



Správy z výskumu Lesníckej fakulty pre prax

December 2019



Správy z výskumu Lesníckej fakulty pre prax

December 2019

Vydavateľ: Technická univerzita vo Zvolene
Tlač a grafická úprava: Vydavateľstvo TU vo Zvolene
Vydanie I. – 2019

ISBN 978-80-228-3201-4

© Technická univerzita vo Zvolene
© Lesnícka fakulta TU vo Zvolene



Táto brožúra je vytlačená na 100 % PEFC certifikovanom papieri.

Obsah

Zriedkavejšie druhy autochtónnej dendroflóry Slovenska – význam a možnosti využitia

doc. Ing. Ivan Lukáčik, CSc.

Ing. Ivana Sarvašová, PhD.

5

Podsadby ako nástroj rekonštrukcie ohrozených smrekových porastov

Ing. Jaroslav Vencurik, PhD.

doc. Ing. Peter Jaloviar, PhD.

prof. Ing. Milan Saniga, DrSc.

doc. Ing. Stanislav Kucbel, PhD.

12

Huby a ich perspektívne využívanie v prospech prírody, lesa a človeka

Ing. Martin Pavlík, PhD.

18

Využitie vtákov a drobných zemných cicavcov ako indikátorov vplyvu lesníckeho manažmentu na biodiverzitu lesov

Ing. Peter Lešo, PhD.

Dr. h. c. prof. Ing. Rudolf Kropil, PhD.

Ing. Andrea Lešová, PhD.

26

Využitie neinvazívnych metód štúdia pôdných vlastností pri identifikácii oblastí náchylných na disturbance vetrom

Ing. Marián Homolák, PhD.

prof. h. c. prof. Dr. Ing. Viliam Pichler

doc. Ing. Erika Gömöryová, CSc.

33

Nové modely hospodárenia pomôžu splniť hlavné výzvy lesníctva v 21. storočí:

II. Priebeh riešenia a doterajšie výsledky projektu ALTERFOR

prof. Ing. Ján Tuček, CSc.

39

Odhad zásoby ukradnutého dreva na pni prof. Ing. Lubomír Scheer, CSc.

48

Zriedkavejšie druhy autochtónnej dendroflóry Slovenska – význam a možnosti využitia

doc. Ing. Ivan Lukáčik, CSc.

Ing. Ivana Sarvašová, PhD.

Súhrn

V posledných desaťročiach dochádza k neustálemu zhoršovaniu zdravotného stavu drevín nielen v lesných porastoch, ale aj v rozptýlenej zeleni v krajine. V tejto súvislosti sa mení aj vzťah k lesu a jeho zložkám. Oproti predchádzajúcim, čisto exploatačným tendenciám sa v odbornom a verejnom povedomí čoraz viac uplatňuje sociálno-ekonomický prístup k lesu. Les, ako základný a najstabilnejší ekosystém, sa stáva nepostrádateľným aj ako prostriedok významne ovplyvňujúci stabilitu prírodného a životného prostredia. Preto lesnícky výskum v oblasti základných biologických disciplín venuje zvýšenú pozornosť štúdiu prirodzených populácií aj tých drevín, ktorých hlavný význam nespočíva v produkcii drevnej suroviny, ale sú dôležité z hľadiska plnenia rôznych iných funkcií.

Pri stanovení cieľov výskumu v meniacich sa klimatických a tým aj ekologických podmienkach je potrebné vychádzať z nárokov na podmienky prostredia jednotlivých druhov drevín a zároveň počítať s tým, že sa môžu prejavovať vnútrodrohové rozdiely resp. rozdiely na úrovni nižších systematických jednotiek.

