



MINISTERSTVO
PŮDOHOSPODÁŘSTVA
A ROZVOJA VIDIEKA
SLOVENSKEJ REPUBLIKY



VÝSTUPY NLC PRE LESNÍCKU PRAX VI





VÝSTUPY NLC PRE LESNÍCKU PRAX VI

Táto publikácia je výstupom úlohy riešenej v rámci kontraktu č. 1040/2023/MPRVSR-710 uzavretom medzi Ministerstvom pôdohospodárstva a rozvoja vidieka Slovenskej republiky a Národným lesníckym centrom.

Zostavovateľ: Národné lesnícke centrum
 Centrum transferu poznatkov a lesnej pedagogiky

Vydalo: Národné lesnícke centrum
Náklad: 500 výtlačkov
Rozsah: 79 strán
Grafická úprava: JUDr. Ing. Katarína Golianová

Tlač: Popradská tlačiareň, vydavateľstvo s.r.o.
Vydanie: Prvé

Rukopis neprešiel jazykovou úpravou.

© Národné lesnícke centrum, Zvolen 2024

ISBN 978-80-8093-363-0
EAN 9788080933630

OBSAH

PREDSLOV.....	5
Ľuboš Halvoň	
BUDOVANÁ INFRAŠTRUKTÚRA CENTRA EXCELENTNOSTI LESNÍCKO - DREVÁRSKEHO KOMPLEXU LIGNOSILVA	7
Radovan Gracovský, Tomáš Gergel'	
OPTIMALIZOVANÉ POSTUPY UMELEJ OBNOVY LESNÝCH DREVÍN SEJBOU A SADBOU PO KALAMITNOM ROZPADE NEPÔVODNÝCH SMREKOVÝCH PORASTOV	22
Anna Tučeková, Roman Longauer, Martin Belko, Valéria Longauerová, Vladimír Mačejovský, Elena Takáčová, Slavomír Strmeň, Ivan Horvát	
MOBILNÁ APLIKÁCIA PODPORUJÚCA SYNCHRONIZOVANÉ MAPOVANIE V LESNÍCKEJ PREVÁDZKE A VÝSKUME.....	41
Jerguš Rybár, Zuzana Sitková, Ivan Barka, Christo Nikolov, Ján Ferenčík	
MOŽNOSTI ODSTRÁŇOVANIA INVÁZNYCH NEPÔVODNÝCH DRUHOV PAJASEŇ ŽLIAZKATÝ A JAVOROVEC JASEŇOLISTÝ.....	53
Valéria Longauerová, Andrej Kunca, Radovan Hladký, Maroš Sedliak, Katarína Sujová	
ODKAZY	77



PREDSLOV

„Vyzbroj sa poznatkami ducha a nikdy sa neprestaň učiť, lebo život bez náuky sa takmer podobá smrti.“ — Marcus Porcius Cato censorius

Vážení čitatelia,

niektorí z Vás a ďalší pomyselne na webových stránkach, držíte v rukách nové vydanie publikácie Výstupy Národného lesníckeho centra pre lesnícku prax. V poradí šieste vydanie Vám opäť prináša spektrum výstupov výskumných úloh riešených na Národnom lesníckom centre z rôznych oblastí a inovácií v lesnom hospodárstve. Tieto výstupy sú zároveň aj odpoveďami na aktuálne otázky, sú založené na overiteľných faktoch a ďalších odborných zdrojoch.

Zaslúžený priestor dostáva Centrum exelentnosti LignoSilva, ktoré sa vo svojich výskumných úlohách zaoberá digitalizáciou, optimalizáciou a automatizáciou nielen v lesníckom, ale aj drevárskom sektore s využitím inovačných technológií, ktoré ponúka dnešná doba. Centrum prináša vznik unikátnych modelových a prototypových pracovísk, výskumných a demonštračných technologických celkov v oblasti detekcie kvality dreva a jeho energetického a celulózopapierenského spracovania.

V minulosti sme sa už monotematicky venovali priestorovým údajom, ktoré sú dnes neodmysliteľnou súčasťou našej existencie. Mobilné aplikácie geografických informačných systémov zohrávajú kľúčovú úlohu pri zlepšovaní zberu údajov v teréne, zvyšovaní efektívnosti práce, zlepšovaní rozhodovania a uľahčovaní komunikácie a spolupráce. Ako pracovať s priestorovými údajmi priamo v teréne prostredníctvom mobilných zariadení? Odpoveďou je napr. aplikácia Mergin maps.

Podrobnej analýze sme tiež podrobili problematiku invázných druhov rastlín, povinnosti vlastníkov, správcov a nájomcov pozemkov vo vzťahu k ich odstraňovaniu. Dočítate sa o najvhodnejších metódach odstraňovania a eradikácie popísaných invázných druhov drevín.

V kontexte súčasnej mimoriadnej situácie na Slovensku a prebiehajúceho veľkoplošného rozpadu smrekových monokultúr aj v strednej Európe je obzvlášť dôležitý ich ďalší trvalo udržateľný manažment. Túto otázku sme nastolili v našom príspevku a uvádzame optimalizované postupy umelej obnovy lesných drevín sejbou a sadbou po kalamitnom rozpade nepôvodných smrekových porastov.

V dnešnej dobe sa dôležité správy väčšinou strácajú v obrovskom mori, nezriedka protichodných informácií v masmediálnom priestore a preto verím, že aj v tomto vydaní si každý z Vás nájde pre seba dôležité informácie. Veď zdôrazniť a zdokumentovať práve to, čo je pre prax podstatné bolo, je a bude našim najvyšším cieľom.

Príjemné čítanie želá

Luboš Halvoň



Bc. Ing. Ľuboš Halvoň, PhD.
generálny riaditeľ
Národné lesnícke centrum

BUDOVANÁ INFRAŠTRUKTÚRA CENTRA EXCELENTNOSTI LESNÍCKO - DREVÁRSKEHO KOMPLEXU LIGNOSILVA

R. Gracovský, T. Gergel'

Národné lesnícke centrum – Lesnícky výskumný ústav Zvolen

ÚVOD

Centrum exelentnosti LignoSilva (CE) sa vo svojich výskumných úlohách zaoberá digitalizáciou, optimalizáciou a automatizáciou nie len v lesníckom, ale aj drevárskom sektore s využitím inovačných technológií, ktoré ponúka dnešná doba. Implementáciou aktuálnych projektov CE prináša vznik unikátnych modelových a prototypových pracovísk, výskumných a demonštračných technologických celkov v oblasti produkcie dreva, detekcie kvality dreva, energetického a celulózo-papierenského spracovania dreva. Unikátom CE je 3D CT skenovacia linka guľatiny dreva, ide o technológiu počítačovej tomografie, ktorá umožňuje vytvoriť trojdimenzionálny model guľatiny – výrezu dreva a zobrazíť jej vnútorné chyby. 3D model následne slúži na optimalizáciu rezných plánov za účelom maximalizácie výťažnosti. Vo svete je niekoľko 3D CT liniek, inštalovaných priamo v piliarskej výrobe. Svetovo ide o 14 kusov, práve náš 15-ty je prevádzkovaný v prostredí vedy a výskumu.

Ďalšími aktivitami CE v rámci Národného lesníckeho centra (NLC) - Lesné zdroje, udržateľná produkcia dreva a využitie biomasy sú témy:

- Ekologické limity intenzívneho využívania biomasy
- Integrovaná ochrana lesa adaptovaná na klimatickú zmenu
- Pestovateľské systémy na podporu produkcie dreva
- 3D skenovacie technológie pre detekciu chýb dreva a optimalizáciu výťažke
- Energetické využitie biomasy
- Systémy na podporu rozhodovania v lesníctve

Tieto témy sú riešené spoločne aj na iných pracoviskách NLC a odboroch jeho Lesníckeho výskumného ústavu (LVÚ). K riešeniu výskumných úloh je potrebná významná investícia v rámci každého pracoviska.

BIOTECHNOLOGICKÝ PARK STRÁŽ VO ZVOLENE

Kedysi Biologická základňa Stráž (BZ Stráž), dnes Biotechnologický park, ktorý je v správe NLC od šesťdesiatych rokov dvadsiateho storočia. Areál disponuje 5,6 ha plochou s vlastným výskumným lesným porastom.



Obrázok 1. Mapa areálu BTP Stráž

V predošlom období sa areál BZ Stráž využíval na pestovanie sadbového materiálu lesných drevín. Boli vybudované rôzne typy pestovateľských plôch a fóliovníkov. O niekoľko rokov neskôr boli vybudované stavebné objekty výrobných hál, ktoré boli vybavené technológiou na výrobu jednotlivých častí a dielov lesných lanovkových dráh, klimatizovanými komorami na uskladnenie semien. Výrazná rekonštrukcia prebehla v roku 1996 zameraná na protipožiarnu bezpečnosť a modernizáciu vykurovania. Výrobná činnosť prebiehala do roku 2003, po ukončení výroby bol areál využívaný minimálne. Areál tiež disponuje výnimočným dubovým porastom z hľadiska kvality, výšky a priemeru stromov.



Obrázok 2. Objekty BZ Stráž pred rekonštrukciou

Aktuálnym zámerom NLC je pokračovať v investíciách v tomto areáli a vybudovať unikátne pracovisko s ohľadom na potreby dnešnej doby a potreby vedy a výskumu s cieľom spájať lesnícko-drevársky sektor. Pri tejto príležitosti vznikla spolupráca so spoločnosťou WiseWerk s.r.o., prostredníctvom zmluvy o zriadení spoločného pracoviska v areáli Biotechnologického parku Stráž (BTP Stráž). Spolupráca so spoločnosťou prináša nové prístupy k technológiám, ktoré sú inštalované v BTP Stráž a následne implementované do výroby.



Obrázok 3. Pracovisko 3D CT skenera v BTP Stráž

DEMONŠTRAČNÁ CT SKENOVACIA LINKA

Technologická linka pomocou sústavy pozdĺžnych a priečnych dopravníkov zabezpečuje presun guľatiny cez skener a reťazovú pílu za účelom vytvorenia 3D skenu guľatiny s identifikovanými vnútornými chybami dreva. Linka je vybavená najnovšou generáciou tomografického skeneru, ktorý je vyvinutý na skenovanie guľatiny dreva. Ten je umiestnený v kontajneri, ostatná časť linky je na voľnom priestranstve pred halou a vo výrobnjej časti haly, kde sa nachádza aj ďalšia technologická časť spracovania výrezov. Prísun a manipulácia guľatiny je zabezpečená nákladným autom, ktoré disponuje hydraulickou rukou, ktorou si guľatinu vyloží na zásobník s reťazovým dopravníkom. Z velína operátor uvedie do chodu reťazový dopravník zásobníka, kde sa guľatina dostane na šikmý jednotiaci reťazový dopravník s unášačmi. Takto rozjednotená guľatina sa pomocou dávkovacieho ramena uloží na pozdĺžny reťazový dopravník, ktorý presúva guľatinu ku skeneru.

Proces skenovania je pomalý a pre zabezpečenie polohy a stability guľatiny je v tejto časti linky pásový dopravník v tvare profilu „V“. Po zoskenovaní je guľatina presunutá z pásového dopravníka k reťazovej píle. Pomocou reťazovej píly na základe optimalizačného programu je možné uskutočniť delenie guľatiny na výrezy alebo vyrezať časť guľatiny s identifikovanými chybami dreva. Takto vykrátené výrezy z guľatiny sa presunú pozdĺžnym reťazovým dopravníkom k obojstrannému vyhadzovaču. Tu sa operátor rozhodne, na aký účel je výrez vhodný. Do dĺžky 1500 mm je možné výrez presunúť do boxu priamo v hale, dĺžky viac ako 1500 mm pokračujú dopravníkovým systémom do triediacich boxov. Bezpečnosť dopravníkového systému je zabezpečená snímačmi otáčok, senzormi polohy a bezpečnostným vypínaním.



Obrázok 4. 3D CT linka a sústava dopravníkov

Výrobca CT skenera je Microtec, konkrétne ide o zariadenie „CT LOG X-RAY COMPUTER TOMOGRAPHY“ pre detekciu chýb a hodnotenie kvality guľatiny dreva. Guľatina prechádzajúca skenerom sa presvecuje röntgenovým žiarením. Rôzne hodnoty absorpcie tohto žiarenia určujú hustotu rôznych bodov dreva. Algoritmus Tomografickej Inverzie zobrazuje pre každý rez obraz o rozložení hustoty skenovaného prierezu. Výsledkom je 3D model guľatiny so zobrazenými vonkajšími a vnútornými chybami dreva. Skenovať je možné guľatinu v dĺžkach od 1,5 m do maximálne 10 m s priemerom od 250 – 750 mm. Maximálny priemer guľatiny je 900 mm. 3D CT skener pracuje s tromi softvermi, CT IO, CT Pro a CT viewer. Na základe CT generuje úplný 3D profil hustoty guľatiny s rozlíšením v pozdĺžnom smere: 10 mm a priečnom smere 2,0 mm x 2,0 mm. Hlavným účelom skenovania guľatiny je získať informácie o objeme, presnom tvare a vnútorných chybách dreva.

Účelom skenovania guľatiny dreva je potreba poznať objem, tvar, vonkajšie chyby a vnútorné chyby dreva. Na základe týchto zistených znakov je následne možné zatriediť guľatinu do kvalitatívnych tried. Zároveň vznikne digitálny model každého kusu guľatiny, čo je kľúčová informácia v automatizácii v drevo-spracovateľskom reťazci/výrobnej linke. Výsledok je maximalizácia využitia hodnoty suroviny a znižovanie výrobných nákladov.

VYPAĽOVACIE ZARIADENIE ŠTIEPNYCH LÍNIÍ A REZNÉHO PLÁNU

Ide o zariadenie zabudované na linke 3D CT skenera. Toto zariadenie slúži na presné a rýchle označenie polohy guľatiny, ktorá bola preskenovaná, zároveň slúži aj na označenie štiepných línií a rezného plánu. Technológia pozostáva v pohyblivom ramene v 3 smeroch po osi X, Y, Z. V čase približne 1 min. dokáže toto zariadenie označiť 3-5 línií štiepania, resp. rezania daného výrezu. Teplota páliacej hlavice je v rozmedzí 600 – 800 °C. Aktuálne sa pracuje na vývoji softvéru štiepného plánu a na trénovaní neurónových sietí, pre automatickú detekciu vnútorných chýb dubových výrezov.



Obrázok 5. Vypaľovacie zariadenie štiepných línií a rezných plánov (vľavo páliaca hlavica na pohyblivom ramene)

ŠTIEPACIE ZARIADENIE

Do linky 3D CT skenera je dobudovaná spolu s príslušnými dopravníkmi vertikálna štiepačka výrezov guľatiny. Ide o zariadenie CRITTBOIS typ Fendeuse, ktoré sa využíva na delenie výrezov pozdĺž vlákna. Takto sa spracováva materiál na testovanie výroby špeciálnych výrobkov, napríklad výroby sudov.



Obrázok 6. Štiepacie zariadenie s manipulačným ramenom

Dôležité je pri tomto štiepaní nenarušiť smer vlákien a zároveň je potrebné miesto delenia – štiepania, smerovať na vnútornú chybu. Tak dosiahneme „čisté“ štiepy, ktoré sa ďalej spracovávajú a technologicky upravujú.



Obrázok 7. Manuálne značenie línie štiepania podľa hrúbkovej šablóny „27“



Obrázok 8. Ukladané štiepy, pripravené na ďalšie spracovanie

Pracovný tlak 20 t zabezpečí maximálnu účinnosť pri štiepaní tvrdého listnatého dreva, maximálna výška štiepaného výrezu je 1500 mm s neobmedzeným priemerom.

PRÍNOS PRE PRAX

Technológia 3D CT skenovania guľatiny umožňuje zobrazit' podrobný náhľad do vnútra daného výrezu, odhalí tak vnútorné chyby, ktoré dokážu nie len producenti, ale aj spracovatelia dreva ďalej využiť v optimalizácii svojej výroby, resp. zúžitkovaní guľatiny.

tiny o viac ako 25 %. Okrem zvýšenia výnosov v rámci spracovania dreva, technológia prináša aj objektivizáciu predaja, menšiu pravdepodobnosť reklamácii a s tým spojené aj lepšie odberateľsko-dodávateľské vzťahy. O guľatine získame viac informácií, poznáme jej kvalitatívne znaky, čo môžeme využiť pri certifikácii guľatiny napríklad pri aukciách, ale aj pri navrhovaných ďalších metódach spracovania výrezov, prípadne využiť tieto dáta v možnostiach automatizácie výrobných procesov.

SUŠIČKA PALIVOVEJ LESNEJ ŠTIEPKY

Sušiareň tvorí samotná sušiacia komora, ktorá je osadená na konštrukcii a základových pätkách. Súčasťou sú šnekové dopravníky drevnej štiepky, ktoré slúžia na podávanie drevnej štiepky zo zásobníka do samotnej sušiacej komory a následne dopravníkom do kontajnera. Sušenie zabezpečuje ohriate vykurovacie médium plynovým kotlom, ktorý je umiestnený v bývalej technickej miestnosti dolnej haly. Teraz tento priestor slúži ako kotolňa. Primárnym zdrojom energie je skvapalnený zemný plyn, umiestnený v zásobníku v areály BTP Stráž.

Drevná lesná štiepka sa priváža do areálu nákladným vozidlom a vyloží sa na voľnú plochu, dočasné skladovanie je uskutočnené do výšky vysypania nákladného automobilu, približne 1,4 m. Z miesta dočasného uskladnenia je nakladačom postupne odvážaná do zásobníka, odtiaľ dopravníkom prechádza do procesu sušenia v komore. Po vysušení sa štiepka hromadí v oceľovom kontajneri a následne je odvezená na miesto ďalšieho využitia.

Sušička lesnej štiepky má elektronicky riadený systém. Súčasťou sušičky je teplovodný výmenník tepla. Sušeným produktom je drevná štiepka minimálnej frakcie G50. Hodinová kapacita vstupu je min 0,4 t/hod. Hodinová kapacita výstupu min 0,2 t/hod. Vstupná vlhkosť štiepky max 50 %. Výstupná vlhkosť min 12%. Sušiacia teplota min 70°C. Sušiaci povrch min 7 m². Požadované teplo max 300 kW pri +10°C (teplota okolia), max 350 kW pri -10°C.



Obrázok 9. Sušička palivovej lesnej štiepky (vľavo zásobník, komora sušiarne, vpravo kontajner pre uskladnenie usušenej lesnej štiepky)

PRÍNOS PRE PRAX

Účelom procesu sušenia je odstrániť voľnú a viazanú vodu v dreve, pretože efektívne energetické využívanie drevných štiepok úzko súvisí s obsahom ich vlhkosti. Vlhkosť významne ovplyvňuje ich výhrevnosť, pričom sušením ju môžeme zvýšiť až o viac ako 50 %. Dôležité je poukázať aj na ďalšiu pridanú hodnotu sušenia vplývajúcu na možnosť dlhodobého skladovania drevných štiepok. Dlhodobé skladovanie vlhkých štiepok so sebou prináša viacero problémov. Dochádza pri ňom k odbúravaniam sušiny a zohrievaniu biomasy, pričom za určitých okolností môže dôjsť až k jej samovznieteniu. Na kvalitu skladovaného materiálu tiež vplýva biologická aktivita baktérií a húb, ktorých rozmanitosť umožňuje kolonizáciu rôznych prostredí, vrátane dreva na energetické využitie.

Cieľom využívania predmetnej experimentálnej linky je preto optimalizácia procesu energetického využívania palivových drevných štiepok, vrátane možnosti ich skladovania, ktoré predstavuje rozhodujúci prvok logistického reťazca zásobovania.

AUTOMATIZOVANÝ FÓLIOVNÍK RICHEL A PESTOVATEĽSKÉ PLOCHY

Rekonštrukciou a výraznou modernizáciou prešli aj pestovateľské plochy. Vybudovaný je fóliovník RICHEL s plneautomatickým zavlažovaním a vetraním. Patrí medzi najmodernejšie a osvedčené fóliovníky. Robustná konštrukcia jednoloďového fóliovníka v rozmere so šírkou 9,6 m, s dĺžkou 50 m odoláva klimatickým podmienkam s priemerným množstvom zrážok. Je tvorený 20 sekciami a konštrukcia je tvorená nafukovacou dvojistou fóliou. Nafúknutím vzniká vzduchová medzera, ktorá tvorí izolačnú vrstvu, ktorou reguluje vnútorné podmienky. Vnútorný priestor je otvorený, zastavaná plocha je 491 m². Na oboch koncoch fóliovníka sú posuvné brány a prístupové komunikácie. Fóliovník je navrhnutý podľa normy EN 13031-1, ktorá bola schválená na priame používanie ako STN a bola oznámená vo vestníku ÚNMS SR č.11/02 - Skleníky, príloha I Fóliovníky - Rozmery a konštrukcia. Vonkajšia pestovateľská plocha – otužovacia plocha je umiestnená vedľa fóliovníka. Povrch plochy je rovnaký, vysypaný štrkom jemnej frakcie. V strede je vytvorená koľajnicová dráha s plastovými podvalmi pre závlahovú rampu.



Obrázok 10. Automatizovaný fóliovník RICHEL a pestovateľské plochy

Fóliovník je napojený na rozvod elektrickej energie a na automatické zavlažovanie slúži zásoba vody, čerpaná z vlastného vrtu v areáli. Pestovanie prebieha v plastových kontajneroch a na paletách vo forme obalovaných sadeníc. Takto vysadené sadenice sú pravidelne podľa potreby zavlažované pohyblivou rampou. Fóliovník je navyše vybavený automatickým vetracím zariadením. Zavlažovanie aj vetranie je ovládané počítačovou jednotkou, ktorá komunikuje so senzormi, tie snímajú teploty vzduchu, rýchlosti vetra, zrážky a vlhkosť vzduchu. Nosnú konštrukciu tvoria oceľové rámy a nosné odvodňovacie žľaby v pozdĺžnom smere s rozmerom 2,5 x 9,6 m. Stabilitu celého fóliovníka zabezpečujú oceľové výstuže, stĺpy 80 x 80 mm a oceľová priehradová konštrukcia strechy.



Obrázok 11. Ukážka pestovateľskej činnosti (vľavo na otužovacej ploche, vpravo vo fóliovníku)

PRÍNOS PRE PRAX

Fóliovník a s ním súvisiace pestovateľské plochy budú základňou pre aplikovaný výskum a produkciu sadbového materiálu lesných a agrolesnícky zaujímavých drevín, ktoré sú v prevádzkovo zameraných lesných škôlkach zriedkavé alebo sa doteraz ani nepestovali. Napríklad pre integrovaný projekt EÚ LIFE „Úloha siete Natura 2000 a manažment vybraných prioritných biotopov v integrovanej ochrane krajiny v SR“ (2023 až 2030) sa pestuje sadbový materiál planých ovocných drevín, cenných listnáčov, krov a starých odrôd ovocných drevín, ktorý je potrebný na vytvorenie demonštračných agrolesníckych celkov podporujúcich ohrozené druhy a cenné biotopy v územiach Natura 2000. V projekte „Lignosilva Upgrade“ Horizon Europe, ktorý sa rieši v r. 2024 až 2028, sa zariadenie už využíva na výskum, overenie a demonštráciu využitia pestovateľských substrátov a pôdnych aditív s obsahom drevných popolov a papierenského kalu pre pestovanie drevín využívaných v lesníctve a agrolesníctve.

V rámci Národného programu ochrany a reprodukcie genetických zdrojov lesných drevín na r. 2020 - 2026 počítame s využitím produkčnej kapacity zariadenia na podporu reprodukcie pôvodných lesných drevín, predovšetkým na zabezpečenie sadeníc cenných listnáčov a planých ovocných drevín na obnovu porastov génových základní a na zakladanie semenných porastov.

VÝSKUMNÁ STANICA GABČÍKOVO

Výskumná stanica bola založená Ing. Martinom Vojtušom, CSc. a svoju činnosť vykonáva od roku 1952. Hlavným poslaním stanice bolo pestovanie a šľachtenie rýchlorastúcich drevín, topoľov, vrb, agáta a produkcia pôvodných drevín dunajského lužného lesa. Stanica počas svojej 70 ročnej existencie bola v nepretržitej prevádzke, venovala sa výskumným úlohám okrem rokov 2012 - 2014. V 90-tych rokoch sa počet pracovníkov znižoval až do roku 2012, kedy sa zamestnanci výskumnej stanice museli presťahovať do priestorov škôlkárskeho strediska v Trsticiach.



Obrázok 12. Pamätný kameň zakladateľa VS Gabčíkovo

Zmenou vedenia LVÚ sa v roku 2014 hľadali možnosti ako opätovne sprevádzkovať stanicu. Od roku 2015 dochádza k postupnému sprevádzkovaniu stanice.



Obrázok 13. Hlavná budova VS Gabčíkovo pred rekonštrukciou

Rokom 2019 do areálu prichádzajú prvé väčšie investície ako je nový fóliovník, kompletná rekonštrukcia budov, modernizácia vybavenia a úprava areálu. V roku 2022 je odovzdané stavenisko pre stavbu „Rekonštrukcia a dostavba výskumnej stanice Gabčíkovo“ v rámci ktorého je realizovaná rekonštrukcia hlavnej administratívnej budovy (vonkajšia fasáda, vykurovanie, zníženie stropov, dažďová a splašková kanalizácia). Vybudované sú nové stavebné objekty ako hybridizačný skleník, hala pre papierenský stroj, hybridizačné laboratórium a plynofikácia objektu. Táto investícia cca 1 mil. € je výsledkom implementácie projektu „Centrum excelentnosti lesnícko-drevárskeho komplexu LignoSilva“ a zriadením spoločného pracoviska s partnerom projektu Výskumným ústavom papiera a celulózy, a. s. (VÚPC) za účelom prevádzky experimentálneho papierenského stroja. Od 1. marca 2021 sa výskumná stanica stáva súčasťou novej organizačnej jednotky NLC-LVÚ „Centrum excelentnosti lesnícko-drevárskeho komplexu (LignoSilva)“.



Obrázok 14. Výskumná stanica Gabčíkovo po rekonštrukcii aj s dobudovanými novými objektami

FÓLIOVNÍK

Nový fóliovník bol vybudovaný na mieste pôvodného skleníka, nainštalovaný a spustený do prevádzky v roku 2019. Ide o jednolodňový fóliovník s rozmerom 19,2 m x 25 m a výškou 8 m. Vybavený je automatickým riadením podobne ako u fóliovníka v BTP Stráž vo Zvolene. Automatické ovládanie mikroklimy vo vnútri fóliovníka – automatické zavlažovanie, vetranie, kúrenie a dávkovanie živín. Činnosť týchto systémov je riadená na základe údajov zo sústavy senzorov a mikrometeorostanice. Fóliovník bol vybudovaný z projektu LIFE Obnova a manažment dunajských lužných biotopov a slúži primárne na rozmnožovanie autochtónnych drevín podunajských lužných oblastí (*Alnus incana*, *Ulmus laevis*, *Tilia cordata* a pod.). Vďaka možnostiam nastavenia mikroklimatických podmienok vo vnútri fóliovníka (vlhkosť, teplota) je podľa doterajších skúseností možné predĺžiť vegetačné obdobie vybraných druhov drevín až o 29 dní, čo má pozitívny vplyv na rast pestovaných sadeníc. Dopestované sadenice sú následne vysádzané do lesných porastov v projektovom území.



Obrázok 15. Fóliovník s automatickým zavlažovaním

POLOPREVÁDZKOVÁ HALA PRE PAPIERENSKÝ STROJ

Prevádzková hala má oceľovú konštrukciu IP 300 s rozmermi 41,95 m x 10 m s výškou 5,88 m. Je postavená na železobetónovej základovej platni, ktorá je podoprená betónovými vibrostĺpmi. Opláštenie haly je tvorené izolačnými sendvičovými panelmi. Strešná konštrukcia je vyspádovaná do dvoch strán smerom k zaatikovým odvodňovacím žľabom. Hala disponuje podzemným suterénom a je navrhnutá tak, aby v nej mohol byť experimentálny papierenský stroj s príslušenstvom vo vlastníctve VÚPC. Ide o experimentálny papierenský stroj, ktorý je menší ako veľkokapacitné papierenské stroje. Jeho prevádzka je dôležitá z hľadiska testovania nových receptúr výroby papiera a jeho ďalších technologických úprav. Optimalizácia výroby modifikovaného papiera sa uskutoční na experimentálnom papierenskom stroji tak, aby mohla neskôr začať výroba na veľkokapacitných papierenských strojoch.



