních sond. Vzorky byly odebírány podle genetických horizontů, obsahy přístupných živin byly provedeny ve výluhu Mehlich III a obsahy extrahovatelných prvků ve výluhu HCl. Dalším velmi podrobným průzkumem je hodnocení půdních vlastností a výživy lesa, které provádí od 90. let minulého století Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský (ÚKZÚZ) v oblastech zatížených imisemi a v genových základnách. Kromě nadložní organické vrstvy je odebírán organominerální horizont (A) a níže ležící minerální půda do hloubky cca 30 cm. Obsahy přístupných prvků jsou analyzovány ve výluhu činidlem Mehlich III a obsahy extrahovatelných živin ve výluhu HNO₃. Třetí organizací, která se intenzivně věnuje lesním půdám, je Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti. Ten garantuje především realizaci programu ICP Forests, do kterého spadá například průzkum půd BioSoil (2005-2008), který v ČR zahrnoval odběry a analýzy půd na 146 plochách I. úrovně a na 16 plochách II. úrovně monitoringu ICP Forests. Směsné vzorky jsou odebírány z půdních sond a z okolních vrtů podle konstantních hloubek. Analýzy přístupných živin probíhají v souladu s mezinárodní metodikou ve výluhu BaCl₂, analýzy extrahovatelných prvků ve výluhu lučavkou královskou. Další typy půdních průzkumů ve VÚLHM jsou popsány v příspěvku V. Fadrhonsové. Celkem jsou k dispozici výsledky z cca 500 půdních sond a z řady povrchových odběrů.

Jak je z výše uvedeného patrné, jednotlivé půdní průzkumy nejsou harmonizovány ani z pohledu odběrových a analytických metodik, ani z hlediska časové a prostorové návaznosti odběrů půd. To značně limituje možnost vzájemného sdílení dat a hodnocení výsledků. V rámci výzkumného projektu QK1920163 byla sestavena Agregovaná databáze chemických vlastností lesních půd, která shrnuje výsledky všech tří uvedených organizací pro nadložní organickou vrstvu půd (FH – cca 6.800 lokalit), minerální vrstvy v hloubce do 30 cm (Mo₃ – přes 8.000 lokalit) a hlubší vrstvy minerální půdy z hloubek 30-80 cm (M₃₈ – cca 2.200 odběrů). Na základě této databáze byly ve spolupráci s kolegy z České zemědělské univerzity v Praze a Masarykovy univerzity v Brně sestaveny prostorové modely vlastností lesních půd, které umožnily tvorbu mapových výstupů zobrazujících např. zásoby uhlíku a hlavních živin v organické vrstvě lesních půd, či půdní reakci a obsahy živin ve svrchní minerální vrstvě lesních půd. Zpracována byla rovněž mapa rizika acidifikace a nutriční degradace (Obr. 1), jež představuje současné půdní prostředí pro lesní porosty.



Obr. 1 Ohrožení lesních půd v ČR acidifikací a nutriční degradací

Databáze je využívána i v dalších projektech, aktuálně například pro stanovení zásob uhlíku v lesních půdách a pro hodnocení postupů lesnického managementu, které mohou sekvestraci uhlíku v lesních půdách podporovat.

Získané poznatky rovněž vedly k návrhu systematického průzkumu lesních půd v České republice, který by měl být do budoucna základem pro doplňování a vyhodnocování údajů o vývoji lesních půd. Opírat by se měl především o síť ploch ICP Forests, kterou doporučujeme doplnit na 221 ploch, jež by reprezentativněji charakterizovaly půdní a porostní podmínky ČR. Výhodou je systematicčnost a vysoká kvalita tohoto průzkumu, rovnoměrné pokrytí území a návaznost na mezinárodní metodiky. Plochy Národní inventarizace lesů sice tvoří hustší síť bodů, nicméně jejich přesná lokalizace není veřejně dostupná, což komplikuje jejich využití pro tyto účely. Návrh systematického průzkumu je obzvláště aktuální v současné době, kdy vzniká nová evropská směrnice o monitoringu půd (Soil Monitoring Law) v rámci EU. Původní návrh se sice opírá o systém LUCAS, který je zaměřen (z hlediska odběrových a analytických metod i hodnocených parametrů) spíše na zemědělské půdy, zároveň však sílí tlak na organizaci průzkumu lesních půd právě podle metodik programu ICP Forests.

Poděkování

Příspěvek byl zpracován na základě dat z projektu NAZV QK192016 a v rámci řešení projektu TAČR SSo6010148 a institucionální podpory MZE-RO0123

Dlouhodobý monitoring stavu lesních půd v rámci aktivit VÚLHM

Věra Fadrhonsová, Vít Šrámek, Radek Novotný, Tomáš Čihák, Kateřina Neudertová Hellebrandová

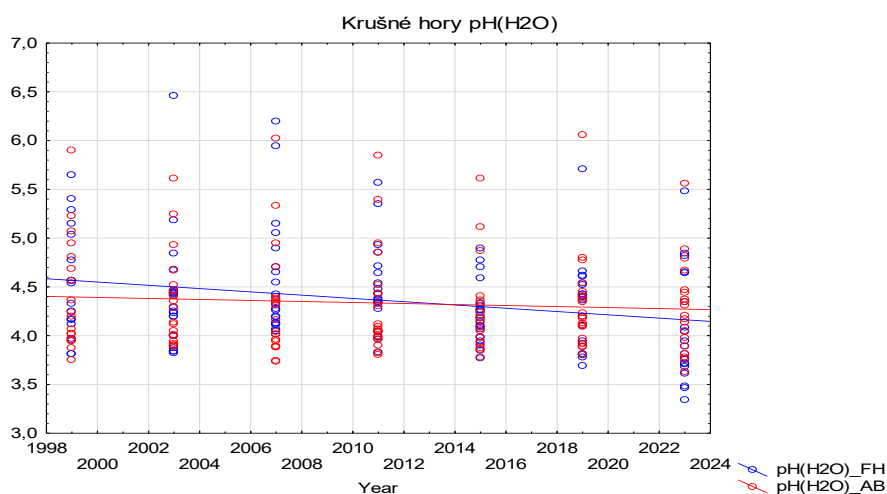
Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti v.v.i., Jíloviště-Strnady

První průzkum stavu lesních půd v rámci programu ICP Forests proběhl v letech 1995 – 1996 na 100 plochách I. úrovně (v síti 16x16 km) a 8 plochách II. úrovně, kdy byly vzorkovány jednak vrstva nadložního organického horizontu (L a FH) a minerální půda v hloubkách 0-10 cm a 10-20 cm, na plochách II. úrovně pak také 20-40 cm a 40-80 cm. Opakování tohoto průzkumu v rozšířeném schématu (146 ploch I. úrovně v síti 16x16 km + část v síti 8x8 km, 8 ploch II. úrovně) bylo provedeno v celoevropském projektu BioSoil (2005 – 2008) a vzorkovány byly horizonty nadložního humusu L a FH a minerální půda do hloubky 80 cm.

Pravidelné odběry vzorků půdy jsou prováděny na 7 plochách II. úrovně v pětiletém intervalu, nejstarší data pocházejí z 90. let minulého století, pro některé plochy jsou k dispozici téměř 30leté řady (Želivka, Všeteč), pro ostatní plochy pak minimálně 4 odběry, poslední z roku 2020. V období 2025 – 2026 jsou plánovány další odběry vzorků půd na všech 16 plochách II. úrovně.



Poměrně dlouhé časové řady analýz půd jsou z bývalých imisních oblastí (Krušné hory, Jizerské hory, Krkonoše, Lužické hory, Orlické hory), kde je sledován vývoj zdravotního stavu mladých smrkových porostů (v současnosti ve věku do 50 let) po odsíření zdrojů znečištění a významném snížení imisní zátěže, tedy zhruba od poloviny 90. let 20. století. První odběry vzorků půd byly provedeny na konci 90. let a pokračují ve čtyřletém intervalu do současnosti, přičemž je vzorkován organický horizont FH a minerální půda do hloubky cca 30 cm. Datová řada tedy obsahuje analýzy půd ze sedmi vzorkovacích kampaní.

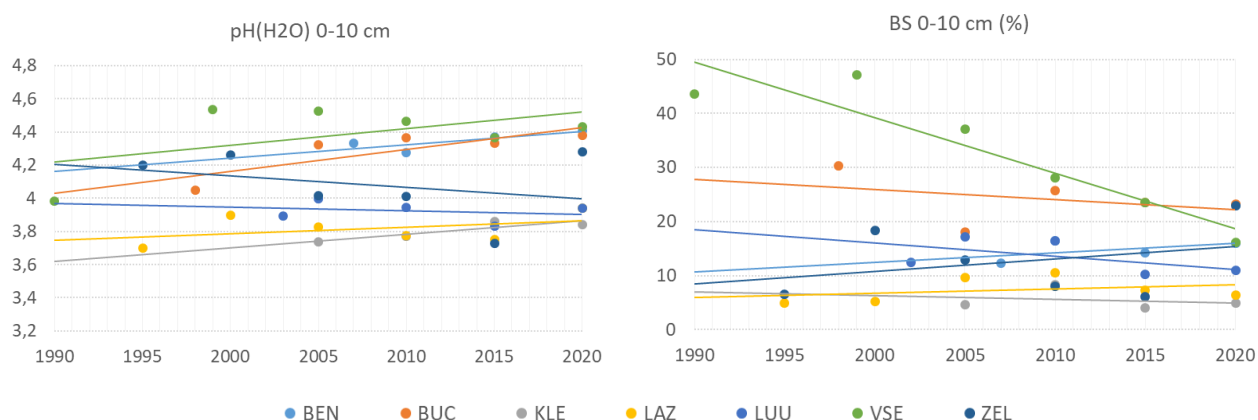


Obr. 1 Vývoj aktivního pH půdy na dlouhodobě sledovaných plochách v Krušných horách

Relativně dlouhé řady analýz půd vznikly i v průběhu příprav návrhů melioračních opatření (vápnění lesních porostů) a jejich realizace, kdy je prováděna kontrola účinnosti vápnění a na vápněných lokalitách jsou odebírány vzorky půd v rámci průzkumu před vápněním, bezprostředně po zásahu, a potom dva roky, pět a deset let po aplikaci vápnění.

Data získaná v rámci programu ICP Forests jsou využívána v dalších projektech, v posledních letech běží dva projekty zaměřené na problematiku sekvestrace uhlíku, jeden projekt zaměřený na tvorbu map a modelů zásob uhlíku a živin v lesní půdě již byl ukončen. V průběhu těchto projektů byla jednak využita data z projektu BioSoil, jednak byly provedeny další odběry půd na plochách I. úrovně, buď za účelem prostorového doplnění údajů o chemismu lesních půd ČR (projekt NAZV QK1920163), nebo opakované odběry na plochách, na kterých byly porosty smýceny v důsledku kůrovcové kalamity (projekt NAZV QK22020217), což umožní vyhodnotit změny v půdách po odlesnění, změny v dekompozici organického materiálu a vliv různého managementu po kalamitní těžbě (úklid vs. ponechání LTZ, štěpky, klestu, příprava půdy před zalesněním, frézování atd.).

Všechna půdní data jsou uložena v databázové aplikaci a jsou postupně doplňována o další parametry (objemová hmotnost, obsah skeletu apod.). Pro potřeby dalších subjektů byla vytvořena Agregovaná půdní databáze, která shromažďuje údaje pro půdní vrstvy 0-30 cm, 30-80 cm a organický horizont FH.



Obr. 2 Vývoj pH(H₂O) a nasycení sorpčního komplexu bazickými prvky ve svrchních 10 cm minerální půdy na plochách II. úrovně

Poděkování

Příspěvek vznikl za finanční podpory Ministerstva zemědělství ČR na základě smlouvy č. O-12/2018 a poskytnuté institucionální podpory č. MZE-RO0123.

Zmeny vegetácie na plochách intenzívneho monitoringu ICP Forests v Európe

František Máliš ^{1,2}, Janez Kermavnar ³, Inken B. Krüger ⁴

¹ *Technická univerzita vo Zvolene, Lesnícka fakulta, Slovensko*

² *Národné lesnícke centrum – Lesnícky výskumný ústav Zvolen, Slovensko*

³ *Slovenian Forestry Institute, Slovinsko*

⁴ *Johann Heinrich von Thünen Institute, Nemecko*

Na plochách intenzívneho monitoringu ICP Forests sa od 90-tych rokov 20. st. zisťovala aj prítomnosť a kvantita rastlín. Opakované záznamy o druhovom zložení vegetácie naprieč celou Európou vytvárajú veľmi dobrý predpoklad pre výskum zmien lesnej vegetácie vplyvom globálnych environmentálnych zmien, najmä depozícií vzdušných polutantov a klimatickej zmeny. Veľký geografický rozsah zároveň umožňuje odhaliť potenciálne geografické trendy, odlišnosti.

V rámci ambície publikovať výsledky vo forme jednotnej knižnej publikácie ICP Forests, boli aj údaje o druhovom zložení vegetácie spracované a zrealizované prvé analýzy ponúkajúce predbežné výsledky. Metódy zisťovania sa v jednotlivých krajinách odlišujú a nie je jednotná ani dostupnosť údajov. Z niektorých krajín a plôch sú k dispozícii len údaje z jedného zisťovania (viac ako 300 plôch), z iných séria zisťovaní v pravidelnom časovom odstupe (napríklad každých päť rokov) pokrývajúca časový rozsah viac ako 30 rokov. Pri kontrolách údajov boli zistené aj rôzne nedostatky, alebo aspekty neumožňujúce využitie údajov, ako napríklad zmena veľkosti plochy, na ktorej bola zaznamenávaná vegetácia, alebo zmena polohy plochy. Všetky tieto problémy sme sa snažili vyriešiť aj v komunikácii s osobami zodpovednými za údaje v jednotlivých krajinách. V závere sme dospeli ku databáze, ktorá obsahuje 431 plôch, kde je medzi prvým a druhým zisťovaním rozdiel minimálne 10 rokov.

Na základe rôznych analýz tohoto súboru údajov sme zistili, že vo všeobecnosti na plochách stúpol počet druhov, v priemere o 16,4 %. Nárast v počte druhov bol zaznamenaný na 51 % plôch, pokles na 43 % a na 6 % plôch sa počet druhov nezmenil. Hodnotené boli aj zmeny náročnosti vegetácie na klimatické veličiny. Využitá bola pri tom databáza ClimPlant (Vangansbeke et al. 2021) a konkrétne parametre definujúce požiadavky druhov na maximálnu teplotu počas vegetačného obdobia a minimálne úhrny zrážok počas vegetačného obdobia. Predbežné výsledky indikujú, že termofilizácia (posun druhového zloženia v prospech teplomilných druhov) a súčasne xerofilizácia (posun druhového zloženia ku suchotolerantným druhom) bola výraznejšia v južnej Európe, kým v severnej časti Európy termofilizácia ani xerofilizácia neboli identifikované.

Vangansbeke et al. (2021). ClimPlant: Realized climatic niches of vascular plants in European forest understories. *Global Ecology and Biogeography*, 30(6), 1183–1190.

Podakovanie

Táto práca vznikla s finančnou podporou Agentúry na podporu výskumu a vývoja na základe zmluvy č. APVV-19-0319.

Národní databáze letokruhových chronologií a mapová aplikace TreeDataClim

Monika Vejpustková¹, Václav Tremel², Jan Tumajer², Daniela Valchářová², Jakub Kašpar³, Pavel Šamonil³,
Ivana Vašíčková³, Tomáš Kolář⁴, Michal Rybníček⁴

¹ Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti v.v.i., Jíloviště-Strnady

² Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy, Praha

³ Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví, Průhonice

⁴ Lesnická a dřevařská fakulta, Mendelova univerzita, Brno

V České republice existuje řada pracovišť, která se věnují dendrochronologii. Při řešení výzkumných projektů jsou dlouhodobě sbírána a vyhodnocována dendrochronologická data, dílčí studie však neumožňují plně využít jejich potenciál. Díky spolupráci dendrochronologických pracovišť byla v letech 2021 – 2024 v rámci projektu TAČR SS03010134 „*Databáze letokruhových chronologií jako nástroj pro evidenci a predikci reakce hlavních lesních dřevin na klimatickou změnu*“ koordinovaného Přírodovědeckou fakultou Univerzity Karlovy vytvořena národní databáze letokruhových chronologií a mapová aplikace TreeDataClim.

Databáze obsahuje pro každou lokalitu letokruhové série (tj. verifikované naměřené šířky letokruhů) pro jednotlivé stromy a jejich průměr, tzv. letokruhovou stanovištní chronologii. Zároveň jsou v databázi uložena metadata na úrovni lokality a na úrovni stromu. Na úrovni lokality jsou k dispozici informace o stanovišti, druhu dřevin, managementu lesa (hospodářský či přírodě blízký), časovém rozsahu a metodice získání letokruhových dat, na úrovni stromu je k dispozici údaj o druhu dřeviny, výčetní tloušťce, výšce, vitalitě, velikosti koruny a sociálním postavení. Databáze v současné době obsahuje data z 1 177 lokalit pro 6 hlavních lesních dřevin. Kromě letokruhových dat jsou v databázi k dispozici i plošné proměnné popisující geografické a ekologické podmínky v daném místě. Tato data mají formát spojitého gridu pokrývajícího celé území Česka.

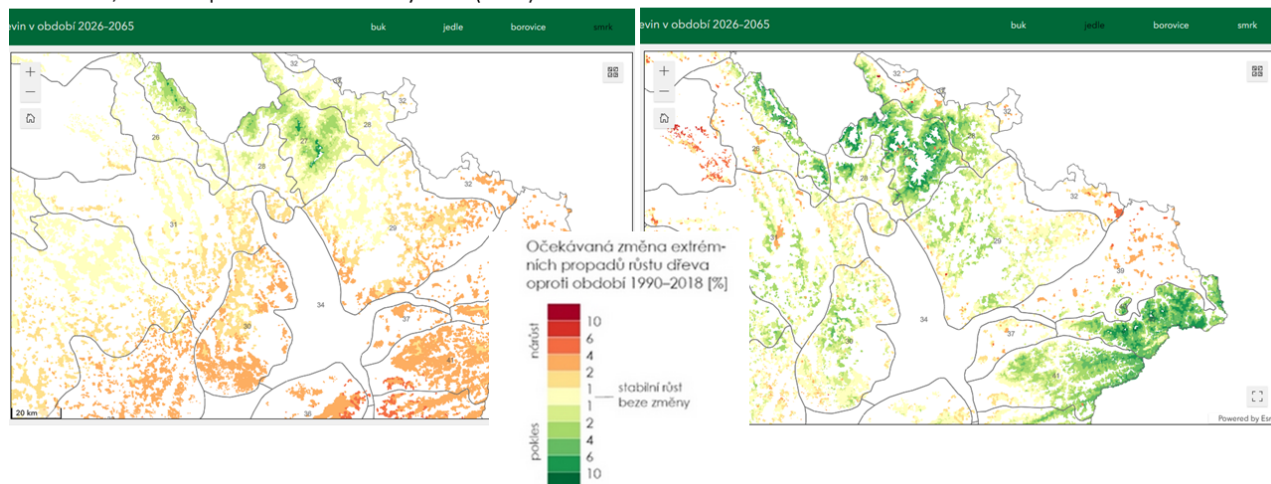
Shromážděná dendrochronologická data byla v rámci projektu využita k modelování vlivu současných klimatických podmínek na lesy v ČR a k predikci odezvy vybraných druhů dřevin na budoucí klima s využitím různých klimatických scénářů pro období 2025 – 2050. Letokruhové řady umožnily analyzovat trendy v přírůstu, což je jeden z hlavních ukazatelů vitality dřevin. Dále bylo posuzováno, jak jsou jednotlivé druhy dřevin citlivé k meteorologickým extrémům různých typů a jaké klimatické veličiny řídí růst dřevin v konkrétních stanovištních podmínkách.