Najdôležitejšie výsledky výskumu

Problemátike vnútrodrohovej premenlivosti drevín v podmienkach Slovenska sa zvýšená pozornosť začala venovať až v druhej polovici minulého storočia. Za významný medzník v jej štúdiu možno považovať založenie Arboréta Borová hora (1965). V obsahovom zameraní jeho zbierok hlavným cieľom bolo sústreďovanie pôvodných (autochtónnych) taxónov drevín v ich vnútrodrohovej a ekologickej premenlivosti. Tomuto cieľu bol podriadený aj následný vedecký výskum odborných pracovníkov arboréta, diplomantov a doktorandov z odboru dendrológia, ktorý sa realizuje dodnes. V Arboréte Borová hora sa zvýšená pozornosť venovala najmä zriedkavejším druhom slovenskej dendroflóry. V rámci vlastného výskumného zamerania autorov to boli najmä borovica horská – kosodrevina (*Pinus mugo* Turra) a jeľša lepkavá (*Alnus glutinosa* [L.] Gaertn.), v poslednom období aj breza svalcovitá (*Betula pendula* Roth. var. *carelica* [Merklin] Hämet-Ahti) a dreviny teplomilných (lesostepných) spoločenstiev.

Borovica horská – kosodrevina (*Pinus mugo* Turra) – zohráva významnú úlohu pri riešení problematiky rekonštrukcie porastov v oblasti hornej hranice lesa. Je schopná prispôbiť sa extrémnym stanovištným podmienkam v subalpínskom vegetačnom stupni ako máloktorá autochtónna drevina. Vytvára porasty na rôznych materských substrátoch – na žule, rule, bridliciach, pieskovci, dolomitoch a vápencoch, ale aj na rašelinách. Porasty kosodreviny výrazne prispievajú k spevňovaniu pôdy a slúžia k regulácii vodného režimu v horských polohách. Je to zároveň drevina značne premenlivá. Vyznačuje sa neobyčajnou mnohotvárnosťou vzrastových foriem, stavbou šišíek, sfarbením semien a p. Z rozsiahleho výskumu jej prirodzených populácií z územia Slovenska (celkovo bolo založených 81 výskumných plôch v rôznych nadmorských výškach, expozíciách a materských substrátoch) vyplynulo, že najdôležitejším faktorom ovplyvňujúcim rast kosodreviny je nadmorská výška. S jej zmenou sa výraznejšie menilo nielen zastúpenie vzrastových foriem, ale aj priemerné hodnoty hrúbky a výšky jedincov. Znaký ihlič a šišíek boli veľmi premenlivé už v rámci jedincov, a tým málo vhodné na posudzovanie možných rozdielov medzi populáciami. Väčšiu preukázanosť v tomto zmysle mali anatomické znaky ihlič, najmä vzdialenosť cievných zväzkov a počet živých kanálikov.

Z abiotických škodlivých činiteľov mala na porasty kosodreviny najnegatívnejší vplyv vodná a veterná erózia, tlakový účinok snehu, z biotických poškodení sa v niektorých orografických celkoch vyskytla sypavka a spletovka kosodreviny (Lukáčik 1993, 1997).

Aj napriek odolnosti a prispôbivosti kosodreviny ku konkrétnym nepriaznivým podmienkam prostredia je to drevina s veľmi vyhranenými ekotypmi a použitie nevhodného ekotypu často vyvoláva poruchy, alebo zánik kultúr. Svedčia o tom poznatky z viacerých oblastí (Alpy, Krkonoše, Jesenníky, Kráľova hoľa), kde zo začiatku úspešne rastúce kultúry po 15 – 20 rokoch takmer uhynuli. Príčina sa pripisuje práve použitiu nevhodnej proveniencie.

Z ekologického pohľadu zostáva nevyriešená otázka rôznych hybridných jedincov. Vyskytujú sa väčšinou na stanovištiach s veľkou ekologickou rozmanitosťou, resp. zníženou konkurenciou iných druhov, teda najmä na rašeliniskách. Rozmanitosť stanovišť umožňuje udržanie značného počtu jedincov ďalších generácií, u ktorých sa objavujú rôzne kombinácie ekologických nárokov. Narušenie prirodzeného biotopu uľahčuje vznik hybridov a súčasne vytvára podmienky pre ich udržanie.

Súčasný stav kosodrevinových porastov možno považovať vcelku za priaznivý, ich prirodzený rozpad, ako sa uvádzalo v niektorých prácach z oblasti Álp v súčasnosti nehrozí, naopak v niektorých orografických celkoch zaznamenávame zväčšovanie jej zastúpenia. Je však potrebné ďalej sledovať jej fyziológiu a rastové procesy, pôsobenie klimatických faktorov ako aj biotických škodlivých činiteľov, pretože len takto sa

môžeme vyhnúť nepríjemným omylom, ktorých dôsledky sa väčšinou prejavia až v nasledujúcich desaťročiach.