Obrázok 16. Papierenský stroj inštalovaný v areáli VS Gabčíkovo

LABORATÓRIUM A HYBRIDIZAČNÝ SKLENÍK

Novovybudovaný skleník je pristavaný k pôvodnej stavbe prevádzkovej budovy. Oddelený a oddielovaný podľa požiadaviek, zaizolovaný minerálnou vlnou v hrúbke 100 mm. Súčasťou tohto skleníka je aj laboratórium. Tieto dva výskumné priestory slúžia na hybridizáciu rýchlorastúcich drevín a na potreby novošľachtenia. Vďaka modernému prístrojovému vybaveniu je možné taktiež sledovať reakciu/odolnosť semenáčikov a sadeníc na extrémne podmienky (vysoká teplota, nízka vlhkosť) a tieto údaje využiť napr. pri návrhu drevinového zloženia pre marginálne stanovišťa.



Obrázok 17. Hybridizačný skleník

NOVÉ OBSLUŽNÉ BUDOVY – SKLAD BUNIČINY A KOTOLŇA

K prevádzke papierenského stroja a zároveň vykurovania všetkých objektov bolo navrhnuté plynofikovanie areálu výskumnej stanice. Zásobou a zdrojom plynu sú dve nadzemné nádrže s propánom.



Obrázok 18. Zásobníky s propánom v areáli VS Gabčíkovo

Pre potreby vykurovania administratívnej budovy je v podzemnom podlaží zriadená kotolňa. Pre potreby vykurovania nových objektov a na účely inštalácie vyvíjačov pary pre papierenský stroj je vybudovaná samostatná kotolňa. Osobitne je vybudovaná menšia obslužná budova - sklad buničiny, ktorý slúži na uskladnenie dovážanej buničiny, ktorá je základnou surovinou na výrobu papiera.



Obrázok 19. Kotolňa nových objektov (vľavo), sklad buničiny (vpravo)

POĎAKOVANIE

Tento článok bol podporovaný Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe zmluvy č. APVV-21-0032 “Certifikovanie kvality guľatiny na základe vnútorných chýb dreva” a APVV-20-0118 “Detekcia 3D CT a optimalizácia výťažnosti bukovej guľatiny”. Práca bola zároveň podporená z kontraktu medzi NLC a MPRV SR v rámci projektu výskumného zámeru NLC 2022-2026 Digiwood.

Adresa autorov:

Ing. Radovan Gracovský, PhD., Ing. Tomáš Gergel', PhD.

Národné lesnícke centrum - Lesnícky výskumný ústav Zvolen,

Centrum excelentnosti LignoSilva

T. G. Masaryka 2175/22, 960 01 Zvolen

e-mail: radovan.gracovsky@nlcsk.org, tomas.gergel@nlcsk.org

OPTIMALIZOVANÉ POSTUPY UMELEJ OBNOVY LESNÝCH DREVÍN SEJBOU A SADBOU PO KALAMITNOM ROZPADE NEPÔVODNÝCH SMREKOVÝCH PORASTOV

**A. Tučeková, R. Longauer, M. Belko, V. Longauerová, V. Mačejovský, E. Takáčová,
S. Strmeň, I. Horvát**

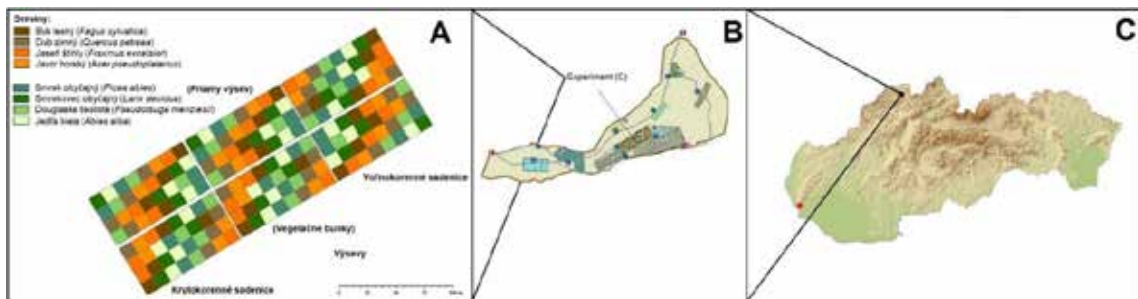
Národné lesnícke centrum – Lesnícky výskumný ústav Zvolen

ÚVOD

Prebiehajúci veľkoplošný rozpad smrekových monokultúr v Strednej Európe nastolil otázku ich ďalšieho trvalo udržateľného manažmentu. Jedným z navrhnutých opatrení bolo aj rozloženie ekologického rizika na väčší počet druhov drevín v budúcich lesných porastoch (KONÔPKA, KONÔPKA 2007). Avšak, vzhľadom na rozsah a intenzitu vzniku nových holín a z toho plynúcich zalesňovacích povinností mohla byť praktická realizácia tohto opatrenia v niektorých prípadoch čiastočne obmedzená. Potreba dlhšej doby pestovania sadbového materiálu vybraných drevín (napr. jedla biela), neočakávaný zvýšený dopyt po iných druhoch drevín (napr. cenných listnáčoch), ako aj predbežné overovanie postupov umelej obnovy nepôvodných drevín (napr. duglaskatisolistá), sa premietli do zvýšených nárokov kladených na umelú obnovu lesa a štandardne používané zalesňovacie postupy (BELKO et al. 2024). V prípade aktuálne prebiehajúceho rozpadu smrekových monokultúr sa viacročné skúmanie a experimentálne overovanie možností zvýšenia úspechu umelej obnovy hlavných drevín v podmienkach kalamitných holín stalo jedným z podnetov pre vznik Demonštračného objektu rekonštrukcie smrečín Husárik (DORS Husárik) v Javorníkoch (SITKOVÁ, ŠEBEŇ 2012).

VYBRANÉ POSTUPY UMELEJ OBNOVY ÔSMICH LE SNÝCH DREVÍN REALIZOVANÉ NA DORS HUSÁRIK

Experimentálna plocha určená pre praktické overenie vybraných postupov umelej obnovy bola založená na veľkoplošnej holine (24 ha) situovanej v orografickom celku Javorníky (49° 24' 47" N, 18° 46' 10" E) (Obr. 1). Podrobnejšie informácie týkajúce sa charakteristík experimentálnej plochy a pomerov na nej v čase výsadby je možné nájsť v práci TUČEKOVEJ (2015).



Obrázok 1. Usporiadanie experimentálnych výsadiieb a výsevov vybraných drevín založených na experimentálnej ploche Husárik (A) v rámci DORS Husárik (B) situovanom v pohorí Javorníky (C)

Experimentálna plocha bola založená v jarom termíne roku 2011 s použitím lesného reprodukčného materiálu (sadbový materiál, semená) ôsmich drevín zahŕňajúcich buk lesný (buk), dub zimný (dub), jaseň štíhly (jaseň), javor horský (javor), smrek obyčajný (smrek), smrekovec obyčajný (smrekovec), douglaska tisolistá (douglaska) a jedľa biela (jedľa). Lesný reprodukčný materiál vybraných drevín bol na experimentálnu plochu vnesený v rámci 4 rôznych variantov:

- I) výsadba voľnokorenných sadeníc (VK)
- II) výsadba krytokorenných sadeníc (KK)
- III) priamy výsev semien do stanoveného množstva substrátu nasýpanom do minerálnej pôdy experimentálnej plochy (PS)
- IV) výsev semien do vegetačných buniek inštalovaných v minerálnej pôde výsadbovej plochy (VBS)

Výsadba VK, KK sadeníc rovnako ako výsev semien (PS, VBS) vybraných drevín bol realizovaný na experimentálnej ploche po vykonaní pomednej mechanickej prípravy prostredia. Na manuálne pripravených plôškach (veľkosť 30×30 cm) rozmiestnených v pravidelnom spone a rozstupe $1,2 \text{ m} \times 1,2 \text{ m}$ pre buk, dub, jaseň a javor; $2,0 \text{ m} \times 2,0 \text{ m}$ pre smrek, smrekovec, $1,5 \times 1,5 \text{ m}$ pre jedľu a douglasku, bolo spolu na ploche 2,76 ha vysadených 8 800 ks sadeníc (VK, KK) a vysiatych 38 400 ks semien (PS, VBS) (Tab. 1).

Tabuľka 1. Vybrané charakteristiky semien a sadeníc testovaných drevín v čase výsadby a výsevu na experimentálnej ploche Husárik

Semená			
Drevina	Klíčivosť (%)	Energia klíčenia (%)	Evidenčný kód*
Smrek	80	25	01554NO-485
Smrekovec	30	10	13545DK-002
Jedľa	42 ¹	n. h. ²	03424ZA-089
Duglaska	64 ¹	n. h. ²	11413BS-001
Buk	70 ¹	n. h. ²	21525BJ-269
Dub	70	10	16513RV-634
Jaseň	75 ¹	n. h. ²	27514LM-016
Javor	75 ¹	n. h. ²	23614NO-485
Sadbový materiál			
Drevina	Typ a vek sadbového materiálu (Výška stonky/hrúbka v koreňovom krčku)	Celkový počet vysadených sadeníc	
Smrek	VK 2+2 (35,5 cm/4,6mm), KK 1+0 (15,2 cm/2,9 mm)	VK 288, KK 288	
Smrekovec	VK 2+0 (33,0 cm/4,5 mm), KK 1+0 (22,0 cm/3,0 mm)	VK 288, KK 288	
Jedľa	VK 3+2 (33,5cm/5,9 mm), KK 2+0 (15,2 cm/2,9 mm)	VK 512, KK 512	
Duglaska	VK 2+1 (23,5 cm/4,0mm), KK 2+0 (15,5 cm/3,1 mm)	VK 512, KK 512	
Buk	VK 1+1 (26,1 cm, 4,5 mm), KK 1+0 (27,1 cm, 3,9 mm)	VK 800, KK 800	
Dub	VK 1+2 (45,4 cm, 9,3 mm), KK 1+0 (19,3 cm, 3,4 mm)	VK 800, KK 800	
Jaseň	VK 2+0 (28,5 cm, 4,8 mm),	VK 800, KK ³	
Javor	VK 1+0 (32,1 cm, 3,8 mm), KK 1+0 (26,4 cm, 6,5 mm)	VK 800, KK 800	

¹pre dreviny jedľa, duglaska, buk, jaseň a javor reprezentujú uvedené hodnoty výsledok testov životnosti, ²nebolo hodnotené, ³KK jaseň nebol v čase zakladania plochy dostupný.

* Evidenčný kód zdroja reprodukčného materiálu je uvedený vo formáte podľa právnych predpisov platných v čase zberu lesného reprodukčného materiálu (už neplatná vyhláška č. 571/2004 Z. z. – príloha č. 12)

Manuálna výsadba sadeníc (VK, KK) rovnako ako výsev semien (PS, VBS) boli vykonané na plôškach rozmiestnených v pravidelnom spone na štvorcoch 12 m × 12 m. Manuálna výsadba sadeníc zahŕňala prekopanie a odstránenie humusovej vrstvy pôdy motykou na plôške 30 cm × 30 cm vykopanie jamky, umiestnenie koreňového systému sadenice do jamky a zasypenie zeminou s následným zhutnením.

Výsev semien bol realizovaný taktiež na plôškach 30 cm × 30 cm, na ktorých sa odstránila vrstva surového humusu a následne sa vykopala výsevová jamka. V prípade metódy priameho výsevu (PS) sa do vykopanej jamky umiestnil pestovateľský substrát, do ktorého bolo vysiatych 4 až 8 semien (smrek 4 ks, smrekovec/jedľa 8 ks, duglaska 5 ks, buk/dub/jaseň/javor 4ks), ktoré sa zahrnuli 1 až 2 cm hrubou zásypkou minerálnej pôdy. V prípade výsevu do vegetačných buniek (VB) bol postup obdobný: do vykopanej jamky s hĺbkou 10 cm a priemerom použitej bunky (najčastejšie plastový profil kruhového prierezu) - cca 8 cm, sa nasypala 5 cm hrubá vrstva výsevného substrátu, na ktorú sa realizoval výsev 4 až 8 semien podobne ako pri PS, a umiestnila sa ďalšia vrstva substrátu alebo navlhčeného perlitu (zásypka) (TUČEKOVÁ 2015).

Výsledky prezentované v tejto práci sumarizujú deväťročný vývoj jedincov vybraných drevín založených sadbou a sejbou na experimentálnej ploche situovanej v rámci DORS Husárik. Prežívanie bolo pri výsadbách vyjadrené ako podiel prežitých z celkového počtu vysadených jedincov, pri semenáčikoch pochádzajúcich z výsevu ako podiel celkového počtu výsevových plôšok s vysiatym semenom a počtu plôšok s prítomnosťou aspoň jedného živého jedinca. Poškodenie bolo vyjadrené rovnako pre sadenice aj pre semenáčky, ako podiel poškodených z celkového počtu prežitých. Poškodenie a prežívanie bolo hodnotené vždy na konci každého vegetačného obdobia, v práci sú prezentované výsledky po 1., 5., 7. a 9. vegetačnom období.

Hodnotenie morfológických parametrov zahŕňalo výšku nadzemnej časti meranú na nepoškodených jedincoch (v prípade nadmerného rozsahu poškodenia pri vybraných drevinách boli zahrnuté do merania aj poškodené jedince) na konci každého vegetačného obdobia. V práci sú prezentované výsledky merania výšok získané po každom z deviatich vegetačných období. Všetky hodnotené parametre, prežívanie, poškodenie, výška nadzemnej časti, zároveň patria medzi kritériá na posudzovanie zabezpečeného lesného porastu podľa vyhlášky č. 453/2006 Z.z. o hospodárskej úprave lesov a ochrane lesa v znení neskorších predpisov. V momente splnenia uvedených kritérií (prežívanie, poškodenie, výška nadzemnej časti) bola príslušná kombinácia (drevina × metóda umelej obnovy) klasifikovaná ako zabezpečená kultúra a mohlo sa pristúpiť k vyčísleniu všetkých nákladov spojených s jej dosiahnutím.

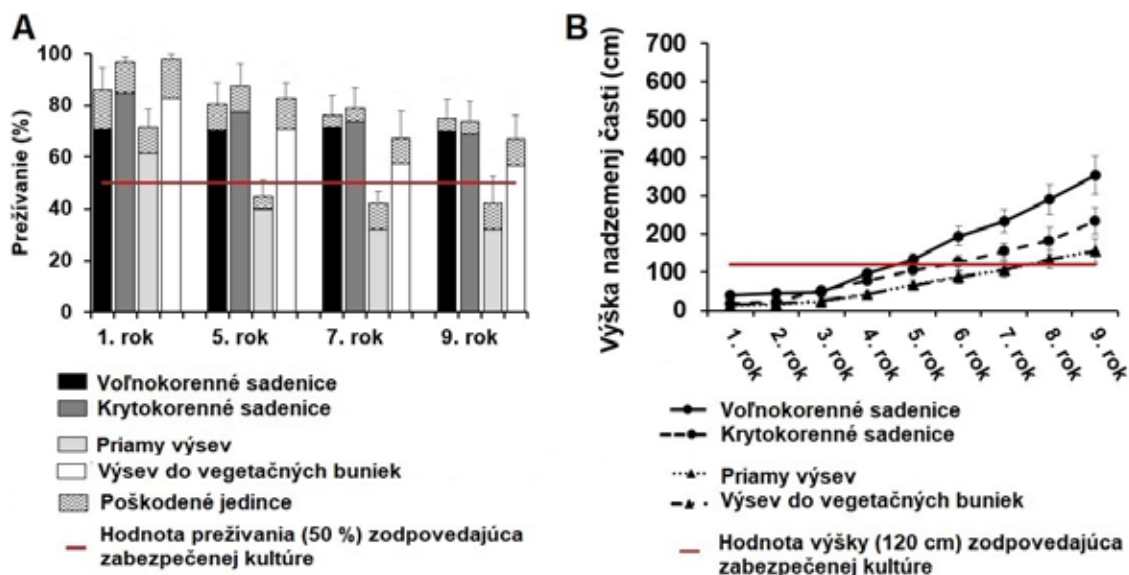
Pri variantoch, ktoré počas deviatich rokov nespĺnili uvedené kritériá sa pristúpilo taktiež k vyčísleniu všetkým nákladov spojených s ich založením. Náklady súvisiace so založením a udržiavaním kultúr vybraných drevín zahŕňali: obstaranie lesného reprodukčného materiálu, manuálnu výsadbu a výsev na ploche, zabezpečenie činností v rámci povýsadbovej starostlivosti (ochrana proti zveri, vyžínanie). Požadované množstvo lesného reprodukčného materiálu použité v kalkulácii nákladov (sadenice, semená) pre každú drevinu odráža odporúčaný minimálny počet uvedený v národnej norme (STN 48 22 11). Cena sadbového materiálu skúmaných drevín, materiálu a práce potrebnej na založenie a údržbu experimentálnej výsadby (výsadba, výsev, povýsadbová starostlivosť) boli odvodené z aktuálne platných (rok 2023) verejne dostupných cenníkov v SR.

Získané dáta boli spracované štandardnými štatistickými metódami. Štatistická významnosť rozdielov v prežívaní medzi porovnávanými variantmi bola posúdená prostredníctvom 1-faktorovej Analýzy variancie a Tuckey (HSD) testu. V prípade nesplnenia niektorého z predpokladov použitia uvedenej štatistickej metódy, dáta boli transformované (arcsin). Vzhľadom na výrazné rozdiely v morfologickej vyspelosti jedincov založených na experimentálnej ploche prostredníctvom rôznych technologických postupov, (výsadba, výsev) významnosť rozdielov medzi hodnotami rastových parametrov bola posúdená samostatne medzi sadenicami (VK, KK) a samostatne medzi jedincami z výsevov (PS, VBS) s použitím Dvojvýberového t-testu. Štatistické analýzy boli vykonané pomocou softwaru STATISTICA 12 (StatSoft Inc. 2013, Tulsa, USA).

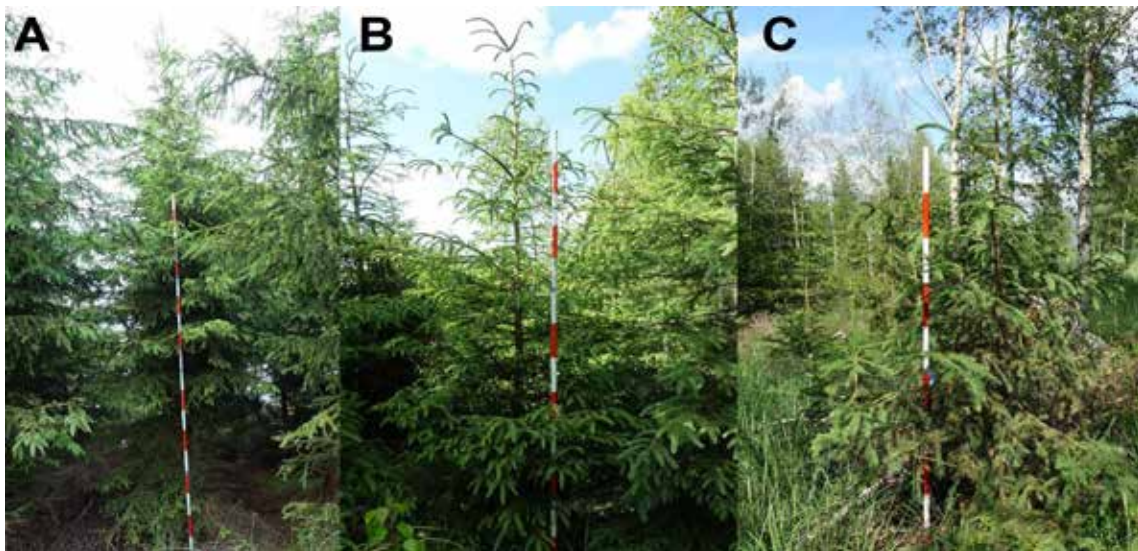
ZHRNUTIE ÚSPEŠNOSTI VYBRANÝCH POSTUPOV UMELEJ OBNOVY (8) LESNÝCH DREVÍN REALIZOVANÝCH NA EXPERIMENTÁLNE PLOCHE HUSÁRIK

Smrek

Deväť rokov po založení experimentálnej plochy dosiahol priemerné prežívanie smreka pri VK 75 %, KK 74 %, PS 42 % a VBS 67 %. Najvýraznejší pokles hodnôt prežívania bol zaznamenaný v prvých piatich rokoch po založení. Štatisticky významne lepšie prežívanie KK ako VK zaznamenané v prvom roku malo len dočasné trvanie. V piatom roku po výsadbe už rozdiely v prežívaní medzi VK a KK sadenicami neboli štatisticky významné (Obr. 2). Pri výsevoch bol v prvom, ale aj nasledujúcich rokoch zaznamenaný štatisticky významne vyšší podiel obsadených výsevových plôšok pri VBS ako pri PS. Úspešné splnenie kritéria zabezpečenej kultúry týkajúceho sa prežívania bolo preukázané pri VK a KK sadenicách a VBS semenáčikoch (Obr. 2, 3).



Obrázok 2. Priemerná ujatosť a prežívanie (A), výška nadzemnej časti (B) voľnokorenného a krytokorenného sadbového materiálu a vyklíčených semenáčikov (priamy výsev, vegetačné bunky) smreka počas deviatich hodnotených rokov na experimentálnej ploche Husárik

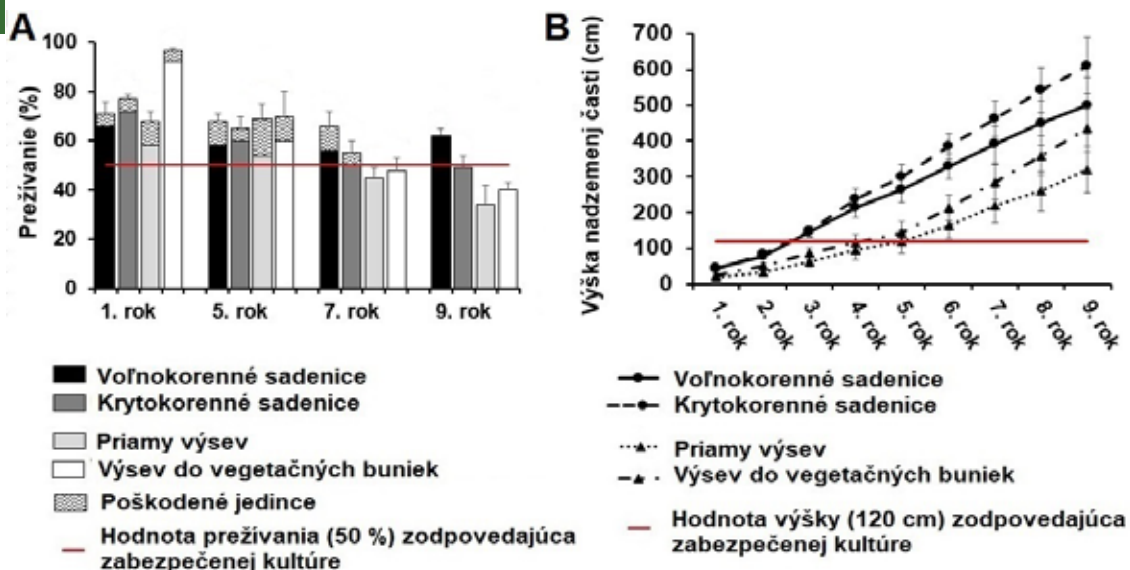


Obrázok 3. Vol'nokorenné (A), krytokorenné (B) a prostredníctvom výsevu (C) založené jedince smreka deväť rokov po výsadbe a vysiatí na experimentálnej ploche Husárik

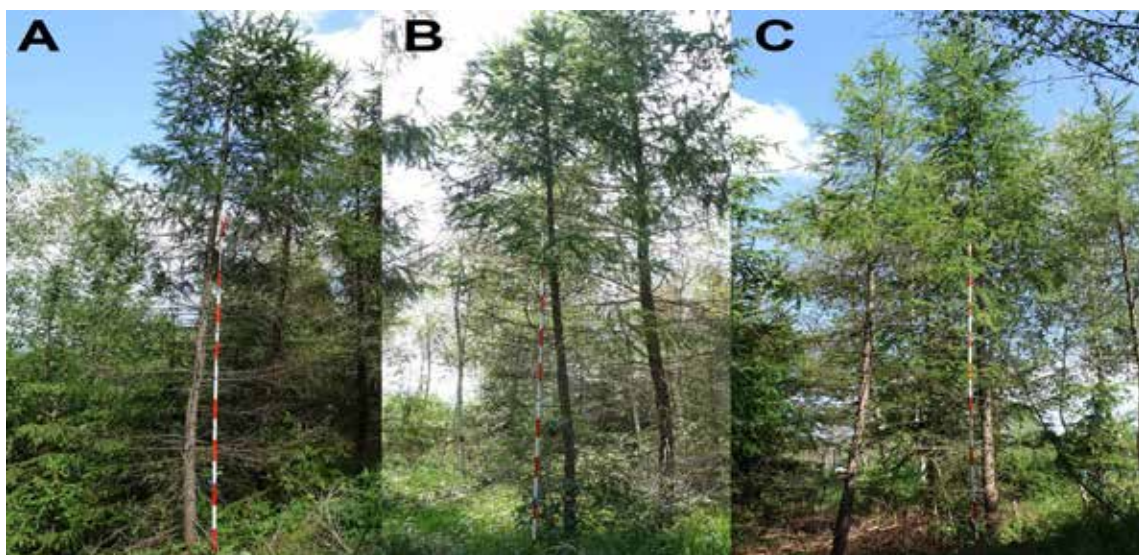
Deväť rokov po založení experimentálnej plochy dosiahla priemerná výška smreka pri VK 355 cm, KK 235 cm, PS 160 cm a VBS 156 cm (Obr. 2, 3). Postupná akcelerácia výškového prírastku VK viedla v piatom a nasledujúcich rokoch k dosiahnutiu štatisticky významne vyššej výšky nadzemnej časti VK v porovnaní s KK. Výškový rast PS a VBS sa štatisticky významne nelíšil. Úspešné splnenie kritéria zabezpečenej kultúry (lesného porastu) týkajúce sa výšky nadzemnej časti bolo preukázané pri VK päť rokov a pri KK šesť rokov po výsadbe, pri PS a VBS osem rokov po vysiatí (Obr. 2).

Smrekovec

Deväť rokov po založení experimentálnej plochy dosiahlo priemerné prežívanie smrekovca pri VK 62 %, KK 49 %, PV 34 % a VB 40 %. Najvýraznejší pokles v prežívaní vysadených sadeníc bol zaznamenaný v prvom roku, v ktorom na konci vegetačného obdobia prežívalo 71 % VK a 77 % KK. V nasledujúcich rokoch bol pokles prežívania výraznejší pri KK ako pri VK. Štatistická významnosť rozdielov v prežívaní VK a KK však bola preukázaná až po skončení siedmeho vegetačného obdobia po výsadbe na ploche. Pri výsevoch bol v prvom roku pre VBS zaznamenaný štatisticky významne vyšší podiel obsadených výsevových plôšok (97 %) ako pre PS (68 %). Zaznamenaný rozdiel mal však iba dočasný charakter. Deväť rokov po vysiatí už rozdiely v prežívaní medzi VBS a PS jedincov neboli štatisticky významné. Úspešné splnenie kritéria zabezpečenej kultúry týkajúce sa prežívania bolo preukázané len pri VK, KK a VBS (Obr. 4, 5).