Mezi hlavní výstupy projektu patří analytické vrstvy a mapy popisující vliv současných a budoucích klimatických podmínek na růst hlavních druhů dřevin (smrk ztepilý, borovice lesní, dub letní a zimní, buk lesní, jedle bělokorá). Celkem bylo vytvořeno 6 základních mapových výstupů: (1) mapy extrémních snížení růstu hlavních dřevin v období 1961 – 2018, (2) mapy klimatického limitování růstu hlavních dřevin v období 1990-2018, (3) mapy růstových trendů hlavních dřevin 1990 – 2018, (4) mapy predikovaných extrémních snížení růstu hlavních dřevin 2025 – 2050, (5) mapy predikovaného klimatického limitování růstu hlavních dřevin v období 2025 – 2050 a (6) mapy predikovaných růstových trendů hlavních dřevin 2025 – 2050. K mapám lze přistupovat prostřednictvím vytvořené mapové aplikace TreeDataClim. Jak mapová aplikace, tak databáze jsou veřejně dostupné na www.treedataclim.cz. Příklady interpretace predikčních map uvádí Obr. 1 a Obr. 2.

Využití výstupů je směřováno do oblasti adaptačních opatření na klimatickou změnu v krajině a lesním hospodářství. Výstupy jsou určeny zejména pro potřeby orgánů státní správy, které se vyjadřují k dokumentům usměrňující péči o les.

Ve vyšších polohách se bude extremita růstových depresí snižovat, v nižších polohách se bude zvyšovat (smrk)

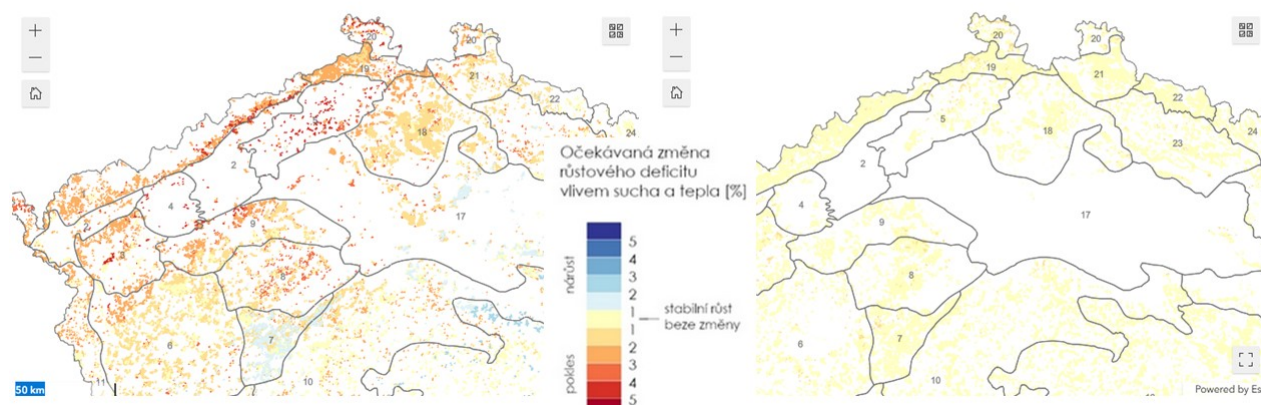
Predikované snížení (vyšší a střední polohy), stabilní stav (nižší střední polohy) či zvýšení extremity (nejnižší polohy) (jedle)



Obr. 1 Příklady interpretace map predikovaného extrémního snížení růstu. Jde o výřezy z aplikace TreeDataClim.

Část přírůstu realizovaná za nedostatku vláhy se bude zvyšovat (borovice lesní)

Část přírůstu realizovaná za nedostatku vláhy bude stabilní (buk lesní)



Obr. 2 Příklady interpretace map predikovaného klimatického limitování růstu (mapy limitace nedostatkem vláhy). Jde o výřezy z aplikace TreeDataClim.

Poděkování

Příspěvek vznikl za finanční podpory projektu TAČR SS03010134 a poskytnuté institucionální podpory MZe-RO0123.

Vývoj produkčných ukazovateľov vybraných drevín na plochách monitoringu II. úrovne v období rokov 2000 až 2022

Jerguš Rybár^{1,2}, Zuzana Sitková¹, Jozef Pajtík¹

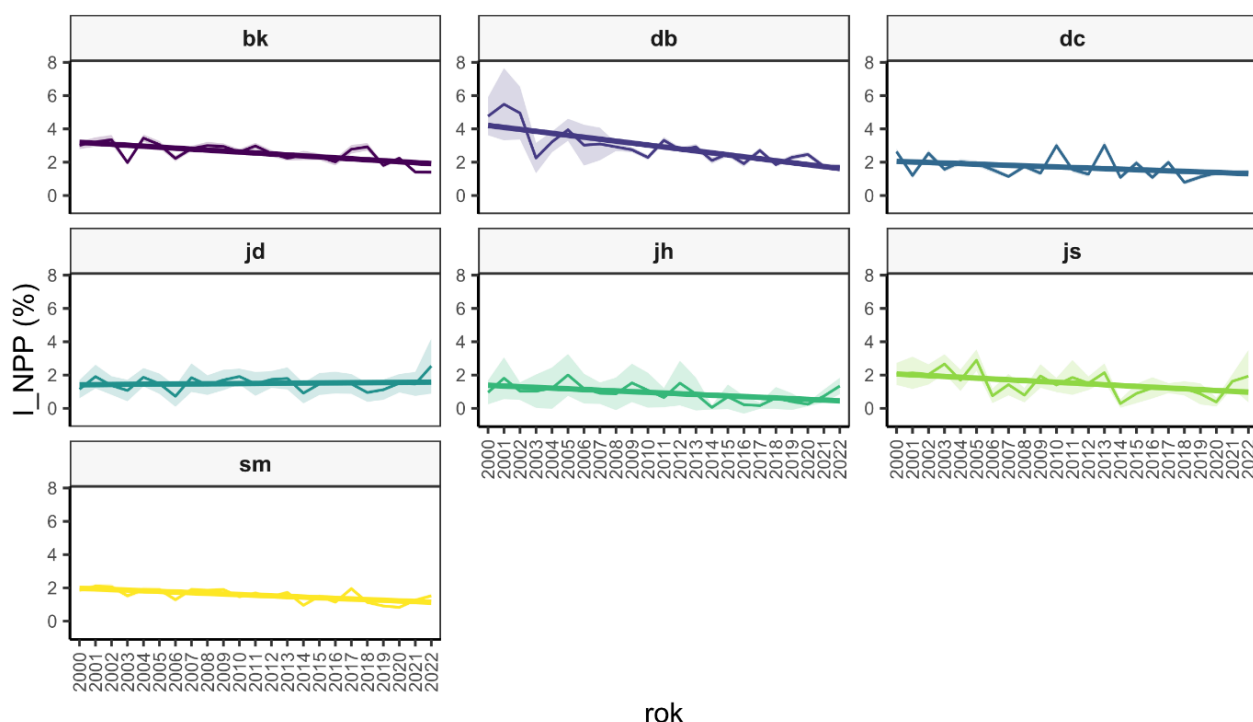
¹ Národné lesnícke centrum – Lesnícky výskumný ústav Zvolen

² Technická univerzita vo Zvolene, Lesnícka fakulta, Zvolen

V príspevku sumarizujeme vývoj základných produkčných ukazovateľov významných druhov drevín dominujúcich v druhovom zložení lesov západných Karpát. Produkcia je dôležitým znakom vitality stromovej zložky lesných ekosystémov a predstavuje vstupnú premennú pre ďalšie nadväzujúce procesy od tvorby lesnej mikroklimy po pôdnu respiráciu a má kľúčový dopad na celkovú uhlíkovú bilanciu lesa. Indikátory produkcie v priestore strednej Európy sú často diferencované po jednotlivých drevinách, pričom dôvodom je rozdielna senzitivita rastových procesov na priebeh klímy, extrémny počasie a pre dreviny špecifické škodlivé činitele, ktorých aktivita môže byť týmito procesmi zvýšená alebo naopak potlačená. Súčasné vedecké štúdie často poukazujú na tzv. adaptačný potenciál drevín, pričom v rôznych regiónoch Európy sú druhy zaradené do rôznych kategórií.

Pre analýzu produkčných ukazovateľov sme použili databázu meraní hrúbok a výšok na jedenástich trvalých monitorovacích plochách druhej úrovne Čiastkového monitorovacieho systému Lesy (ČMS Lesy), ktoré sú zároveň súčasťou medzinárodnej siete monitorovacích plôch v rámci *International Co-operative Programme on Assessment and Monitoring of Air Pollution Effects on Forests* (ICP Forests). Plochy II. úrovne sú špecifikované ako plochy intenzívneho monitoringu, pričom ich vybavenie umožňuje zber dát a vyhodnotenie vplyvu širokého spektra environmentálnych premenných na rast a zdravotný stav lesa. V tomto príspevku sme podrobnejšie analyzovali dreviny buk lesný (*Fagus sylvatica*), dub zimný a letný (*Quercus sp.*), dub cerový (*Quercus cerris*), jedľu bielu (*Abies alba*), javor horský (*Acer pseudoplatanus*), jaseň štíhly (*Fraxinus excelsior*) a smrek obyčajný (*Picea abies*). Pre tieto dreviny sme vyhodnotili časový rad meraní prírastku od roku 2000 po rok 2022, pričom sme sa zamerali na medziročné zmeny prírastku čistej primárnej produkcie (NPP - *net primary production*). NPP sme odvodili ako sumár celkovej hmotnosti sušiny stromu, sušiny tenčiny konárov, lístia, pňov a koreňov podľa sústavy objemových rovníc a expanzných faktorov (Gschwantner 2019; Petráš, Pajtík 1991). Pod relatívnou zmenou (I_{npp} (%)) rozumieme medziročný prírastok, ktorý je štandardizovaný ako pomer ročného prírastku NPP a NPP stromu, na ktorom bol vytvorený. Dynamické zmeny v tomto ukazovateli poukazujú na vývoj vitality jednotlivých druhov drevín, ich schopnosť tvoriť biomasu a viazať uhlík, pričom využitím priemerov tohto relatívneho ukazovateľa za dreviny a roky je možné medzidruhové porovnanie.

Z výsledkov vyplynulo (Obr. 1), že podobne ako na plochách I. úrovne (Rybár et al. 2023), tak aj na plochách II. úrovne je negatívny trend prítomný u väčšiny sledovaných drevín. Jedinou drevinou, ktorá indikuje neutrálny až mierne pozitívny trend v prírastku NPP je jedľa, prípadne dub cerový.



Obr. 1 Vývoj hodnôt prírastku čistej primárnej produkcie (I_NPP) vybraných drevín v priebehu rokov 2020 až 2022. Najväčší pokles v prírastku čistej primárnej produkcie sledujeme u buka a duba, ostatné dreviny dlhodobo fluktuujú okolo hodnoty prírastku 2% ročne, pričom v minulosti niektoré z drevín štandardne dosahovali hodnoty 4 a viac %. Časové rady nie sú neprešli detrendizáciou vplyvu veku a veľkosti meraných stromov, pričom do analýzy boli zahrnuté len dominantné a subdominantné jedince.

Všetky sledované trendy sú štatisticky významné, aj keď samotná hodnota významnosti pri niektorých drevinách vychádza z pomerne malého množstva sledovaných stromov s malou variabilitou medzi jedincami rastúcimi na jednej monitorovacej ploche (Tab.1). Priestorová variabilita zachytená plochami II. úrovne je vo všeobecnosti nízka, najmä u drevín ktoré sú merané len na jednej alebo dvoch plochách. Napriek týmto obmedzeniam a absencii detrendizácie z dôvodu malého počtu stromov meraných na monitorovacích plochách II. úrovne, sledované trendy u jednotlivých druhov sú konzistentné s trendami sledovanými na vyššom počte plôch I. úrovne, ktorých štatistická významnosť je z dôvodu vysokej priestorovej variability nižšia (Rybár et al. 2023).

Tab. 1 Prehľad parametrov výberového súboru a štatistickej významnosti pozorovaných trendov v produkcii hlavných druhov drevín.

Drevina	Počet stromov	r^2	p-hodnota	
bk	536	0.1301	< 2.2e-16	***
db	222	0.1972	< 2.2e-16	***
dc	147	0.2983	< 2.2e-16	***
jd	13	0.1461	0.04487	*
jh	17	0.2444	0.00148	***
js	6	0.5949	1.40E-13	***
sm	243	0.1496	< 2.2e-16	***

Významnosť vplyvu jednotlivých rokov vyčíslená prostredníctvom lineárneho modelu ($I_{npp} \sim \text{rok}$) do značnej miery kopíruje výskyt extrémnych javov ako je sucho a teplo, pri drevinách ako napr. dub alebo jaseň je pokles NPP taktiež dôsledkom vplyvu patogénov.



Obr. 2 Ilustračný obrázok. Poľana – Hukavský grúň (850 m n.m.), trvalá monitorovacia plocha v poraste karpatskej zmesi (buk, jedľa, smrek, cenné listnáče), stále patrí k lesným porastom s najvyššou produkciou na Slovensku.

Podakovanie

Výsledky boli získané v rámci riešenia úlohy Monitoring lesov Slovenska (ČMS Lesy) a projektu Adaptačný potenciál drevín pri príprave lesov Slovenska na zmenu klímy (TreeAdapt), financovaných na základe kontraktu medzi MPRV SR a NLC.

Literatúra

Gschwantner, T., Alberdi, I., Balázs, A. *et al.* 2019. Harmonisation of stem volume estimates in European National Forest Inventories. *Annals of Forest Science* 76, 24.

<https://doi.org/10.1007/s13595-019-0800-8>

Petráš, R., Pajtík, J., 1991. Sústava česko-slovenských objemových tabuliek drevín. *Lesnícky časopis* 37 (1), 49–56.

Rybar, J.; Sitková, Z.; Marcis, P.; Pavlenda, P.; Pajtík, J., 2023. Declining Radial Growth in Major Western Carpathian Tree Species: Insights from Three Decades of Temperate Forest Monitoring. *Plants*, 12, 4081. <https://doi.org/10.3390/plants12244081>

Zásoby uhlíka v pôde na plochách II. úrovne monitoringu lesov Slovenska

Pavel Pavlenda, Hana Pavlendová

Národné lesnícke centrum – Lesnícky výskumný ústav Zvolen

Pôda má v rámci monitoringu lesov všeobecne, ale zvlášť pri posudzovaní vývoja zásob organického uhlíka, špecifické postavenie z viacerých dôvodov. Patrí k nim pomerne vysoká priestorová variabilita jednotlivých vlastností už na malej ploche, ale najmä náročnosť získavania meraných údajov pre niektoré veličiny, ktoré sú dôležité pre kvantifikáciu zásob (objemová hmotnosť, podiel pôdneho skeletu). Pri hodnotení vývoja v dlhšom časovom období môže byť problémom aj porovnateľnosť výsledkov pri zmene metód analytických postupov.

V tomto príspevku sa z množstva meraných parametrov a pôdných vlastností zameriavame práve na zásoby organického uhlíka v pôde. Je všeobecne známe, že v klimatických, edafických a porastových pomeroch lesov strednej Európy sú v pôde veľmi vysoké zásoby pôdneho organického uhlíka (soil organic carbon – SOC) a v priemere tvoria približne polovicu zásoby v celom lesnom ekosystéme (popri zásobách v nadzemnej a podzemnej biomase a v mŕtvom dreve). Zásoby v pôde sa považujú za relatívne stále (v časových rámcoch rokov až desiatok rokov). V súvislosti s meniacou sa klímou, ale aj meniacim sa manažmentom lesov, sa očakávajú určité zmeny, na druhej strane, hľadajú sa aj mitigačné možnosti ekosystémov – vrátane pôd – v záujme zvýšenia zachytov CO_2 z ovzdušia. Vzrastá teda význam hodnotenia zmien zásob SOC.

Podľa publikovaných prehľadov zo systému LUCAS (Fernandez-Ugalde et al. 2020) je na celoeurópskej úrovni skôr tendencia poklesu koncentrácií organického uhlíka medzi rokmi 2009 až 2015 (v danej správe nie sú uvádzané zásoby), pričom tento pokles sa prejavuje skôr v severnej a severozápadnej Európe. V strednej Európe sú koncentrácie uhlíka bez zmeny, prípadne sa prejavuje náznak ich vzostupu. Podľa podrobného hodnotenia v Nemecku (Wellbrock et al. 2019) sa počas 15 rokov medzi dvoma cyklami WBZE signifikantne zvýšili zásoby SOC, a to v priemere až o 0,75 t/ha za rok. Zásoby v pokrývkovom humuse boli bez signifikantnej zmeny, na celkovej zmene sa najviac podieľali zmeny zásob v pôde do hĺbky 30 cm. Podobne pre Francúzsko bol identifikovaný vzostup zásob SOC, a to priemerne o 0,35 t/ha za rok (Jonard et al. 2017).

Pre Slovensko boli porovnávané údaje z dvoch typov celoslovenských zisťovaní, a to zo siete ČMS Lesy/ICP Forests (112 plôch) a zo siete NIML (sieť 8x4 km, 635 plôch pre párové hodnotenie), pričom k dispozícii boli len údaje do hĺbky 20 cm. V prvom prípade išlo o opakované vzorkovanie po 15 rokoch, v druhom po 10 rokoch. Ani pre jeden zo súborov nebol potvrdený signifikantný rozdiel na úrovni celej krajiny. Priemerná zásoba organického uhlíka bola 68,7 t/ha, resp. 63,7 t/ha. Po prepočte na hĺbku 100 cm je odhadovaná priemerná zásoba okolo 140 t/ha (podľa rôznych metód pre výpočet objemovej hmotnosti a pre výpočet v hĺbkovom profile).