Jelša lepkavá (*Alnus glutinosa* [L.] Gaertn.) je významnou zložkou brehových porastov s veľkou regulačnou a retenčnou schopnosťou pri vysokých vodných stavoch. Je aj dôležitá melioračná drevina, keď priaznivo ovplyvňuje vlastnosti pôd, na ktorých rastie. Je to jednak svojou dobre a rýchlo sa rozkladajúcou opadankou, ale tiež skutočnosťou, že rod *Alnus* viaže na jemných koreňoch symbiotické hľúzky baktérií zo skupiny aktinomycét (rod *Frankia*), ktoré obohacujú pôdu o dusík. Jelše sú tak na stanovištiach s dostatkom alebo prebytkom vody schopné tvoriť prirodzené rovnorodé porasty, kde im iné hospodárske dreviny nemôžu konkurovať.

Na podmáčanom stanovišti, s vystupujúcou hladinou podzemnej vody, plnia jelšové porasty aj veľmi dôležitú hygienickú funkciu tzv. sacej pumpy, čím zabráňujú presakovaniu vody na povrch pôdy a tým znižujú možný vznik anaeróbnych procesov na jej povrchu (Feriancová, Lukáčik 2004).

Jelša lepkavá je drevina značne premenlivá nielen v kvantitatívnych, ale najmä v kvalitatívnych znakoch. Z výsledkov nášho výskumu uskutočneného v 23 orografických celkoch Slovenska, kde bolo založených celkom 79 výskumných plôch vyplynulo, že okrem podmienok prostredia ovplyvňujú jej rastové a kvalitatívne charakteristiky najmä vek a pôvod jedincov, ich genetické vlastnosti a sociologické postavenie v poraste. Vyššie priemerné hodnoty výšky a hrúbky $d_{1,3}$ sme zaznamenali na plochách, kde rástli jedince semenného pôvodu na riečnych naplavinách. Pre možné hospodárske využitie je veľmi dôležitá kvalita kmeňa, preto sme sledovali rast a priebeh kmeňa, čistenie od bočných konárov, veľkosť a tvar koruny, hrúbku konárov, ale aj celkový zdravotný stav a poškodenie jedincov. Z hľadiska kvalitatívneho sú najviac oceňované jedince s rovným, priebežným kmeňom, bez adventívnych výhonkov. V celej skúmanej oblasti sa zaevidovalo až 44 % takýchto jedincov, ďalších 24,2 % malo podobnú kvalitu, len čiastočne vychýlený rast, čo je dôsledok odkláňania korún k vonkajším priestorom, prípadne nad hladinu vodného toku (Lukáčik 2002, Lukáčik et al. 2005). Morfologické znaky sú však len jedným z ukazovateľov zatriedovania porastov do fenotypových kategórií, ktoré vznikajú ako výsledok interakcie genotypovej zložky organizmu a prostredia. Len analýza fenotypovej premenlivosti, spolu s analýzou na genotypovej úrovni, môže priniesť relevantné informácie pre smerovanie následných šľachtiteľských prác.

Ani význam jelšového dreva nie je zanedbateľný. Kým v minulosti sa uvažovalo s jeho využívaním najmä v dýharenskom priemysle, na rôzne modelárske práce a výrobu ceruziek, v súčasnom období sa v niektorých krajinách západnej Európy a Škandinávie jelša dostala do popredia ako „módny druh“ na výrobu štýlového nábytku a bytových doplnkov (Lukáčik

2000). Cenené sú predovšetkým rôzne technické formy (svalcovité, očkové), ktoré poskytujú kvalitné, farebne a esteticky vysoko hodnotené drevo.