Obrázok 4. Priemerná ujatosť a prežívanie (A), výška nadzemnej časti (B) voľnokorenného a krytokorenného sadbového materiálu a vyklíčených semenáčikov (priamy výsev, vegetačné bunky) smrekovca počas deviatich hodnotených rokov na experimentálnej ploche Husárik



Obrázok 5. Voľnokorenné (A), krytokorenné (B) a prostredníctvom výsevu (C) založené jedince smrekovca deväť rokov po výsadbe a vysiatí na experimentálnej ploche Husárik

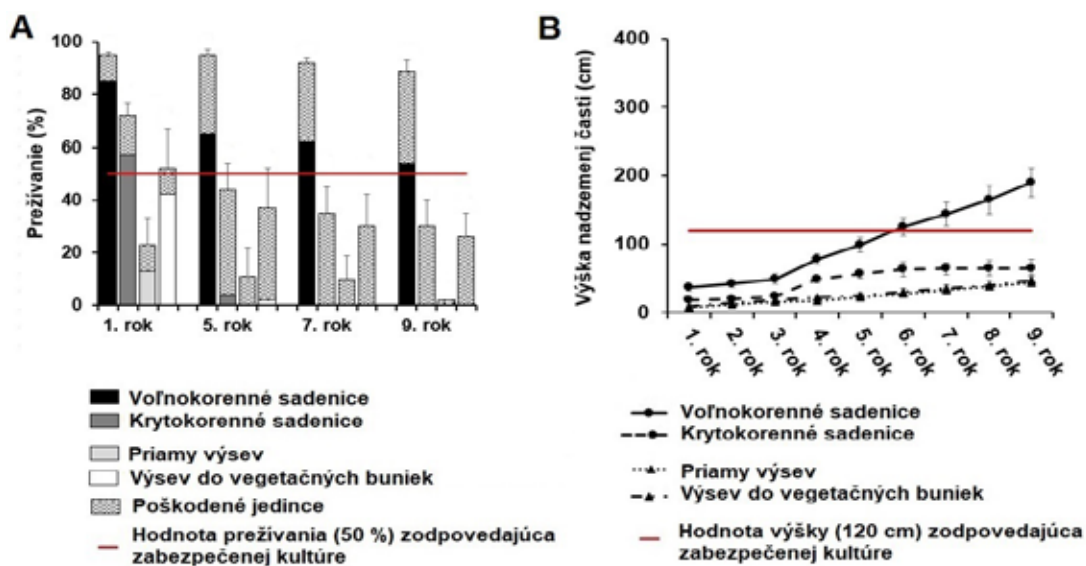
Deväť rokov po založení experimentálnej plochy dosiahla priemerná výška pri VK 500 cm, KK 610 cm, PS 320 cm a VBS 435 cm (Obr. 4, 5).

KK dosiahli v 8. a 9. roku po vysadení štatisticky významne vyššiu výšku nadzemnej časti ako VK. V prvých rokoch po vysiatí dosiahli VBS jedince mierne vyššie hodnoty výšky nadzemnej časti ako jedince pochádzajúce z PS, v 8. a 9. roku po vysiatí bol už tento rozdiel vyhodnotený ako štatisticky významný. Úspešné splnenie kritéria zabezpečenej kultúry týkajúce sa výšky nadzemnej časti bolo preukázané pri VK a KK tri roky

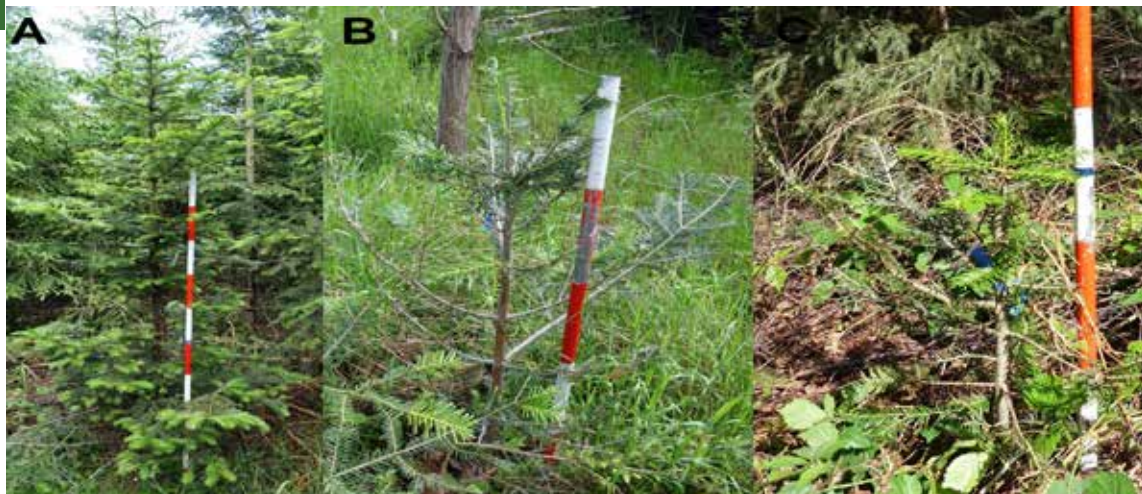
po výsadbe, pri PS a VBS päť rokov po vysiatí (Obr. 4).

Jedľa

Deväť rokov po založení experimentálnej plochy dosiahlo priemerné prežívanie jedle pri VK 89 %, KK 30 %, PS 2 % a VBS 26 %. Najvýraznejší pokles prežívania vysadených jedincov bol zaznamenaný v prvom roku po výsadbe. VK dosiahli štatisticky významne vyššie prežívanie ako KK na konci každého z hodnotených rokov (Obr. 6). VBS dosiahli štatisticky významne vyšší podiel obsadených výsevových plôšok ako PS v prvom roku po výseve a následne aj štatisticky významne vyššie prežívanie v ďalších rokoch. Úspešné splnenie kritéria zabezpečenej kultúry týkajúce sa prežívania bolo preukázané len pri VK (Obr. 6, 7). Bez ohľadu na porovnávaný variant bol pri jedincoch jedle zaznamenaný zvýšený podiel (10 - 40 %) jedincov poškodených zverou nielen v prvom, ale aj v ďalších rokoch po založení plochy.



Obrázok 6. Priemerná ujatosť a prežívanie (A), výška nadzemnej časti (B) voľnokorenného a krytokorenného sadbového materiálu a vyklíčených semenáčikov (priamy výsev, vegetačné bunky) jedle počas deviatich hodnotených rokov na experimentálnej ploche Husárik



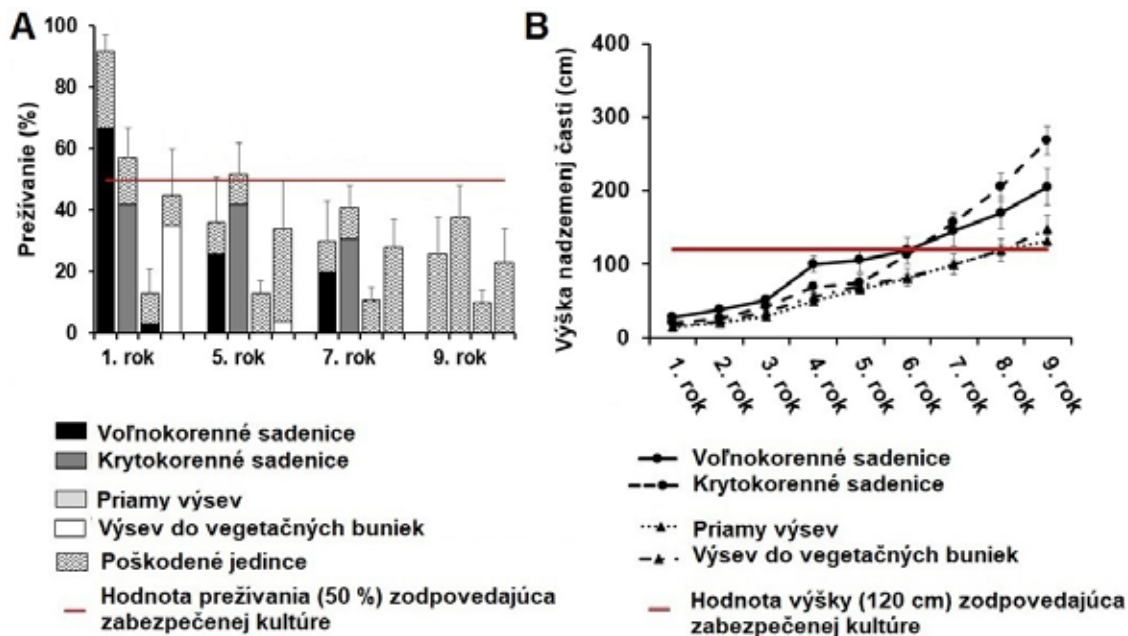
Obrázok 7. Voľnokorenné (A), krytokorenné (B) a prostredníctvom výsevu (C) založené jedince jedle deväť rokov po výsadbe a vysiatí na experimentálnej ploche Husárik

Deväť rokov po založení experimentálnej plochy dosiahla priemerná výška jedle pri VK 190 cm, KK 65 cm, PS 43 cm a VBS 47 cm (Obr. 4). VK dosiahli štatisticky významne vyššiu výšku ako KK v každom z hodnotených rokov. Rast nadzemnej časti jedincov z PS a VBS bol značne spomalený. Deväť rokov po vysiatí nepresiahla celková výška nadzemnej časti vyklíčených jedincov 50 cm. Úspešné splnenie kritéria zabezpečenej kultúry týkajúce sa výšky nadzemnej časti bolo preukázané len pri VK šesť rokov po výsadbe (Obr. 6, 7).

Duglaska

Deväť rokov po založení experimentálnej plochy dosiahlo priemerné prežívanie duglasky pri VK 26 %, KK 38 %, PS 10 % a VBS 23 %. Štatisticky významne lepšie prežívanie VK ako KK zaznamenané v prvom roku malo len dočasný charakter. Päť rokov po výsadbe už neboli rozdiely v prežívaní medzi VK a KK štatisticky významné. Štatisticky významne vyšší podiel obsadených výsevových plôšok pri VBS v porovnaní s PS zaznamenaný v prvom roku nemal významnejší dopad na následné prežívanie vyklíčených semenáčikov v ďalších hodnotených rokoch. Bez ohľadu na porovnávaný variant sa jedince duglasky vyznačovali nadmerným rozsahom poškodenia (v niektorých variantoch až 38 %) spôsobeným zverou (Obr. 5). Úspešné splnenie kritéria zabezpečenej kultúry týkajúceho sa prežívania nebolo v prípade duglasky zaznamenané pri žiadnom z porovnávaných variantov (Obr. 8, 9).

Deväť rokov po založení experimentálnej plochy dosiahla priemerná výška pri VK 205 cm, KK 268 cm, PS 132 cm a VBS 148 cm (Obr. 8, 9).



Obrázok 8. Priemerná ujatosť a prežívanie (A), výška nadzemnej časti (B) voľnokorenného a krytokorenného sadbového materiálu a vyklíčených semenáčikov (priamy výsev, vegetačné bunky) *duglasky* počas deviatich hodnotených rokov na experimentálnej ploche Husárik

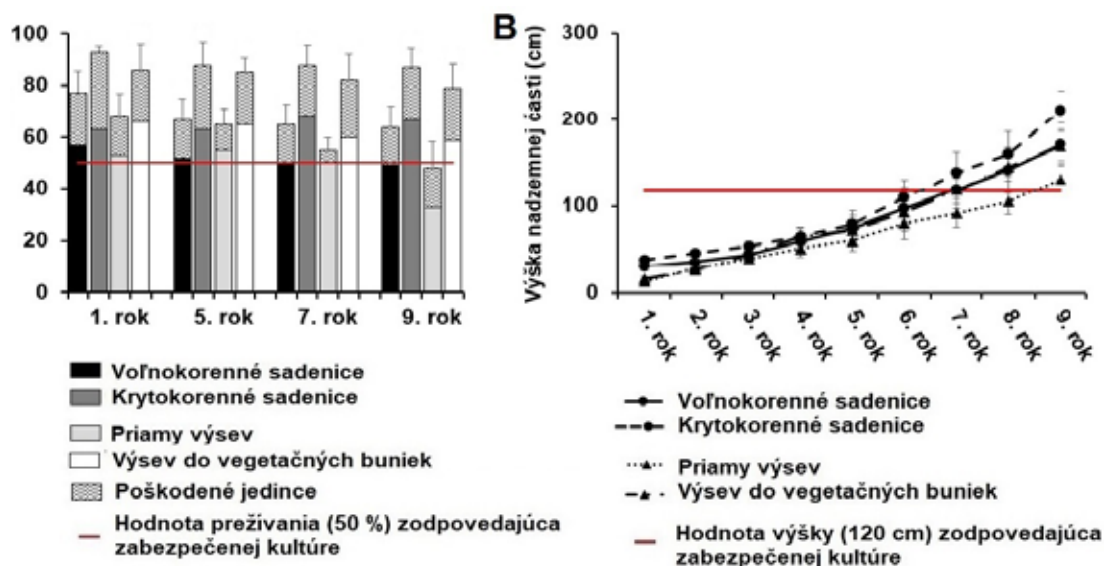
KK dosiahli štatisticky významne vyššiu výšku ako VK v 8. a 9. roku po založení plochy. Okrem posledného merania vykonaného deväť rokov po založení plochy, neboli rozdiely vo výške nadzemnej časti medzi jedincami rastúcimi v rámci VBS a PS štatisticky významné. Úspešné splnenie kritéria zabezpečenej kultúry týkajúce sa výšky nadzemnej časti bolo preukázané pri VK, KK sadeniciach sedem rokov po výsadbe, pri VBS a PS semenáčikoch deväť rokov po vyklíčení (Obr. 8, 9).



Obrázok 9. Voľnokorenné (A), krytokorenné (B) a prostredníctvom výsevu (C) založené jedince *duglasky* deväť rokov po výsadbe a vysiatí na experimentálnej ploche Husárik

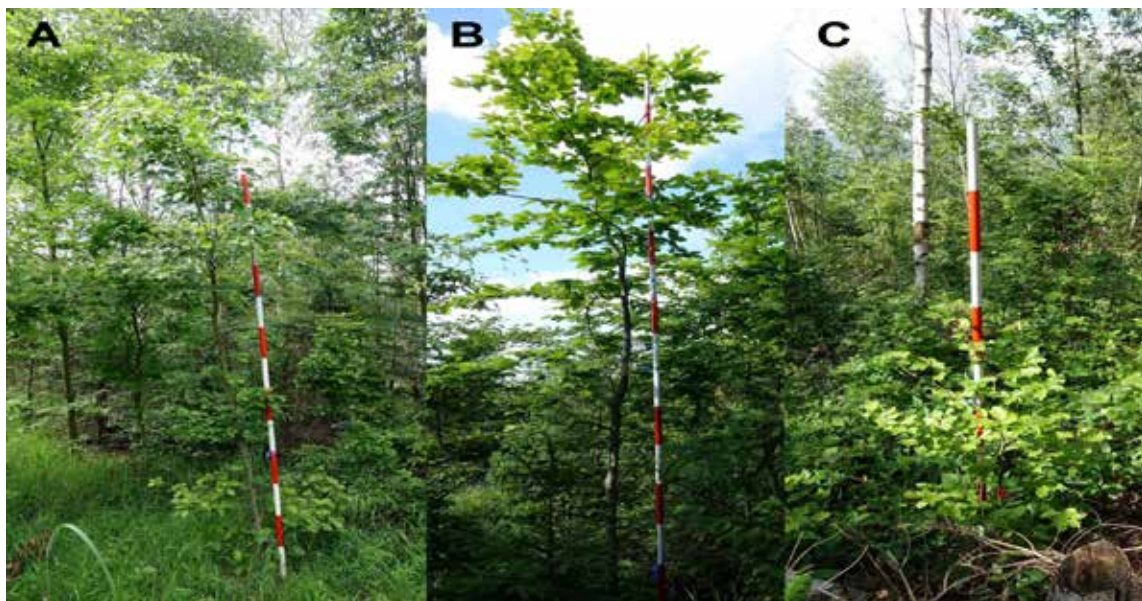
Buk

Deväť rokov po založení experimentálnej plochy dosiahlo priemerné prežívanie buka pri VK 64 %, KK 87 %, PS 48 % a VBS 79 %. Najvýraznejší pokles v prežívaní bol zaznamenaný v prvom roku po založení experimentálnej plochy, predovšetkým pri VK a PS. KK prežívali počas všetkých deviatich rokov významne lepšie ako VK (Obr. 10). Rovnako pri výsevoch bol v prvom, ale aj nasledujúcich rokoch zaznamenaný štatisticky významne vyšší podiel obsadených výsevových plôšok pri VBS ako pri PS. Úspešné splnenie kritéria zabezpečenej kultúry týkajúce sa prežívania bolo zaznamenané pri VK a KK sadenicích a VBS semenáčikoch (Obr.10).



Obrázok 10. Priemerná ujatosť a prežívanie (A), výška nadzemnej časti (B) voľnokorenného a krytokorenného sadbového materiálu a vyklíčených semenáčikov (priamy výsev, vegetačné bunky) buka počas deviatich hodnotených rokov na experimentálnej ploche Husárik

Deväť rokov po založení experimentálnej plochy dosiahla priemerná výška pri VK 171 cm, KK 211 cm, PS 132 cm a VBS 169 cm (Obr. 10, 11). KK si pred VK semenáčikmi s výnimkou krátkeho obdobia v 4. a 5. roku po výsadbe udržiavali štatisticky významný výškový odstup počas celého hodnoteného obdobia. Pri výsevoch neboli vo výške nadzemnej časti medzi porovnávanými variantmi až do štvrtého roku zaznamenané výraznejšie rozdiely. V štvrtom a piatom roku po založení už VBS dosiahli vyššiu výšku nadzemnej časti ako PS, od siedmeho roku boli už tieto rozdiely štatisticky významné. Úspešné splnenie kritéria zabezpečenej kultúry týkajúce sa výšky nadzemnej časti bolo preukázané pri VK osem rokov a pri KK sedem rokov po výsadbe, pri PS deväť a VBS osem rokov po vysiatí (Obr. 10, 11).

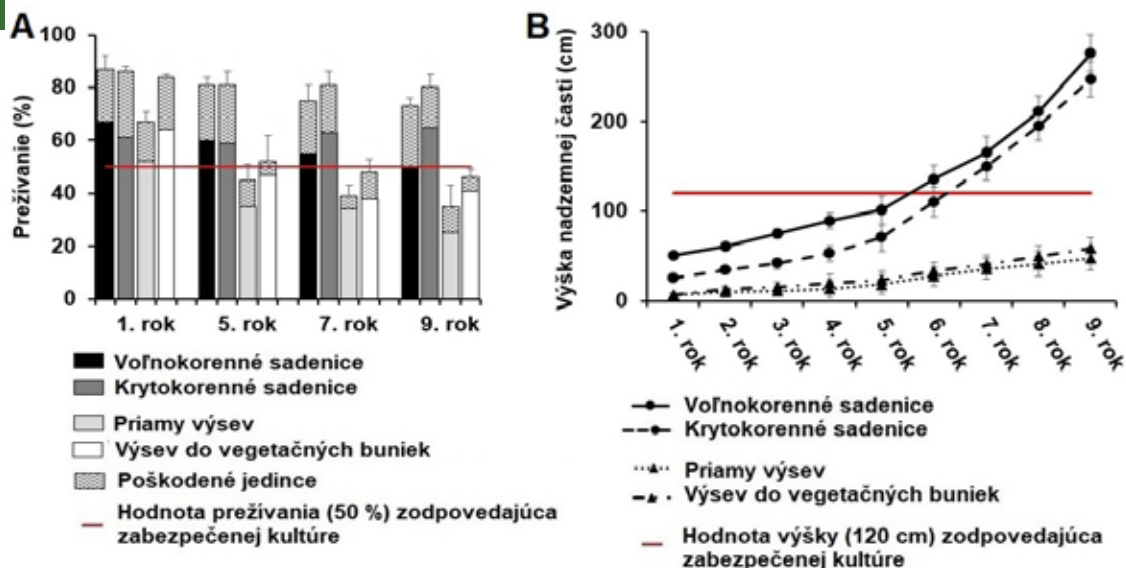


Obrázok 11. Voľnokorenné (A), krytokorenné (B) a prostredníctvom výsevu (C) založené jedince buka deväť rokov po výsadbe a vysiatí na experimentálnej ploche Husárik

Dub

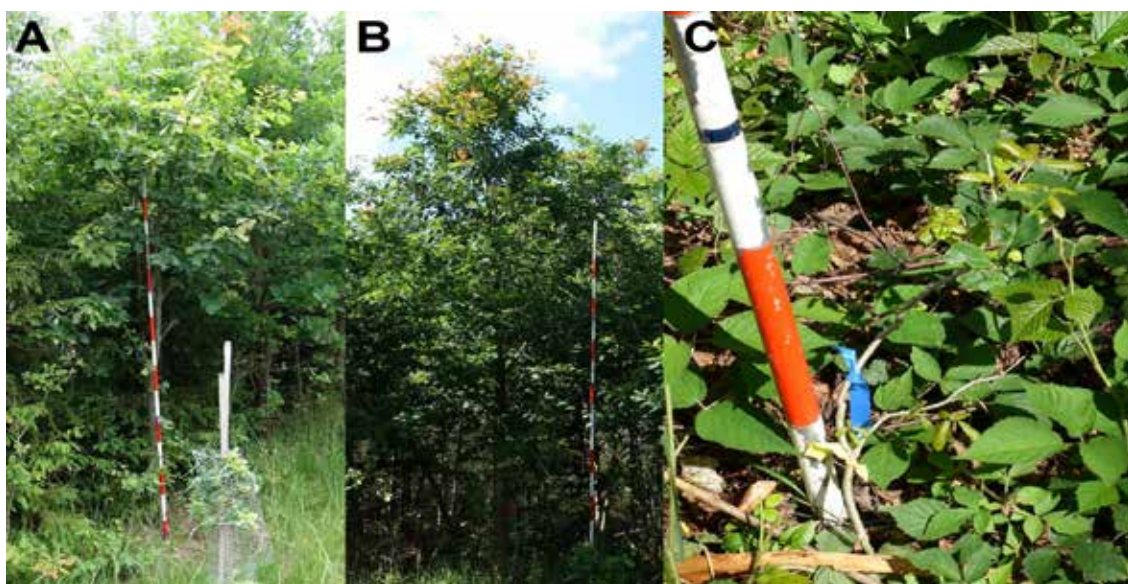
Deväť rokov po založení experimentálnej plochy dosiahlo priemerné prežívanie duba pri VK 73 %, KK 80 %, PS 35 % a VBS 46 %. Pri obidvoch typoch sadbového materiálu bol zaznamenaný najväčší prepád v prežívaní v prvom roku po výsadbe. V nasledujúcich rokoch mal už pozvoľný charakter a medziročná zmena v prežívaní nepresiahla 5 %. Pri výsevoch dosiahol v prvom roku podiel obsadených výsevových plôšok pri VBS štatisticky významne vyšší podiel ako pri PS. V nasledujúcich rokoch bol v obidvoch variantoch výsevu zaznamenaný výrazný pokles prežívania vyklíčených semenáčikov. Mierne lepšie prežívanie VBS v porovnaní s PS bolo zachované počas celého hodnoteného obdobia (Obr. 12).

Deväť rokov po založení experimentálnej plochy dosiahla priemerná výška pri VK 276 cm, KK 246 cm, PS 47 cm a VBS 59 cm (Obr. 12, 13).



Obrázok 12. Priemerná ujatosť a prežívanie (A), výška nadzemnej časti (B) voľnokorenného a krytokorenného sadbového materiálu a vyklíčených semenáčikov (priamy výsev, vegetačné bunky) duba počas deviatich hodnotených rokov na experimentálnej ploche Husárik

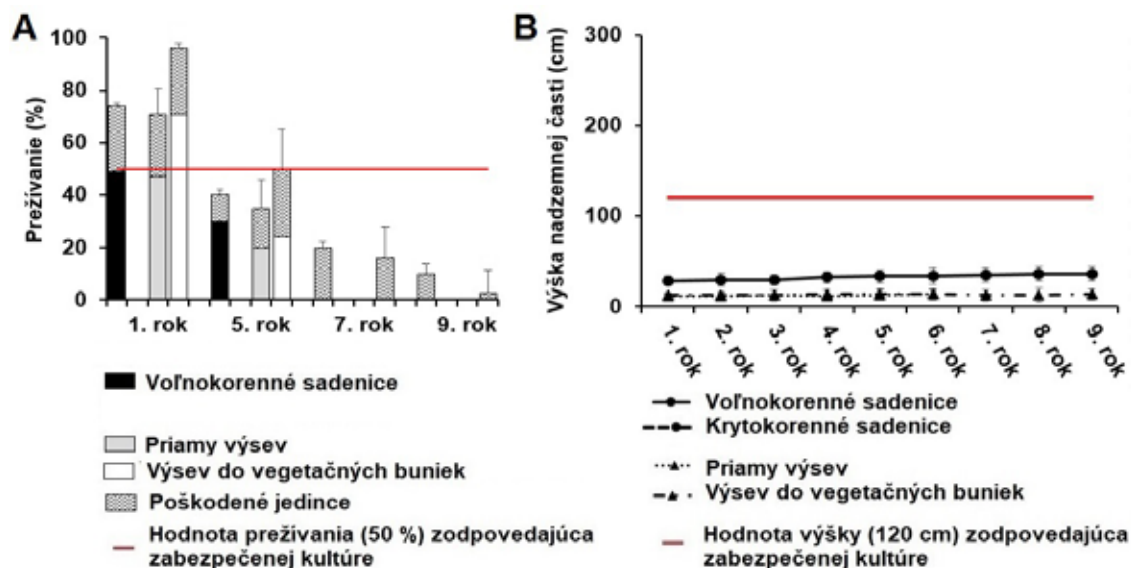
V čase výsadby výrazne vyspelejšie VK sadenice dosiahli štatisticky významne vyššiu výšku nadzemnej časti ako KK semenáčky v každom z prvých piatich rokov po výsadbe. Akcelerácia výškového rastu KK semenáčikov počas hodnoteného obdobia, zaznamenaný rozdiel vo výške nadzemnej časti znížila natoľko, že v ďalších hodnotených rokoch už neboli rozdiely vo výške nadzemnej časti medzi VK a KK štatisticky významné. Rast nadzemnej časti jedincov z PS a VBS bol značne spomalený. Deväť rokov po vysiati nepresiahla celková výška nadzemnej časti vyklíčených jedincov 60 cm. Úspešné splnenie kritéria zabezpečenej kultúry týkajúce sa výšky nadzemnej časti bolo preukázané len pri VK šesť a pri KK sedem rokov po výsadbe (Obr.12, 13).



Obrázok 13. Voľnokorenné (A), krytokorenné (B) a prostredníctvom výsevu (C) založené jedince duba deväť rokov po výsadbe a vysiati na experimentálnej ploche Husárik

Jaseň a javor

Deväť rokov po založení experimentálnej plochy dosiahlo priemerné prežívanie jaseňa pri VK 10 %, PS 0 % a VBS 2,5 %. Bez ohľadu na použitú zalesňovaciu technológiu bol vo všetkých variantoch zaznamenaný v prvých piatich rokoch po založení plochy výrazný pokles. Pri VK sadenicích klesol podiel prežitých zo 71 % v prvom roku po výsadbe na 40 % v piatom roku po výsadbe. Pri výsevoch klesol podiel výsevových plôšok so živým jedincom z 96 % v prvom roku na 50 % v piatom roku pri VBS a zo 71 % v prvom roku na 35 % v piatom roku pri PS (Obr. 14).