Najprecíznejšie hodnotenie zatiaľ umožňujú údaje z plôch II. úrovne monitoringu (vzorkovanie v rokoch 2007-2008 a 2021-2022). V tabuľke 1 je prehľad základných charakteristík plôch II. úrovne a priemerných zásob organického uhlíka v pôde do hĺbky 80 cm (priemer z 5 opakovaní na ploche). V prehľade nie je zahrnutá plocha 206 Turová (bola založená náhradná plocha) ani plocha 207 Tatranská Lomnica (extrémne balvanitá pôda).

Tab. 1 Prehľad plôch II. úrovne a základná charakteristika pôd

Číslo plochy	Nadm. výška (m)	Drevina	Pôdny typ	Nasýtenie bázami 0-10 cm	pH aktívne 0-10 cm	Zásoba SOC pokr. humus (t/ha)	Zásoba SOC min. pôda (t/ha)
201	225	Cer	Hnedozem	80 %	5,1	9,2 ± 3,4	151 ± 28
203	1250	Smrek	Umbrizem	42 %	4,6	11,8 ± 2,0	286 ± 24
204	850	Buk+	Kambizem	89 %	5,2	8,0 ± 2,0	157 ± 39
208	570	Buk	Kambizem	53 %	4,9	5,3 ± 2,1	138 ± 8
210	820	Smrek	Podzol	5 %	3,6	19,8 ± 4,4	149 ± 26
211	520	Dub	Kambizem	76 %	5,2	3,0 ± 1,0	110 ± 4
212	1010	Smrek	Umbrizem	9 %	4,3	20,1 ± 3,2	310 ± 9

Z prehľadu je zrejmé, že na jednotlivých plochách sú variabilnejšie zásoby v pokrývkovom humuse, pričom tieto tvoria (okrem jednej výnimky – podzolu na ploche 210) menej než 10% zásoby v minerálnej pôde. Oproti ostatným plochám sú výrazne nadpriemerné zásoby SOC v pôde na plochách lokalizovaných v Nízkych Tatrách v nadmorskej výške nad 1000 m. V tabuľke 2 je počet plôch podľa trendu vzostupu alebo poklesu zásob v jednotlivých hodnotených hĺbkach.

Tab. 2 Počet plôch podľa trendu vzostupu alebo poklesu zásob SOC

	↗	↘
Pokrývkový humus	1	6
0-10 cm	6	1
10-20 cm	4	3
20-40 cm	4	3
40-80 cm	2	5

Okrem jednej plochy na všetkých ostatných bol zistený pokles zásoby uhlíka v pokrývkovom humuse, a to vo väčšine prípadov signifikantný. Čiastočne to možno vysvetliť vplyvom zrýchlenia mineralizácie humusu po poklese zakmenenia porastu alebo vplyvom zmeny mikroklimy po odrube porastu tesne vedľa plochy. V minerálnej pôde prevažuje vzostup celkových zásob (za celú hodnotenú hĺbku pôdy), podľa hĺbok vzorkovania najmä v hĺbke 0-10 cm, menej v hĺbke 10-20 cm a 20-40 cm, kým vo väčšej hĺbke je skôr prevažujúca tendencia poklesu zásob. Výsledky si však vyžadujú podrobnejšie hodnotenie a taktiež pri ich interpretácii je potrebné zvážiť možné zdroje neistôt a chýb pri kvantifikácii (Vangelova et al. 2016).

Podakovanie

Táto práca bola podporená Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe zmluvy č. APVV-18-0223 a vznikla aj vďaka projektu Adaptačný potenciál drevín pri príprave lesov Slovenska na zmenu klímy (TreeAdapt), financovaného MPRV SR (prvok o8Vo301).

Hodnoty depozície v lesoch SR

Slávka Tóthová¹, Jana Luptáková², Milan Konôpka

¹Národné lesnícke centrum – Lesnícky výskumný ústav Zvolen, Centrum excelentnosti LignoSilva

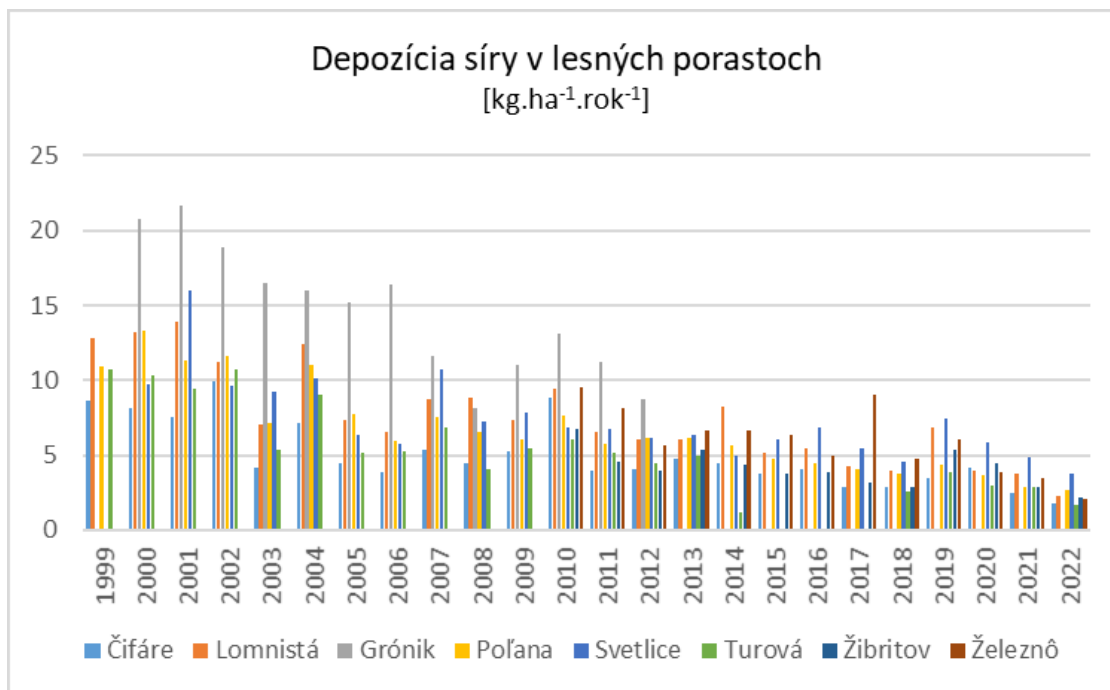
²Národné lesnícke centrum – Lesnícky výskumný ústav Zvolen, Centrálné lesnícke laboratórium

Monitorovacie plochy na meranie depozície sú lokalizované v nadmorských výškach od 225 do 1 250 m, s rôznorodým drevinovým zložením, ktoré reprezentuje lesné porasty v SR (smrekové porasty v Lomnistej doline – Jasení, zmiešaný smrekovo – jedľovo – bukový porast na Poľane, bukové porasty v Turovej a Svetliciach a dubový porast v Čifároch). V smrekovom poraste Grónik bolo meranie depozície ukončené v roku 2012, z dôvodu kalamitnej ťažby. V priebehu roku 2009 boli založené 2 nové plochy, smrekový les (Železnô) a dubový les (Žibritov), kde sú depozície hodnotené od roku 2010. Meranie depozície síry, dusíka a bázičných katiónov (Ca, Mg, K, Na) v období posledných 5 rokov (2018 až 2022) prinieslo nasledovné poznatky. Zmiešaná depozícia síry sa pohybovala v intervale 1,98 až 6,9 kg.ha⁻¹.rok⁻¹ (Žibritov a Železnô), v lesných porastoch 1,65 až 7,4 kg.ha⁻¹.rok⁻¹ (Turová a Svetlice) pričom vyššie hodnoty boli zaznamenané na plochách vo vyšších nadmorských výškach s vyšším množstvom zrážok. V lesných porastoch bola dlhodobo zisťovaná najvyššia depozícia síry v smrekovom poraste na Kysuciach (TMP Grónik), kde ešte v roku 2000 dosahovala hodnoty viac ako 20 kg.ha⁻¹.rok⁻¹. Z dôvodu kalamitnej ťažby v území bol monitoring v tejto lokalite ukončený v roku 2013.

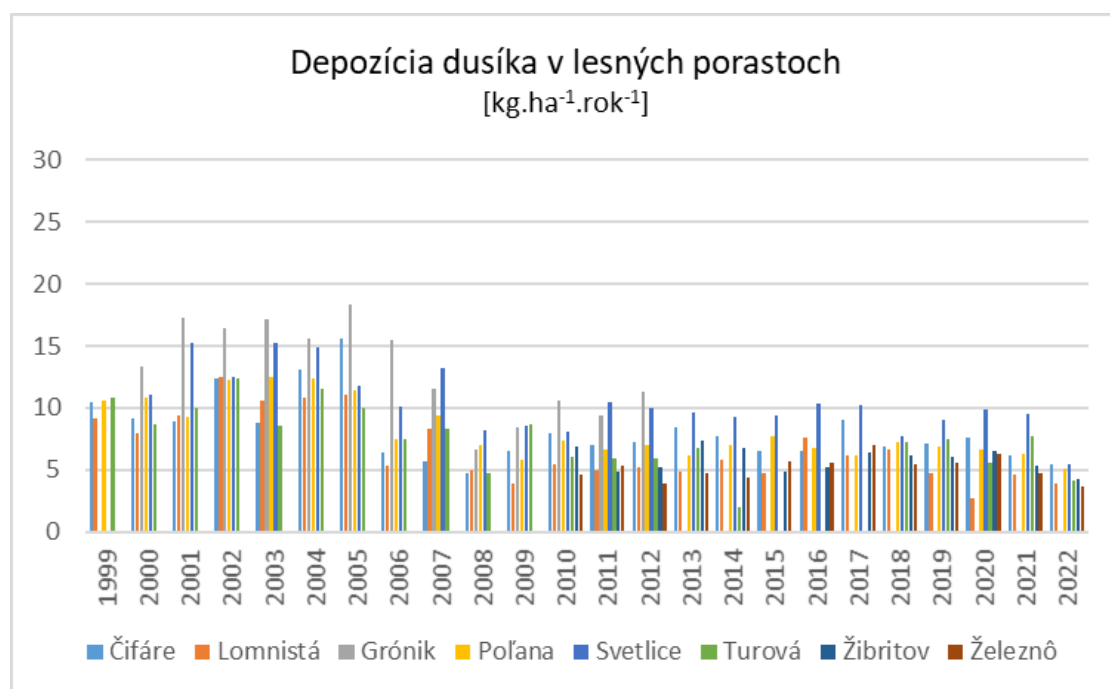
Dlhodobé hodnoty pre depozíciu síry v lesných porastoch na všetkých monitorovacích plochách v SR sú uvedené na Obr. 1. Depozícia dusíka (N-NO₃⁻ + N-NH₄⁺) na plochách bez zápoja lesných drevín je vyššia ako depozícia síry, v posledných 5 rokoch bola v intervale 5,1 až 21,72 kg.ha⁻¹.rok⁻¹ (Žibritov a Železnô). Táto zásadná zmena nastala už v roku 2003. Depozícia dusíka (N-NO₃⁻ + N-NH₄⁺) v lesných porastoch bola vyššia ako depozícia síry do roku 2017 len v listnatých a zmiešaných porastoch, t.j. na monitorovacích plochách Svetlice, Turová, Poľana, Čifáre a Žibritov. Od roku 2017 je tento jav prítomný už aj v ihličnatých lesoch, t.j. na plochách v Lomnistej doline a Železnom. V posledných 5 rokoch bola depozícia dusíka v lesoch v intervale 2,74 až 7,73 kg.ha⁻¹.rok⁻¹ (Lomnistá a Svetlice).

Depozícia celkového dusíka v lesných porastoch na monitorovacích plochách v SR je uvedená na Obr. 2. Vyššia depozícia bázičných katiónov v lesných porastoch, v porovnaní s depozíciou na blízkych plochách bez zápoja lesných drevín, je spôsobená vyluhovaním z asimilačných orgánov lesných drevín, ako aj schopnosťou lesných porastov (najmä ihličnatých) zachytávať tuhé látky z ovzdušia. V lesných porastoch prevláda depozícia K, v rozpätí 12 až 37 kg.ha⁻¹.rok⁻¹, druhé miesto patrí depozícii Ca, 5 až 10 kg.ha⁻¹.rok⁻¹. Najnižšie, podobne ako na voľných plochách, sú depozície Mg a Na, ktoré sú v intervale 1 až 3 kg.ha⁻¹.rok⁻¹. Dlhodobé výsledky ročných depozičných vstupov acidifikačných komponentov pre lesné porasty, ako aj blízke voľné plochy bez zápoja lesných drevín, poukazujú na zlepšujúcu sa situáciu, ktorá odráža výrazný pokles emisií najmä síry. Významná zmena nastala ešte v roku 2003, keď nameraná depozícia síry na území lesov v SR bola prvýkrát nižšia ako depozícia dusíka. Depozícia síry v lesoch pred rokom 2000 bola v intervale 10 až 20 kg.ha⁻¹.rok⁻¹, dusíka 8 až 15 kg.ha⁻¹.rok⁻¹.

Prijaté politiky zamerané na zlepšenie kvality ovzdušia dosiahli výrazné zníženie depozícií, pri síre v roku 2022 boli namerané hodnoty v intervale 1,65 až 2,69 kg.ha⁻¹.rok⁻¹ a pri dusíku 3,63 až 5,43 kg.ha⁻¹.rok⁻¹. Získané poznatky sú v dobrom súlade s celoeurópskymi trendami.



Obr. 1 Depozícia síry v lesných porastoch na monitorovacích plochách 1999 až 2022



Obr. 2 Depozícia dusíka v lesných porastoch na monitorovacích plochách 1999 až 2022

Podakovanie

Výsledky boli získané v rámci riešenia úlohy Monitoring lesov Slovenska (ČMS Lesy) a projektu Adaptačný potenciál drevín pri príprave lesov Slovenska na zmenu klímy (Tree Adapt) financovaných na základe kontraktu medzi MPRV SR a NLC.

Mapování vlivu přízemního ozonu v lesních ekosystémech ČR

Radek Novotný¹, Vít Šrámek¹, Václav Buriánek¹, Leona Vlasáková²

¹ Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti v.v.i., Jíloviště-Strnady

² Český hydrometeorologický ústav, Praha

Metody

Hodnocení vlivu přízemního ozonu probíhá podle metodiky programu ICP Forests na osluněném porostním okraji (LESS) na osmi plochách intenzivního monitoringu. Šetření je zaměřeno primárně na smrk ztepilý (*Picea abies*) a buk lesní (*Fagus sylvatica*), hodnocení ale probíhá i na dalších druzích lesních dřevin, které se v hodnocených porostních stěnách nacházejí. Jde např. o javor klen (*Acer pseudoplatanus*), jasan ztepilý (*Fraxinus excelsior*), bez černý (*Sambucus nigra*), lípu srdčitou (*Tilia cordata*) nebo borovici lesní (*Pinus sylvestris*). Při hodnocení probíhá také kontrola bylinného patra. Hodnocení všech osmi ploch (Obr. 1) se opakuje dvakrát ročně, jarní aspekt (červen) a pozdně letní aspekt (srpen/září). Během hodnocení na konci vegetační sezony jsou odebírány vzorky asimilačního aparátu, ve kterých probíhá stanovení koncentrace malondialdehydu (MDA), produktu oxidačního stresu. Výsledky doplňují informaci o možném negativním vlivu přízemního ozonu na dřeviny. Hodnocení začalo v roce 2021 a jeho ukončení je plánováno na rok 2025.

Výsledky

Rok 2021 byl na hodnocených plochách na přítomnost viditelných symptomů slabý. Příčinou bylo studené a vlhké jaro a také během léta se nevyskytovalo žádné dlouhé období, které by přispělo k nadměrné zátěži vegetace oxidačním stresem. V průběhu podzimního hodnocení byly zjištěny symptomy pouze na ploše Medlovice a pouze na několika listech jednoho z keřů bezu černého. Časté bylo poškození listů buku intenzivním slunečním zářením (tzv. heat stress). Běžné byly symptomy vlivu houbových činitelů a savého i listožravého hmyzu.

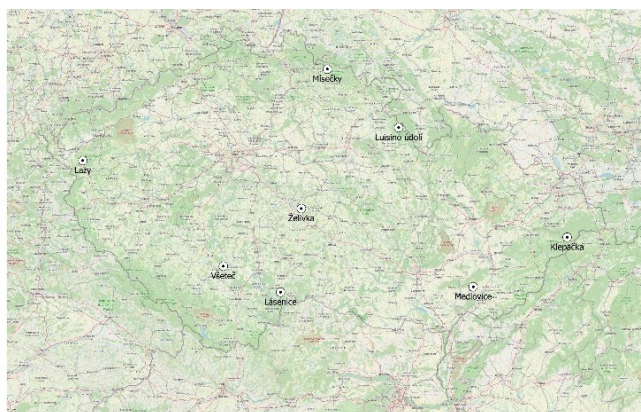
V roce 2022 se střídaly měsíce teplotně nadprůměrné s měsíci chladnými, stejně tak se střídalo období s dostatkem srážek a bezesrážková období. Podmínky pro vznik a působení přízemního ozonu byly poměrně příznivé, přesto jsme při terénním šetření nezjistili žádný významný rozsah nebo intenzitu výskytu symptomů na vegetaci.

V roce 2023 se počasí příznivé pro tvorbu a působení ozonu vyskytovalo až ve druhé polovině vegetačního období. Při terénním šetření jsme nezjistili žádný významný rozsah nebo intenzitu výskytu symptomů na vegetaci. A to ani na stromech, ani na keřovém patru nebo na bylinách. Symptomů označených jako možný vliv ozonu, popř. tzv. ozone-like symptomů bylo o něco více, než v roce 2021 a srovnatelně s rokem 2022 (Tab. 1).

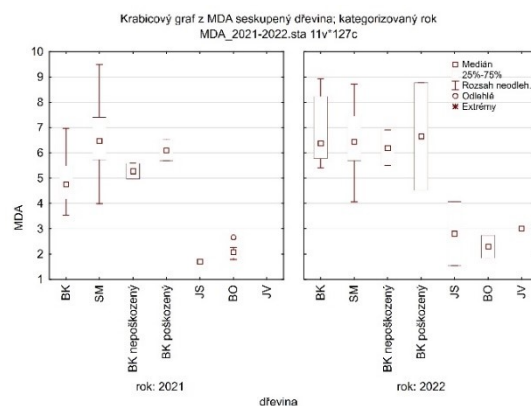
Analýzy MDA jsou kompletní pro roky 2021 a 2022. V listech se symptomy možného vlivu ozonu (vlivu oxidačního stresu) se zpravidla nachází vyšší koncentrace této sloučeniny (Obr. 2).