Breza svalcovitá (*Betula pendula* var. *carelica* [Merklin] Hämet-Ahti) je zriedkavou drevinou sukcesných spoločenstiev, pôvodnou vo viacerých európskych krajinách. Je to varieta brezy previsnutej výnimočná svojím habitusom a dekoratívnou kresbou dreva. Breza svalcovitá prirodzene rastie na nevyužívaných poľnohospodárskych pôdach, svahoch ciest, násypoch, teda všade tam, kde je zabezpečený dostatočný prístup svetla (Pagan 1992, Sibul et al. 2011). Netvorí rovnorodé porasty, vyskytuje sa len vtŕsene, pričom prirodzený areál brezy svalcovitej má zaujímavú ostrovčekovitú štruktúru. Výskyt brezy svalcovitej na Slovensku tvorí južnú hranicu jej celkového areálu prirodzeného rozšírenia. Výskumu brezy svalcovitej ako autochtónnej dreviny Slovenska na jej prirodzených lokalitách sa venoval najmä prof. Pagan, keď bola nájdená v 16 orografických celkoch, na 78 lokalitách. Najvyššiu koncentráciu výskytu zaznamenal na severovýchode Slovenska, najmä v Nízkych Beskydách, najčastejšie vo flyšovom pásme. V rámci terénnych výskumov bola nájdená aj veľmi zriedkavá čiernokôra breza svalcovitá.

Breza svalcovitá je polymorfný taxón, ktorý zahŕňa viacero tvarových a výškových podôb. Jej vzácna „vzorkovaná“ štruktúra dreva sa môže vyskytovať v jednokmenných stromovitých jedincoch, ako aj vo viackmenných kríkovitých jedincoch o rôznej intenzite kresby dreva, veľkosti a tvaru svalcov. Výskum prirodzených populácií brezy svalcovitej a jej následného pestovania a využitia je najviac rozvinutý v krajinách s jej najväčším výskytom, v Rusku (Ljubavskaja 1978, Jevdokimov 1989, Vetchinnikova et al. 2018) a vo Fínsku (Sarvas 1958, Hagquist 2007, Ahokas 2012). Vzniku taxónu a dôvodu tvorby dekoratívneho alebo ornamentálneho dreva sa venuje viacero autorov. Výsledky výskumov zhodne poukazujú na to, že fenotypové prejavy taxónu veľmi úzko súvisia s hormonálnou nevyrovnanosťou (imbalanciou) a štrukturálnou disturbanciou pletív dreva, ktoré sú podmienené epigenetickými mechanizmami - faktormi vonkajšieho prostredia (Mashkina et al. 2011).

V súčasnosti prebieha výskum prenosu zachovania, alebo straty vybraných kvalitatívnych a kvantitatívnych znakov generatívnych a vegetatívnych potomstiev slovenských proveniencií v zmenených ekologických podmienkach, resp. ich zmien v následnej generácii (Sarvašová et al. 2017). Skúma sa zachovanie rastových foriem (obr. 1) ako tvar a plnosť (typ) svalcov (plytký, guľovitý, prstencový a hustý s najvýraznejšou kresbou a koncentráciou svalcovitého dreva). Táto technická forma dreva má využitie pri výrobe dýh (stromovitá forma), a rôznych upomienkových predmetov (kríkovitá forma). Jej cena je najmä v Škandinávii veľmi vysoká, napr. vo Fínsku pohybuje na úrovni 3500 €.m⁻³.



Obr. 1. Typ svalcov (zľava doprava): 1. plytký, 2. prstencový. 3. hustý, 4. guľový.

Dreviny teplomilných spoločenstiev

V ostatnom období je vlastný výskum zameraný na hodnotenie adaptability drevín a ich reakcií na zmenu klimatických pomerov na osobitých typoch stanovišť akými sú najmä lesostepné spoločenstvá. Podľa nášho názoru sú tieto extrémne stanovištia najvhodnejšie na sledovanie reakcie drevín na zmenu klimatických faktorov. Výskum je špeciálne orientovaný na posúdenie rastového potenciálu, druhovej diverzity, priestorovej štruktúry, ekologickej plasticity a možnosti reprodukcie charakteristických drevín týchto spoločenstiev. Tieto dreviny sú prezentované na úrovni rôznych ekotypov, ktoré sa môžu vyskytovať aj v iných v spoločenstvách s výrazne odlišnými podmienkami prostredia (napr. v tvrdých lužných lesoch). Získané originálne poznatky bude možné využiť pri hodnotení procesov adaptácie jednotlivých druhov drevín a ich spoločenstiev na zmenené podmienky prostredia.