Obrázok 14. Priemerná ujatosť a prežívanie (A), výška nadzemnej časti (B) voľnokorenného sadbového materiálu a vykličných semenáčikov (priamy výsev, vegetačné bunky) jaseňa počas deviatich hodnotených rokov na experimentálnej ploche Husárik

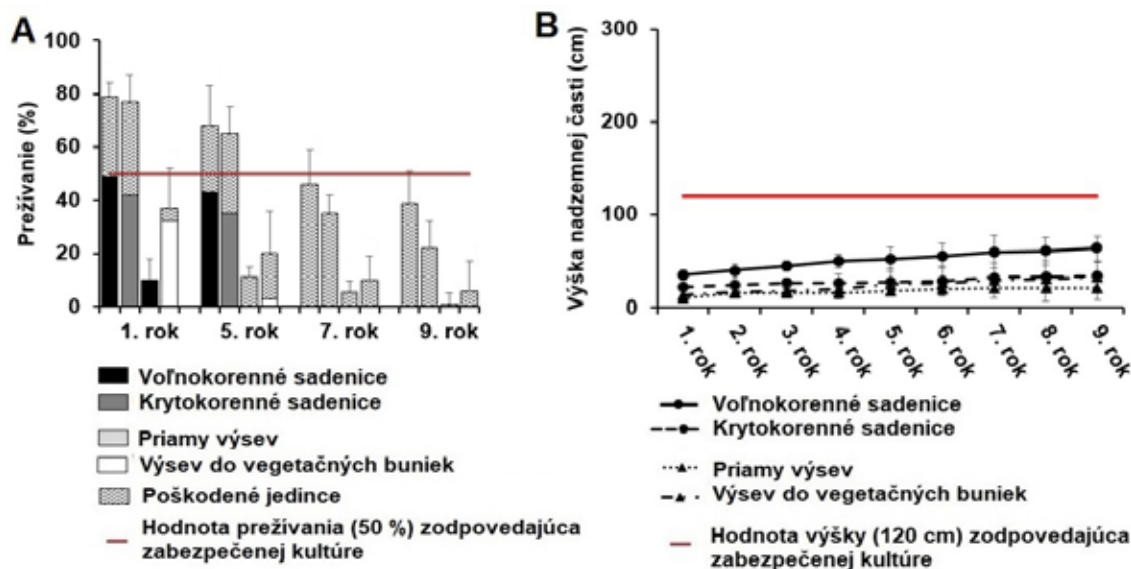


Obrázok 15. Voľnokorenné (A) a prostredníctvom výsevu (C) založené jedince jaseňa deväť rokov po výsadbe a vysiatí na experimentálnej ploche Husárik

Deväť rokov po založení experimentálnej plochy dosiahlo priemerné prežívanie javora pri VK 39 %, KK 22 %, PS 1 % a VBS 6 %. VK a KK sadenice dosiahli počas prvých piatich rokov podobné hodnoty prežívania. V siedmom a deviatom roku už VK v porovnaní s KK prežívali významne lepšie. VBS v porovnaní s PS štatisticky významne zvýšili podiel výsevových plôšok so živým jedincom v prvom roku (Obr. 16). V nasledujúcich rokoch bol však pri výsevoch zaznamenaný výrazný úbytok živých jedincov javora. Bez ohľadu na porovnávaný variant sa prežívajúce jedince jaseňa a javora vyznačovali okrem zvýšeného výskytu poškodenia aj celkovou zníženou vitalitou prežívajúcich jedincov spôsobenou pravdepodobne zverou (Obr. 14, 15, 16, 17).

Deväť rokov po založení dosiahla priemerná výška v jaseňa pri VK 36 cm, VBS 14 cm a javora pri VK 63 cm KK 34 cm PS 21 cm a VBS 33 cm.

Jedince jaseňa a javora sa vyznačovali počas všetkých deviatich hodnotených rokov stagnáciou výškového rastu v dôsledku čoho nebolo zaznamenané splnenie kritéria týkajúceho sa výšky nadzemnej časti pri žiadnom z hodnotených variantov (Obr. 14, 15, 16, 17).



Obrázok 16. Priemerná ujatosť a prežívanie (A), výška nadzemnej časti (B) voľnokorenného a krytokorenného sadbového materiálu a vyklíčených semenáčikov (priamy výsev, vegetačné bunky) javora počas deviatich hodnotených rokov na experimentálnej ploche Husárik



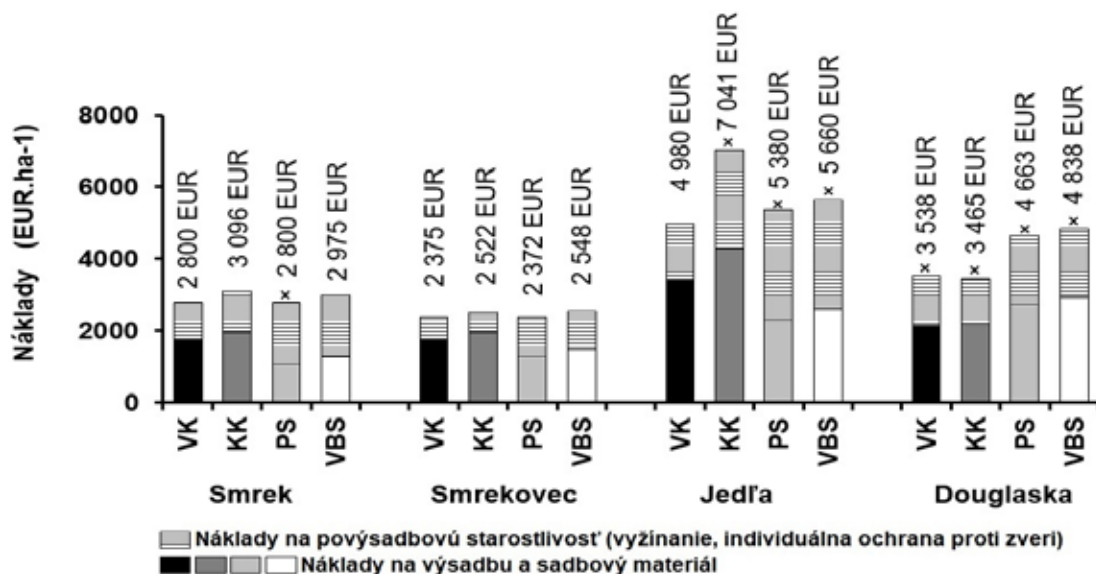
Obrázok 17. Voľnokorenné (A), krytokorenné (B) a prostredníctvom výsevu (C) založené jedince javora deväť rokov po výsadbe a vysiatí na experimentálnej ploche Husárik

POROVNANIE EKONOMICKEJ EFEKTÍVNOSTI VYBRANÝCH POSTUPOV UMELEJ OBNOVY ÔSMICH LESNÝCH DREVÍN REALIZOVANÝCH NA DORS HUSÁRIK

Jedným z hlavných kritérií posudzovania úspechu konkrétnej realizácie umelej obnovy lesa v podmienkach Slovenska je dosiahnutie parametrov zabezpečeného mladého lesného porastu.

Ihličnaté dreviny

Pri ihličnatých drevinách založených sejbou a sadbou v podmienkach DORS Husárik bolo počas deväťročného hodnotiaceho obdobia zaznamenané úspešné splnenie kritérií zabezpečenej kultúry pri VK, KK a VBS smreku, VK, KK, PS a VBS smrekovci a VK jedli. Náklady vynaložené na dosiahnutie 1 ha zabezpečenej kultúry smrekovca boli v priemere o 16 % nižšie ako pri smreku a o takmer 50 % nižšie ako pri jedli. Pri smrekovci boli najnižšie náklady na založenie 1 ha zabezpečenej kultúry zaznamenané pri PS, úspora nákladov oproti ostatným testovaným metódam (VK, KK, VBS) však nepresiahla 7 %. Pri smreku boli najnižšie náklady na založenie 1 ha zabezpečenej kultúry zaznamenané pri VK. Avšak rovnako ako pri smrekovci aj pri smreku nepresiahol rozdiel medzi metódou umelej obnovy s najnižšími nákladmi (VK) a ostatnými testovanými metódami umelej obnovy (KK, VBS) 9 %. Na druhej strane, náklady súvisiace so založením a povýsadbovou starostlivosťou o kultúry jedle prostredníctvom KK, PS a VBS, ako aj duglasky VK, KK, PS a VBS v podmienkach DORS Husárik nie sú s ohľadom na neúspešné plnenie kritérií zabezpečenej kultúry konečné a nezahŕňajú ďalšie dodatočné náklady súvisiace s doplňovaním a vylepšovaním kultúr (Obr. 18).

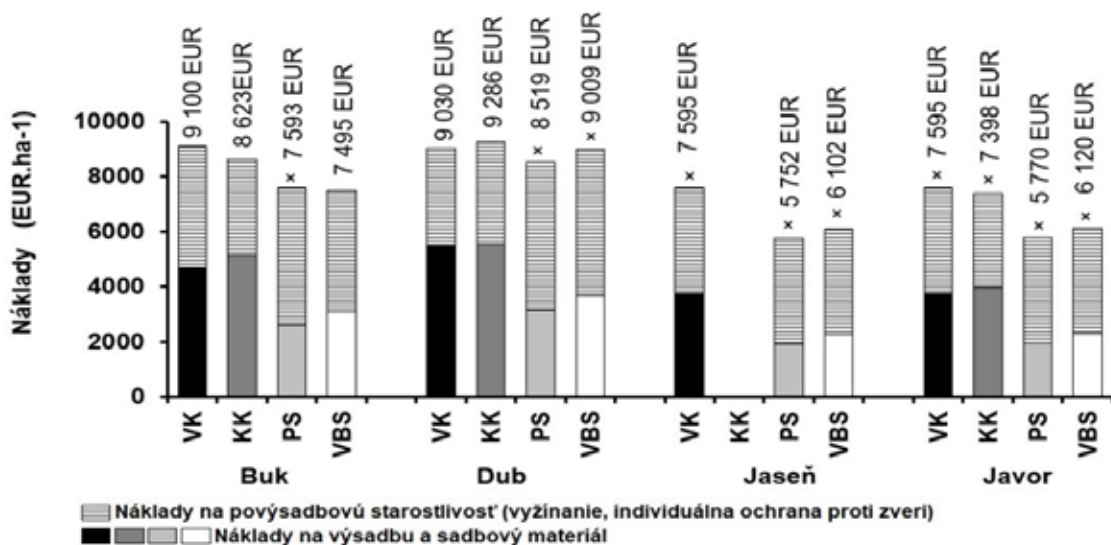


Obrázok 18. Celkové náklady vynaložené na založenie zabezpečenej kultúry vybraných ihličnatých drevín založených sadbou a sejbou na experimentálnej ploche Husárik. Stĺpec označený krížikom v rámci každej kombinácie dreviny a testovaného postupu umelej obnovy označuje varianty nesplňajúce kritériá zabezpečenej kultúry (V prípade záujmu o podrobný popis kalkulácie nákladov pre každú kombináciu, tieto údaje sú k dispozícii u autorov článku)

Listnaté dreviny

Pri listnatých drevinách založených sejbou a sadbou v podmienkach DORS Husárik bolo počas deväťročného hodnotiaceho obdobia zaznamenané úspešné splnenie kritérií zabezpečenej kultúry pri VK, KK a VBS buku a VK, KK dube. Náklady vynaložené na dosiahnutie 1 ha zabezpečenej kultúry buka boli v priemere o 10 % nižšie ako pri dube.

V porovnaní s ihličnatými drevinami boli rozdiely v nákladovej efektívnosti zaznamenané pri listnatých drevinách medzi testovanými postupmi umelej obnovy výraznejšie. Pri buku boli najnižšie náklady na založenie 1 ha zabezpečenej kultúry zaznamenané pri VBS, úspora nákladov oproti ostatným testovaným metódam dosiahla v porovnaní s VK 13 % a KK až 17 %. Vzhľadom na neúspech výsevov pri dube boli rozdiely zaznamenané medzi lacnejšou (VK) a drahšou (KK) metódou umelej obnovy menšie a nepresiahli 3 %. Na druhej strane, náklady súvisiace so založením a povýsadbovou starostlivosťou o kultúry javora a jaseňa prostredníctvom VK, KK, PS a VBS nie sú s ohľadom na neúspešné plnenie kritérií zabezpečenej kultúry konečné a nezahŕňajú ďalšie dodatočné náklady súvisiace s doplňovaním a vylepšovaním kultúr (Obr. 19).



Obrázok 19. Celkové náklady vynaložené na založenie zabezpečenej kultúry vybraných listnatých drevín založených sadbou a sejbou na experimentálnej ploche Husárik. Stĺpec označený krížikom v rámci každej kombinácie dreviny a testovaného postupu umelej obnovy označuje varianty nesplňajúce kritériá zabezpečenej kultúry (V prípade záujmu o podrobný popis kalkulácie nákladov pre každú kombináciu, tieto údaje sú k dispozícii u autorov článku)

ZÁVER

Výsledky získané počas hodnotenia kultúr vybraných drevín založených s využitím rôznych technológií umelej obnovy na experimentálnej ploche v rámci DORS Husárik poukázali na viaceré známe ale i nové skutočnosti.

Podľa očakávania sa v podmienkach experimentálnej plochy darilo najmä drevinám smrekovec a smrek, ktorých sadbový materiál a výsevy sa vyznačovali značnou vitalitou. Na druhej strane bol vývoj ostatných dvoch ihličnatých drevín, jedle a duglasky, omnoho pozvoľnejší a do značnej miery ovplyvnený negatívnym pôsobením zveri.

Obdobnú situáciu bolo možné pozorovať aj pri listnatých drevinách, kde sa však neočakávanou vitalitou prezentoval najmä dub, ktorého výška nadzemnej časti presiahla deväť rokov po vysadení 250 cm. Zatiaľ čo kultúry buka a duba v sledovanom období splnili kritériá zabezpečenej kultúry, vývoj jedincov javora a jaseňa bol poznačený výraznou stagnáciou, v dôsledku ktorej nepresiahla výška nadzemnej časti žijúcich jedincov hranicu 100 cm.

V podmienkach experimentálnej plochy sa ukázalo byť výhodnejšie použitie VK sadbového materiálu, ktorý sa v porovnaní s použitým KK sadbovým materiálom vyznačoval v čase výsadby väčšou vyspelosťou pri väčšine testovaných drevín. Najvýraznejší rozdiel medzi VK a KK sadbovým materiálom v procese adaptácie a odrastania na experimentálnej ploche bol zaznamenaný pri jedli.

V prípade výsevov bolo aj napriek menšej morfolologickej vyspelosti vyklíčených jedincov zaznamenané úspešné splnenie kritérií zabezpečenej kultúry pri VBS smrekovci, smreku a buku.

Výsledky spojené s úspešným založením kultúry duba sadbou VK a KK sadeníc, ako aj kultúr vybraných drevín metódou VBS v podmienkach DORS Husárik naznačujú, že v prípade umelej obnovy rozpadajúcich sa smrečín je možné v rámci lesníckej praxe uvažovať aj s menej konvenčnými opatreniami. Voľbou drevín počnúc a výberom zaľesňovacích metód končiac.

POĎAKOVANIE

Tento článok vznikol vďaka finančnej podpore Agentúry na podporu výskumu a vývoja MŠVVaŠ SR” projektu APVV-19-0601 “Rekonštrukcie nepôvodných smrečín zamerané na podporu druhovej a štruktúrnej diverzity lesa“ a podpore projektu TreeAdapt, financovaného z rozpočtovej kapitoly MPRV SR (prvok 08V0301).

POUŽITÁ LITERATÚRA

- BELKO M., TUČEKOVÁ A., LONGAUER R., LONGAUEROVÁ V., MAČEJOVSKÝ V., HORVÁT I. 2024: Research on an effective artificial regeneration method for selected commercially important coniferous tree species on a large sanitation cut site situated in the Javorníky Mts., Western Carpathians. *Journal of Forest Science*, XX: XX. DOI: 10.17221/1/2024-JFS.
- KONÔPKA J., KONÔPKA B. 2007: Development of wood salvage cuttings in Slovakia and its prognosis for wind, snow and ice by 2025. *Lesnícky Časopis–Forestry Journal* 53: 273-291.
- SITKOVÁ Z., ŠEBEŇ V. 2012: Demonštračný objekt Husárik – výskum premeny smrečín in situ. *Lesnícká práca*, 91(11-12): 24-25.
- TUČEKOVÁ, A. 2015. Rekonštrukcie smrečín na Kysuciach s použitím umelej obnovy sejbou a sadbou. Aktuálne výsledky umelej obnovy na demonštračnom objekte Husárik na Kysuciach. In: Bednárová D., Štefančík I. (eds.): Aktuálne problémy v zakladaní a pestovaní lesa. Zborník referátov. Liptovský Mikuláš, 5.–6. október 2015. Zvolen, Národné lesnícke centrum: 17–27.

Adresa autorov:

**Ing. Anna Tučková, PhD., Ing. Roman Longauer, CSc., Ing. Martin Belko, PhD.,
Ing. Valéria Longauerová, PhD., Ing. Vladimír Mačejovský, PhD., Ing. Elena Takáčová,
Ing. Slavomír Strmeň, Ing. Ivan Horvát**

Národné lesnícke centrum - Lesnícky výskumný ústav Zvolen

T. G. Masaryka 2175/22,

960 01 Zvolen

e-mail: tucekova57@gmail.com

roman.longauer@nlcsk.org

martin.belko@nlcsk.org

valeria.longauerova@nlcsk.org

vladimir.macejovsky@nlcsk.org

elena.takacova@nlcsk.org

slavomir.strmen@nlcsk.org

MOBILNÁ APLIKÁCIA PODPORUJÚCA SYNCHRONIZOVANÉ MAPOVANIE V LESNÍCKEJ PREVÁDZKE A VÝSKUME

Jerguš Rybár¹, Zuzana Sitková¹, Ivan Barka¹, Christo Nikolov¹, Ján Ferenčík²

¹Národné lesnícke centrum – Lesnícky výskumný ústav Zvolen

²Správa Tatranského národného parku, Tatranská Lomnica 14066, 059 60 Vysoké Tatry

ÚVOD

Súčasnú technickú vybavenie a dátové pokrytie územia Slovenska umožňuje lesníkom pracovať s priestorovými údajmi priamo v teréne prostredníctvom mobilných zariadení. Mobilné aplikácie geografických informačných systémov (GIS), vybavené vhodnými funkciami, zohrávajú kľúčovú úlohu pri zlepšovaní zberu údajov v teréne, zvyšovaní efektívnosti práce, zlepšovaní rozhodovania a uľahčovaní komunikácie a spolupráce aj v rámci lesného hospodárstva a lesníckeho výskumu. Zámerom príspevku je prezentovať možnosti využitia mobilnej mapovej aplikácie postavenej na platforme Mergin Maps, ktorá funguje na báze voľne dostupného a bezplatného GIS softvéru QGIS (<https://www.qgis.org/en/site/>) s otvoreným zdrojovým kódom (tzv. open-source). Aplikácia Mergin Maps umožňuje priamo v smartfóne otvárať, skúmať a editovať údaje v teréne so spätnou synchronizáciou do prostredia QGIS. Mobilnú aplikáciu a zdieľaný projekt (t.j. prostredie, ktoré umožňuje spoločnú prácu) môže súčasne v reálnom čase využívať neobmedzené množstvo pozvaných užívateľov alebo celé tímy výskumu či lesníckej prevádzky. Platforma Mergin Maps má potenciál úplne eliminovať časovo neefektívne prepisovanie či importy súradníc GPS do počítača alebo manuálne georeferencovanie údajov a automatizovať mnoho ďalších bežne zisťovaných atribútov lesného prostredia bez nutnej editácie papierových terénnych zápisníkov. Údaje, ktoré sa pri prieskume v teréne získajú a naeditujú, sa operatívne po synchronizácii zobrazia na mape v zariadení všetkých užívateľov a taktiež v zariadeniach operátorov (napr. centrálny PC). Rovnako parametre projektu a nastavenia mobilnej aplikácie je možné operatívne meniť, pričom po synchronizácii sa zmena okamžite premieta do všetkých zariadení (napr. zmena v štruktúre zisťovaných parametrov, vizualizácia rôznych mapových kompozícií a pod.). Pre následné spracovanie a analýzy je možné ich exportovať do širokej škály formátov, prípadne na zdieľanú databázu v reálnom čase aplikovať potrebné kontroly a analýzy prostredníctvom ďalších open-source analytických nástrojov. Platforma navyše podporuje externé geodetické prístroje (GNSS zariadenia), čo znamená, že môže slúžiť aj ako prostredie pre získavanie a manažment geopriestorových informácií s vysokou triedou presnosti.

APLIKÁCIA MERGIN MAPS VO VÝSKUME LESA

Mobilná GIS aplikácia Mergin Maps je aktuálne testovaná a využívaná aj v rámci projektu aplikovaného lesníckeho výskumu s názvom „Integrovaný lesnícko-ekologický výskum vzácných horských lesov v oblasti Tatier“ (akronym Forecall), zameraného na komplexnú sumarizáciu a vyhodnotenie dostupných údajov o prírodných procesoch súvi-

siacich s lesmi na území Vysokých Tatier. Ambíciou projektových aktivít je 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 deštrukčných povrchových procesoch prítomných v území podieľali faktory súvisiace so zmenou klímy a pokalamitným rozpadom lesa.

V roku 2022 sme v rámci projektu Forecall začali budovať projektový GIS s pracovným označením „TATRY FORECALL“. V súčasnej pracovnej verzii aplikácie sú dostupné najmä vektorové vrstvy dôležité pre projektové aktivity: sieť výskumných plôch – horských lesov (HL), typologických reprezentatívnych plôch (TRP), lesné porasty (JPRL), údaje lesnej hospodárskej evidencie (LHE) z rôznych období, hranice maloplošných a veľkoplošných chránených území (MCHÚ, VCHÚ), lesné cesty, chodníky, vodné toky, sieť meteorologických staníc NLC, SHMÚ a podobne. Podkladovou mapou povrchu je digitálny model terénu 5.0 (DMR 5.0) ako derivát leteckého laserového snímkovania z rokov 2018 – 2019. Podkladové rastre DMR 5.0 a ortofotomozaika sú zobrazované prostredníctvom online WMS služby v rozlíšení 1x1m a 0,25 x 0,25 m, poskytované Úradom geodézie, kartografie a katastra Slovenskej republiky (ÚGKK SR). Aplikácia Tatry Forecall obsahuje taktiež off-line podkladovú vrstvu tvorenú kompozíciou digitálneho modelu povrchu (DMP 1.0) a výškového modelu porastov v kolorizácii podobnej lesníckej porastovej mape. Táto podkladová vrstva indikuje jednak vyspelosť lesných porastov a priestorovú koncentráciu biomasy a taktiež vertikálnu a horizontálnu štruktúru krajiny pokrývky. V rámci vektorovej reprezentácie sme do projektovej aplikácie ako nástroj pre podporu rozhodovania zahrnuli polygónové vrstvy, znázorňujúce postup rozpadu lesných porastov vo viacročných intervaloch od roku 2005 do roku 2022 a vývoj zásob uhlíka v ročných intervaloch od roku 2007 do roku 2022 a ich simuláciu do roku 2026. Tieto vektorové vrstvy boli vytvorené len pre oblasť Bielowodskej a Javorovej doliny, ktoré sú hlavnou fokusovou oblasťou projektu Forecall. Pre tieto dve lokality bola do aplikácie integrovaná aj vektorová vrstva z mapovania povrchových erózných procesov v týchto dvoch dolinách.

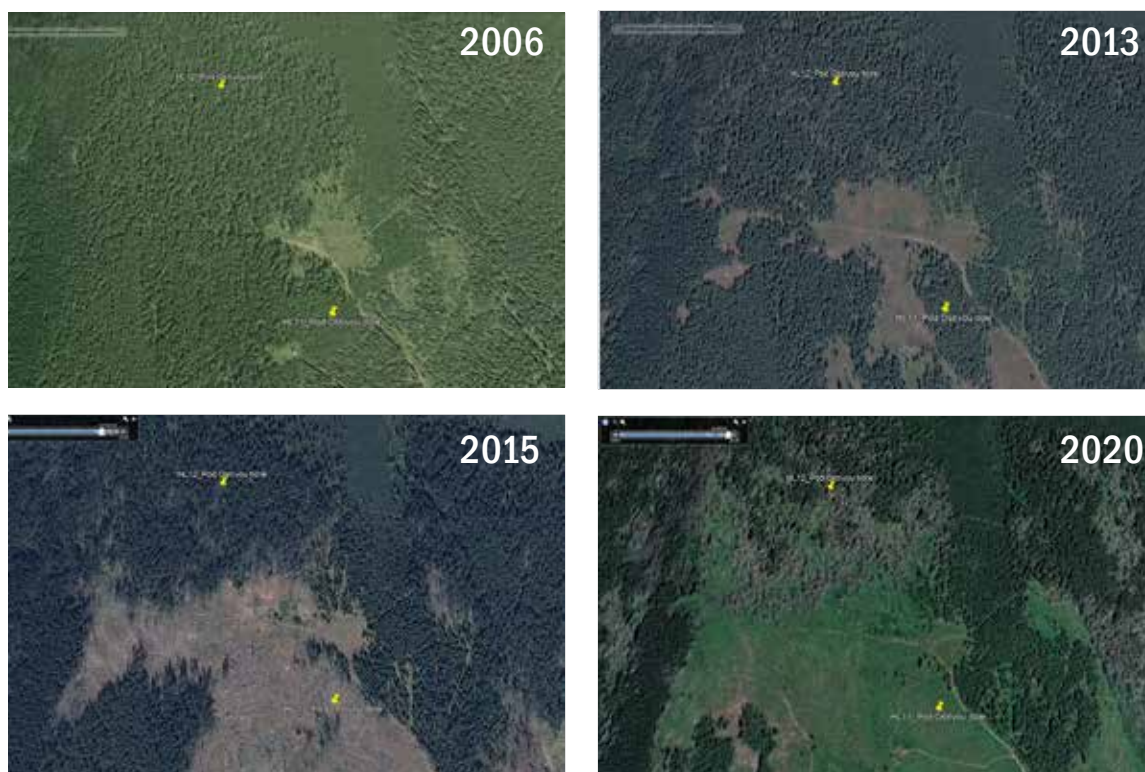
MAPOVANIE ROZPADU LESNÝCH PORASTOV

Mapovanie lesných porastov bolo realizované prostredníctvom dlhodobého manuálneho vyhodnocovania časového radu leteckých snímok z oblasti Vysokých Tatier a to s využitím vlastných personálnych kapacít (NIKOLOV et al. 2014, 2015; POTTERF et al. 2019), ale aj pracovníkmi ŠL TANAPu (od 1.4.2022 Správa TANAPu) (FERENČÍK a kol. 2015). Tento monitoring a výsledné digitálne mapové dielo sú vhodné na zhodnotenie dynamiky rozpadu lesa v dlhodobom kontexte. Prírastky rozpadávajúceho sa lesa a suchých jedincov, monitorované v oblasti Tatranskej Javoriny v rámci obdobia 2005 – 2022, dosiahli výmeru 766 hektárov, s najvyšším prírastkom v roku 2011 (Tab. 1). Pokalamitnú dynamiku vývoja a rozpadu lesných porastov na lokalite pod Ostrvou dokumentuje ukážka výberu leteckých snímok (Obr. 1). Všetky tieto dlhodobé a časo-zberné informácie môžu slúžiť na identifikáciu potenciálne odolných lokalít, prípadne v kontexte histórie

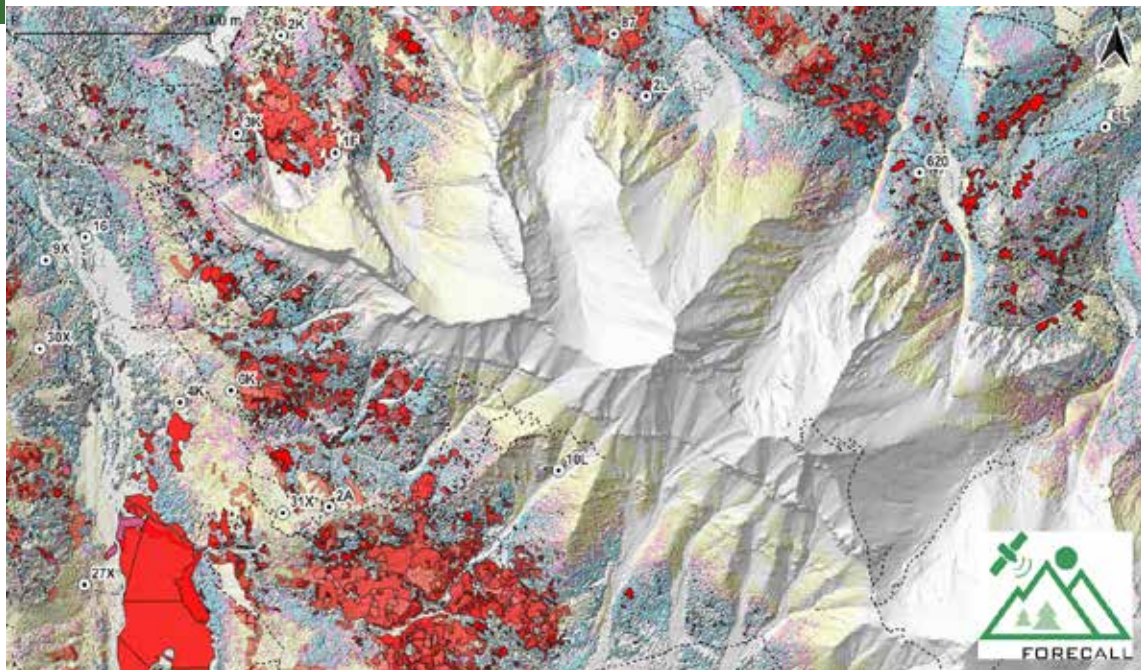
územia pomôžu objektívne vyhodnotiť dopady rôznych foriem manažmentu na stabilitu lesa (Obr. 2). Dlhodobý monitoring navyše môže byť realizovaný aj na báze vstupov grafickej LHE, ktorými disponuje lesnícka prevádzka. Za pomoci voľne dostupných softvérov (SW), podporujúcich synchronizované mapovanie, je tak možné postupným zberom geopriestorových údajov budovať vlastný systém pre podporu rozhodovania ako podklad pre objektívnu argumentáciu aj v prostredí bežnej lesníckej prevádzky.