Tab. 1 Přehled hodnocených LESS s podílem symptomatických ploch při hodnocení pozdně letního aspektu v letech 2021 – 2023

			2021		2022		2023	
Plocha	délka LESS (m)	Počet hodnocených ploch 2 x 1m	Počet symptoma tických ploch	Podíl symptoma tických ploch (%)	Počet symptoma tických ploch	Podíl symptoma tických ploch (%)	Počet symptoma tických ploch	Podíl symptoma tických ploch (%)
Mísečky	140	33	0	0	2	6	1	3
Želivka	40	17	0	0	2	12	3	18
Všeteč	120	33	0	0	0	0	2	6
Lásenice	165	33	0	0	3	9	3	9
Luisino úd.	145	33	0	0	3	9	5	15
Medlovice	90	31	1	3,2	1	3	0	0
Klepačka	50	20	0	0	2	10	3	15
Lazy	90	31	0	0	1	3	0	0



Obr. 1 Lokalizace hodnocených ploch



Obr. 2 MDA v odebraných vzorcích listů

Poděkování

Aktivity představené v příspěvku jsou realizovány jako smluvní zakázka číslo O-16/2021 pro ČHMÚ a jsou součástí projektu ARAMIS – Integrovaný systém výzkumu, hodnocení a kontroly kvality ovzduší (spolufinancován se státní podporou TA ČR v rámci programu Prostředí pro život) číslo SS02030031. Hlavním uživatelem výsledků výzkumu je Ministerstvo životního prostředí ČR.

Vybrané výsledky monitoringu výživy lesných drevín

Hana Pavlendová, Danica Krupová, Pavel Pavlenda

Národné lesnícke centrum – Lesnícky výskumný ústav Zvolen

V príspevku prezentujeme výsledky chemických analýz asimilačných orgánov hlavných druhov lesných drevín, ktoré sa robili v rámci programu ICP Forests, časť odber a analýzy ihlíc a listov. Prezentované sú výsledky analýz makroživín z posledných troch odberov, ktoré sme robili v rokoch 2019, 2021 a 2023 ako aj porovnanie výsledkov analýz síry a dusíka zo všetkých odberov od roku 1995.

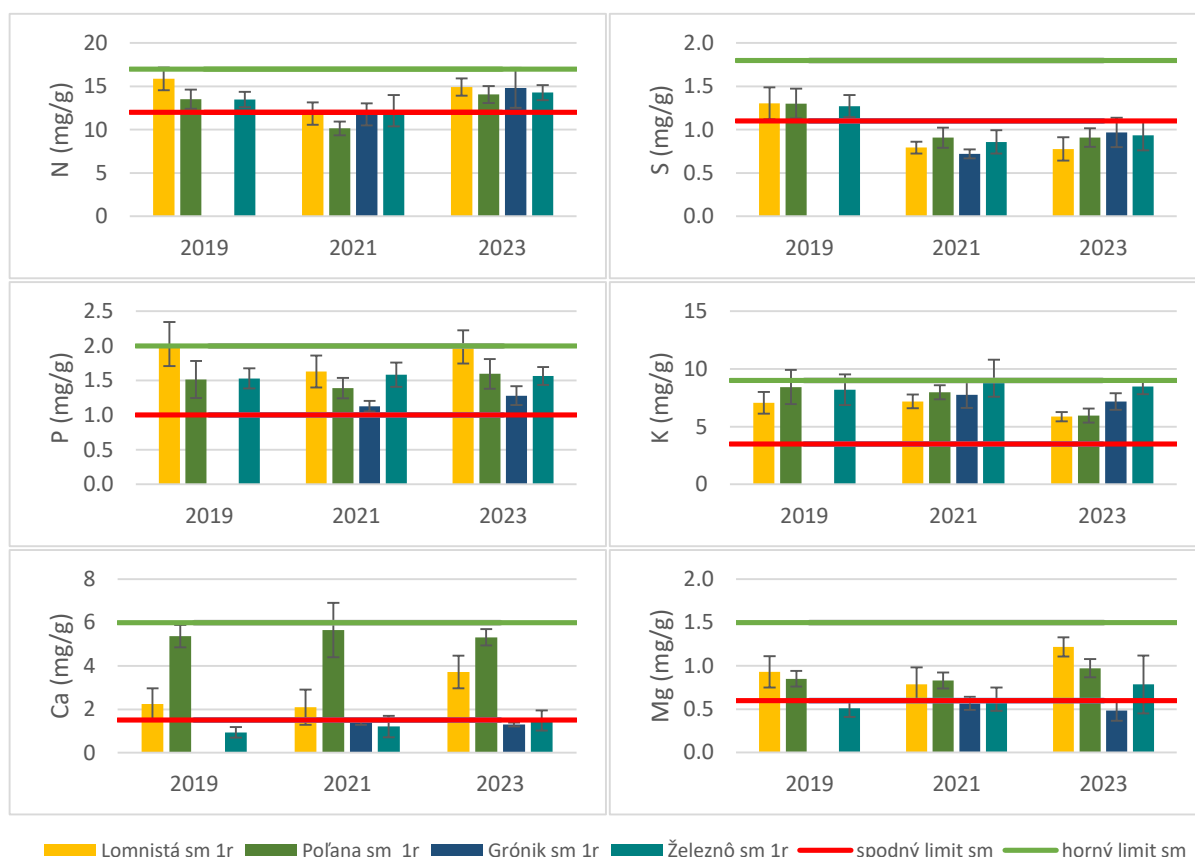
Na ôsmich trvalých monitorovacích plochách (TMP) Čiastkového monitorovacieho systému (ČMS) Lesy boli odobrané vzorky listov, resp. ihlíc, z celkovo 4 drevín (dub cerový, dub zimný, buk lesný a smrek obyčajný). Vzorky boli odoberané odporúčaným spôsobom, a to lezením bez pomoci stúpačiek. Chemické analýzy boli vykonané v Centrálnom lesníckom laboratóriu (CLL) Národného lesníckeho centra.

Z výsledkov u duba vyplýva dobrá zásobenosť hlavnými živinami, často sa pohybuje na hornej hranici optima, u dusíka na lokalite Čifáre ju prekračuje. Koncentrácia dusíka v listoch duba sa pohybovala v rozmedzí 19 – 28 mg/g, síry 1,3 – 1,5 mg/g, fosforu 1,4 – 1,8 mg/g, draslíka 6,2 – 9,7 mg/g, vápnika 7,1 – 7,9 mg/g a horčíka 2 – 2,5 mg/g. Výskyt prvkov ako aj ich pomery sú v rozmedzí limitov FFCC (Forest Foliar Coordinating Centre).

Buk sa vyskytuje na troch TMP a takisto ako u duba, má pomerne dobrú zásobenosť hlavnými živinami. Často dochádza k prekročeniu horného limitu pre daný prvok, iba pri fosfore na lokalite Svetlice v roku 2023 ani nedosahuje spodný limit, v ostatných rokoch sa pohybuje na jeho spodnej úrovni (koncentrácia 0,9 – 1,1 mg/g, dolný limit 1 mg/g). Na lokalite Poľana–Hukavský grúň dosahuje buk miernu nadzásobenosť fosforom v jednom roku a výraznú nadzásobenosť vápnikom vo všetkých troch rokoch odberu (koncentrácia 8,6 – 10 mg/g, horný limit 8 mg/g). Buky na lokalite Svetlice dosiahli v rokoch 2019 a 2021 miernu nadzásobenosť draslíkom a na lokalite Turová v tých istých rokoch horčíkom. Na pomeroch sa to neprejavilo, na všetkých plochách a vo všetkých rokoch sú v rozmedzí limitov FFCC, s výnimkou roku 2023 na lokalite Svetlice, kedy pomer N/P dosiahol mierne nadlimitnú hodnotu a Turovej v roku 2021, kedy nedošlo k dosiahnutiu minima N/Mg.

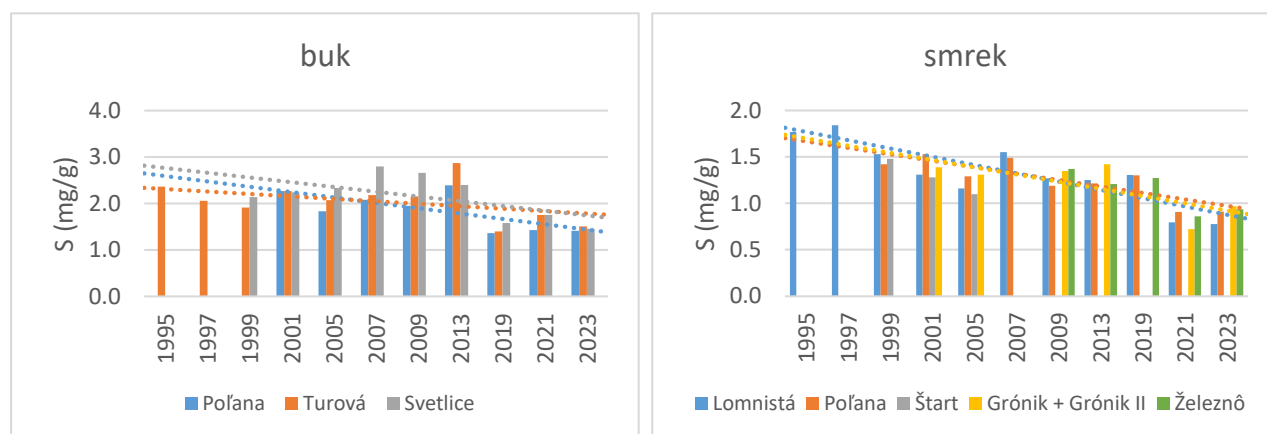
U smreka, ktorý sa vyskytuje na štyroch hodnotených TMP, je situácia odlišná. Iba na lokalite Železnô dochádza v roku 2021 k veľmi miernemu prekročeniu horného limitu pre draslík, pre ostatné prvky je koncentrácia v limite alebo viac či menej podlimitná. Napríklad síra sa stáva v posledných dvoch odberoch na všetkých lokalitách nedostatkovým prvkom. Pre ilustráciu uvádzame výsledky stanovenia makroživín v smreku v 1. ročníku (Obr. 1).

Pomery N/P a N/K sa pohybujú v spodnej polovici limitu, iba v roku 2021 bol zistený pomer N/K na lokalite Poľana – Hukavský grúň tesne pod hranicou limitu FFCC. Pomery N/Ca a N/Mg sa pohybujú naprieč celým rozsahom optima. Takisto ako pri N/K na lokalite Poľana–Hukavský grúň v roku 2021 bol zistený pomer N/Ca tesne pod hranicou spodného limitu. Naopak, pomerne výrazne zvýšená hodnota pomeru N/Ca sa vyskytla na lokalite Železnô v roku 2019 a mierne zvýšená hodnota N/Mg na lokalite Grónik v roku 2023.



Obr. 1 Výsledky stanovenia N, S, P, K, Ca a Mg v ihliciach smreka na lokalitách Lomnistá dolina, Poľana – Hukavský grúň, Grónik II a Železnô v rokoch 2019, 2021 a 2023.

Pri porovnávaní všetkých dostupných stanovení dusíka a síry v asimilačných orgánoch na všetkých TMP II. úrovne sme podľa predpokladu zistili nevýrazný trend poklesu koncentrácií dusíka a významný trend koncentrácií síry. Na obrázku 2 uvádzame výsledky stanovení síry pre listy buka a ihličie smreka (posledný ročník).



Obr. 2 Výsledky stanovení síry v rokoch 1995, 1997, 1999, 2001, 2005, 2007, 2009, 2013, 2019, 2021 a 2023 v asimilačných orgánoch buka a smreka na TMP II. úrovne ČMS Lesy

Podakovanie

Táto práca vznikla vďaka projektu Adaptačný potenciál drevín pri príprave lesov Slovenska na zmenu klímy (TreeAdapt) financovaného z prostriedkov MPRV SR (prvok o8Vo301).

Sledovanie kvantity a kvality opadu na TMP Poľana – Hukavský grúň

Tibor Priwitzer

Národné lesnícke centrum – Lesnícky výskumný ústav Zvolen

Množstvo a kvalita opadu zohráva významnú úlohu v tvorbe humusu v lesných pôdach, ako aj v kolobehu živín lesných ekosystémov. Z uvedených dôvodov je značná pozornosť v rámci výskumu lesných ekosystémov venovaná práve meraniu množstva opadu a jeho kvality. Monitorovanie kvantity a kvality opadu začalo na TMP Poľana - Hukavský grúň už v roku 2001. Od tohto roku kontinuálne pokračuje. V tomto príspevku sú prezentované vybrané výsledky kvantitatívnej (2012, 2023) a kvalitatívnej (2012) analýzy opadu získaného na uvedenej TMP.

Sledovanie kvantity a kvality opadu na tejto TMP pokračovalo aj v roku 2023, pričom sa uskutočnilo celkom 13 odberov. Opad je zachytávaný do opadomerov kruhového pôdorysu so zachytnou plochou 0,5 m². Zachytná plocha opadomeru je umiestnená 1,5 m nad úrovňou terénu (Obr.1). Vymeniteľný vak opadomeru je vyrobený z umelohmotnej sieťoviny s priemerom ôk pod 1 mm. Jednotlivé opadomery sú rozmiestnené na ploche nerovnomerne, v celkovom počte 10 ks. Opad je vyberaný pravidelne 1x mesačne, vždy na konci mesiaca. V čase intenzívneho opadu asimilačných orgánov spravidla v októbri 1x za dva týždne. Po prenesení do laboratória je opad ponechaný na preschnutie pri izbovej teplote. Po preschnutí je opad roztriedený na nasledovné tri frakcie: asimilačné orgány (listy a ihlice), drevo (konáre, kôra), zvyšok (šupiny, kvety, semená, drť a pod.). Následne sú jednotlivé frakcie vysušené pri 80 °C na konštantnú hmotnosť, čím je stanovená suchá hmotnosť jednotlivých frakcií opadu, ktorá je následne prepočítaná a vyjadrená v kg/ha. Okrem uvedeného bola urobená aj chemická analýza opadu, pričom koncentrácia jednotlivých elementov opadu bola stanovená zo sušiny. Prehľad použitých chemických analytických stanovení je podrobne uvedený v správe <https://web.nlcsk.org/cms-lesy-spravy-z-monitoringu/> v kapitole 2.2.



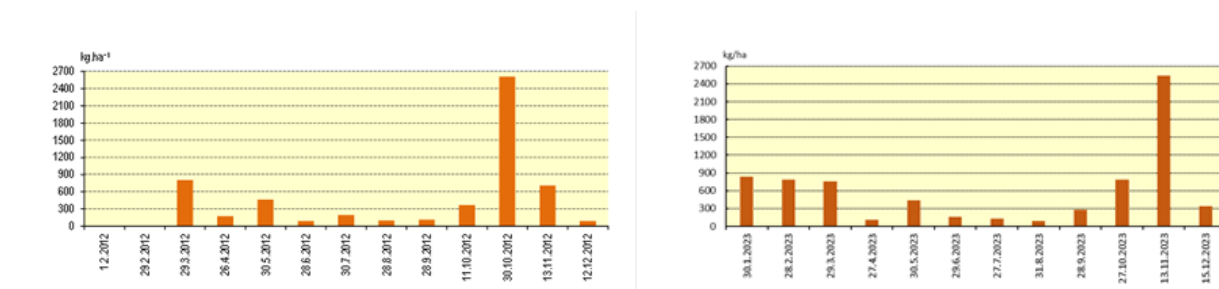
Obr. 1 Pohľad do TMP Poľana – Hukavský grúň a detail opadomeru používaného pre zber opadu (foto T. Priwitzer)

Štruktúra a dynamika opadu

Na obrázku 2 je uvedená sezónna dynamika celkového opadu na lokalite Poľana - Hukavský grúň nameraná v rokoch 2012 a 2023. Z jej priebehu vidieť, že najväčší prísun organického materiálu na pôdu v bukovo-smrekovo-jedľovom lesnom ekosystéme bol v roku 2012 v októbri (2613 kg/ha) ale v roku 2023 až v novembri (2530 kg/ha). Táto skutočnosť je spôsobená hlavne opadom listov u hojne zastúpených listnatých opadavých drevín, hlavne buka lesného, ale aj javora horského a jaseňa štíhleho. Vysoké

...

množstvo opadu bolo tiež v oboch rokoch zaznamenané v prvých troch mesiacoch roka a to hlavne v dôsledku opadu drevnatých častí a ihličia.



Obr. 2 Množstvo opadu (kg/ha) zachyteného na TMP Poľana - Hukavský grúň pri jednotlivých odberoch v priebehu roku 2012 a 2023

Celkove za obdobie roku 2023 spadlo do tohto ekosystému 7252 kg/ha, pričom množstvo opadu v jednotlivých mesiacoch sa pohybovalo od 90 do 2530 kg/ha. V porovnaní s rokom 2012 (5729 kg/ha) je to o 1523 kg/ha viac. V tomto roku sa množstvo opadu v jednotlivých mesiacoch sa pohybovalo od 5 do 2613 kg/ha.

Chemické zloženie opadu

V prírodných lesoch je opad jedným z najdôležitejších zdrojov živín potrebných pre udržanie produkčného potenciálu pôdy. Stanovenie hmotnosti jednotlivých živín, ktoré sa prostredníctvom opadu dostávajú do pôdy, je z hľadiska ich zásoby a kolobehu v lesnom ekosystéme nesmierne dôležité. Z výsledkov uvedených v tabuľke 2 sú zrejmé množstvá makroelementov, ktoré sa prostredníctvom opadu dostali na pôdu v bukovo-smrekovo-jedľovom lesnom poraste za sledované obdobie. Ak hodnotíme vstup jednotlivých prvkov opadom na pôdu vidíme že, na prvom mieste, čo sa týka množstva je C: 2190,4 kg/ha, po ňom nasledujú v zostupnom poradí Ca: 44,3 kg/ha, N: 40,1 kg/ha, K: 24,0 kg/ha, Mg: 4,5 kg/ha, S: 3,5 kg/ha, P: 2,9 kg/ha.

Tab. 1 Obsah makroelementov v jednotlivých frakciách opadu na TMP Poľana - Hukavský grúň

TMP	frakcia	C kg/ha	N kg/ha	S kg/ha	P kg/ha	Ca kg/ha	Mg kg/ha	K kg/ha
Hukavský Grúň	listy	1489,21	24,20	2,25	1,84	34,03	3,53	19,83
Hukavský Grúň	drevo	422,42	8,94	0,58	0,63	6,80	0,54	2,19
Hukavský Grúň	čiašky	65,72	1,38	0,09	0,10	0,53	0,13	0,67
Hukavský Grúň	plody	5,34	0,17	0,03	0,03	0,05	0,01	0,09
Hukavský Grúň	šupiny	136,03	2,74	0,29	0,15	1,72	0,18	0,61
Hukavský Grúň	iné	71,65	2,63	0,26	0,17	1,14	0,13	0,61
		2190,36	40,06	3,49	2,92	44,28	4,52	24,01

Podakovanie

Táto práca bola podporená Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe zmluvy č. APVV-21-0412. Výsledky boli získané tiež v rámci riešenia úlohy Monitoring lesov Slovenska (ČMS Lesy) a vďaka projektu Adaptačný potenciál drevín pri príprave lesov Slovenska na zmenu klímy (TreeAdapt), financovaného z rozpočtovej kapitoly MPRV SR (prvok o8Vo301).

Možnosti monitoringu výskytu jmelí bílého (*Viscum album*) v České republice

Tomáš Čihák¹, Olga Brovkina²

¹ Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti v.v.i., Jíloviště-Strnady

² Ústav výzkumu globální změny AV ČR, v.v.i.

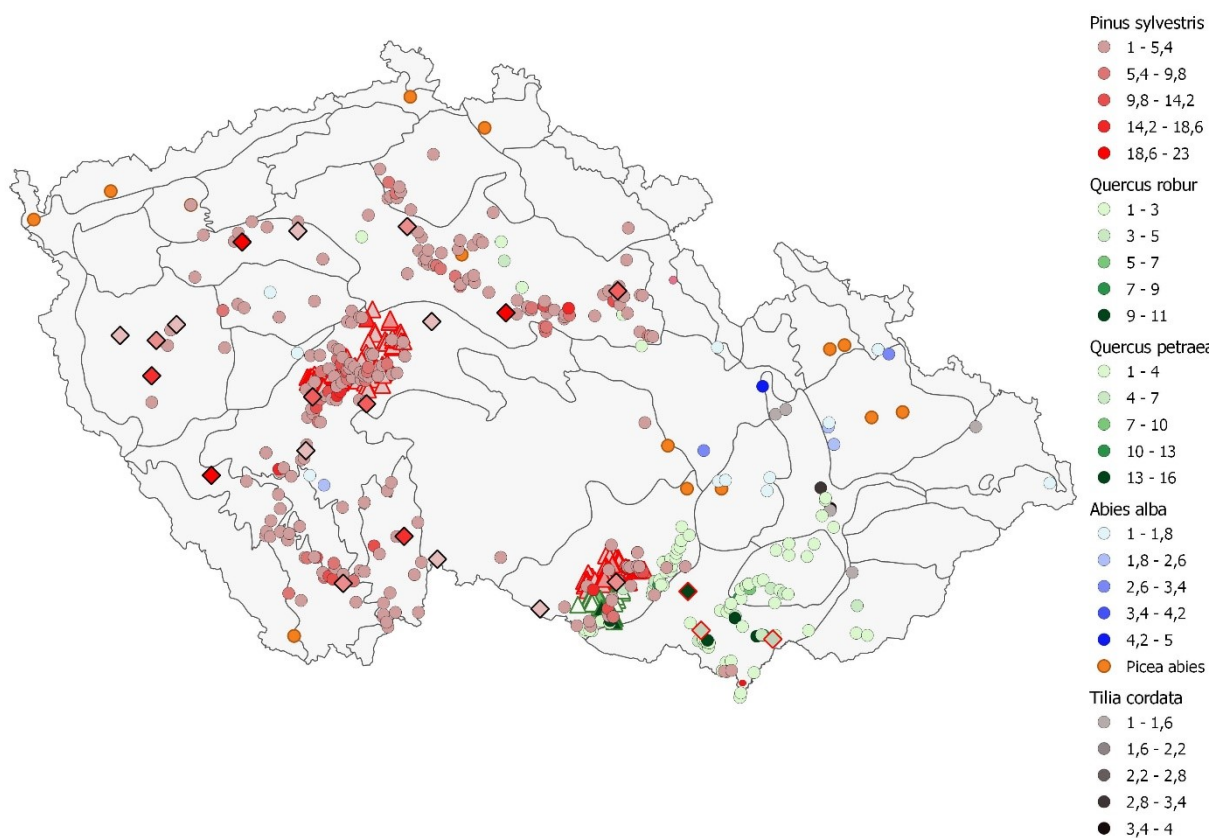
Jmelí bílé je poloparazitická rostlina rostoucí na kmenech a větvích dřevin, ze kterých čerpá vodu a anorganické látky. V České republice se vyskytují 3 poddruhy, které napadají širokou škálu listnatých a jehličnatých dřevin. Kromě jmelí se v České republice vyskytuje i další poloparazitická rostlina ochmet evropský, který ale napadá pouze rod dub (*Quercus*). Dřeviny silně napadené jmelím vykazují snížený radiální přírůst. V kombinaci s nedostatkem vláhy mohou být infikované dřeviny stresovány i nedostatkem živin a při silné parazitaci pak může dojít i k odumírání napadených jedinců. Jmelí se tak může stát potenciálně hrozbou pro lesní porosty ohrožené nedostatkem vláhy.

V rámci České republiky se jmelí v lesních porostech nejčastěji vyskytuje v oblasti Západočeské a Středočeské pahorkatiny, dále v Polabí, v Třeboňské pánvi a v Jihomoravských úvalech (Lorenc & Véle 2022). Monitoring jeho výskytu probíhá v rámci Národní inventarizace lesů (NIL), programu monitoringu stavu lesa ICP Forests a lokálně i v rámci dalších vědeckých projektů (Obr. 1). Primárně se jedná o pozemní šetření, alternativní metodou monitoringu výskytu jmelí na rozsáhlejších souvislých územích mohou být další postupy jako např. letecké laserové skenování, nebo využití hyperspektrálních skenerů v blízké, střední a tepelné části elektromagnetického spektra. Výhodou těchto postupů je rychlé zjištění aktuálního stavu infestace jmelím na dané lokalitě i možnost opakovaného monitoringu.

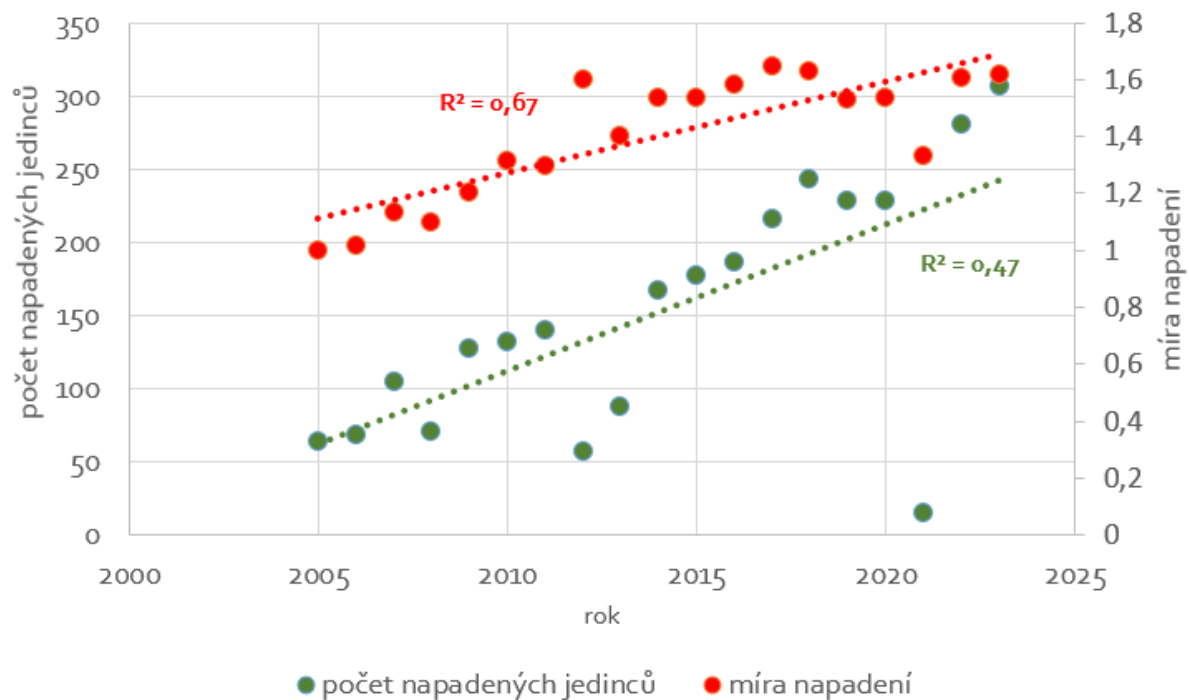
Podle šetření NIL byla přítomnost saprofytických parazitů (jmelí, ochmet bez rozlišení) zaznamenána na 376 plochách (1277 jedinců). Nejčastěji napadávaným druhem je borovice lesní (875 jedinců, 69%), druhým nejčastěji infestovaným druhem je dub zimní (250 jedinců, 20%). Celkem byl výskyt jmelí zaznamenán na 18 druzích dřevin. Významnější výskyt byl zaznamenán ještě na dubu letním, jedli bělokoré a smrku ztepilém (50, 30 resp. 16 jedinců).

Nejčastěji napadenou dřevinou na plochách ICP Forests je borovice lesní (301 jedinců, 98%) Údaje z monitoračních ploch poskytují díky pravidelnému sledování obraz o vývoji infestace jmelím od roku 2005 do současnosti (Obr. 2). Výsledky šetření zejména z posledních let jsou s velkou pravděpodobností ovlivněny vysokou mortalitou lesních porostů v ČR. Přesto je patrný vzestupný trend jak výskytu jmelí, tak míry jeho infestace.

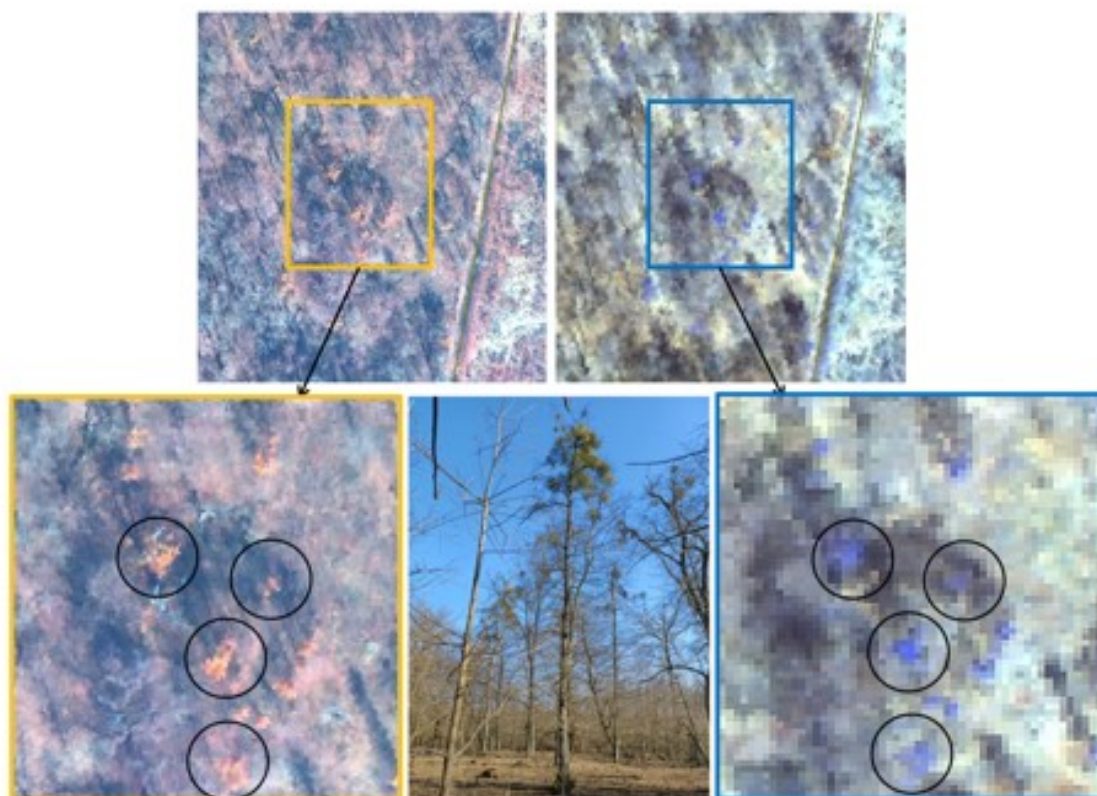
Přes poměrně rozsáhlé znalosti o výskytu a bionomii saprofytických rostlin, existují stále oblasti, o kterých toho víme málo. Jedná se např. o podíl saprofytických rostlin na uhlíkové bilanci porostů a otázka jeho kvantifikace. Jako velmi nadějný se v tomto ohledu jeví využití metod letecké spektroskopie (Obr. 3). Nezastupitelnou roli při sběru dat a tvorbě metodických postupů má právě pozemní monitoring, který slouží pro kalibraci údajů získaných z leteckého skenování.



Obr. 1 Výskyt jmelí na plochách NIL, ICP Forests a dalších projektů v České Republice



Obr. 2 Vývoj míry infestace jmelím na plochách ICP Forests v období 2005 – 2023



Obr. 3 Identifikace jmelí v lesních porostech pomocí metod letecké spektroskopie (FLIS, <https://olc.czechglobe.cz/>) (Missarov et al. 2023)

Reference

Lorenc, F., & Véle, A. 2022. Characteristics of *Pinus sylvestris* stands infected by *Viscum album* subsp. *austriacum*. *Merkmale von Pinus-sylvestris-Beständen infiziert durch Viscum album subsp. austriacum*. *Austrian journal of forest science* 139. p. 31-50.

Missarov, A., Sosnovsky, Y., Rydlo, K., Brovkina, O., Maes, W. H., Král, Krůček, M., Krasylenko, Y. 2023. Vertical botany: airborne remote sensing as an emerging tool for mistletoe research. *Botany*.

Ústav pro hospodářskou úpravu lesů Brandýs nad Labem: *Inventarizace lesů v České republice 2001-2004*: Inventarizace lesů v České republice, Metodika venkovního sběru dat, Verze: 6.0 - platnost od 1.7.2003 [online]. Brandýs nad Labem: Ústav pro hospodářskou úpravu lesů Brandýs nad Labem, [cit. 14.12.2020]. Dostupné z: http://nil.uhul.cz/downloads/pp_nil1/pp_nil1.pdf

Poděkování

Příspěvek vznikl na základě poskytnuté institucionální podpory Ministerstva zemědělství ČR č. MZE-RO0123.

Problematika měření srážek v horském prostředí – lesnicko-hydrologický výzkum v povodí Černé Opavy

Kateřina Neudertová Hellebrandová¹, Vít Šrámek¹, Věra Fadrhonsová¹

¹Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v.v.i, Jíloviště Strnady

V povodí Suchého, Sokolího a Slučího potoka (3S) v Hrubém Jeseníku bylo v roce 2020 zahájeno měření hydrologické bilance. Povodí jsou pokryta převážně smrkovými lesy (91 % až 96 %) a všechna jsou v současné době ohrožena kůrovcovou kalamitou.

V letech 2022-2025 je v povodích 3S realizován projekt „Vliv odlesnění na vodní režim malých povodí“, jehož cílem je:

- Kvantifikovat změny vodního režimu malých lesních povodí v souvislosti s pokračujícím odlesňováním v důsledku kůrovcové kalamity.
- Identifikovat rizika z hlediska snížení infiltrace a retence, zvýšení eroze, snížení schopnosti tlumit srážky a změny kvality odtékající vody, a to i v důsledku postupů lesního hospodaření při řešení kalamity.
- Navrhnout opatření, která tato rizika minimalizují.

V rámci řešení projektu byla povodí vybavena řadou měřicí techniky pro sběr dat. V roce 2020 bylo zahájeno měření odtoků na provizorních profilech (tlaková čidla), byly instalovány tři meteostanice měřící teplotu a vlhkost vzduchu, množství srážek a intenzitu slunečního záření, každé povodí bylo vybaveno dalším jedním autonomním srážkoměrem a třemi totalizátory. Následně bylo nainstalováno dalších 18 autonomních srážkoměrů, čidla pro měření vlhkosti půdy a půdního vodního potenciálu a tři váhové sněhoměry.

Jedním z plánovaných výstupů projektu jsou mapy rozložení srážek "průměrné" vegetační sezóny ve sledovaných povodích.

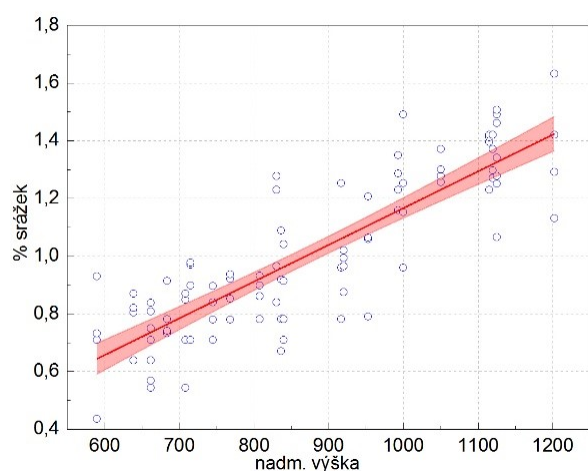
Pro hodnocení celkových úhrnů srážek v zájmovém území byla jednotlivá povodí rozdělena do bloků s odlišnou nadmořskou výškou a expozicí, do nichž byly umístěny autonomní srážkoměry. Zejména ve vyšších částech povodí byl výběr vhodných lokalit pro instalaci srážkoměrů komplikovaný kvůli absenci volných ploch mimo lesní porosty.

Vliv nadmořské výšky a expozice na rozložení srážek v povodích byl hodnocen na základě dat z několika srážkových epizod s relativně homogenním rozložením srážek. Úhrny srážek se v těchto srážkových epizodách pohybovaly v rozpětí od 1,8 mm do 52,2 mm. Pro každý srážkový úhrn za vybraná období a každou lokalitu byla vypočítána relativní hodnota srážek vůči průměrnému úhrnu ze všech stanic. Tato data pak vstupovala do regresní analýzy. Průběh výsledné závislosti je uvedený na Obr. 1

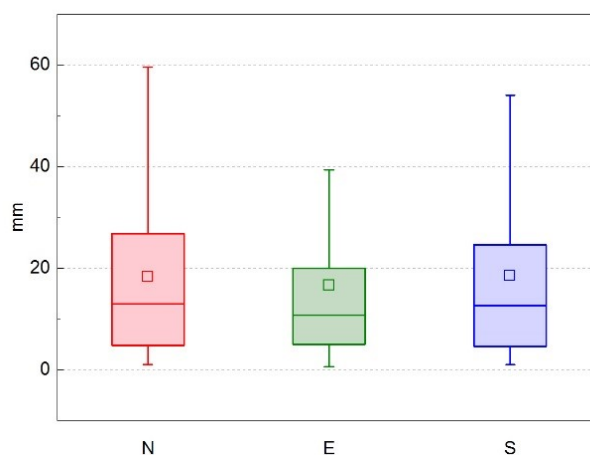
Z výsledků vyplývá, že u srážek, které vykazují homogenní charakter na celé ploše povodí, se nárůst pohybuje zhruba okolo 13 % na 100 m nadmořské výšky.