Tabuľka 1. Výmera poškodených a odumretých porastov (suchých stromov) v oblasti Tatranskej Javoriny podľa údajov z leteckého snímkovania v rokoch 2005 až 2022

Snímka_rok	2005	2007	2008	2011	2013	2015	2019	2022	Spolu ha
Výmera plôch so suchármi (ha)	6,6	152,6	34,1	187,4	91,8	126,9	44,3	122,0	765,7



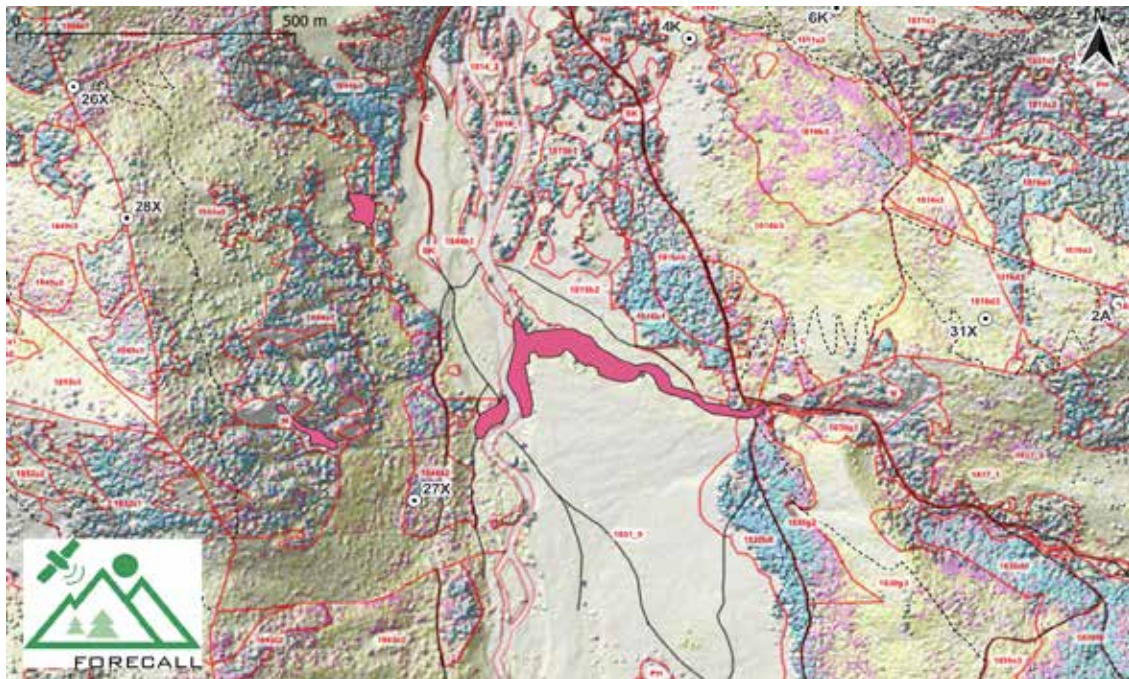
Obrázok 1. Ukážka časových zmien a dynamiky vývoja lesných porastov na lokalite pod Ostrvou (Vysoké Tatry) na základe výberu leteckých snímok pre roky 2006, 2013, 2015 a 2020 (zdroj vstupných dát NLC a ÚGKK SR)



Obrázok 2. Územie Belianskych Tatier so znázornením rozpadu lesa. Odtieň červenej znázorňuje časový gradient od starších udalostí (bledšie farby) po súčasné disturbance (plné farby). Podkladová vrstva je kombináciou digitálneho modelu povrchu a kolorizovaného digitálneho výškového modelu lesa (zdroj vstupných dát NLC a ÚGKK SR)

MAPOVANIE ERÓZNYCH PROCESOV

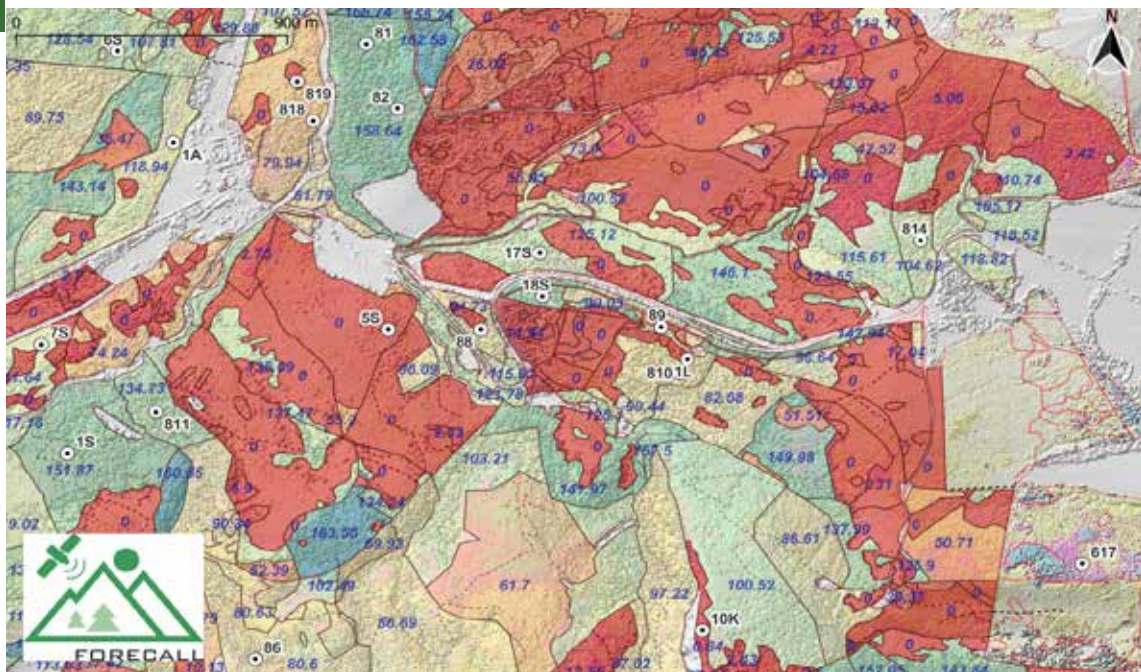
V oblasti Bielovodskej a Javorovej doliny boli realizované viaceré kampane na zber geopriestorových údajov o pôdnej erózii, ktorej dynamika je sledovaná ako ukazovateľ kvality poskytovaných ekosystémových služieb. Exaktné údaje o výmere a ostatné atribúty (sklon, expozícia, potenciál pre rozširovanie) vzniknutých zosuvov je rovnako možné integrovať do prostredia GIS mobilnej aplikácie, ktorá sa navyše dá obohatiť o možnosť aktualizácie stavu (Obr. 3). Takýto monitoring zlepšuje hodnotenie kvality manažmentu územia a pokiaľ sú tieto údaje získavané s dostatočnou mierou kvality, môže ísť aj o cenný zdroj dát, využiteľných v hydrologickom a ekologickom výskume územia, ako aj pri nastavení manažmentových stratégií. Kauzalitu takýchto negatívnych javov je možné vysvetliť jedine po prepojení dát z dlhodobého monitoringu viacerých potenciálne kauzálnych faktorov (zrážkové extrémny, odtok z územia, vitalita lesných porastov, disturbance,...). V rámci projektu Forecall boli v rámci projektovej GIS aplikácie zosummarizované a prehľadnou dostupnou formou archivované už dostupné geopriestorové údaje o erózii, pričom táto platforma ďalej umožňuje záujemcom aktualizáciu a ďalší zber údajov. Rovnako ako v prípade monitoringu rozpadu lesných porastov, aj údaje o erózii predstavujú príspevok k objektívnej argumentácii a sprecízneniu postupov v rámci rôznych prevádzkových situácií.



Obrázok 3. Mapová kompozícia v aplikácii Mergin Maps v rámci projektového GIS Forecall. Podkladovou mapou je digitálny výškový model lesa s kolorizáciou podobnou porastovej mape. Biele body predstavujú lokalizáciu typologických reprezentatívnych plôch, ružová plocha znázorňuje erodované územie. V kompozícii sú taktiež hranice JPRL, chodníky a cesty (zdroj vstupných dát NLC a ÚGKK SR)

VIZUALIZÁCIA VÝSTUPOV ZO SIMULÁCIE VÝVOJA ZÁSOb UHLÍKA

Ako ďalší nástroj pre podporu rozhodovania v území, s potenciálom využitia v rámci lesníctva a manažmentu krajiny, sme do projektovej GIS aplikácie zahrnuli aj výstupy „uhlíkovej kalkulačky“ - zjednodušeného kalkulátora pre výpočet zmien v zásobe uhlíka v živej biomase lesných porastov. Kalkulátor na úrovni JPRL, a tým zároveň v priestore, rekonštruje zásoby uhlíka z dostupných údajov PSL a LHE a s pomocou rastových tabuliek simuluje ich predpokladaný vývoj v blízkej budúcnosti. Výpočet zásoby uhlíka a jej zmien je v kalkulátore postavený na prepočte zásob, prírastkov a úbytkov objemu drevnej hmoty na hmotnosť uhlíka v nej viazaného. Údaje o jednotlivých drevinách v poraste – ich strednej hrúbke, výške a veku – sú s využitím zakmenenia porastu pomocou matematických vzťahov (tzv. alometrických rovníc) a rastových tabuliek prepočítané najskôr na zmeny zásob drevnej hmoty a následne pomocou konverzných faktorov prevedené na hmotnosť zásob a zmien uhlíka v biomase stromov. Výstupom kalkulátora je hmotnosť viazaného uhlíka (t) obsiahnutého v biomase porastu, pričom pre lepšie porovnanie jednotlivých porastov sú údaje prepočítané na 1 ha. Výsledné mapové vrstvy zásob uhlíka a ich zmien pre oblasť Bielovodskej doliny sú obsiahnuté v aplikácii Tatry Forecall (Obr. 4).



Obrázok 4. Zásoby uhlíka viazaného v lesných porastoch oblasti Bielovodskej doliny v aplikácii Tatry Forecall. Modrou farbou je znázornený obsah uhlíka v biomase v t/ha v danej JPRL. Farebná škála od červenej k modrej ilustruje gradient od nízkych k vysokým zásobám (zdroj vstupných dát NLC a ÚGKK SR)

Vzhľadom na dostupné zdroje vstupných údajov tak môže byť integrácia podobných mapových vrstiev do mobilných GIS aplikácií hodnotným nástrojom pri bilancii a diskusii o očakávanom vývoji plnenia ekosystémových služieb. Práve problematika zásob uhlíka v lesných ekosystémoch a ich dynamika v čase (sekvestrácia vs. emisia) totiž môže byť po vzore niektorých krajín určujúcou pri financovaní lesnícko-environmentálnych služieb. Dostupnosť a možnosť vizualizácie, prípadne aj sumarizovania z geopriestorových vrstiev tak môžu v blízkej budúcnosti predstavovať užitočný nástroj aj pre praktické lesníctvo.

MOŽNOSŤ AUTOMATIZÁCIE ZBERU GEOPRIESTOROVÝCH DÁT NA PLATFORME MERGIN MAPS

Okrem flexibilnej vizualizácie poskytuje platforma Mergin Maps možnosti základnej aj pokročilej mapovej algebry a integráciu ľubovoľných modelov priamo do projektu a mobilného zariadenia. Jediným obmedzením je výpočtová kapacita mobilného zariadenia. Ako príklad takéhoto automatizovaného zberu údajov môžeme uviesť automatické ukladanie polohových a časových údajov o priestorových objektoch alebo integráciu vzorkovania rastrov, umožňujúcu automatické odčítanie údajov o nadmorskej výške, sklone, expozícii, indexe členitosti reliéfu, výške stromu alebo lesného porastu, prípadne hektárovej zásobe. Rovnako hierarchickým prepojením vektorových vrstiev je možné automaticky odčítať údaje o výskumnej ploche alebo JPRL (označenie, obhospodarovanie, vlastníctvo, IDPS, vek atď.) údaje o lesnom type, pôdnom type, klimatických ukazovateľoch a pod. Limitom je v tomto prípade presnosť GNSS snímača zariadenia a počet

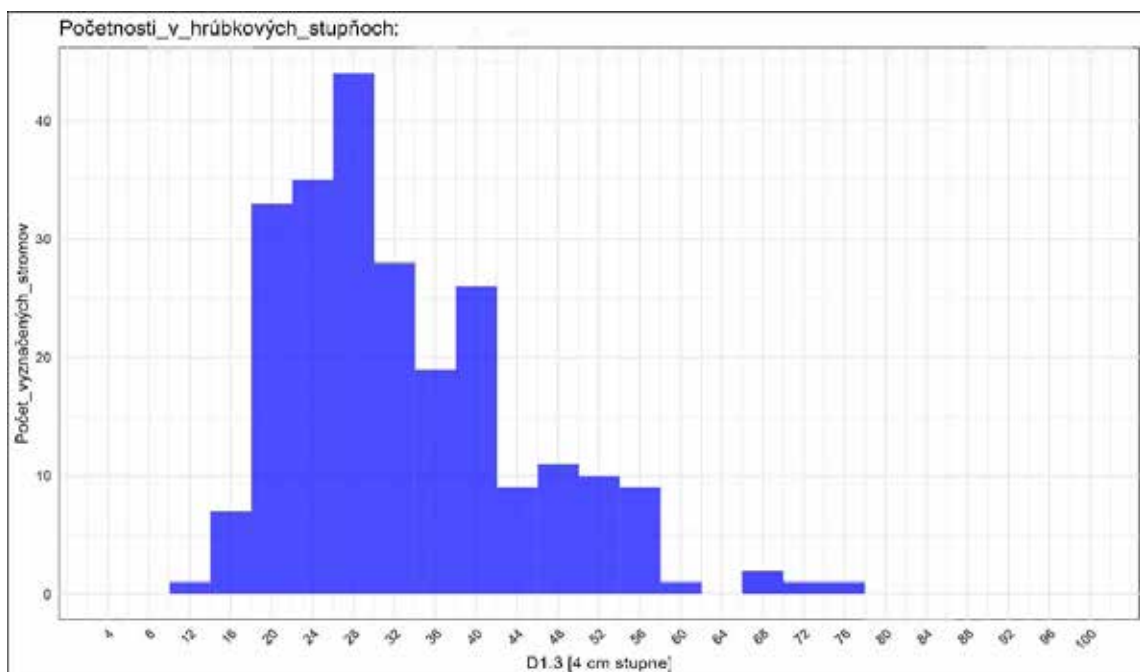
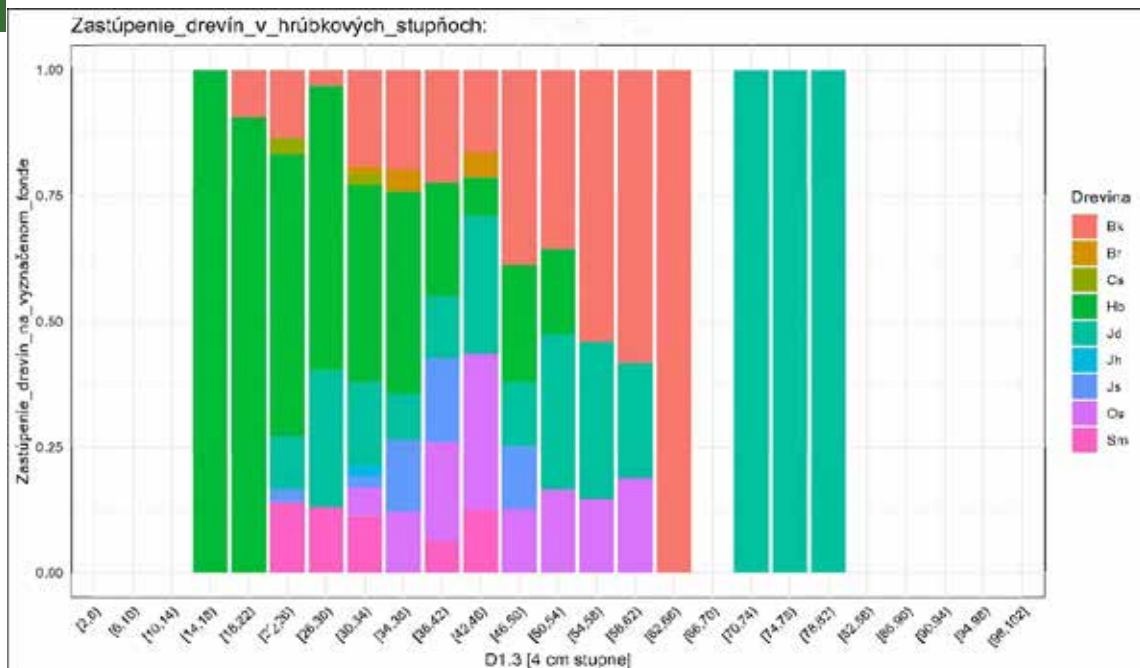
vrstiev integrovaných v aplikácii. Uložením bodu, polygónu alebo línie sa tak okrem základných údajov (výmera, súradnice, čas, dĺžka, obvod) automatizovane odčítajú rôzne ďalšie atribúty, ktoré boli doposiaľ práce zisťované v teréne. Ušetrený čas je tak možné využiť buď na zvýšenie intenzity zisťovania (zahustenie stanovísk) alebo pridanie ďalších atribútov pre komplexnejší prieskum. Pre nastavenie týchto funkcionalít v samotnej aplikácii je potrebné ovládať základy práce s voľne dostupným softvérom Qgis (dostupné aj v slovenskej verzii), pričom všetky návody pre nastavenie konkrétnych funkcionalít aplikácie sú dostupné v dokumentácii Mergin Maps (<https://merginmaps.com/docs/>).

ČIASTKOVÉ SPRACOVANIE DÁT PRIAMO V TERÉNE

Všetky predchádzajúce funkcionality sú do mobilnej aplikácie integrované prostredníctvom jednoduchých príkazov, editovaných v prostredí voľne dostupného SW Qgis. Príkazový riadok, podporujúci viaceré programovacie jazyky, okrem jednoduchých funkcií umožňuje aj integráciu zložitejších modelov. Ako príklad uvedieme integrovanie objemových rovníc lesných drevín priamo do aplikácie, kedy je možné sa v zlomku sekundy dopracovať k stromovým charakteristikám od objemu hrubiny bez kôry až po stromový biomasu vrátane koreňov a listov, alebo zásobu uhlíka stromu v kg. Pri kombinácii tejto funkcie s čítaním výškového rastra a externou GNSS anténou môže byť zisťovanie údajov o biomase jedincov veľmi rýchle a efektívne. Medzi ďalšie užitočné funkcionality zamerané na čiastkové spracovanie vstupov môžeme zaradiť taktiež možnosť sumarizovať informácie v rámci rôznych vopred zadefinovaných skupín (napr. JPRL, výskumná plocha, deň, drevina,...). Zberač dát má tak priamo v teréne okamžite dostupné údaje, ktoré doposiaľ sumarizoval až v rámci kancelárskych prác.

PREPOJENIE ZDIELANEJ DATABÁZY S POKROČILÝMI ANALYTICKÝMI NÁSTROJMI

Synchronizované mapovanie prostredníctvom platformy Mergin Maps funguje na báze geopriestorového cloudu, pričom každé zariadenie vykonáva zmeny v zdieľanej databáze prostredníctvom unikátneho indexovania (fid), ktoré zabezpečuje hierarchiu prepisovania vlastností súborov. Základným formátom je *geopackage* súbor (s príponou „gpkg“) na báze SQL, ktorý je v zariadení operátora možné prepojiť s ďalšími nástrojmi na spracovanie dát (napr. štatistický balík *R*, či programovací jazyk *Python*). V reálnom čase je tak možné na nazbierané údaje aplikovať takmer neobmedzenú škálu analytických a vizualizačných nástrojov. Ako príklad uvedieme pestovnú analytiku výchovného zásahu, ktorého ťažbový fond bol zisťovaný prostredníctvom projektu na platforme Mergin Maps (Obr. 4). Zberači údajov v teréne majú tak ihneď k dispozícii sumárne údaje o ťažbovom fonde, spolu s priestorovým rozmiestnením sily zásahu a kvalitatívnou inventarizáciou, pričom operátor (napr. technik) má navyše k dispozícii podrobnú analýzu charakteru zásahu (vizualizácia rozdelenia početnosti po hrúbkových stupňoch ťažbového fondu), alebo rozdelenie a sumárne objemy vysokokvalitných jedincov v rámci hrúbkového rozptätia. Takto precízny prístup s vysokou informačnou hodnotou, navyše za použitia synchronizovaného mapovania, prináša časovú úsporu oproti štandardným postupom plánovania realizácie ťažby.



Obrázok 4. Vizualizovaný výstup zo štatistického balíka R, zameraný na pestovnú analytiku prebierkového zásahu (zastúpenie drevín v hrúbkových stupňoch podružného porastu - hore, histogram početností v hrúbkových stupňoch podružného porastu - dole). Vstupom sú terénne záznamy zozbierané prostredníctvom špecializovaného projektu v rámci aplikácie Mergin Maps

Ďalším príkladom využitia tohto nástroja je podniková alebo prevádzková inventarizácia, prípadne stály prieskum lesa, ako metódy ktoré sú osobitne vhodné pre dlhodobý objektívny monitoring vopred zadefinovanej škály ukazovateľov stavu lesných ekosys-

témov. Prevádzková inventarizácia prostredníctvom synchronizácie mapovania a zberu ďalších atribútov lesa je zvládnuiteľná aj pre menej špecializovaný personál po základnom školení. Okrem už spomínaných výhod spojených s operatívnym spracovaním a vizualizáciou údajov, pomocou príkazov je možné pripraviť GIS-om podporený digitálny zápisník na mieru zadáním predvolených hodnôt, alebo logických kontrol, ktoré eliminujú chybovosť a usmernia mapovateľa/hodnotiteľa. Opakovaná inventarizácia po integrácii údajov z posledného cyklu pri využití tejto platformy zjednoduší prácu prostredníctvom navádzania na inventarizačné plochy až k jednotlivým jedincom, ktorých meranie je potrebné opakovať. Číselné a grafické výstupy sú po synchronizácii údajov zo všetkých inventarizačných plôch záležitosťou niekoľkých minút a to aj v prípade pokročilejších inventarizačných dizajnov (dvojstupňový, stratifikovaný výber,...). Z časového hľadiska je však aj pri využití týchto prostriedkov dôležitá dôsledná počítačová príprava projektu (mobilnej aplikácie) a dizajnu samotnej inventarizácie/prieskumu.

V samotnej bežnej prevádzkovej praxi je možné aplikovať personalizované projekty či už za účelom bežného zberu priestorových údajov (napr. taxácia, prieskumy KZSL, mapovanie biotopov, zber údajov pre vedenie grafickej LHE,...) ale aj komplexnejšie riešenia zamerané na zefektívnenie práce a priebežnej kontroly dodávateľov. Platforma Mergin Maps umožňuje vytváranie interaktívnych geoinformačných systémov, prostredníctvom ktorých môžu mať vykonávatelia ťažby k dispozícii vizualizáciu pozície vyznačených stromov, chrobačiarov, alebo plôch so sústredenou náhodnou ťažbou, rovnako aj napr. siete dočasných, trvalých alebo plánovaných približovacích liniek, ktoré nie sú súčasťou porastových máp. Takéto kompozície následne výrazne zjednodušujú plánovanie postupu ťažby pre samotného vykonávateľa, pričom v závislosti od účelu je možné doplniť aj ďalšie funkcionality (napr. výpočet objemu stromu, klasifikácia stromov, ktoré je potrebné spíliť motomanuálne z dôvodu ich umiestnenia mimo dosahu ramena konkrétneho harvestora,...). Široké možnosti využitia sú aj v oblasti ostatných činností v rámci lesného hospodárstva, akou je pestovná činnosť alebo realizácia opatrení na ochranu lesa. V tomto prípade je možné napr. využiť platformu na interaktívnu komunikáciu a zdieľanie priestorových údajov medzi zadávateľom (OLH) a vykonávateľom týchto činností, pričom je možné aj pridelenie práv na zmenu stavu objektu (polygónu - napr. holiny) z plánovaného na vykonané alebo prebraté. Všetky zmeny, ako pridanie nových plôch na úpravu po ťažbe, alebo doznačenie nových chrobačiarov si realizátori činností jednoducho zobrazia pred každou smenou prostredníctvom synchronizácie. Do vizualizácií projektov môžu byť zapracované aj výstupy hodnotenia dynamiky vývoja škodlivých činiteľov, predbežné mapovanie a stanovovanie rozsahu náhodných ťažieb, analýza na základe priestorových údajov o identifikovaných chrobačiaroch, dynamika rozpadu lesných porastov a iné. K dosiahnutiu takýchto výstupov však musia byť dostupné časové rady kvalitných údajov pôvodom z diaľkového prieskumu zeme (DPZ), napríklad ortofotosnímky, spektrálne snímky, LiDAR, alebo taktiež kvalitná elektronicky vedená grafická LHE.

ZÁVER

Príspevok sumarizuje základné možnosti využitia voľne dostupnej mobilnej GIS aplikácie na platforme Mergin Maps v oblasti lesníckeho výskumu a praxe. Na príklade

projektu aplikovaného výskumu Forecall sme predstavili využitie mobilnej GIS aplikácie pri zakladaní výskumných plôch, mapovaní rozpadu lesných porastov, erózných povrchových foriem a zásob uhlíka viazaného v drevnej hmote.