Pro hodnocení vlivu expozice byla data ze srážkoměrů rozdělena do tří výškových pásem: do 800 m n. m.; od 800 do 1000 m n. m. a nad 1000 m n. m. Ve výškových pásmech do 1000 m nad mořem byly nejnižší srážky zaznamenány na svazích s východní expozicí – v průměrných hodnotách zhruba o 10 %, což pravděpodobně souvisí s převládajícím směrem větru (obr. 2). V nejvyšším pásmu nad 1000 m nejsou ve středních hodnotách (průměr, medián) prakticky žádné rozdíly, vyšší maxima

jsou však dosahována na místech s jižní expozicí). Vzhledem k vysoké variabilitě dat však nejsou pozorované rozdíly statisticky významné.



Obr. 1 Závislost relativního množství srážek (poměr aktuální hodnoty v měřicím bodě s průměrem za celá povodí) na nadmořské výšce v povodích Slučího, Sokolího a Suchého potoka (% srážek = $-0,1072 + 0,0013 \cdot x$; 0,95 Conf.Int.)



Obr. 2 Množství srážek na plochách s různou expozicí (N – sever, E – východ, S – jih) ve sledovaných povodích v nadmořských výškách do 800 m n. m. (Mean, Median, Box 25%-75%, Whisker: Non Outlier Range)

Naměřené hodnoty srážek v jednotlivých bodech jsou kromě nadmořské výšky a expozice ovlivněny ještě řadou dalších parametrů. Jedním z nich je charakter a velikost volné plochy, na které jsou srážky měřeny, včetně výšky a vzdálenosti okolního porostu. Další proměnnou, která je mezi měřicími body nehomogenní a může v některých případech ovlivňovat množství srážek, je sklon svahu. Některé lokality ve vyšších nadmořských výškách (hřebenové polohy) jsou pak výrazně vystaveny vlivu větru a turbulencím, které mají často výraznější efekt než například samotná expozice. Různá rychlost větru v jednotlivých srážkových epizodách může v návaznosti na výše uvedené faktory výrazně ovlivňovat výsledná naměřená množství. Hodnocení mohou v některých případech ovlivňovat i technické závady na měřicím zařízení, zejména v případě znečištění srážkoměru, v ojedinělých případech jsme zaznamenali i fyzické poškození měřicího zařízení zvěří. Konečně dalším zdrojem nehomogenity je i nerovnoměrné množství srážek na sledované ploše, ke kterému dochází zejména v případě srážek z konvektivních pochodů v atmosféře v letním období. Význam těchto dalších faktorů bude předmětem následných analýz.

Poděkování

Příspěvek byl zpracován s využitím výsledků projektu NAZV QK22010189 Vliv odlesnění na vodní režim malých povodí a institucionální podpory poskytnuté Ministerstvem zemědělství MZE-RO0123

Merania vlhkosti a teploty pôdy, vyhodnotenie intercepcie lesných porastov v rokoch 2020 – 2023

Zuzana Sitková, Milan Konôpka, Ján Šulko

Národné lesnícke centrum – Lesnícky výskumný ústav Zvolen

Kontinuálne merania teploty a vlhkosti pôdy začali na Slovensku v roku 2009 na vybraných jadrových plochách monitoringu lesov ako súčasť medzinárodného projektu FutMon (*Further Development and Implementation of an EU-level Forest Monitoring System*). V príspevku zhodnocujeme teplotu a objemovú vlhkosť pôdy za roky 2020–2023 na troch trvalých monitorovacích plochách (TMP) na Slovensku s rôznym drevinovým zastúpením: v poraste duba zimného na TMP Žibritov (520 m n. m.), v zmiešanom poraste buka, jedle a smreka na TMP Poľana–Hukavský grúň (850 m n. m.) a v smrekovej monokultúre na TMP Železnô (1010 m n. m.). Merania na štvrtej „jadrovej“ ploche, na TMP Turová boli ukončené kvôli rozpadu bukového porastu v dôsledku veternej kalamity v máji 2014. V príspevku sa ďalej venujeme vyhodnoteniu intercepcie porastov za obdobie ostatných 4 rokov na základe meraní zrážok v rámci pravidelného monitoringu.

Predmetom zhodnotenia sú 30-minútové údaje o teplote pôdy (°C) namerané senzormi PT100/8 (presnosť $\pm 0,3$ °C) a o objemovej vlhkosti pôdy ($\text{m}^3 \cdot \text{m}^{-3}$) zaznamenávaná senzormi CS616 (Campbell Sci. USA). Pre zachytenie hydropedologickej variability sú pôdne senzory inštalované v troch rôznych sondách (3 miesta merania) a v troch hĺbkach (10–30–60 cm), pričom dáta sú automaticky ukladané každú pol hodinu do datalogera vybaveného modemom na diaľkový transfer dát (RailBox16P4 SDI, EMS Brno, CZ). S cieľom rámcovo kvantifikovať intercepciu porastov, sme na základe meraní depozičnými kolektormi zhodnotili dáta o úhrnoch zrážok v poraste a na voľnej ploche. V poraste na ploche Poľana–HG bolo možné kvantifikovať podkorunové zrážky aj na základe kontinuálnych meraní zrážok 10 automatickými zrážkomermi MetOne 380 (Oregon, USA) so záchytnou plochou 730 cm^2 (Obr. 1). Podrobnejšie boli metódy a dizajn meraní publikované v správe z [Monitoringu lesov Slovenska](#) za rok 2010 (Pavlenda a kol. 2011).

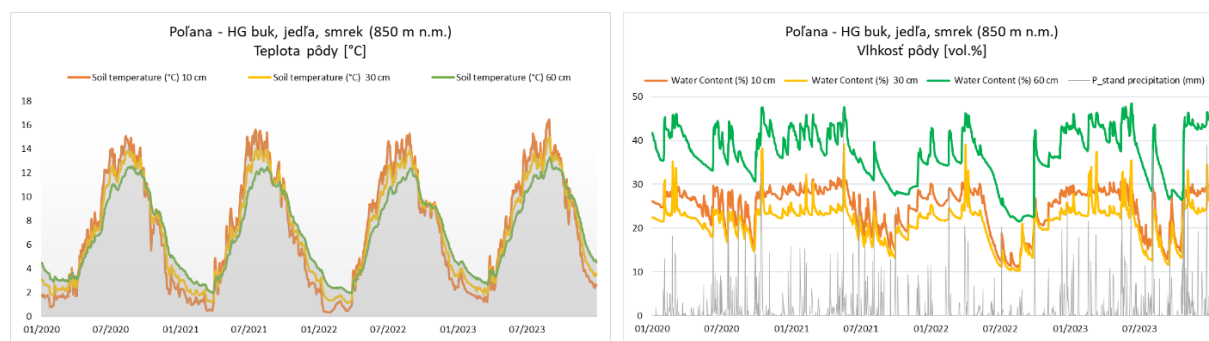


Obr. 1 Meranie kvantity podkorunových zrážok na TMP Poľana–HG. Automatický zrážkomer MetOne380 (10 ks) a depozičný kolektor (10 ks v letnom režime a 5 ks v zimnom režime)

Priebeh priemerných denných hodnôt vlhkosti a teplota pôdy spolu s dennými úhrnmi zrážok v poraste na ploche Poľana–HG dokumentuje Obr. 2. Priemerná teplota pôdy nevykazuje vysokú variabilitu, v letnom polroku s hĺbkou klesá, v zimných mesiacoch naopak stúpa. V skúmanom období sa ročné priemery pohybovali v rozsahu od 6,8 °C v roku 2021 do hodnoty 7,7 °C v roku 2023. Absolútne denné maximum teploty pôdy (16,7 °C) bolo namerané v povrchových 10 cm v roku 2023. Čo sa týka objemovej vlhkosti pôdy na Poľane, najnižšie hodnoty sú systematicky zaznamenávané v hĺbke 30 cm (špecifikum tejto lokality) a najvyššie v hĺbke 60 cm. Priemerné ročné hodnoty sa pohybovali v intervale od 19,7 % (rok 2022, hĺbka 30 cm) do hodnoty 39,2 % (rok 2023, hĺbka 60 cm). Absolútne najnižšia hodnota (10,2 %) bola dosiahnutá v lete roku 2022 v hĺbke 30 cm a najvyššia vlhkosť (48,6 %) v roku 2023 v hĺbke 60 cm.

V dubovom poraste na Žibritove sa priemerné denné teploty pôdy (hĺbka 10 cm) v skúmaných rokoch pohybovali v absolútnom rozpätí od -0,1 °C v januári 2021 do 19,8 °C v auguste 2023 (priemer 8,8 °C). Najnižšia priemerná denná objemová vlhkosť pôdy (11,8 %) bola nameraná 19. augusta 2022 a naopak najvyššia vlhkosť pôdy (51 %) bola zistená v hĺbke 60 cm v polovici mája 2021 po výdatnej zrážkovej činnosti. Priemerná vlhkosť pôdy v 10 cm dosiahla za celé obdobie hodnotu 24,6 %. Pre výpadok pôdnych meraní od marca do júla 2022, nie je možné vyhodnotiť štatistiky a spoľahlivo porovnať medziročné rozdiely.

V smrekovom poraste na Železnom dosiahla teplota pôdy od januára 2020 do júla 2022 priemernú hodnotu 5,7 °C s nízkou variabilitou medzi hĺbkami. Priemerná denná objemová vlhkosť pôdy dosiahla v rovnakom období len 17,7 %. Po júli 2022 boli pôdne merania na tejto ploche ukončené pre definitívnu poruchu datalogera.



Obr. 2 Vlhkosť a teplota pôdy v troch hĺbkach (10-30-60 cm) a denné úhrny zrážok v poraste na TMP Poľana - Hukavský grúň v priebehu rokov 2020 – 2023

Úhrn zrážok na TMP Poľana-HG bol za posledné 4 roky najvyšší v roku 2023 a to tak za rok (1257 mm) ako aj vegetačné obdobie (898 mm). Naopak zrážkovo najchudobnejší bol rok 2022 s mimoriadne suchým a horúcim letom, keď vo vegetačnom období padlo na voľnej ploche 428 mm a v poraste 326 mm zrážok. Intercepcia zmiešaného porastu tak dosiahla vo vegetačnom období tohto roku 24 %. Najvyššia intercepcia (27 %) bola zistená počas vegetačného obdobia v roku 2020 (Tab. 1).

Dubový porast na Žibritove zachytil vo vegetačnom období rokov 2020 – 2023 len od 6 do 12% zrážok voľnej plochy. Nízka intercepcia súvisí najmä s tvarom korún a zápojom porastu. Priemerne sa do tohto porastu dostáva počas vegetačného obdobia okolo 343 mm zrážok (Tab. 1).

Intercepcia smrekovej monokultúry na Železnom sa pohybovala v podobnom intervale za rok (20 – 28 %) ako aj za vegetačné obdobie (21 – 29 %). Ročné úhrny zrážok boli najnižšie v roku 2022 (862 mm na voľnej ploche a 478 mm v poraste). Priemerný úhrn porastových zrážok vo vegetačnom období rokov 2020 – 2023 dosiahol hodnotu 427 mm (Tab. 1).

Tab. 1 Úhrny zrážok a intercepčia vybraných porastov za rok (I-XII) a vegetačné obdobie (IV-IX) rokov 2020 – 2023

TMP / rok	Úhrn zrážok [mm]		Intercepčia	Úhrn zrážok [mm]		Intercepčia
	rok I–XII			vegetačné obdobie IV–IX		
Pol'ana HG	voľná plocha	porast	%	voľná plocha	porast	%
2020	984	759	23	496	364	27
2021	771	602	22	480	369	23
2022	736	589	20	428	326	24
2023	1236	958	23	574	437	24
Žibritov	voľná plocha	porast	%	voľná plocha	porast	%
2020	734	683	7	360	337	7
2021	647	582	10	411	362	12
2022	622	579	7	361	341	6
2023	884	809	8	364	332	9
Železnô	voľná plocha	porast	%	voľná plocha	porast	%
2020	1206	897	26	613	437	29
2021	1031	753	27	637	495	22
2022	862	618	28	478	348	27
2023	1218	976	20	540	429	21

Podakovanie

Táto práca vznikla vďaka projektu Adaptačný potenciál drevín pri príprave lesov Slovenska na zmenu klímy (TreeAdapt), financovaného MPRV SR (prvok o8Vo3o1) a úlohy Monitoring lesov Slovenska (ČMS Lesy), financovanej z rozpočtovej kapitoly MPRV SR. Táto práca bola podporená aj Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe zmluvy č. APVV-20-0365.

Literatúra

Pavlenda, P., Pajtík, J., Priwitzer, T. et al. (2011): Monitoring lesov Slovenska. Správa za projekt FutMon a ČMS Lesy za rok 2010. Zvolen, NLC-LVÚ Zvolen, 2011, 206 s. <https://web.nlcsk.org/wp-content/uploads/2021/05/2524.pdf>

Aktivity a predbežné výsledky riešenia projektu CALTER na ploche Poľana-Hukavský grúň v priebehu vegetačnej sezóny 2023

Tibor Priwitzer, Pavel Pavlenda

Národné lesnícke centrum – Lesnícky výskumný ústav Zvolen

Príspevok sa zaoberá informáciami a predbežnými výsledkami získanými pri riešení projektu „Toky uhlíka v pôde hlavných typov lesných ekosystémov na výškovom gradiente Západných Karpát“. Hlavným cieľom projektu je stanovenie pôdnych tokov uhlíka (respirácia a vyplavenie) a kľúčových faktorov na výškovom tranzekte reprezentujúcom hlavné lesné spoločenstvá v Západných Karpatoch, t.j. dubiny (Báb pri Nitre), bučiny (EES Kováčová), zmiešané smrekovo-jedľové bučiny (Poľana – Hukavský grúň) a smrečiny (TANAP). Ku špecifickým cieľom patrí najmä stanovenie komponentov pôdnej respirácie (autotrofná R_a , heterotrofná R_h), ich priestorovej a časovej variability a kvantifikácia vplyvu biotických a abiotických faktorov na toky C v pôde, stanovenie labilných a stabilných foriem uhlíka v organickej zložke pôdy, a stanovenie citlivosti pôdnej respirácie (Q_{10}) a jej komponentov na zvýšenú teplotu. Výskum sa realizuje na každej ploche vo dvoch opakovaniach, v prípade TMP Poľana – HG je oplotená monitorovacia plocha označená ako plocha B a vedľa je lokalizovaná plocha A.

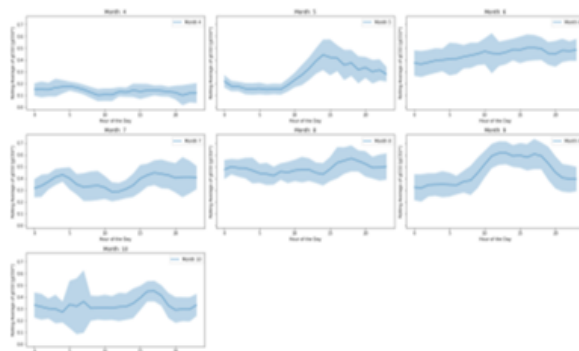
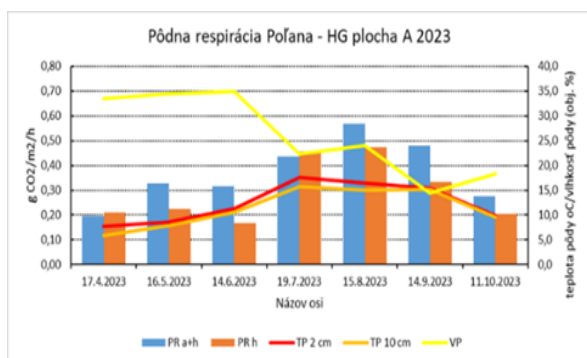


Pôdna respirácia

Merania pôdnej respirácie na lokalite Poľana – Hukavský grúň prebiehali v roku 2023 dvomi spôsobmi. Ambulantné meranie bolo zabezpečované v pravidelných 2-týždňových intervaloch (striedavo na ploche A a B) použitím meracieho zariadenia – setu pozostávajúceho z meracej komory so senzorom Vaisala a registračným zariadením uvedeným na hornom obrázku. Súčasťou merania bolo aj meranie teploty pôdy v hĺbke 2 a 10 cm a merania vlhkosti pôdy. Kontinuálne meranie pôdnej respirácie bolo realizované počas celej vegetačnej sezóny, prostredníctvom automatizovaného systému skonštruovaného na tento účel. Toto zariadenie pozostáva z meracej komory a registračného zariadenia (na dolnom obrázku).



...

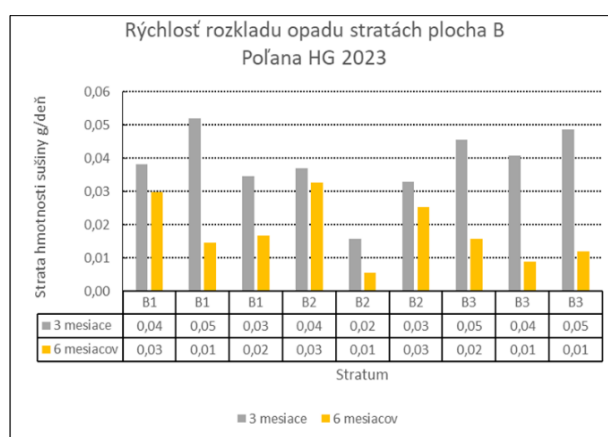
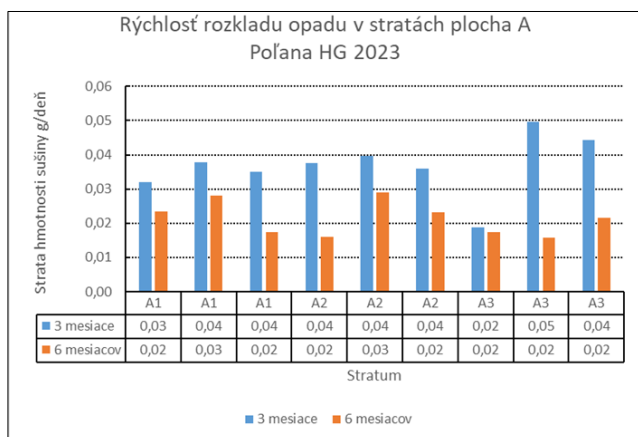


Obr. 1 Výsledky merania pôdnej respirácie (autotrofnej + heterotrofnej) na ploche A a denný priebeh priemerných hodnôt a 95% IS pôdnej respirácie (v $\text{g CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$) v jednotlivých mesiacoch na lokalite Poľana - HG, plocha B sú uvedené na nasledovných obrázkoch.

Rozklad opadu v pôde (vrecúškový pokus)

Vzorky opadu boli pozbierané na lokalite Poľana - HG na dvoch výskumných plochách (plocha A reprezentuje porast neoplotený a plocha B reprezentuje porast oplotený) na konci vegetačnej sezóny 2022. Vrecia s opadom boli ponechané na preschnutie v laboratóriu počas zimy, následne boli vysušené do konštantnej hmotnosti. Prázdne plastové opadové vrecká boli odvážené a následne naplnené opadom, označené číselným kódom, pričom hmotnosť náplne resp. opadu sa pohybovala od 12,1 do 17,7 g. Následne boli expedované na výskumnú lokalitu a inštalované na povrch minerálnej pôdy pod opadovú vrstvu na konci apríla 2023. V rámci každej plochy boli vyselektované 3 stratá, pričom do každého strata bolo umiestnených 12 opadových vreciek. Postupne budú v intervale 3, 6, 12 a 24 mesiacov odoberané jednotlivé vzorkovacie vrecká (pri každom odbere 3 vrecká v každom strate).

V priebehu roku 2023 sa na výskumnej lokalite Poľana – HG realizovali 2 odbory, a to koncom júla (po 3 mesiacoch) a koncom októbra (po 6 mesiacoch). Výsledky rýchlosti rozkladu opadu na pôde vyjadrené ako strata hmotnosti sušiny v g/deň na ploche A a B v jednotlivých stratách sú uvedené na Obr. 2.



Obr. 2 Rýchlosť rozkladu opadu na pôde na plochách A a B, porovnanie po 3 a 6 mesiacoch

Podakovanie

Táto práca bola podporená Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe zmlúv č. APVV-21-0412 a APVV-18-0223.

Výskum horských lesov v Tatrách: prehľad aktivít a výsledkov

Zuzana Sitková, Ivan Barka, Jerguš Rybár, Peter Marčíš, Chris Nikolov, Vladimír Šebeň

Národné lesnícke centrum – Lesnícky výskumný ústav Zvolen

Zámerom príspevku je prezentovať výskumné aktivity a vybrané výsledky projektu Integrovaný lesnícko-ekologický výskum vzácných horských lesov v oblasti Tatier (akronym FORECALL), získané počas rokov 2021 – 2023. Cieľom projektu bolo na území vybranej časti Tatier zhodnotiť časovo-priestorové zmeny lesných ekosystémov na základe údajov DPZ, mapovať a analyzovať zmeny v bilancii uhlíka, zhodnotiť dynamiku rastu a vývoja horských lesov, obnoviť databázu typologických reprezentatívnych plôch, zhodnotiť vývoj mladín z kombinovanej obnovy lesa a tiež zodpovedať otázku akou mierou sa na deštruktívnych povrchových procesoch prítomných v území podieľali faktory súvisiace so zmenou klímy a pokalamitným rozpadom lesa.

V rámci prvej z výskumných aktivít a napĺňania prvého čiastkového cieľa bola počas riešenia spracovaná séria leteckých snímok z obdobia rokov 2005 – 2022. Výmera vymapovaných odumretých plôch, resp. prírastok suchárov za uvedené obdobie predstavoval na severnej strane tatier, v oblasti Tatranskej Javoriny 766 ha, z toho 122 ha bolo identifikovaných v roku 2022. Za celé obdobie bol najvyšší prírastok výmery suchárov zmapovaný v roku 2011 (189 ha). Čo sa týka výmery deštruovaných povrchov, z mapovania odhadujeme celkovú plochu erózných prvkov (zosuvov) na 3,6 ha, pričom najviac zasiahnutá je NPR Javorová dolina (Obr. 1).

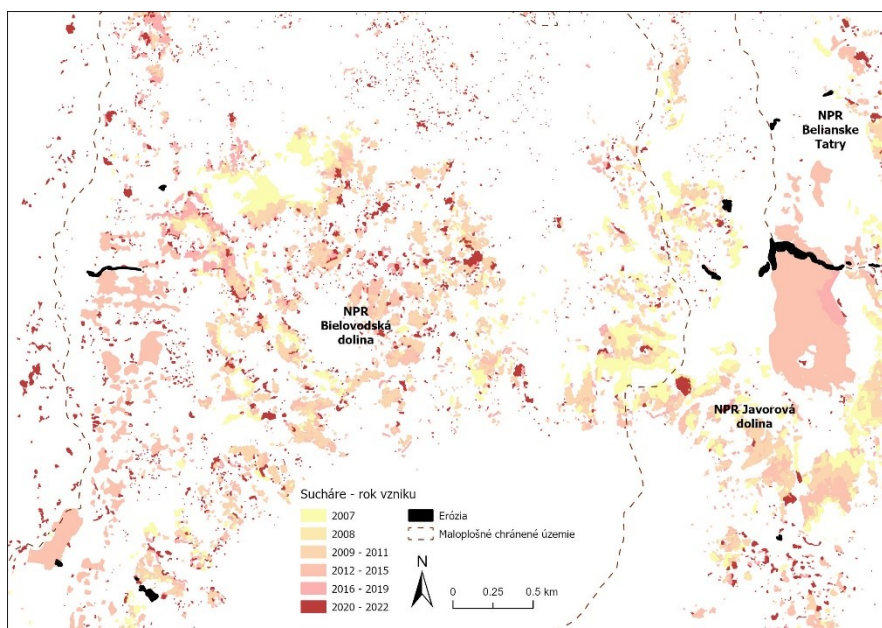
V ďalšej aktivite boli zmapované a vyhodnotené časové zmeny v bilancii a zásobách uhlíka v severnej časti Vysokých Tatier. Kvantifikácia zásob uhlíka a ich zmien v biomase drevín bola postavená na využití dát z programov starostlivosti o les (PSL) pre obdobie platnosti 2007 – 2016 a od roku 2017, údaje z lesnej hospodárskej evidencie (LHE) a rastových tabuliek (prírastkov a úbytkov drevnej hmoty). Vybrané porastové charakteristiky boli pomocou alometrických rovníc (Petráš & Pajtik 1991) prepočítané na množstvo biomasy a následne v nej uloženého uhlíka. Takýmto spôsobom boli stanovené zásoby uhlíka (v t C/ha) na začiatku platnosti PSL a ich zmeny za obdobie 2007 až 2016 (Obr. 2). Sumarizáciou údajov o zásobách uhlíka za všetky porasty je možné graficky kvantifikovať zmeny zásob uhlíka pre celé územie vrátane porovnania s údajmi LHE.

V rámci cieľa zhodnotiť dynamiku pokalamitného vývoja horských lesov sme v ďalšej aktivite pristúpili k spracovaniu údajov z podrobného mapovania horských lesov zopakovaného po 20 rokoch na 14 z 18 trvalých výskumných plochách (TVP). Jednak sa na úrovni stromu vyhodnotili podrobné biometrické merania na plochách, analyzované a vyhodnotené boli vzorky pôd a realizovaná bola aj dendrochronologická štúdia s cieľom preskúmať rastovú reakciu horských druhov drevín (smreka a limby) vo vzťahu k zmenám klimatických charakteristík. Preskúmanie letokruhovej chronológie jasne odhalilo u oboch drevín klimatický signál a roky (*pointer years*) s negatívnou rastovou reakciou (Obr. 3). Výsledky ďalších analýz ukázali rozdielnú rastovú reakciu smreka a limby na narastajúce kumulatívne sumy teplôt.

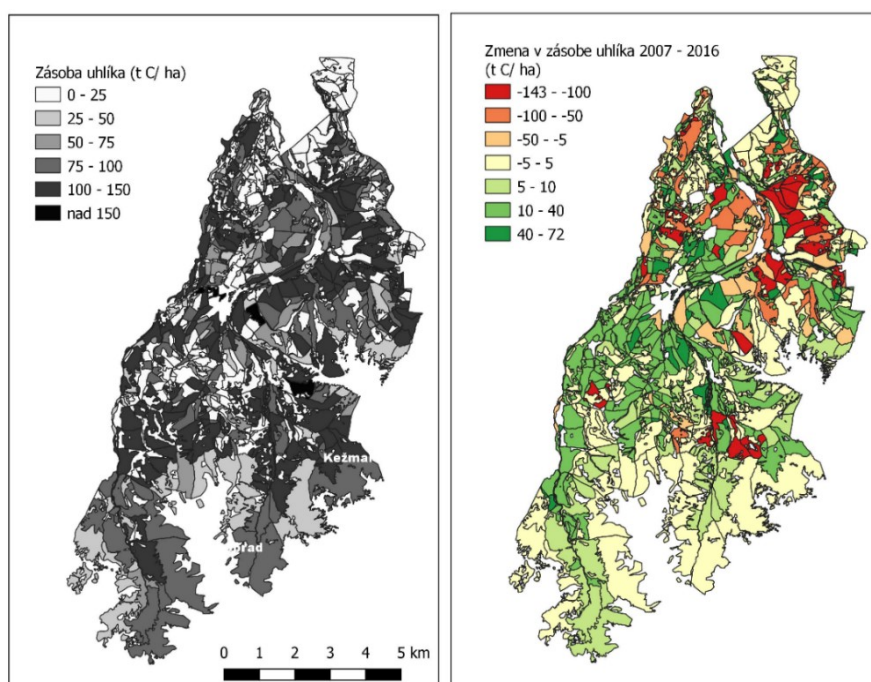
V projekte ďalej prebiehajú aktivity zamerané na získavanie a vyhodnocovanie údajov o vývoji mladín po kombinovanej obnove lesa a to vo vzťahu ku klimatickým faktorom a k intenzite výchovných zásahov. Na ploche v Javorovej doline prebiehajú od roku 2022 dendrometrické merania na jedli, smreku a javore horskom (spolu 18 automatických dendrometrov) a k tomu merania zrážok a vodného potenciálu pôdy. Výsledky prvých meraní od roku 2022 dokumentuje Obr. 4.

Okrem uvedených aktivít sme sa venovali zhodnoteniu časových radov klimatických a hydrologických údajov kombinovaných z vlastných meteorologických meraní ako aj na základe databáz Slovenského hydrometeorologického ústavu. Cieľom je preveriť či extrémne prejavy klímy (prívalové zrážky) v kombinácii so zmenami a fragmentáciou lesného krytu súvisia s nárastom výmery erózných prvkov v území.

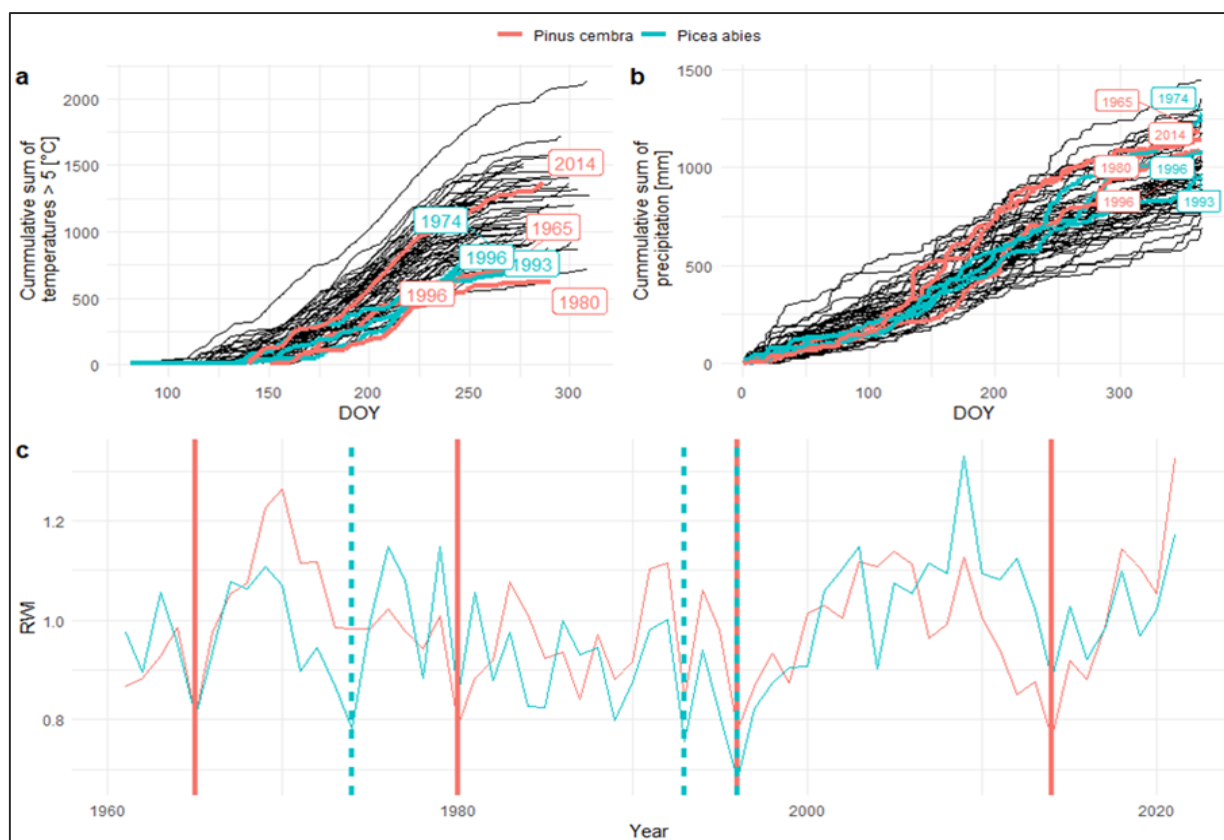
Výstupom projektu aplikovaného výskumu bude web-mapová aplikácia s databázami nadobudnutých poznatkov a časo-priestorových údajov získaných počas riešenia ako aj návrh odporúčaní pre manažment územia.



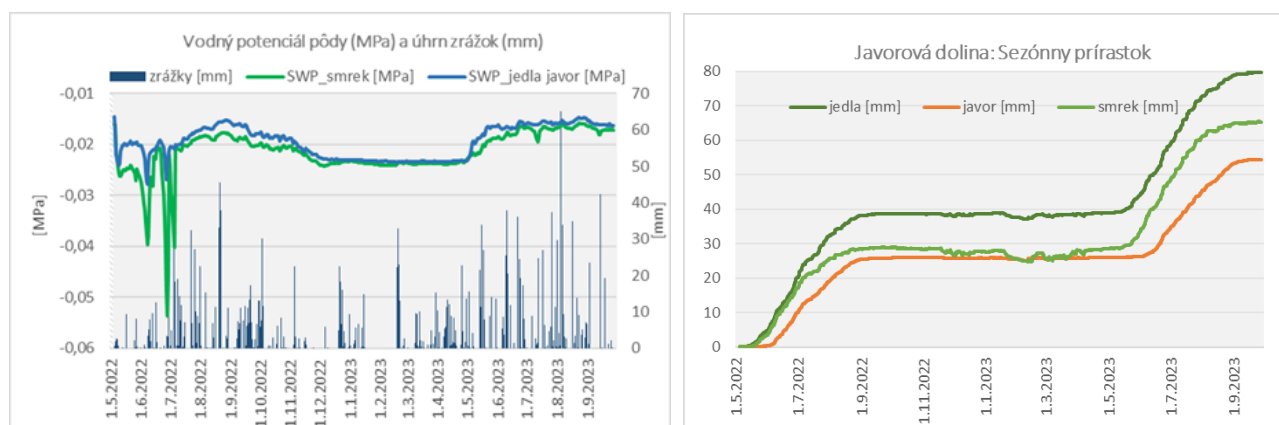
Obr. 1 Mapa časového postupu rozpadu lesa a šírenia kalamitných plôch (2007 – 2022) a lokality s eróziou pôdy (čierna farba) v severovýchodnej časti Tatier



Obr. 2 Zásoba uhlíka (v t C/ ha) na začiatku platnosti PSL a jej zmeny za obdobie 2007 až 2016, odvodené na základe údajov LHE a rastových tabuliek



Obr. 3 Kumulatívna suma priemerných denných teplôt vzduchu (a), kumulatívne úhrny zrážok (b) a TRW letokruhovú chronológiu (c) limby a smreka. Farebné (a, b) a vertikálne čiary (c) prezentujú „pointer years“, roky v ktorých bola identifikovaná negatívna rastová reakcia.



Obr. 4 Sezónny prírastok meraných stromov (javor, jedľa, smrek), priebeh priemernej dennej vlhkosti pôdy (SWP, MPa) a denných úhrnov zrážok (mm) na výskumnej lokalite Javorová dolina v období máj 2022 – september 2023

Podakovanie

Práca bola podporená Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe zmlúv č. APVV-20-0365 a APVV-20-0168.

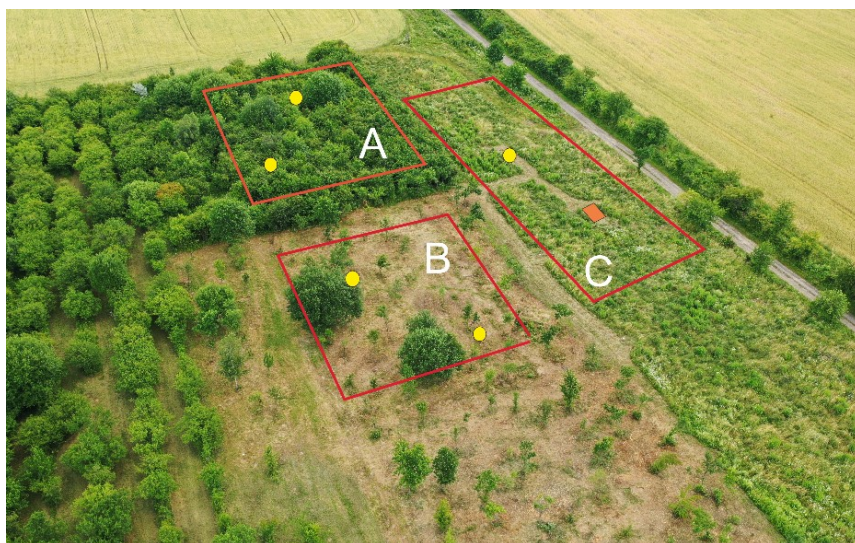
Agrolesnícky systém Bojnice: zámer a priebežné výsledky

Zuzana Sitková, Jaroslav Jankovič

Národné lesnícke centrum – Lesnícky výskumný ústav Zvolen

Jedným z piatich projektov výskumného zámeru Národného lesníckeho centra na roky 2022 – 2026 s názvom „Výskum a vývoj pre udržateľný rozvoj lesnícko-drevárskeho sektora v meniacich sa podmienkach“ je úloha „Modely transformácie drevinami zarastených nelesných pozemkov na produkčné agrolesnícke systémy“ (TRANSAGROLES). V rámci preverovania možností využitia agrolesníckych systémov v podmienkach Slovenska riešime v projekte tri čiastkové úlohy: ČU1 Založenie pilotných výskumno-demonštračných objektov, ČU2 Výskum produkcie biomasy, sekvestrácie uhlíka, kvality fytohmoty a mikroklimatických pomerov na pilotných demonštračných objektoch, a ČU3 Rámcové modely a postupy transformácie bielych plôch na produkčné agrolesnícke systémy.