Táto konkrétna aplikácia využíva funkcie platformy Mergin Maps, ako sú možnosť automatizácie zberu geopriestorových dát, čiastkové spracovanie dát priamo v teréne a následné prepojenie zdieľanej databázy s pokročilými analytickými nástrojmi. Ďalším príkladom využitia tohto nástroja je podniková alebo prevádzková inventarizácia, prípadne stály prieskum lesa a iné metódy objektívneho monitoringu lesných ekosystémov. Mobilné GIS aplikácie tak môžu zohrávať kľúčovú úlohu pri zlepšovaní zberu údajov v teréne, zvyšovaní efektívnosti práce, zlepšovaní rozhodovania a uľahčovaní komunikácie a spolupráce v rámci lesného hospodárstva a lesníckeho výskumu. Limitujúcimi faktormi využitia týchto prístupov sú tak najmä dostupnosť relevantných priestorových údajov, schopnosť pracovať s GIS softvérom a taktiež limity hardvéru. Pri plánovaní tvorby personalizovaného GIS pre rôzne záujmové územia sú však už dnes voľne dostupné mnohé mapové vrstvy, vrátane aktuálnych jednotiek priestorového rozdelenia lesa (JPRL), opisu porastov a záznamov LHE (<https://data.slovensko.sk/datasets>) digitálnych modelov (povrchu, terénu) a ortofoto snímok (<https://zbgis.sk/geodesy.sk>), katastrálne operáty (<https://ako.vugk.sk>) a iné. Zobrazovacie webové mapové služby (WMS) ďalej poskytujú široké spektrum online podkladových máp, vrátane vysoko špecializovaných vrstiev (lesné pôdy, HSLT, LiDAR). Okrem týchto voľne dostupných vrstiev sú pre rôzne územia spravované aj rôzne špecializované databázy, ktorých dostupnosť môže byť obmedzená, alebo možná len na špeciálne účely (napr. lokality výskytu chránených druhov, pozícia výskumných plôch atď.). V rámci rôznych špecializovaných projektov však je možné vzájomné zdieľanie obojstranne využiteľných priestorových údajov. Okrem toho, súčasné technológie umožňujú aj relatívne rýchly dodávateľsky realizovaný zber priestorových údajov o pomerne veľkých územiach (LiDAR, spektrálne snímky, ortofoto snímky) ktorých deriváty môžu byť taktiež integrované do projektov a vizualizácií v rámci platformy Mergin Maps.

S cieľom poskytnúť lesníckej prevádzke aj ďalšie informácie o praktickom využití platformy Mergin maps uvádzame, že okrem projektu „Integrovaný lesnícko-ekologický výskum vzácnych horských lesov v oblasti Tatier“ (Forecall) bola táto platforma už experimentálne testovaná aj v súkromnom sektore LH pri realizácii všetkých druhov ťažieb (okrem mimoriadnej) aj za pomoci harvesterovej technológie. Operátor mal aplikáciu priamo vo svojom telefóne, kde mu bola nainštalovaná v rámci preberania pracoviska pred samotnou ťažbou. Operátor tak mal k dispozícii kompozíciu mapových vrstiev ktorú si sám po dohode s OLH navolil, najčastejšie priebeh liniek (farebne rozlíšené podľa toho či boli existujúce alebo len plánované) a pozíciu vyznačených stromov (s ofarbením podľa druhu dreviny a veľkosťou bodu podľa D1.3) taktiež polygóny so sústredenou náhodnou ťažbou. Ako podklad bol zvolený digitálny výškový model lesa a hranice JPRL. Zo spätnej väzby všetkých zapojených subjektov vyplynulo zvýšenie efektivity práce z dôvodu jednoduchšieho plánovania postupu ťažby a eliminácie prestojov z dôvodu hľadania vyznačených stromov (napr. pri roztrúsenej kalamite). Tieto mapové kompozície boli tak-

tiež využité pri plánovaní zapojenia kombinovaných technológií (napr. harvestorová manipulácia a motomanuálne spiľovanie) a to vykreslením dosahu ramena konkrétneho harvestora okolo liniek. Okrem využitia platformy pri realizácii ťažby, podobným spôsobom je v súkromnom sektore LH táto platforma experimentálne testovaná aj v rámci pestovnej činnosti a pri ochrane lesa, kde vykonávateľ má prístup k mapovým kompozíciám s polygónmi plánovaných činností (napr. zalesňovanie, dopĺňanie, výstavba oplôtku a pod.) Zároveň má sprístupnenú možnosť meniť stav polygónu (napr. z plánovaného na vykonané, OLH následne na prebraté a pod.).

Rovnako ako aj v prípade aplikácie riešenia vo výskume, aj pri prakticky zameranom využití je nevyhnutným krokom vytvorenie geoinformačného rozhrania s prvkami personalizácie, ktorá pozostáva zo zadefinovania požiadaviek a funkcionalít zo strany užívateľov (napr. OLH, obhospodarovateľ, vyhotoviteľ PSL, dodávateľ služieb), získania a spracovania najrôznejších druhov podkladových vrstiev. Postup tvorby personalizovaného GIS-u by mal vo všeobecnosti pozostávať z definovania cieľov (zobrazovanie, zber údajov, archivácia údajov, komunikácia s vykonávateľmi prác, alebo aj multifunkčnosť). Ďalším krokom je stanovenie základných rámcov na jeho spoľahlivosť (presnosť využitých vrstiev, nastavenie limitov na presnosť zbieraných geopriestorových údajov), voľba vhodných voľne dostupných mapových vrstiev, nastavenie vlastností terénnych zápisníkov a vrstiev ktoré budú vytvárané, testovanie, oprava chýb a samotné zavádzanie do praxe. Napriek tomu že zvládnutie tohto postupu si vyžaduje určitú skúsenosť s prácou v GIS, ku všetkým súvisiacim postupom je možné už dnes vyhľadávať relevantné postupy z voľne dostupných online zdrojov. S nástupom umelej inteligencie okrem toho pribudla aj možnosť využitia týchto nástrojov ako efektívnej pomôcky pri riešení náročnejších úloh, najmä čo sa týka zadefinovania konkrétnych krokov a postupov na dosiahnutie žiadaných výsledkov v danom softvérovom prostredí. V rámci rozširujúceho sa spektra možností využitia popisovanej platformy je však popri ďalších riešených úlohách plánovaná aj tvorba jednoduchých návodov pre základné aplikácie tejto platformy v praktickom lesnom hospodárstve. Postupným zapracovávaním funkcionalít a rozširovaním informačnej bázy sa výsledné dielo dá následne efektívne využívať jednak pri podpore rôznorodých argumentácií v rámci obhajoby vykonaných činností, ako aj pre veľmi precízne plánovanie ďalších opatrení.

POĎAKOVANIE

Práca bola financovaná z prostriedkov Agentúry na podporu výskumu a vývoja na základe zmlúv č. APVV-20-0365 a APVV-20-0215. Výskum bol podporený aj z projektu Adaptačný potenciál drevín pri príprave lesov Slovenska na zmenu klímy (TreeAdapt), financovaného MPRV SR (prvok 08V0301). Poďakovanie za spoluprácu patrí aj členom riešiteľského kolektívu projektu Forecall (APVV-20-0365).

POUŽITÁ LITERATÚRA

FERENČÍK, J., HAVAŠOVÁ, M., NIKOLOV, CH., 2015. Využitie leteckých a satelitných snímok pri mapovaní poškodenia lesných porastov v TANAPe. Štúdie o Tatranskom národnom parku, 11 (44), 321–330.

NIKOLOV, C., FERENČÍK, J., GALKO, J., GUBKA, A., HAVAŠOVÁ, M., KUNCA, A.,

- VAKULA, J., ZÚBRIK, M., 2015. Distribúcia poškodenia porastov lykožrútom smrekovým vo vzdialenosti od ponechanej vetrovej kalamity v TANAP-e. In Aktuálne problémy v ochrane lesa 2015 : zborník referátov z 24. ročníka medzinárodnej konferencie, ktorá sa konala 29. a 30. januára 2015 v Novom Smokovci. Národné lesnícke centrum, 2015, s. 1–6.
- NIKOLOV, C., KONÔPKA, B., KAJBA, M., GALKO, J., KUNCA, A., JANSKÝ, L., 2014. Post-disaster forest management and bark beetle outbreak in Tatra National Park. Slovakia. Mountain Research and Development, 34(4), 326–335. <https://doi.org/10.1659/MRD-JOURNAL-D-13-00017.1>.
- POTTERF, M., NIKOLOV, CH., KOČICKÁ, E., FERENČÍK, J., MEZEI, P., JAKUŠ, R., 2019. Landscape-level spread of beetle infestations from windthrown-and beetle-killed trees in the non-intervention zone of the Tatra National Park, Slovakia (Central Europe). Forest ecology and management 432, 489–500. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2018.09.050>



Adresa autorov:

Ing. et Ing. Jerguš Rybár, Ing. Zuzana Sitková, PhD., Mgr. Ivan Barka, PhD., Ing. Christo Nikolov, PhD., Ing. Ján Ferenčík

Národné lesnícke centrum - Lesnícky výskumný ústav Zvolen

T. G. Masaryka 2175/22,

960 01 Zvolen

e-mail: jergus.rybar@nlcsk.org

zuzana.sitkova@nlcsk.org

MOŽNOSTI ODSTRAŇOVANIA INVÁZNYCH NEPÔVODNÝCH DRUHOV PAJASEŇ ŽLIAZKATÝ A JAVOROVEC JASEŇOLISTÝ

Valéria Longauerová, Andrej Kunca, Radovan Hladký, Maroš Sedliak, Katarína Sujová

Národné lesnícke centrum – Lesnícky výskumný ústav Zvolen

ÚVOD

Najrozšírenejšie invázne nepôvodné druhy drevín na našom území sú pajaseň žliazkatý *Ailanthus altissima* a javorovec jaseňolistý *Negundo aceroides*. Obidva druhy majú negatívny vplyv ako na prírodu, tak aj na ľudské aktivity. Rozširujú sa v mnohých ochranársky cenných územiach, kde sú považované za jeden z najproblematickejších druhov. V mestách narúšajú stavby a dopravnú infraštruktúru vplyvom prerastania koreňov, dochádza k zvýšeným nákladom na údržbu zelene s náletmi pajaseňa, zarastaniu a narušovaniu spevnených plôch a múrov. Predstavujú aj zdravotné riziko pre ľudí a zvieratá.

Problematicku inváznych druhov rastlín, povinnosti vlastníkov, správcov a nájomcov pozemkov vo vzťahu k ich odstraňovaniu, systému prevencie a monitoringu upravuje zákon č. 150/2019 Z. z. o prevencii a manažmente šírenia inváznych nepôvodných druhov a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov (zákon č. 150/2019 Z. z.). Implementuje Nariadenie Európskeho parlamentu a Rady EÚ č. 1143/2014 z 22. októbra 2014 o prevencii a manažmente introdukcie a šírenia inváznych nepôvodných druhov.

Je zakázané ich držať, prepravovať, dovážať, pestovať, rozmnožovať, obchodovať s nimi. Vlastník, správca alebo užívateľ pozemku je povinný sa starať o pozemok tak, aby nedochádzalo k rozšíreniu týchto druhov na jeho pozemku a v prípade výskytu inváznych druhov je povinný ich odstraňovať.

Podľa § 3 ods. 2 zákona č. 150/2019 Z. z. „Vlastník alebo správca pozemku sú povinní za podmienok a spôsobom, ktoré ustanoví ministerstvo vykonávacím predpisom, odstraňovať zo svojho pozemku invázne nepôvodné druhy uvedené v národnom zozname alebo v zozname Európskej únie okrem druhov podľa odsekov 3 a 4 a starať sa o pozemok tak, aby sa zamedzilo ich šíreniu; ak je pozemok v užívaní inej osoby, ako je vlastník alebo správca pozemku, tieto povinnosti má užívateľ pozemku. **Ak ide o výskyt inváznych nepôvodných druhov rastlín uvedených v národnom zozname alebo v zozname Európskej únie na lesných pozemkoch, povinnosti podľa prvej vety plní obhospodarovateľ lesa pri činnostiach vykonávaných v rámci bežného hospodárenia v lesoch²⁰) a pri činnostiach vykonávaných v rámci plnenia opatrení určených akčným plánom (§ 6 ods. 1).“**

Okrem toho, podľa § 6 ods. 4. zákona č. 150/2019 Z. z. - Na plnenie opatrení určených akčným plánom možno v súlade s osobitným predpisom³⁸⁾ poskytnúť finančné prostriedky za podmienok ustanovených osobitnými predpismi.³⁹⁾ **Opatrenia určené akčným plánom vo vzťahu k inváznym nepôvodným druhom rastlín, ktoré sa majú uplatňovať na lesných pozemkoch, sa navrhujú a vykonávajú v rozsahu, v akom možno zabezpečiť ich financovanie podľa prvej vety.**

Vyhláška Ministerstva životného prostredia (MŽP SR) č. 450/2019 Z. z., ktorou sa ustanovujú podmienky a spôsoby odstraňovania invázných nepôvodných druhov § 2 odsek 1 Podmienky a spôsoby odstraňovania invázných nepôvodných druhov rastlín vzbudzujúcich obavy Európskej únie a invázných nepôvodných druhov rastlín vzbudzujúcich obavy SR sú uvedené v prílohe č. 2. odsek 2. Odstraňovanie invázných nepôvodných druhov rastlín podľa odseku 1 zahŕňa aj nakladanie s biomasou z takto odstránených invázných nepôvodných druhov rastlín. Spôsoby nakladania s biomasou podľa prvej vety sú uvedené v prílohe č. 3.

PROBLEMATIKA

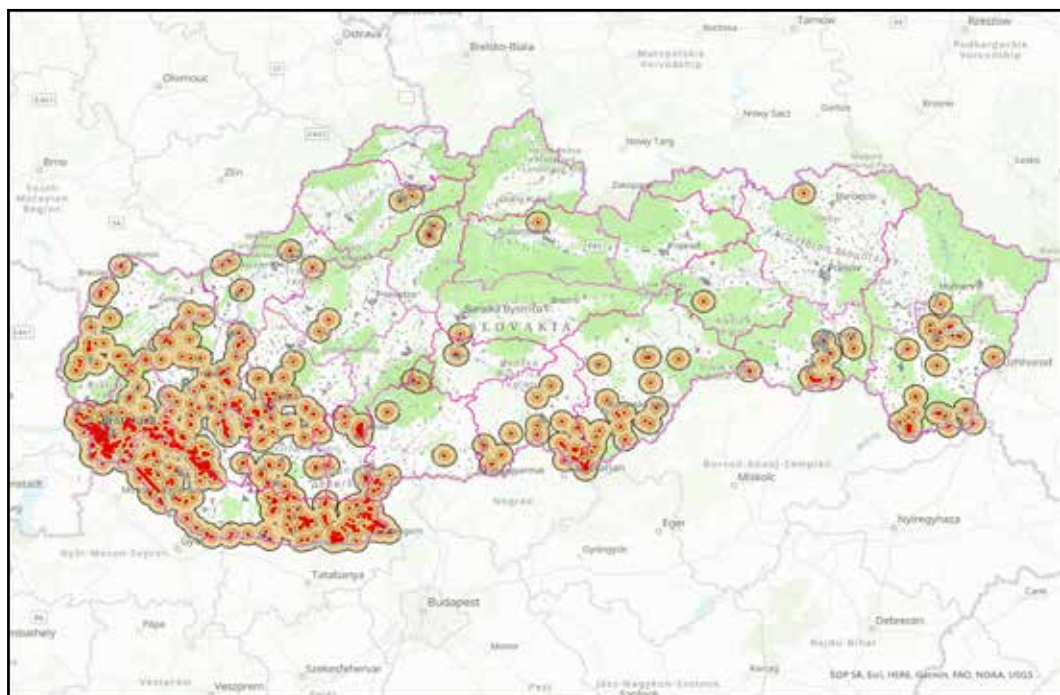
Pajaseň žliazkatý — *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle 1916. Ako agresívny invázny druh sa šíri ako vo svojej domovine (Čína), tak na všetkých kontinentoch okrem Antarktídy od mierneho pásma po Mediterán. V sekundárnom areáli je najhojnejšia v submediteránnej a mediteránnej zóne. Vyhovuje mu dlhá a teplá vegetačná sezóna, pravidelné zimné mrazy a ročné zrážky >500 mm. Rastie najčastejšie v urbanizovanej krajine a pozdĺž dopravných koridorov, ale môže tiež invadovať prirodzené biotopy. Smerom na sever sa obmedzuje výhradne na mestské prostredie, kde využíva dlhšiu vegetačnú sezónu a miernejšie mrazy vo vnútri mestskej teplejšej mikroklimy.

Na našom území je známy hlavne z intravilánov miest a obcí na južnom Slovensku, často sa vyskytuje v parkoch a alejách. V teplejších oblastiach SR má vďaka svojmu rýchlemu rastu tendenciu presadiť sa ako dominantný druh príslušného biotopu. Už v 50-tych rokoch minulého storočia boli umelé porasty tohto druhu vysadené na menších plochách na Podunajsku. Najbohatší výskyt na Slovensku bol zaznamenaný v oblasti od Bratislavy po Šamorín (miestami až 50 % zastúpenie v lesných porastoch). Na území Žitného ostrova a pravej strane Dunaja sa vyskytuje takmer po celom území. V súčasnej dobe podľa evidencie Štátnej ochrany prírody SR (ŠOP SR) a NLC sa pajaseň žliazkatý vyskytuje na ploche 2592,44 ha. Z toho v chránených územiach je evidovaná plocha 831,8 ha. Regióny s najrozsiahlejším výskytom sú Podunajsko (969,2 ha), Dolné Považie (419,9 ha), Bratislava a okolie (408,3 ha), Tekov (284,8 ha) a Dolný Zemplín (180,9 ha).



Obrázok 1. Pajaseň žliazkatý - *Ailanthus altissima* Foto K. Sujová

Ako silno teplomilná drevina ľahko splaňuje najmä v nížinách a v okolí sídiel - v uliciach miest, na staniciach, pozdĺž dopravných koridorov alebo v okolí priemyselných objektov. Ideálnym stanovišťom sú železničné koridory, kde pravidelné orezávanie podporuje vymladzovanie pajaseňa a vznik hustých porastov, nezávislých od pôvodnej výsadby. Prenikajú do spoločenstiev mezofilných až xerofilných krovín, ruderalizovaných alebo zošliapavaných trávnikov, pások, agátin a iných výsadiieb ihličnatých (borovicových a smrekovcových) i širokolistých nepôvodných drevín.



Obrázok 2. Súčasné rošírenie pajeseňa žliazkatého na Slovensku, červená - evidovaný bod výskytu, žltá - zóna možného ďalšieho šírenia 2 km, Zdroj NLC

Tabuľka 1. Relatívna plocha výskytu pajaseňa žliazkatého regiónoch SR

Pajaseň žliazkatý - <i>Ailanthus altissima</i>	
celková relatívna plocha výskytu	2 592,4
(ha)	
región	relatívna plocha výskytu
	(ha)
<i>Abov</i>	39,4
<i>Bratislava a okolie</i>	408,3
<i>Dolná Nitra</i>	180,9
<i>Dolné Považie</i>	419,9
<i>Dolný Zemplín</i>	136,0
<i>Gemer</i>	29,8
<i>Hont</i>	38,4
<i>Horehronie</i>	0,0
<i>Horná Nitra</i>	0,2
<i>Horné Považie</i>	0,0
<i>Horný Zemplín</i>	0,0
<i>Kysuce</i>	-
<i>Liptov</i>	0,0
<i>Novohrad</i>	36,7
<i>Orava</i>	-
<i>Podunajsko</i>	969,2
<i>Spiš</i>	0,0
<i>Stredné Považie</i>	5,2
<i>Šariš</i>	0,0
<i>Tatry</i>	-
<i>Tekov</i>	284,8
<i>Turieč</i>	0,2
<i>Záhorie</i>	43,4
<i>Zamagurie</i>	-
<i>Zvolensko-Podpoľanie</i>	0,0

Javorovec jaseňolistý - *Acer negundo* L. Je to jeden z najrozšírenejších stromov v lesoch Severnej Ameriky. Vyskytuje sa najmä v Kanade, východnej, strednej časti USA, západne po Skaliste hory, južne až do Guatemaly, hlavne v údolí riek, a blízko jazier. Do Európy bol dovezený koncom 17. storočia ako okrasná drevina. V roku 1699 bol zaznamenaný výskyt na Slovensku (LOHMEYER A SUKOPP, 1992).

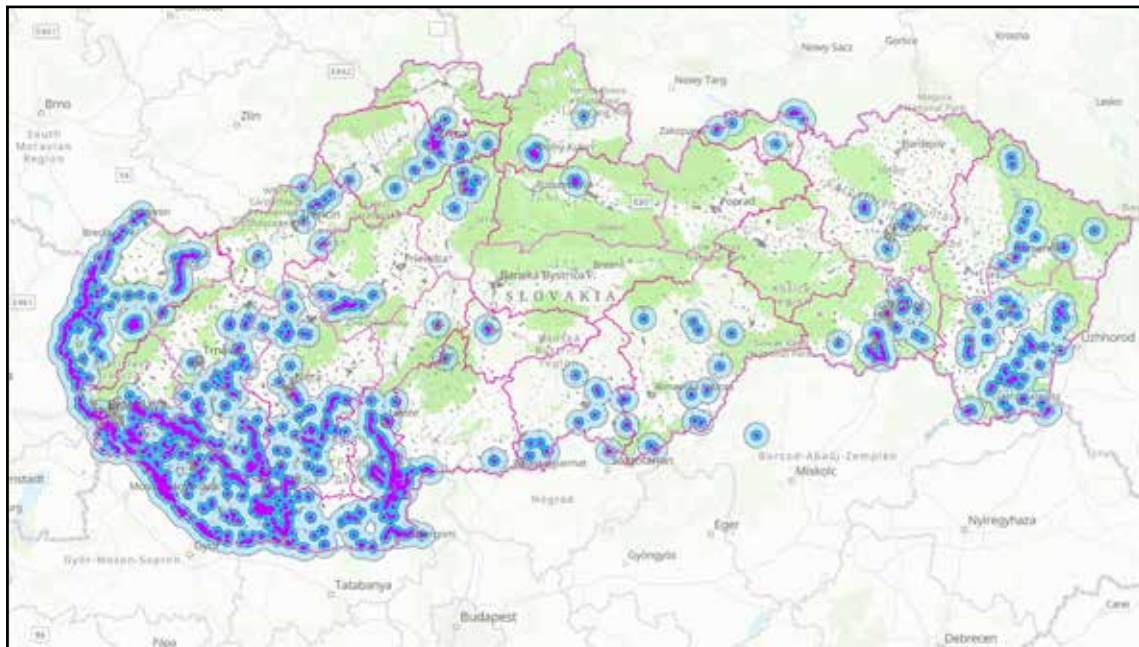
Na Slovensku sa mu darí najmä v južných častiach, v okolí vodných tokov, kde sa hojne vyskytuje v lužných lesoch ale aj na nevyužívaných plochách. Mladé stromy uprednos-

tňujú vlhké miesta, ale keď sa dobre uchytiť, stanú sa tolerantnými voči suchu.

Pri absencii záplav je však v priebehu sukcesie zvyčajne nahradený druhmi, ktoré sú odolnejšie voči tieňu. Jeho trvalý a rýchly vegetatívny rast vedie v optimálnych podmienkach k tvorbe hustých klonov a k vylúčeniu iných drevín a bylenných. V dôsledku otepľovania klímy bude v budúcnosti pravdepodobne pozorované invazívnejšie správanie (BRANQUART et al. 2010).



Obrázok 3. Javorovec jaseňolistý - *Negundo aceroides* Foto . K. Sujová



Obrázok 4. Súčasné rošírenie javorovca jaseňolistého na Slovensku, cyklamenová - evidovaný bod výskytu, modrá - zóna možného ďalšieho šírenia 2 km, Zdroj NLC

V súčasnej dobe podľa evidencie ŠOP SR a NLC sa javorovec jaseňolistý vyskytuje na ploche 3 483,9 ha. Z toho v chránených územiach je evidovaná plocha 1 462,5 ha. Regióny s najrozsiahlejším výskytom sú Podunajsko (1 327 ha), Tekov (644,5 ha). Dolné Považie (304,8 ha), Bratislava a okolie (268,2 ha), a Dolný Zemplín (180,9 ha). (Tabuľka 2.)

Tabuľka 2. Relatívna plocha výskytu javorovca jaseňolistého v regiónoch SR

Javorovec jaseňolistý <i>Negundo aceroides</i>	
celková relatívna plocha výskytu	3 483,9
(ha)	
región	relatívna plocha výskytu
	(ha)
Abov	63,7
Bratislava a okolie	268,2
Dolná Nitra	173,6
Dolné Považie	304,8
Dolný Zemplín	84,6
Gemer	19,3
Hont	112,3
Horehronie	-
Horná Nitra	66,6
Horné Považie	5,8
Horný Zemplín	8,7
Kysuce	0,0
Liptov	26,0
Novohrad	11,2
Orava	2,9
Podunajsko	1 327,0
Spiš	-
Stredné Považie	0,3
Šariš	74,4
Tatry	-
Tekov	644,5
Turiec	5,0
Záhorie	234,3
Zamagurie	50,2
Zvolensko-Podpoľanie	0,5
	* bodový výskyt

MANAŽMENT INVÁZNYCH NEPÔVODNÝCH DREVÍN

Prioritou manažmentu je zabrániť novým výsadbám pajaseňa a javorovca, obmedziť ich existujúce populácie v cenných územiach, eradikovať ich na lokalitách s nízkou početnosťou, znížiť počet populácií a oblastiach súčasného výskytu.

Pre účely výberu vhodného prístupu k manažmentu je vhodné lokality s výskytom pajaseňa/javorovca rozdeliť podľa charakteru porastu na:

- novo kolonizované plochy a izolované výskyty, kde je možné aplikovať včasné zásahy s predpokladanou úplnou eradikáciou,
- etablované populácie, charakteristické jednou či viac materskými rastlinami a tvorbou koreňovej a pňovej výmladnosti (polykormónov), u ktorých je odstraňovanie náročnejšie časovo aj finančne.

Riziká výskytu pajaseňa a javorovca sú tak na poľnohospodárskych, lesných, tak i ostatných pozemkoch v extraviláne i intraviláne. Delenie pozemkov na lesné, nelesné, mestské či iné, nie je pre plánovanie manažmentu dôležité, pretože z hľadiska šírenia invazívnych druhov toto delenie nedáva zmysel – druhy nepoznajú hranice a je jedno, či sa vyskytujú v leme lesa či už na poľnohospodárskej pôde alebo pozdĺž cesty. Invázne dreviny často zasahujú na pozemky rôzneho druhu patriace rôznym vlastníkom a realizácia manažérskych opatrení vyžaduje komunikáciu so všetkými vlastníkmi/správcami dotknutých pozemkov.

Vzhľadom k spôsobom šírenia je potrebné venovať osobitnú pozornosť okoliu dopravnej infraštruktúry (cesty, železnice, atď.), vodných tokov a ďalej miest so zvýšeným rizikom vzniku invázie, prípadne prenosu semien (narušované pôdy, plochy výstavby a terénne úpravy atď.).