V rokoch 2022 – 2023 boli založené 3 série výskumných plôch v rôznych prírodných podmienkach Slovenska, ktoré majú slúžiť ako živé laboratóriá na dlhodobý výskum rôznych aspektov konverzie lesa na agrolesnícke systémy a tiež ako príklady dobrej praxe. Jednou z nich je výskumná plocha v objekte Výskumného ústavu ovocných a okrasných drevín (VUOOD a.s.) v Bojniciach situovaná v nadmorskej výške 273 m n. m. Výskumný objekt tvoria 3 subplochy o výmere 0,25 ha (Obr. 1): „A“ kontrolná plocha bez zásahu porastená rôznou zmesou drevín a krov (50 x 50 m), plocha „B“ - transformovaná na agrolesnícky pasienok so zámerom využívania na pastvu (50 x 50 m), a plocha „C“ – zmulčovaná lúka, pasienok bez stromov (25 x 100 m).

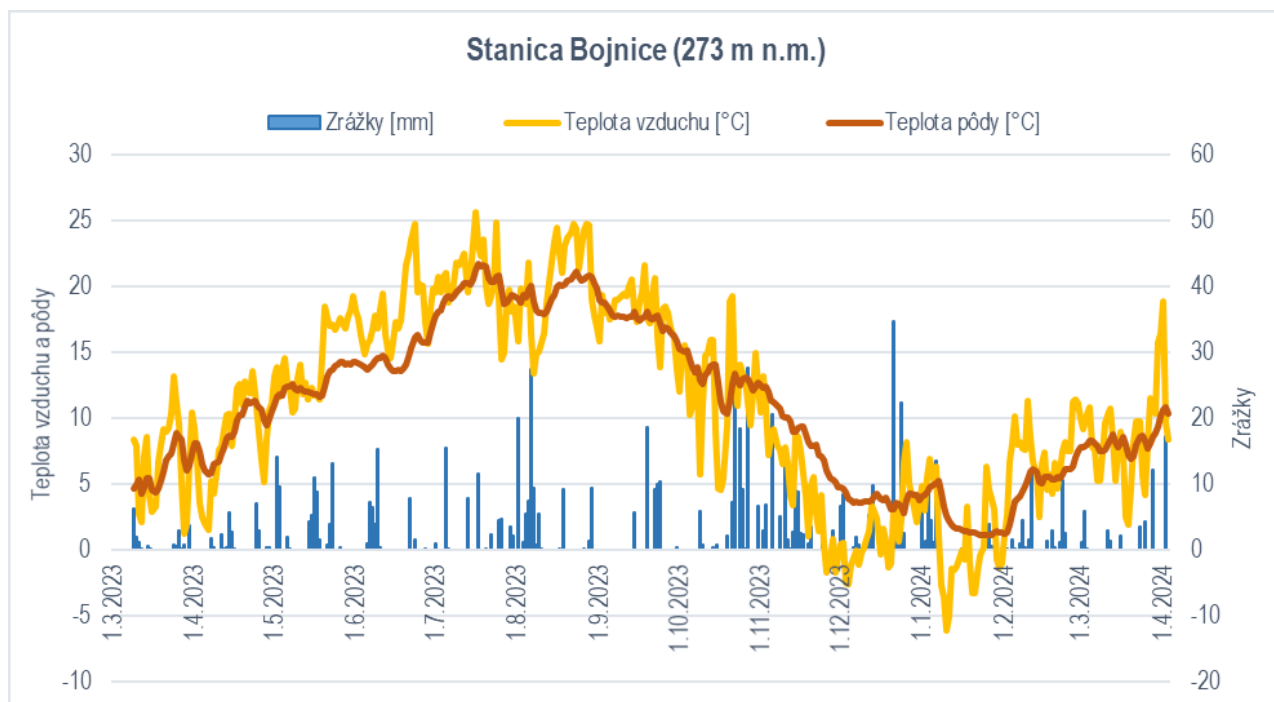


Obr. 1 Experimentálny agrolesnícky systém Bojnice (objekt VUOOD, a.s.) a rozloženie prístrojov na 3 subplochách (žlté body - pôdne senzory, oranžový bod – meteorologická stanica).

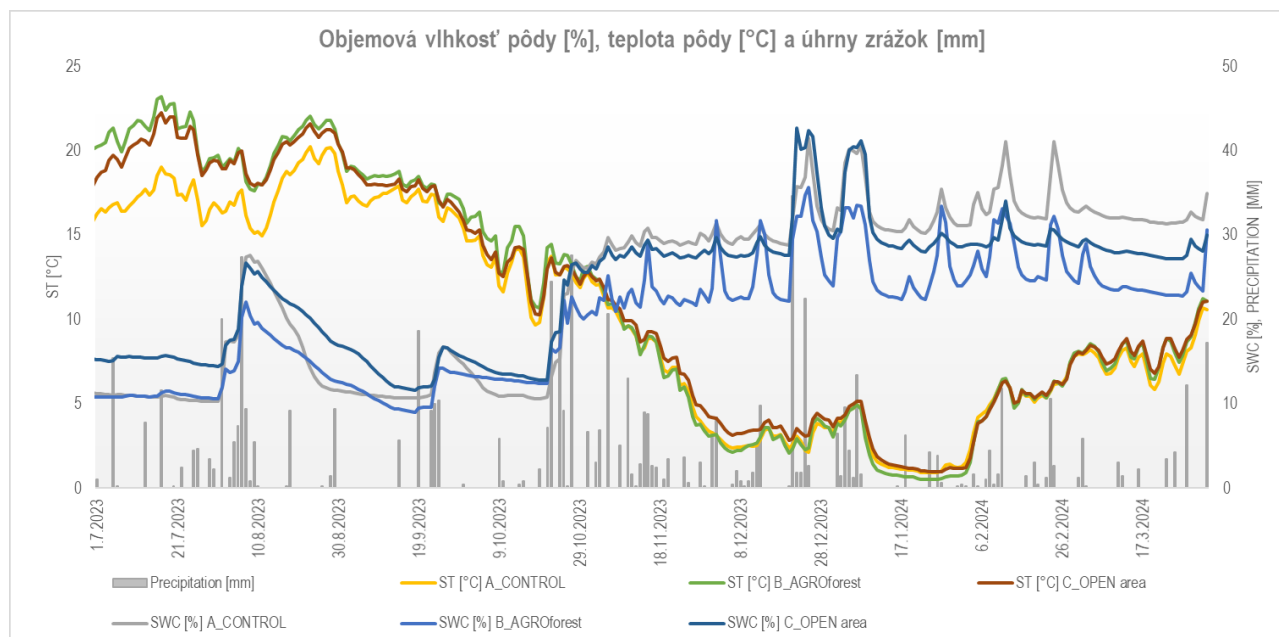
V rámci kontinuálneho monitoringu mikroklimatických a pôdných charakteristík bola v roku 2023 na jednotlivých subplochách nainštalovaná prístrojová infraštruktúra. Na voľnej ploche (lúke) je umiestnená automatická meteorologická stanica, na ktorej prebiehajú merania úhrnov zrážok, teploty a vlhkosti vzduchu aj pôdy. Operatívne údaje sú niekoľko krát za deň prenášané online na web [ForestWeather](https://forestweather.sk). Koncom júna 2023 po finálnej príprave agrolesníckych experimentálnych plôch bolo meranie rozšírené o senzory na pôdnu vlhkosť (SWC) a teplotu (ST) na 3 subplochách: na subploche A (les-kontrola, 2 merače), na subploche B (agrolesnícky pasienok, 2 merače) a na

subploche C (zmulčovaná lúka, 1 merač). Pôdne merania prebiehajú v hodinovom intervale za pomoci datalogera Microlog SDI a 3 senzorov SMT100 inštalovaných v hĺbke 20 cm (EMS Brno, CZ).

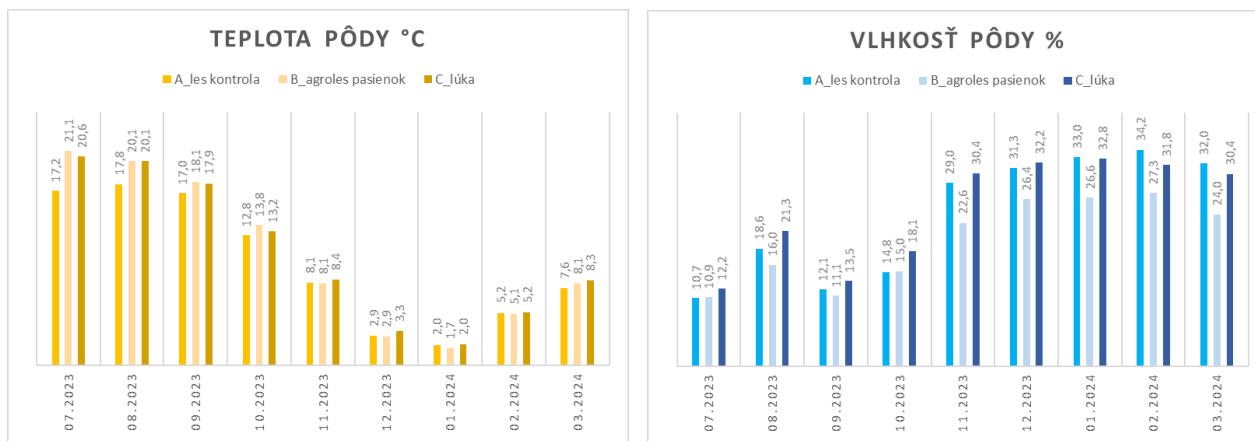
Výsledky meraní prinášajú zatiaľ prvé informácie z roku 2023 a prakticky odrážajú rozdiely len medzi stanovištnými a mikroklimatickými podmienkami jednotlivých subplôch bez vplyvu aktívneho využívania agrolesníckej plochy (Obr. 2 – 4). V ďalších rokoch bude možné na základe nových dát podrobnejšie zhodnotenie údajov s reálnym vplyvom manažmentu plôch agrolesníckeho systému formou pastvy oviec (Obr. 5).



Obr. 2 Teplota vzduchu a pôdy (°C) a denné úhrny zrážok (mm) na výskumnej ploche Bojnice



Obr. 3 Priemerná denná teplota (°C) a vlhkosť pôdy (%) a denné úhrny zrážok (mm) na 3 subplôchách v agrolesníckom systéme Bojnice



Obr. 4 Mesačné priemery vlhkosti a teploty pôdy na subplotoch v agrolesníckom systéme Bojnice



Obr. 5 Pastva oviec v objekte VUOOD, a.s. Bojnice, ilustračný obrázok (apríl 2024)

Podakovanie

Táto práca vznikla s podporou úlohy výskumného zámeru „Modely transformácie drevinami zarastených nelesných pozemkov na produkčné agrolesnícke systémy“ (TRANSAGROLES) riešenej v rámci kontraktu medzi NLC a MPRV SR. Práca bola tiež podporená Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe zmluvy č. APVV-20-0365.

Obnova a rozšírenie infraštruktúry CLL na podporu demonštračných ukážok v rámci projektu Upgrade LignoSilva, v časti „Recyklácia odpadov“

Jana Luptáková, Danica Krupová ¹, Slávka Tóthová²

¹ Národné lesnícke centru – Lesnícky výskumný ústav Zvolen, Centrálné lesnícke laboratórium

² Národné lesnícke centrum – Lesnícky výskumný ústav Zvolen, Centrum excelentnosti LignoSilva

Centrálné lesnícke laboratórium (CLL) je zapojené do nového projektu „Upgrade LignoSilva“ z výzvy Horizon Europe. Projekt je určený na dobudovanie infraštruktúry v rámci Centra excelentnosti lesnícko-drevárskeho komplexu LignoSilva (CoE LignoSilva) ako pokračovanie projektu „Teamingové Centrum excelentnosti LignoSilva“. Toto centrum je spoločným výskumným centrom Národného lesníckeho centra vo Zvolene a Výskumného ústavu papiera a celulózy Bratislava, a. s. so zameraním na vybudovanie podpornej infraštruktúry a podporu výskumných aktivít CoE.

Jednou z častí projektu je riešenie recyklácie odpadov, v rámci čoho bolo založených niekoľko demonštračných ukážok s cieľom využitia drevného popola a celulózových kalov ako hnojiva v agrolesníctve a zavedenie získaných poznatkov do praxe. Tieto demonštračné ukážky prebiehajú v Biologickej základni Stráž (BZ Stráž) vo Zvolene a vo Výskumnej stanici Juh v Gabčíkove. V BZ Stráž boli zatiaľ založené dve demonštračné ukážky. V prvej boli zmiešané drevné popoly so substrátom v dvoch rôznych pomeroch a do výslednej zmesi boli zasadené tri dreviny: borovica lesná, smrekovec opadavý a buk lesný. Ako kontrola boli tieto dreviny zasadené aj do substrátu bez prímiesy popola. V druhej ukážke budú tieto dreviny zasadené na poli v areáli BZ Stráž a následne sa na pole aplikuje drewný popol v rôznych množstvách. Rovnaké ukážky sa uskutočnia aj s použitím kalu namiesto popola.

V Gabčíkove boli založené tri demonštračné ukážky. V prvej boli tiež zmiešané drevné popoly so substrátom v rovnakých pomeroch ako na BZ Stráž, ale vysadili sa iné tri dreviny, dub letný, lipa malolistá a brest väzový. V druhej ukážke sa aplikuje zmes drewných popolov a substrátu na pole v areáli Výskumnej stanice Juh v Gabčíkove, kde sú vysadené tieto isté dreviny. V tretej ukážke sa založí kompost zo štiepky, trávy, zeme a drewného popola.

Zo všetkých týchto demonštračných ukážok sa budú v pravidelných intervaloch odoberať vzorky a analyzovať vybrané ukazovatele. Analýzy budú zamerané hlavne na obsahy výživových a toxických prvkov. Stanovovať sa budú ukazovatele pH, obsahy uhličitanov, celkový uhlík, dusík, síra, bór, vápnik, železo, draslík, hliník, horčík, mangán, sodík, fosfor, zinok, chróm, meď, kadmium, olovo, nikel, arzén, kobalt, ortuť, vo výluhu Mehlich III sa stanovujú horčík, vápnik, draslík, fosfor, mangán, meď, zinok, železo a sodík. V budúcnosti by sa mali analyzovať aj obsahy toxických organických zlúčenín, ako sú polychlórované bifenyly (PCB), polycyklické aromatické uhľovodíky (PAH), halogenované organické zlúčeniny (AOX), polybromované difenylétery (PBDE), perfluóralkylové zlúčeniny (PFAS), dioxíny a furány.

Na zabezpečenie kvality týchto analýz je potrebné v CLL nahradiť staršie prístroje novými, rozšíriť prístrojové vybavenie a zaviesť nové metódy na stanovenie obsahov organických zlúčenín. Medzi hlavné prístroje, ktoré by sa mali v najbližších rokoch zakúpiť patria: ICP-MS, AMA, GC-MS, HPLC, TGA/DSC a kalorimeter.

ICP-MS (hmotnostná spektrometria s indukčne viazanou plazmou): umožňuje stanoviť široký rozsah prvkov vo veľmi nízkych koncentráciách. Doplnil by analýzy vykonávané na AES-ICP, ktorý používame teraz. Má vyššiu citlivosť, takže umožňuje merania v koncentráciách ppt a taktiež špeciácie prvkov (napr. Cr^{III} a Cr^{VI}). Bude sa používať na stanovenie obsahu výživových a toxických prvkov vo vzorkách biomasy, pôdy, popolov, kalov, vôd a rôznych zmesí.

AMA (atómový absorpčný spektrometer na stanovenie ortute): umožňuje stanoviť celkový obsah ortute v rôznych typoch vzoriek bez predchádzajúcej úpravy. Ortuť patrí medzi toxické prvky a má tendenciu kumulovať sa v živých organizmoch.

GC-MS (plynový chromatograf s hmotnostným spektrometrom): umožňuje stanoviť široký rozsah obsahu prchavých organických zlúčenín, z ktorých mnohé sú toxické, napr. PCB, PBDE, dioxíny, furány.

HPLC (vysokoúčinná kvapalinová chromatografie): prístroj s veľkým potenciálnym rozsahom využitia. Umožní CLL stanoviť obsahy polárnych organických zlúčenín. Niektoré z nich sú toxické a preto je vhodné ich sledovať, napr. PAH, AOX, PFAS.

TGA/DSC (simultánna termická analýza): používa sa na sledovanie hmotnostných zmien vzorky v závislosti na stúpajúcej teplote. Toto sa dá využiť na sledovanie rôznych parametrov, ako napr. na stanovenie tepelnej stability, oxidačnej stability, chemického zloženia a obsahu vody vo vzorkách.

Kalorimeter: prístroj na meranie merného tepla látok, dôležitý pre kalkulácie výhrevnosti biopalív a pre optimalizáciu procesu spaľovania.

Vďaka týmto prístrojom bude CLL schopné nielen zachovať ale aj zlepšiť kvalitu analýz, ktoré vykonáva v súčasnosti. Zároveň sa rozšíri rozsah analýz. Veľkým prínosom budú analýzy obsahov organických látok, ktoré majú vysokú vypovednú hodnotu pri aplikácii odpadov do lesných ekosystémov. Získané informácie by mali prispieť k poznatkom o recyklácii odpadov. Hlavným cieľom tejto časti projektu je zavedenie týchto poznatkov do praxe a tým aj zníženie množstva odpadov odváňaných na skládku, zlepšenie vitality rastlín pridaním minerálnych látok získaných z definovaných odpadov a hlavne definícia postupov na ich bezpečnú aplikáciu. Výstupom by mali byť manuály pre prax.

Podakovanie

Táto štúdia bola financovaná Európskou komisiou v rámci projektu LignoSilva [Grant Agreement #101059552] v rámci akcie Horizon Europe Teaming for Excellence.