Manažment nových kolonizovaných plôch a izolovaných výskytov – včasné zásahy

Pri manažmente je nutné splniť nasledujúce podmienky:

- prioritne odstrániť plodiace stromy, pokiaľ sa na lokalite už vyskytujú, a to vhodne zvolenou mechanicko-chemickou metódou
- mladé jedince odstrániť pred dosiahnutím plodnosti
- prioritne likvidovať jednotlivito rastúce, doteraz neodstránené jedince, následne likvidácia koreňových výmladkov, ak sa nachádzajú v lokalite

K zabezpečeniu väčšej efektivity je dôležité dodržať nasledujúce pravidlá:

- vyvarovať sa čisto mechanickému odstráneniu: napr. pri údržbe pozemkov kosením je nutné mladé javorovce a pajasene z údržby vynechať (nekosiť) a ošetriť ich najlepšie koncom leta (august–september), najskôr po olistení (jún), vhodnou metódou (čiastočné lúpanie kmienku, prípadne postrek na list)
- pokiaľ je to možné, snažiť sa zasahovať včas, kým sú jedince relatívne menšieho

vzrastu

- zasahovať najlepšie koncom leta (august–september), keď pletivo **vtiahne herbicíd** do koreňov a tým sa výrazne eliminuje následná pňová a koreňová výmladnosť (správne vykonaným zásahom až 100 % účinnosť!)
- ošetrované plochy navštíviť počas jednej sezóny opakovane, kvôli likvidácii prehliadnutých, alebo novo vyrašených jedincov

Manažment etablovaných populácií

Pri manažmente je nutné splniť nasledujúce podmienky:

- zohľadniť riziká pre biodiverzitu – **prioritne zasahovať v ochranársky cenných územiach** a ich blízkom okolí (pri vykonaní opatrení je nutné rešpektovať hodnoty územia)
- kvôli **zabráneniu rýchleho šírenia v krajine postupovať s manažmentom od okrajových častí výskytov, smerom do stredu lokality** (mimo prípadov priority **ochranársky cenných území**, kedy sa **postupuje od stredu územia k okraju**)
- postupovať **pozdĺž toku po prúde** a pozdĺž komunikácii vo všetkých smeroch
- pokiaľ nie je možné rastliny zlikvidovať, prednostne obmedziť produkciu semena (odstraňovať prednostne plodiace jedince)
- zasahovať v celom spektre biotopov, neobmedzovať zásahy len na cenné územia z pohľadu ochrany prírody (ak ide napr. o susediace porasty, výskyt zdrojových jedincov či populácií atď.)
- zásahy vykonať rýchlo, vzhľadom k rýchlosti rastu a skorej plodnosti javorovca a pajaseňa

METÓDY ODSTRAŇOVANIA A ERADIKÁCIE INVÁZNYCH NEPÔVODNÝCH DRUHOV DREVÍN

Na základe doterajších skúseností možno povedať, že čisto mechanické metódy likvidácie (rúbanie, krúžkovanie, vykopávanie, kosenie, mulčovanie a pod. nemožno samostatne použiť, pretože vedú k regenerácii a bohatému vegetatívne zmladeniu u pajaseňa aj javorovca, z tohto dôvodu sa na Slovensku výrub pajaseňa neodporúča. Nutnou podmienkou úspešnej regulácie pajaseňa je preto použitie herbicídov. Z dostupných zdrojov je zrejmé, že jediným účinným postupom je kombinácia mechanického poranenia a aplikácie herbicídu (CONSTAN-NAVA a kol. 2010; BRUNDU 2017).

Metódy cielennej aplikácie možno použiť aj v cennom prírodnom prostredí, napr. vo zvláštne chránených územiach. Ich hlavnou výhodou je, okrem šetrnosti voči okoliu, vysoká účinnosť. Prevažná väčšina jedincov odumiera po jedinej aplikácii bez toho, aby dochádzalo k produkcii výmladkov. Herbicíd je rastlinou postupne rozvedený do všetkých častí, vrátane koreňa, drevina začne chradnúť a kompletne odumiera.

Mimo metódy cielennej aplikácie sa často vykonáva aj postrek výmladkov na list, ktorý je síce účinný, ale prináša riziko poškodenia okolitej vegetácie.

Najmenej vhodnou metódou (a teda využitelnou len v prípade, keď nie je možné postupovať inak) je výrub s bezprostredným náterom pňov herbicídmi, ktorý má oproti injektáži zníženú účinnosť a vedie k tvorbe koreňových výmladkov najmä u pajaseňa, v prípade javorovca má vyššiu účinnosť.

Výrub alebo iné zásahy bez aplikácie herbicídu, vzhľadom na praktické skúsenosti na Slovensku, aj v iných krajinách by mali byť vylúčené, kvôli zvýšenej pňovej a koreňovej výmladnosti. Okrem vyššie spomenutých metód existuje aj biokontrola prostredníctvom patogénnych húb (*Verticillium dahliae*, (*nonalfalfae*) a *Fusarium oxysporum*) (SWEARINGEN & PANNIL 2005; DING a kol. 2006; HARRIS a kol. 2013). V Rakúsku bol zaregistrovaný prvý komerčný produkt umožňujúci naočkovanie pajaseňa týmito hubami s vysokou účinnosťou (HALMSCHLAGER & MASCHEK 2019). Tieto patogénne huby však môžu napádať aj iné rastliny a dreviny, preto ich použitie treba zvážiť. Nie je vhodné ich aplikovať v blízkosti ovocných sádov a poľnohospodárskych pozemkov.

Na Slovensku prebiehala aplikácia *Verticillium nonalfalfae* v rámci projektu LIFE17 NAT/SK/000589 Obnova biotopov a druhov subpanónskych trávinnobylinných porastov. Tento prípravok nie je u nás registrovaný a testoval sa len na vedecké účely.

Prácu s pesticídnymi prípravkami môžu vykonávať iba držiteľia osvedčenia o odbornej spôsobilosti na prácu s prípravkami na ochranu rastlín (§ 32 zákona č. 405/2011 Z. z. o rastlinolekárskej starostlivosti). Na aplikáciu sa môžu použiť len prípravky, ktoré sú uvedené v „zozname prípravkov“ vydávaných vo výnose MPRV SR.

V prípade neprofesionálnych zásahov proti mladým jedincom dochádza k podceneniu regeneračných schopností pajaseňa a javorovca v raných fázach vývoja a tým aj aplikácii nevhodných metód (výrez, pokosenie).

POPIS VYBRANÝCH METÓD

Injektáž dospelých stromov

Ide o metódu zameranú na ošetrovanie dreviny vo fáze žrdkovina, žrdovina, tenká a dospelá kmeňovina. Najvhodnejšia je injektáž herbicídu do otvorov vyvŕtaných vrtačkou. Otvory hlboké cca 3-5 cm (podľa veľkosti stromu) sa vŕtajú šikmo pod uhlom cca 45° rovnomerne po celom obvode kmeňa vo vzdialenosti cca 5-7 cm od seba, vo výške umožňujúcej pohodlné prevedenie. Pokiaľ ide o trsy viac kmeňov, je potrebné navrátať každý kmeň zvlášť po celom obvode. Okrem stromov je možné analogicky vŕtať aj živé, obrastajúce pne. Do vytvorených otvorov sa bezprostredne injektuje herbicíd. K injektáži sa hodí laboratórna strička, ručný postrekovač alebo veterinárny očkovací automat, pri ošetrovaní malého počtu jedincov postačí injekčná striekačka.

Možnou alternatívou vŕtania je aplikácia herbicídu do zásekov vytvorených mačetou alebo sekerou. Účinnosť tejto metódy je oproti vŕtaniu nižšia, ale prevedenie je rýchlejšie a postačí jednoduchšie vybavenie. Záseky je možné využiť najmä na ošetrovanie tenších stromov (o priemere kmeňa asi 3-7 cm), do ktorých by sa ťažko vŕtali otvory. Opäť platí,

že je potrebné záseky rovnomerne pokryť celý obvod kmeňa a medzi zásekmi ponechať medzery. Pri tenkých stromoch robíme záseky v rôznych výškach kmienka, opäť po celom obvode.

Z hľadiska termínu aplikácie je najlepšie injektáž vykonávať koncom leta (august – september), kedy rastlinné pletivá ťahajú živiny spolu s herbicídmi do koreňov a tým sa výrazne eliminuje následná pňová i koreňová výmladnosť. Nevhodné je naopak samozrejme obdobie vegetačného pokoja, kedy nedochádza k rozvedeniu herbicídu a takáto aplikácia je teda úplne neefektívne (pozri tiež „Použitie metód v praxi“).

Tento prístup je vzhľadom na najvyššiu účinnosť odporúčaný ako základný, a to pre všetky plánované zásahy do vzrastlých porastov pajaseňa a javorovca. Metóda vyžaduje následné ponechanie ošetrovaných stromov na spontánne odumretie.

Hospodárske zásahy v lesoch (obnovné alebo výchovné) je nutné plánovať tak, aby im injektáž pajaseňov a javorovcov herbicídmi predchádzala v samostatnom kroku. Optimálne jednu vegetačnú sezónu pred fyzickým vykonaním samotnej obnovy porastu či výchovných zásahov.

Rovnaký dvojfázový postup je nutné prijať a dodržiavať pri plánovanej údržbe výšky lesných porastov v ochranných pásmach elektrovodov na pozemkoch určených na plnenie funkcií lesov, v ochranných pásmach ďalších energovodov (plynovod, ropovod) a líniových dopravných stavieb, železničné trate, cestná komunikácia (cesty, diaľnice).



Obrázok 5a. Metóda injektáže a záseku s aplikáciou herbicídneho prípravku. Foto: Róbert Stejskal, K. Sujová



Obrázok 5b. Metóda injektáže a záseku s aplikáciou herbicídneho prípravku. Foto: Róbert Stejskal, K. Sujová

Ošetrovanie mladých jedincov čiastočným lúpaním kôry s následnou aplikáciou herbicídu

Ide o metódu zameranú na ošetrovanie tenkých jedincov do hrúbky kmienka asi 1–3 cm a výšky asi 1–1,5 m. Metóda sa hodí na jednotlivito rastúce stromčeky alebo ohniská malej hustoty, rádovo do desiatok až malých stoviek jedincov. Pomocou noža sa zlúpne kôra pri báze kmienka v dĺžke asi 20–25 cm. Pruh zlúpnutej, resp. zoškrabnutej kôry by mal zaujímať približne 60 % obvodu kmienku. U hrubších jedincov s hrúbkou asi 2–3 cm je vhodné zlúpnúť jeden pruh kôry pri báze kmienku, a ešte druhý o niečo vyššie, avšak na protiľahlej strane obvodu kmeňa. Nesmie však dôjsť k zlúpnutiu kôry po celom obvode – toto kompletne okružkovanie by síce spôsobilo odumretie nadzemnej časti, ale zastavilo by tok látok v rastline, herbicíd by nestihol doputovať do koreňov a dochádzalo by k regenerácii. Pri trsoch viacerých výmladkov je nutné ošetriť zvlášť každého jedinca.

Vzniknuté poranenia je nutné okamžite potrieť hebicídom, najlepšie pomocou stredne širokého štetca.

U veľmi tenkých, doposiaľ nedrevnatých výmladkov, je možné obvod kmienka rovno potrieť herbicídom bez predchádzajúceho lúpania. Ošetrovanie jedného stromčeka trvá len niekoľko sekúnd a za hodinu je možné ošetriť až 100 jedincov.

Termínovo, s ohľadom na účinné obmedzenie koreňovej výmladnosti, je najvhodnejší zásah vykonávať tiež na konci leta (august – september).



Obrázok 6. Metóda regulovania pajaseňa čiastočným lúpaním. Foto K. Sujová

Ošetrovanie mladých jedincov postrekom na list

Ide o metódu zameranú na ošetrovanie tenkých jedincov do hrúbky kmienka asi 1-3 cm a výšky asi 1-1,5 m. Táto metóda primárne slúži na ošetrovanie ohnísk vysokej hustoty (pňovej a koreňovej výmladnosti – výhonkov, polykormónov, vlkov), kde by čiastočné lúpanie kôry bolo neúmerne prácne. Ide často o jedinú možnosť napr. na lokalitách, kde došlo k neodbornému vyrúbanie dospelých stromov bez použitia herbicídu a následnému nárastu hustých porastov výmladkov.

Postrek plne vyvinutých a nepoškodených rastlín vykonávame pomocou ručného alebo chrbtového postrekovača so snahou o rovnomerné zvlhčenie celých rastlín, najprv v júni/ júli a podľa potreby ešte v septembri. Pokiaľ v poraste vyčnievajú predrastaví jedinci, je vhodnejšie ich ošetriť jednou z vyššie uvedených metód. Nevýhodou postreku na list je fakt, že herbicíd zasiahne aj okolie ošetrovaných rastlín a vzniknuté neobsadené miesta bez pokryvu vegetácie sú náchylné na znovu osídlenie nežiaducimi druhmi, vrátane pajaseňa.

Po ošetrovaní je nutné nechať rastliny zaschnúť a odstrániť až nasledujúcu sezónu. Táto metóda je vhodná na nápravu dôsledkov starších, mechanických zásahov, kde došlo k zahusteniu porastu.

Výrub na vysoký peň s odloženou injektážou

Výnimočne použiteľná metóda pre plochy v tesnej blízkosti železnice, ciest a miesta s vysokou frekvenciou pohybu ľudí, kde z bezpečnostných dôvodov (riziko pádu) nemožno vyrastené stromy nechať po injektáži stáť ani cca 2 mesiace potrebné na absorpciu herbicídu. V takýchto prípadoch sa odporúča vyrúbať strom na vysoký peň (najmenej 1,5 m) bez aplikácie herbicídu tak, aby bola podporená regenerácia v nadzemnej časti a nedochádzalo k rastu koreňových výmladkov.

Z toho dôvodu je tiež nutné obmedziť prípadné poškodenie koreňov pojazdom techniky a odstraňovaním drevnej hmoty. Výrub je možné v tomto výnimočnom prípade vykonať aj v zime. Po vyrašení výhonkov z kmeňa sa v druhej polovici vegetačného obdobia (júl-september) vykoná cielená aplikácia herbicídov (pozri „Použitie metód v praxi) do kmeňa a ošetrovanie prípadných koreňových výmladkov.

Dôležité je do doby aplikácie herbicídu vynechať kosenie v okolí, aby bolo možné ošetriť aj koreňové výmladky. Spravidla je nutné ešte ďalšie (tretie) ošetrovanie koreňových výmladkov koncom sezóny alebo v nasledujúcom roku. Odumreté torzo sa potom môže, ak je to z hľadiska údržby pozemku nevyhnutné, nasledujúci rok vyrúbať. **Tento prístup je možný len vo výnimočných prípadoch vzhľadom na to, že prvotné výrub indukuje regeneráciu a zásah je tak náročnejší na čas, materiál a najmä na kvalitu následného ošetrovania.**

Výrub s náterom reznej plochy

Ak nemožno z akéhokoľvek dôvodu v prípade pajaseňov použiť ani jednu z vyššie uvedených metód, ktoré predpokladajú ponechanie stromov na pozvoľné odumretie nastojato, vykonávame aspoň náter pňov herbicídom po výrube. U malých jedincov zatierame celé pne, u silných len obvodovú časť pňov. Dôležité je vykonať náter bezprostredne po výrube, na čerstvú nezavädnutú reznú plochu. V prípade javorovca má metóda vyššiu účinnosť ako u pajaseňa.

Výrub a aplikácia herbicídu by aj v týchto prípadoch mala prebiehať najlepšie koncom leta (august – september), kedy je najvyššia pravdepodobnosť obmedzenia následne výmladnosti (ktorú ale u tejto metódy nemožno úplne vylúčiť). **Výrub a použitie herbicídu v zimnom období, resp. mimo vegetačnú sezónu, je z hľadiska regulácie pajaseňa úplne neúčinné a nevhodné.**

Oproti injektážam je ale nutné počítať s tým, že herbicíd neprenikne do horizontálnych koreňov v celom rozsahu a preto dochádza k tvorbe koreňových výmladkov rôznej hustoty. Tie je nutné priebežne ošetrovať aplikáciou na list alebo čiastočným lúpaním kôry (podľa hustoty porastu). V prípade výrubu plodných samičích jedincov je po zásahu vhodné pohrabať uvoľnené semená a materiál spáliť.

Poznámka: Ak nie je možné stromy ponechať na odumretie nastojato, je vhodné namiesto výrubu s náterom reznej plochy stromy najprv ošetriť injektážou a vyrúbať vykonať ihneď po absorpcii herbicídu (opadu lístia), t. j. 1-2 mesiace od aplikácie. Týmto spôsobom možno výrazne znížiť počet koreňových výmladkov.

Vytrhávanie semenáčikov

U semenáčikov pajaseňa a javorovca s doteraz nevytvoreným kolovým koreňom je možnosť ručného vytrhávania (BRUNDU 2017). S ohľadom na preliehavosť je treba po niekoľko rokov, viackrát ročne vytrhávanie opakovať, pretože preliehavosť semien pajaseňa v pôde je síce krátkodobá (cca 2 roky), ale klíčivosť semien je značná (REBBECK a kol. 2010). Pri zásahoch je nutné dodržať bezpečnostné opatrenia a u citlivých osôb sa vyvarovať kontaktu s rastlinou (používať priame ochranné pomôcky).

Metódu možno využiť k včasným zásahom ihneď po nálete na štádiu semenáčov a mladých stromov, ktorým sa doteraz nevytvoril odolný, dobre zmladzujúci koreňový systém. Po ručnom vytrhávaní jedincov je potrebné odstrániť a zničiť úlomky koreňov (WITTENBERG 2005). Na základe poznatkov z ČR (NP Podyjí) možno však bezpečne vytrhávať len naozaj malé semenáčky s ešte prítomnými kľúčnymi listami. Takéto semenáče sú ale v teréne veľmi nenápadné a náchylné k prehliadnutiu. Dobre viditeľné (vysoké cca 50 cm) semenáče majú väčšinou už vyvinuté horizontálne korene dlhé i viac než pol metra, u ktorých je veľmi pravdepodobná fragmentácia a následná regenerácia (tvorba výhonov). Doporučuje sa preto vytrhávať len jedince do cca 30 cm a len na kyprej pôde a napr. po daždi. Vhodnejšie je ošetrovať aj mladé jedince chemicky, preto, že je nejednoznačné odlíšenie semenáčov od výmladkov. **Jedná sa o okrajovo použitú metódu s malou účinnosťou, najmä na miestach, kde je vylúčená aplikácia herbicídu.**

POUŽITIE METÓD V PRAXI

Kombinačná metóda

Pajaseň tvorí na väčšine lokalít typické pnové a koreňové výmladky s rôzne starými jedincami. Preto je spravidla nutné jednotlivé metódy kombinovať. Pri ošetrovaní sa začína zvyčajne s vrtaním najlepších jedincov. Ideálna je práca vo dvojici, keď jeden pracovník pripraví otvory a druhý ošetrí herbicídom. Postupuje sa systematicky a vzhľadom k tomu, že navrtávanie je zo všetkého metóda najúčinnnejšia, je vhodná na maximálny počet jedincov – nielen silné stromy, ale všetky, u ktorých je to technicky možné. Vzhľadom na hrúbku kmeňa je nutné upraviť veľkosť vrtáku – možno pracovať s priemerom 6, 8 a 10 mm. Po navrtaní je nutné ošetriť zostávajúce jedince – buď zásekmi, alebo čiastočným lúpaním kôry, či aspoň náterom reznej plochy.

Ak uvažujeme o aplikácii herbicídu na list, je nutné najskôr zhodnotiť, v akom prostredí sa pohybuje. V prírodných biotopoch by mala byť listová aplikácia pokiaľ možno obmedzená na skutočne nevyhnutnú mieru! Aj šetrnejší postrek vždy zasiahne okolie ošetrovaných rastlín. Okrem možného rizika pre okolitú vegetáciu je značne nevýhodné, pretože vzniknutý holý povrch je náchylný k znovu osídľovaniu nežiaducimi druhmi, vrátane pajaseňa. Prioritou by mala byť cielená aplikácia (injekcia a u mladých jedincov prípadne aplikácia herbicídu do zásekov, čiastočné lúpanie kôry alebo aspoň náter pníkov), pričom zostáva zachovaná okolitá vegetácia, urýchľujúca regeneráciu biotopu.

V prípade príliš hustých a rozsiahlych ohnísk výskytu sa v prvej fáze ošetrojú aspoň najsilnejšie jedince. Prepojením koreňov dôjde často k významnému zasiahnutiu aj neošetrených výmladkov.

Následne teda možno ošetriť len preživších jedincov, čím sa ušetrí ako herbicíd, tak najmä čas nutný na ošetrovanie. Pri veľmi hustých a rozsiahlych porastoch vzniknutých najmä predchádzajúcim neodborným výrubom, je tiež možné cca dva-tri roky počkať až dôjde k čiastočnému samo zriadeniu porastu. Je však nutné zohľadniť výskyt plodných jedincov a tie včas ošetriť.

Doba ošetrovania

Reguláciu pajaseňa je nutné, ako už bolo vyššie uvedené, smerovať vždy do vegetačného obdobia. Zimný výrub (aj keď je aplikovaný herbicíd) nie je efektívny a nepredstavuje adekvátnu metódu regulácie! Najvhodnejšou dobou pre cieľnú aplikáciu herbicídu je obdobie po odkvitnutí pajaseňa (jún/júl) do konca vegetačnej sezóny, s najvyššou účinnosťou v auguste a septembri, kedy pletivo ťahá živiny do koreňov a tým sa výrazne eliminuje následná pňová i koreňová výmladnosť.

Zhruba mesiac po cielej aplikácii je nutné ošetrené stromy skontrolovať a ošetriť prežívajúce či prehliadnuté jedince. Postrek listovej plochy sa vykonáva po plnom olistení výmladkov v júni a potom v septembri. Pokusy s ošetrením pajaseňov začiatkom vegetačného obdobia (v štádiu pučania) sa neosvedčili. Rovnako neskoré aplikácie, kedy už pajasene vykazujú známky jesenného žltnutia, vykazujú nižšiu účinnosť. Zimná aplikácia je s registrovanými prípravkami tiež neúčinná.

Herbicídy

Pajasen a javorovec sú citlivé na široké spektrum herbicídov s obsahom účinných látok glyfosát, triclopyr, picloram, metsulfurón-metyl a imazapyr (WITTENBERG 2005, LEWIS & MCCARTHY 2008, CSISZÁR & KORDA 2017). V SR sú na likvidáciu pajaseňa a ďalších invázných drevín registrované niektoré prípravky na báze glyfosátu a tricklopiru. Zoznam autorizovaných prípravkov na ochranu rastlín je dostupný tu:

<https://www.agroporadenstvo.sk/zoznam-pripravkov?article=2900>

Pre injektáže, náter kmienkov a pňov je najvhodnejšie použiť neriedený alebo len mierne riedený prípravok (75 %). Pri postreku na list sa naopak používa silné riedenie (2-3 %) podľa inštrukcií na etikete pre daný prípravok. Na zvýšenie účinnosti sa odporúča pridávať pomocné prostriedky – zmáčadlo. Vzhľadom na priebežnú aktualizáciu používaných prípravkov a spôsobov aplikácie je nutné sledovať aktuálne informácie (ÚKSÚP).

Pri všetkých technikách je vhodné do herbicídu pridávať farbivo, ktorého použitie umožní bezpečne rozoznať ošetrených jedincov. Alternatívne možno ošetrené stromy značiť reflexným sprejom.

Metódy cielej aplikácie herbicídu sú menej závislé od počasia v porovnaní s aplikáciou na peň alebo na list, pretože je herbicíd pomerne rýchlo absorbovaný do kmeňa, a tak stačí, aby po aplikácii aspoň hodinu nepršalo. Ovplyvnenie okolia herbicídom je pri tomto spôsobe aplikácie minimálne až nulové. V blízkosti ošetrených stromov boli

zistené citlivé druhy rastlín (orchidey, poniklece a i.) bez známok akéhokoľvek nepriaznivého ovplyvnenia.

Pri aplikácii herbicídov je samozrejme nutné dodržiavať zásady stanovené výrobcom a príslušnými predpismi (najmä zákon č. 405/2011 Z. z. o rastlinolekárskej starostlivosti, v platnom znení). Nesmie dôjsť ku kontaminácii vody vo vodnom toku prípravkom ani obalom, ani na aplikáciu prípravku na vodnú hladinu, s výnimkou prípravkov na to určených.

Prípravky s účinnou látkou glyphosate, triclophyre je zakázané používať v 1. ochrannom pásme zdrojov pitných vôd (podzemných aj povrchových) a v 2. ochrannom pásme povrchových vôd je použitie prípravkou obmedzené:

1. Prípravok sa môže použiť v 2. ochrannom pásme vodárenského zdroja povrchových vôd, ak je držaná neošetrená zóna v šírke minimálne dvojnásobku šírky koryta toku alebo 50 m široký neošetrený pás smerom k vodnému toku a 10 m smerom k najbližšiemu odvodňovaciemu kanálu.
2. Prípravok sa nesmie použiť v 2. ochrannom pásme vodárenského zdroja povrchových vôd na svahovitých pozemkoch nad 7°, kde je riziko splavovania prípravku do povrchových vôd, t. j. ak sú očakávané dažďové zrážky v priebehu 24 hodín.

Vždy je potrebné dôkladne sa oboznámiť s etiketou daného prípravku, ktorá presne popisuje možnosti aplikácie a ale aj obmedzenia a zákazy použitia.

Aplikačné zariadenie nemožno čistiť vo vodnom toku ani v jeho blízkosti, je potrebné zamedziť splachu aplikačných látok zo spevnených plôch. Na riedenie chemických prípravkov sa odporúča používať iba čistú vodu, inak dochádza k zníženiu účinnosti prípravku.

Zásahy na miestach s vylúčenou aplikáciou herbicídov

Pokiaľ nie je možné použiť mechanicko-chemické metódy ošetrovania (napr. na pozemkoch v režime ekologického poľnohospodárstva), nevyhnutné na úspešnú reguláciu pajaseňa, je potrebné aspoň zabrániť dorastaniu plodných jedincov. Odporúča sa mechanicky odstraňovať menších jedincov a u vzrastlých odstraňovať plodiace výhony (napr. orezom stromov) alebo aplikovať krúžkovanie (zlúpnutie kôry po obvode kmeňa; SCHMIEDEL a kol. 2015). Tu je ale nutné počítať so zahusťovaním a rozširovaním ohniska výskytu do šírky aj viac ako o meter za rok. Bohato regenerujúce výmladky je nevyhnutné pravidelne kosiť. Semenáče je možné ručne vytrhávať (podrobnosti vyššie). U jednotlivých pajaseňov alebo menších skupín možno odporučiť vykopanie jedincov aj s koreňmi, ktoré môže pri následnej pravidelnej starostlivosti viesť k podstatnému obmedzeniu výskytu pajaseňa.

Vzhľadom na nízku účinnosť čisto mechanických metód je však v prípade vysokého zamorenia vhodné pozemky z režimu ekologického poľnohospodárstva na dobu zásahov a prípadné obnovy vyčleniť.

Tabuľka 3. Prehľad vhodných metód regulácie pajaseňa v rôznych typoch prostredia

Prostredie (typ lokality)	Preferované metódy regulácie	Poznámky
Prírodné biotopy (lesy, stepné trávnaté porasty, piesčiny, brehové porasty) Chránené územia Územie sústavy Natura 2000	Cielená aplikácia herbicídu (injektáže, čiastočné lúpanie kôry)	Stromy ponechať k prirodzenému rozpadu, na nelesných biotopoch podľa potreby rúbať až úplne odumreté stromy (1-2 roky po zásahu)
Intravilán – exponované miesta (parky a iná zeleň s pohybom osôb)	<u>Dospelé stromy:</u> podľa situácie a stavu stromov injektáž, alebo výrub + náter/navrtanie pňov; <u>Výmladky a mladé stromy:</u> aplikácia na list, cielená aplikácia alebo výrez + náter pňov (podľa hustoty)	Rúbať možno až po preukázanej úspešnosti absorpcie herbicídu (opad lístia), t.j 1-2 mesiace po zásahu, príp. koruny odľahčiť arboristickým zásahom. V prípade okrasných záhonov buď vykonávať metódu čiastočného lúpania kôry alebo strihanie výmladkov + náter rany herbicídom
Intravilán – odľahlé miesta (ladom ležiace plochy a iná miesta bez pohybu osôb)	<u>Dospelé stromy:</u> cielená aplikácia herbicídu (injektáže) <u>Výmladky a mladé stromy:</u> aplikácia na list alebo cielená aplikácia herbicídu (podľa hustoty)	Podľa situácie je možné vyrastené stromy po injektáži ponechať nstojato, alebo vyrúbať najskôr však rok po ošetrení
Vinohrady, Sady, Záhrady	Cielená aplikácia herbicídu (injektáže, čiastočné lúpanie kôry s následným odstránením odumretých pajaseňov/javorcov)	Ideálne je ošetriť doposiaľ nevyrezané jedince, nie zahustený výmladkový porast

Prostredie (typ lokality)	Preferované metódy regulácie	Poznámky
Hospodárske lesy	<u>Dospelé stromy</u>: cielená aplikácia herbicídu (injektáž kmeňa) <u>Výmladky a mladé stromy</u>: čiastočné lúpanie kôry alebo postrek na list (podľa hustoty)	Injektáž vykonať v predstihu pred plánovaným hospodárskym zásahom (obnovná ťažba, prebierka atď.), najlepšie rok vopred. Odumreté pajasene/javorovce následne rúbať najskôr rok po aplikácii herbicídu spoločne s ostatnými drevinami už obvyklým prebierkovým/ťažobným spôsobom, ak pre vlastníka lesa nie je výhodnejšie pajaseňové /javorovcové sucháre ponechať na pni do rozpadu. Vyžínanie je možné po predchádzajúcom ošetrovaní (vhodne zvolenou metódou) a preukázateľnom usmrtení všetkých dohľadateľných jedincov pajaseňa
Ochranné pásma inžinierskych sietí (elektrických prenosových sústav všetkých napäťových úrovní) Ochranné pásma ropovodov, plynovodov, vodovodov, kanalizačných stok, Ochranné pásma dopravných ciest (železničných tratí, ciest a diaľnic) v lesoch aj mimo lesa	<u>Dospelé stromy</u>: dvojfázová regulácia: 1. cielená aplikácia herbicídu (injektáže, čiastočné lúpanie kôry) 2. bežná údržba ochranného pásma zahŕňajúca odstránenie preukázateľne odumretých pajaseňov min. rok po zásahu. <u>Likvidácia výmladkov</u>: aplikácia na list alebo čiastočné lúpanie kôry (podľa hustoty porastu)	Na miestach s výskytom pajaseňa nutné upraviť režim bežnej údržby (napr. vylúčiť frézovanie a mulčovanie) a to až do doby preukázateľného potlačenia výskytu pajaseňa/javorovca

Prostredie (typ lokality)	Preferované metódy regulácie	Poznámky
Plochy v tesnej blízkosti železnice, ciest a miesta s vysokou frekvenciou pohybu ľudí, kde je z bezpečnostných dôvodov potreba urýchlene odstrániť vzrastlé stojace stromy či nemožno ponechať stromy po aplikácii herbicídu na odumretie vzhľadom na riziko pádu presychajúcich vetiev; ktoré nemožno postupne odstraňovať	<u>Dospelé stromy:</u> trojfázová regulácia: 1. výrub na vysoký peň bez aplikácie herbicídu (i v zime) s následnou regeneráciou 2. opakovaná cielená aplikácia herbicídu na regenerujúci vysoký peň (injektáže čiastočné lúpanie kôry 3. bežná údržba zahŕňajúca odstránenie preukázateľne odumretých pajaseňov min. rok po zásahu. <u>Likvidácia výmladkov:</u> aplikácia na list alebo čiastočné lúpanie kôry (podľa hustoty porastu)	Metóda, ktorú možno tolerovať iba v odôvodnených výnimočných prípadoch; vzhľadom na veľké riziko nesprávneho prevedenia spojenému s vysokou regeneráciou po narušení sa nejedná o preferovanú metódu. Na miestach s výskytom pajaseňa nutné upraviť režim bežnej údržby (napr. vylúčiť frézovanie a mulčovanie) a to až do doby preukázateľného potlačenia výskytu pajaseňa/javorovca
Miesta s mechanicky poškodenými pajaseňmi alebo ošetrovanými len čisto mechanicky (nejedná sa o bežnú údržbu ani o hospodársku zásahu)	Dodatočné navrtávanie a injektáž pňa + ošetrovanie mladých jedincov metódou čiastočného lúpania kôry alebo postrekom na list (podľa hustoty)	Ide o dodatočné odstraňovanie/zahladzovanie následkov zásahu vyššej moci (náhodnej ťažby v lesoch následkom veternej kalamity, neodkladné zásahy pri ochrane životov a majetku)
Miesta s vylúčenou aplikáciou herbicídu	Vytrhávanie semenáčov, vykopanie vrátane koreňa.	Cieľom je zabrániť dorastaniu plodných jedincov

Pozn.: V reálnych situáciách zvyčajne dochádza ku kombinácii jednotlivých metód podľa konkrétnych podmienok danej lokality, veľkosti a hustoty stromov. S ohľadom na predpokladaný záujem a reakcie verejnosti na zásahy je dôležité obyvateľov v dotknutom území informovať, napr. umiestniť informačné tabule v mieste zásahu, na ktorých bude dôvod a postup manažmentu inváznych drevín vysvetlený.

Následný manažment

Zaistenie následných opatrení je pre celkovou úspešnosť a dobu regulácie pajaseňa zásadné!

Na hlavné ošetrovanie (spravidla injektáž) je potrebné nadväzná kontrola a následne korekčné zásahy po dobu niekoľkých rokov. Súčasne je potreba zladať ďalšie spôsoby užívania daného pozemku, ktoré by mohli ovplyvniť výsledok vynaloženého úsilia.

Korekčné zásahy

U každého ošetrovaného ohniska výskytu musíme počítať s nutnosťou návratu minimálne po dobu 3-4 rokov, keď je potrebné vykonať kontrolu úspešnosti zásahu a vhodnou metódou ošetriť prežívajúce alebo nové jedince. V prípade injekcie má objem prác nutných k ošetrovaniu, rovnako ako spotreba herbicídu, v priebehu rokov výrazne klesajúci trend. Pokiaľ drevinu vyrúbeme živú a vykonáme náter pňov, je nutné počítať s tvorbou koreňových výmladkov často vysokej početnosti. Ich likvidácia môže byť oveľa náročnejšie ako úvodné vyrúbanie materského porastu.

V miestach prebiehajúcej regulácie pajaseňa a javorovca by mala byť dočasne obmedzená údržba. Veľké problémy, napr. strojové kosenie cestných priekop alebo riadkov vo vinohradoch, ktoré môžu úspešne regulovanie pajaseňa komplikovať až znemožňovať (neustála tvorba výmladkov a súčasne znemožňuje ich detekciu). Ak necháme plochu do úplného odumretia koreňových a pňových výmladkov spontánne zarastať, trsy bylín a trávy účinne zabránia rastu semenáčikov pajaseňa a javorovca.

Vo všeobecnosti je vhodnejšie stromy ponechať do rozpadu, ako ich za každú cenu odstraňovať, avšak vždy je potrebné zvážiť bezpečnostné aspekty. Ponechať odumreté stromy nastojato je spravidla možné na odľahlých a nevyužívaných lokalitách s výskytom mladých jedincov alebo menšieho počtu urastených stromov. Tento postup šetrí čas i prostriedky. V blízkosti ciest, v intraviláne a na ďalších miestach sledujeme stav stromov a odstraňujeme ich skôr ako začnú ohrozovať okolie, príp. ich arboristicky upravíme do bezpečného tvaru. Ak je to nevyhnutné, odporúča sa vyrúbať len úplne odumreté stromy, najlepšie 1–2 roky od injekcie.

Na veľmi rizikových lokalitách z hľadiska možného pádu stromy spustíme po kompletnej defoliácii, približne po 1–2 mesiacoch od injekcie.

Pri odstraňovaní drevenej hmoty je žiaduce vyhnúť sa použitiu ťažkej techniky (uľahčenie uchycovania semienok pri narušení povrchu).

Náklady na odstraňovanie

Odstraňovanie a eradikácia invázií druhov je časovo a finančne náročná. Pre základnú kalkuláciu na praktické odstraňovanie a eradikáciu pajaseňa a javorovca sme použili údaje z cenníka prác pri aplikácii herbicídov - postrekom, náterom na list a injekciou drevín pod elektroodvodmi, ako aj náklady vynaložené ŠOP SR pri realizácii odstraňovania invázií drevín (Čenkovská lesostep).

Cena práce na 1 ha sa pohybuje v rozmedzí 1 000 – 1 500 €. Cena herbicídnych prípravkov použitých na 1 ha je od 1 000 do 1 500 €. Následný manažment do 2-3 rokov odhadujeme v tretinovej cene oproti prvému zásahu, menší počet ošetrovaných jedincov a menšia plocha po prvom zásahu.

Celkové náklady na vlastné odstraňovanie pajaseňa žliazkatého na území SR (2 592,4 ha) predpokladáme od 7 606 133 € do 10 372 000 €. Z toho na lesných pozemkoch

(1 919 ha) odhadujeme náklady - od 5 757 000 do 7 676 000 € a v lesných porastoch od (1 646 ha) od 4 938 000 € do 6 584 000 €.

Celkové odhadované náklady na vlastné odstraňovanie javorovca jaseňolistého na území SR sú od 10 219 733 € do 13 936 000 €. Z toho na lesných pozemkoch (2 551 ha) od 7 653 000 € do 10 204 000 € a v lesných porastoch (1 646 ha) od 4 938 000 € do 6 584 000 €.

ZÁVER

Príspevok je určený pre lesnícku prax s cieľom upozorniť na zákonné povinnosti pri výskyte a odstraňovaní inváznych drevín z lesných pozemkov a poskytnúť čo najväčšie množstvo informácií o možnostiach zabezpečenia tejto povinnosti.

Tiež by sme chceli poukázať na riziká z odstraňovania týchto druhov formou výrubu, pretože táto forma v konečnom dôsledku nespôsobí odstránenie inváznych druhov, ale podporí ich rozšírenie.

Predpokladáme, že článok osloví najmä stredný lesnícky manažment, odborných lesných hospodárov a osoby, ktoré rozhodujú o vlastnej realizácii odstránenia inváznych druhov z lesného prostredia.

POĎAKOVANIE

Tento článok vznikol vďaka podpore výskumných projektom APVV -22-0399 a „Progresívne metódy ochrany lesa v meniacich sa ekologických podmienkach (PROMOLES, projekt financovaný z rozpočtovej kapitoly MPRV SR (prvok 08V0301) a projektu LignoSilva Upgrade (č.p. 101059952).

POUŽITÁ LITERATÚRA

- ADAMOWSKI W., 1991. Naturalization of *Acer negundo* in the environs of Novosibirsk (West Siberia). *Phytocoenosis*, 3:41-42.
- ADAMOWSKI W., DVORAK L., RAMANJUK I., 2002. Atlas of alien woody species of the Bialowieza Primaeval Forest. *Phytocoenosis*, 14:1-304.
- ADOLPHI K. (1995) Neophytische Kultur- und Anbaupflanzen als Kulturflüchtlinge des Rheinlandes. *Nardus* 2: 1-272
- Arbea JJ, Jordana R (1988) Efecto de la repoblación con *Alerce* (*Larix kaempferi*) en la zona norte de Navarra, sobre la estructura de las poblaciones de los colémbolos edáficos. In: Vasco G (ed), II Congreso Mundial Vasco (Biología Ambiental), Madrid, 1988, p 159-170
- BADALAMENTI E., LA MANTIA T., (2013) Stem-injection of herbicide for control of *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle: a practical source of power for drilling holes in stems. *iForest* 6: 123-126 [online 2013- 03- 05] URL: <http://www.sisef.it/iforest/contents?id=ifor0693-006>
- BALLERO M., ARIU A., FALAGIANI P., PIU G., (2003) Allergy to *Ailanthus altissima* (tree of heaven) pollen. *Allergy* 58: 532-533
- ANON., 1963. Native trees of Canada. Bulletin No. 61. Ottawa, Canada: Department of Forestry.
- BAROŠ A., BAROŠOVÁ I., BOČEK S., BUSINSKÝ R., DEMKOVÁ K., DOKOUPIL L., KAŠKOVÁ M., KUČERA Z., MEDKOVÁ L., ŠANTRŮČKOVÁ M., VELEBIL J. (2014) Metodika pro výběr vhodných druhů dřevin a bylin pro venkovská sídla. Certifikovaná

metodika.

- BINGGELI P., 1992. Patterns of invasion of sycamore (*Acer pseudoplatanus* L.) in relation to species and ecosystem attributes. DPhil Thesis. Belfast, UK: University of Ulster.
- BORY G., SIDIBE MD., CLAIR-MACZULAJTYS D. (1991) Effects of cutting back on the carbohydrate and lipid reserves in the tree of heaven (*Ailanthus glandulosa* Desf. Simaroubaceae). *Ann Sci Forestry* 48: 1–13
- BURROWS GE., TYRL RJ. (2013) Toxic plants of North America, 2nd ed. Wiley-Blackwell, Hoboken
- CABRA-RIVAS I., CASTRO-DÍEZ P. (2016a) Potential germination success of exotic and native trees coexisting in central Spain riparian forests. *International Journal of Ecology* 2016: 1-10
- CAO W., ZHUO LH., HUANG PH., LI GF., 1992. Pollen morphology and its taxonomic significance for *Acer* Linn. from NE China. *Bulletin of Botanical Research*, 12(3):309-315.
- CASELLA F. (2011) Eco-friendly management of woody weeds in natural and urban areas: the case of *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle (Tree of Heaven) in the Apulia Region. In: Bohren C, Bertossa M, Schoenenberger N, Rossinelli M, Conedera M (eds), Abstracts of the 3rd International Symposium on weeds and invasive plants, 2–7 Oct 2011, Ascona Casella F, Vurro M (2013) *Ailanthus altissima* (tree of heaven): spread and harmfulness in a case-study urban area. *Arboric J* 35: 172–181
- CASTRO-DÍEZ P., FIERRO-BRUNNENMEISTER N., GONZÁLEZ-MUÑOZ N., GALLARDO A. (2012) Effects of exotic and native tree leaf litter on soil properties of two contrasting sites in the Iberian Peninsula. *Plant and Soil* 350: 179–191
- CASTRO-DÍEZ P., GONZÁLEZ-MUÑOZ N., ALONSO A., GALLARDO A., POORTER L. (2009) Effects of exotic invasive trees on nitrogen cycling: a case study in Central Spain. *Biological Invasions* 11: 1973–1986
- CLEMENT EJ, FOSTER MC., 1994. Alien plants of the British Isles: a provisional catalogue of vascular plants (excluding grasses). Oundle, UK; Botanical Society of the British Isles, 590 pp.
- DAWSON TE., EHRLINGER JR., 1993. Gender-specific physiology, carbon isotope discrimination, and habitat distribution in boxelder, *Acer negundo*. *Ecology*, 74:798-815.
- FACELLI JM., PICKETT STA. (1991) Indirect effects of litter on woody seedlings subject to herb competition. *Oikos* 62: 129–138
- FALINSKI JB., 1998. Invasive alien plants, vegetation dynamics and neophytism. In: Falinski JB, Adamowski W, Jackowiak B, eds. Synanthopization of plant cover in new Polish research. *Phytocoenosis*, 10:163-187.
- FOSTER RC., 1933. Chromosome numbers in *Acer* and *Staphylea*. *Journal of the Arnold Arboretum*, 14:386-393.
- FUSTEC J., LODE T., JACQUES D LE., CORMIER JP., 2001. Colonization, riparian habitat selection and home range size in a reintroduced population of European beavers in the Loire. *Freshwater Biology*, 46:1361-1371.
- GELDEREN DM VAN., JONG PC DE, OTERDOOM HJ., 1994. Maples of the world. Portland, Oregon, USA; Timber Press, 458 pp.
- GILMAN EF., WATSON DG., 1993. *Acer negundo* - Boxelder. University of Florida Fact Sheet ST-20. Environmental Horticulture Department, Florida Cooperative Extension Service, USA: Institute of Food and Agricultural Sciences.
- GOLDMAN O. (2006) Prostorová analýza vybraných invazních druhů rostlin na území CHKO Pálava. Dipl. práce p. 228.
(http://www.esenias.org/files/NEOBIOTA_2014_Proceedings.pdf).
- HALL BA., 1951. The floral anatomy of the genus *Acer*. *American Journal of Botany*, 38:793-

- 799.
- HAVINGA D., 2000. Sustaining biodiversity - A strategic plan for managing invasive plants in Southern Ontario. Ontario, Toronto: City of Toronto and Society for Ecological Restoration. <http://www.serontario.org/pdfs/exotics.pdf>.
- CHRENKOVÁ M., ULRYCH L., ŠEPPER J., ŠEPPEROVÁ STANOVÁ V. (2014) Odstraňovanie nepôvodných invázných druhov drevín na pieskových dunách. Životné prostredie 48: 88–92
- JOVKOVIĆ B. (1950) First results of work on forest shelterbelts in Macedonia. Šumarski List 74: 221–234
- KŘIVÁNEK M. (2006) Biologické invaze a možnosti jejich předpovědi. Acta Pruhoniceana 84
- KŘIVÁNEK M., PYŠEK P., JAROŠÍK V. (2006) Planting history and propagule pressure as predictors of invasion by woody species in a temperate region. Conserv Biol 20: 1487–1498
- LEWIS P., STEPHENS R., 2001. Discovering alternatives to garden escapes. The Nursery Papers, 2001/12:1–4.
- MEDRZYCKI P., PABJANEK P., 2001. Linking land use and invading species features: a case study of *Acer negundo* in Białowieża village (NE Poland). Plant invasions: species ecology and ecosystem management, 123–132; 33 ref.
- MERRIAM RW. (2003) The abundance, distribution and edge associations of six non-indigenous, harmful plants across North Carolina. J. Torrey Bot. Soc. 130: 283–291
- MÜLLEROVÁ J., BARTALOŠ T., BRŮNA J., DVOŘÁK P., VÍTKOVÁ M. (2017) Metodika mapování invazních druhů pomocí dálkového průzkumu. Botanický ústav AV ČR, Průhonice.
- NISIC, USDA (2014) National invasive species information Centre
- OLSON DF., GABRIEL WJ., 1974. *Acer L. - Maple*. US Department of Agriculture, Agriculture Handbook, 450:187–194.
- PERGL J., PERGLOVÁ I., VÍTKOVÁ M., POCOVÁ L., JANATA T., ŠÍMA J. (2016c) Likvidace vybraných invazních druhů rostlin; Standardy péče o přírodu a krajinu. Praha, Průhonice: AOPK ČR & Botanický ústav AV ČR. 22 p.
- PERGL J., SÁDLO J., PETRUSEK A., PYŠEK P. (2016b) Seznam prioritních invazních druhů pro ČR. Ochrana přírody: 71: 29–33. Pergl J (2017) Risk assesment *Ailanthus altissima* pro EU seznam IAS. Dostupné na <https://circabc.europa.eu>
- PINTO C., SOUSA JP., GRACA MAS., DA GAMA MM. (1997) Forest soil Collembola. Do tree introductions make a difference? Pedobiologia 41: 131–138
- PLASS WT. (1975) An evaluation of trees and shrubs for planting surface mine spoils. USDA, Forest Service, Northeastern Forest Experimental Station, Upper Darby
- Pyšek P, Genovesi P, Pergl J, Monaco A, Wild J (2013) Plant invasions of protected areas in Europe: an old continent facing new problems. In: Foxcroft LC, Pyšek P, Richardson DM, Genovesi P (eds), Plant invasions in protected areas: patterns, problems and challenges, Springer, Dordrecht, p 209–240
- PYSEK P., PRACH K., 2003. Research into plant invasions in a crossroads region: history and focus. Biological Invasion, 5:337–348.
- REBBECK J., KLOSS A., BOWDEN M., COON C., HUTCHINSON TF., IVERSON L., GUESS G. (2015) Aerial detection of seed-bearing female *Ailanthus altissima*: a cost-effective method to map an invasive tree in forested landscapes. Forest Science 61: 1068–1078
- RODRIGUES RR., PINEDA RP., BARNEY JN., NILSEN ET., BARRETT JE & WILLIAMS MA. (2015) Plant invasions associated with change in root-zone microbial community structure and diversity. PLOS one. DOI: 10.1371/journal.pone.0141424
- Standard AOPK ČR č. 02 007 Likvidace vybraných invazních druhů rostlin (vč. následné péče o lokality) (aktualizace 2023).

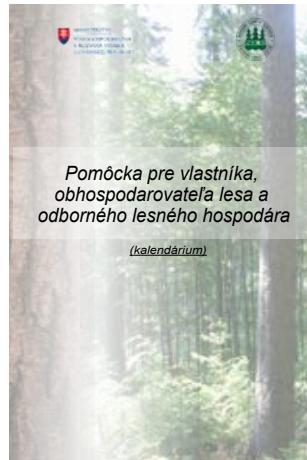
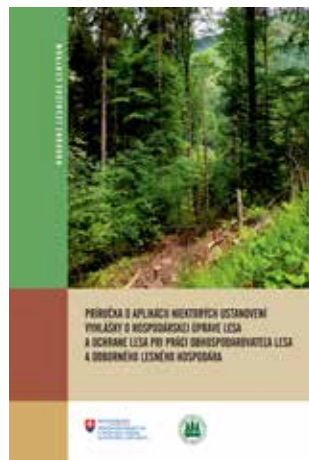
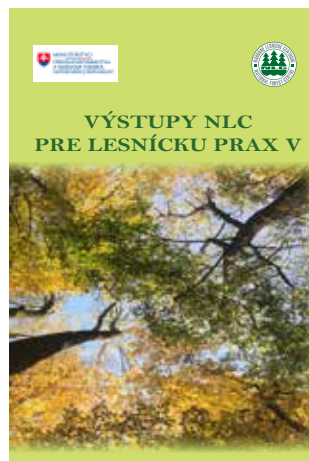
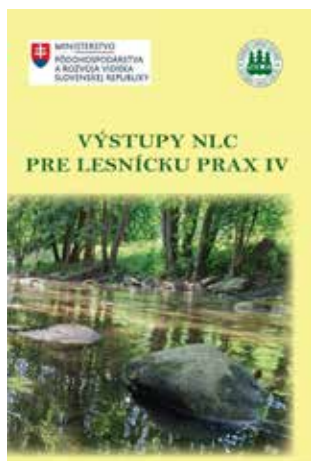
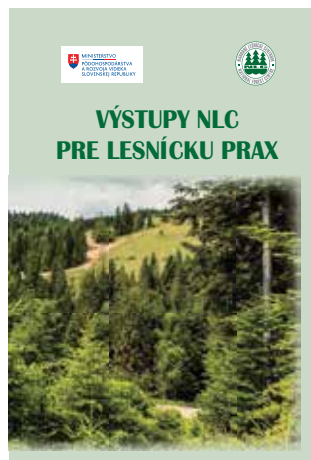
- STEJSKAL R. (2020) Metody cílené aplikace aneb staronový nástroj regulace invazních dřevin: první zkušenosti z Podyjí. *Ochrana přírody* 5, 15-19.
- STEJSKAL R. (2021a): Metody cílené aplikace 2. část: Ošetření mladých jedinců invazních dřevin. *Ochrana přírody* 5, 22-25.
- STEJSKAL R. (2021b): Regulace pajasanu žláznatého a dalších invazních dřevin pomocí méně známých způsobů aplikace herbicidu. *Agromanuál* 7, 36-39. <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/plevele/regulace-pajasanu-zlaznateho-a-dalsich-invaznich-drevin-pomoci-mene-znamych-zpusobu-aplikace-herbici>
- STEJSKAL R. (2021c): Odstranění náletových dřevin metodou částečného loupání kůry. Ochranařská příručka, <https://www.ochranarskaprirucka.cz/invazni-rostliny/odstraneni-naletovyh-drevin-metodou-castecneho-loupani-kury/>
- STEJSKAL R. (2021d): Injektáž invazních dřevin navrtáváním kmene. Ochranařská příručka <https://www.ochranarskaprirucka.cz/invazni-rostliny/injektaz-invaznich-drevin-navrtavanim-mene/>
- ŠEFFEROVÁ STANOVÁ V., PLASSMAN ČIERNA M. (eds.2011) Manažmentové modely pre údržbu, ochranu a obnovu biotopov. DAPHNE - Inštitút aplikovanej ekológie, Bratislava, 41 p.
- ŠOP SR (2020) Invázne druhy. Webová stránka Štátne ochrany prírody Slovenskej republiky, <http://www.sopsr.sk/invazne-web/>
- THALMANN DJK., KIKODZE D., KHUTSISHVILI M., KHARAZISHVILI D., GUI SAN A., BROENNIMANN O., MÜLLER-SCHÄRER H. (2015) Areas of high conservation value in Georgia: present and future threats by invasive alien plants. *Biol Invas* 17: 1041–1054
- TICKNER DP., ANGOLD PG., GURNELL AM., MOUNTFORD JO., 2001. Riparian plant invasions: hydrogeomorphological control and ecological impacts. *Progress in Physical Geography*, 25:22-52.
- TÖRÖK K., BOTTA-DUKÁT Z., DANCZA I., NÉMETH I., KISS J., MIHÁLY B., MAGYAR D., 2003. Invasion gateways and corridors in the Carpathian Basin: biological invasions in Hungary. *Biological Invasions*, 5:349-356.
- WARD JK., DAWSON TE., EHRLINGER JR., 2002. Responses of *Acer negundo* genders to interannual differences in water availability determined from carbon isotope ratios of tree ring cellulose. *Tree Physiology*, 22:339-346.
- WEBER E (2003) *Invasive plant species of the world: A reference guide to environmental weeds*. Wallingford, UK: CAB International, 548 pp.
- WILLIAMS RD., WINSTEAD JE., 1972. Population variation in seed germination and stratification of *Acer negundo* L. *Transactions of the Kentucky Academy of Science*, 33:43-48.
- WILLSON MF., 1986. On the cost of reproduction in plants: *Acer negundo*. *American Midland Naturalist*, 115:204-207.

Adresa autorov:

Ing. Valéria Longauerová, PhD., Ing. Radovan Hladký, Ing. Maroš Sedliak, PhD., Ing. Andrej Kunca, PhD., Mgr. Katarína Sujová, PhD.

Národné lesnícke centrum - Lesnícky výskumný ústav Zvolen, Lesnícka ochranařská služba
T. G. Masaryka 2175/22,
960 01 Zvolen
e-mail: valeria.longauerova@nlcsk.org

ĎALŠIE, ZAUJÍMAVÉ PUBLIKÁCIE VYDANÉ NÁRODNÝM LESNÍCKYM CENTROM



dostupné na: https://web.nlcsk.org/?page_id=10828



DIDAKTICKÉ VIDEÁ A ZÁZNAMY ZO SEMINÁROV

Vybrané témy lesného hospodárstva



Zoznam videí

Kritériá zabezpečeného lesného porastu - kritérium a)



Videa obsahuje kritéria prírodného kritéria a) národy pre porasty lesného reprodukčného materiálu.

Kritériá zabezpečeného lesného porastu - kritérium b)



Videa obsahuje kritéria prírodného kritéria b) zloženie.

Kritériá zabezpečeného lesného porastu - kritérium c)



Videa obsahuje kritéria prírodného kritéria c) prispôbenie sa stanovišťa.

Kritériá zabezpečeného lesného porastu - kritérium d)



Videa obsahuje kritéria prírodného kritéria d) dostatočný počet jedincov v spri.

Kritériá zabezpečeného lesného porastu - kritérium e)



Videa obsahuje kritéria prírodného kritéria e) prispôbenie lesným druhom.

Videa je výstupom štúdie Podpora posilovania

Kritériá zabezpečeného lesného porastu - všeobecné informácie



Videa predstavuje 7 kritérií, ktorými sa popisujú zabezpečený lesný porast v zmysle vyhlášky č. 413/2008 Z. z. o hospodárskej úprave lesa a ochrane jeho účinnosti od 1.1.2012.

Prebudova lesa na PBHL v osobitných prípadoch



Ako je možné realizovať prebudovu lesa na prírode blízke hospodárenie v osobitných prípadoch?

Prírode blízke hospodárenie v lesoch a prebudova lesa na PBHL



Čo je to prírode blízke hospodárenie a ako prebieha prebudova lesa na PBHL?

Rozdiel v parcele registra C a E katastra nehnuteľností



V prezentovanom videu, ktoré nahrádza na video o katastri nehnuteľností, kde sa ukazuje čo sú to parcely registra C a E katastra nehnuteľností, prečo a ako vznikli, aby je možné nimi získať a realizovať ich zjednotenie.

Kataster nehnuteľností a vlastnícke právo



V krátkom informáционном videu vám vysvetlíme, čo je to kataster nehnuteľností, kde ho nájdete a aké informácie nám poskytuje.

Videa je záverečným doplnkom k publikácii „ZÁKLADNÉ ZNALOSTI VLASTNÍKA LESŤ, ktorí majú nárok na https://nlp.lhynkaj.sk/