Je pravdepodobné, že aj napriek predpokladanému nárastu ročného úhrnu zrážok sa vlhový deficit v týchto spoločenstvách najmä vo vegetačnom období výrazne prehĺbi, čo zrejme povedie k väčšej expanzii xertermnej vegetácie a k vzniku lesostepných až stepných vegetačných formácií. Všeobecne sa predpokladá, že v týchto spoločenstvách sa vytvoria priaznivejšie podmienky nielen pre teplomilné druhy dubov, ktoré tvoria základ týchto spoločenstiev v súčasnosti (dub cerový *Quercus cerris* L. a dub plstnatý *Quercus pubescens* Willd.), ale aj pre dub balkánsky (*Quercus frainetto* Ten.) a dub jadranský (*Quercus virgilliana* Ten.), druhy rodu *Cerasus*, predovšetkým čerešňu krovitú (*Cerasus fruticosa* Pall.) a čerešňu mahalebkovú (*Cerasus mahaleb* [L.] Mill.), druhy rodu *Sorbus*, najmä jarabinu brekyňovú (*Sorbus torminalis* [L.] Crantz.) a jarabinu mukyňovú (*Sorbus aria* [L.] Crantz.), jaseň manový (*Fraxinus ornus* L.), javor poľný (*Acer campestre* L.), javor tatársky (*Acer tataricum* L.) a ďalšie dreviny, ktoré majú v súčasnosti ťažisko výskytu v Stredomorí. Predpokladáme, že najmä na bázach svahov nájdeme širšie uplatnenie aj dreviny s vysokou výmladnosťou ako napr. hrab obyčajný (*Carpinus betulus* L.), lipa malolistá (*Tilia cordata* Mill.) aj napriek ich nižšej tolerancii na svetlo. V týchto spoločenstvách sa však môže zvýšiť zastúpenie nežiaducich invázných, nepôvodných druhov a to agáta

bieleho (*Robinia pseudoacacia* L.), javorovca jaseňolistého (*Negundo aceroides* Moench.), pajaseňa žliazkatého (*Ailanthus altissima* Mill. Swingle) a ďalších inváznych druhov.

Podakovanie

Práca vznikla v rámci riešenia projektu VEGA 1/0564/19.

Literatúra

AHOKAS H., 2012. Cytokinins in the Spring Sap of curly Birch (*Betula pendula* f. *carelica*) and the non-curly Form. J. Plant Physiol., 118(1): 33-39.

FERIANCOVÁ, L., LUKÁČIK, I., 2004. Hodnotenie porastov v rámci rekonštrukcie kúpeľného parku v Brusne. In: Hlaváč, P. (ed.): Nové trendy v ochrane lesa a krajiny. Zborník vedeckých a odborných prác. Technická univerzita, Zvolen: 95-98.

HAGQVIST, R., 2007. Curly birch (*Betula pendula* var. *carelica*) and its Management in Finland. In: Production and Utilization of high Quality birch (COST E42 – Growing Valuable Broadleaved Tree Species Meeting, Finland, 10-14. June 2007: 1-20.

JEVDOKIMOV A. P. 1989. Biologia i kultura karelskoj berezy. Izdatel'stvo Leningradskogo universiteta. Leningrad, 228 s. ISBN 5-288-00236-2.

LJUBAVSKAJA A. JA. 1978. Karelskaja bereza. Izdatel'stvo Lesnaja promyšlennost', Moskva, 142 s.

LUKÁČIK, I., 1993. Súčasný stav a premenlivosť borovice horskej (*Pinus mugo* Turra) na Slovensku. Vedecké a pedagogické aktuality 4, technická univerzita, Zvolen, 45 s.

LUKÁČIK, I., 1997. Výsledky štúdia premenlivosti prirodzených populácií borovice horskej – kosodreviny (*Pinus mugo* Turra) v TANAPe. Štúdie o Tatranskom národnom parku 3(36), Gradus, Martin: 67-82.

LUKÁČIK, I., 2000. Súčasný stav porastov jelše lepkavej v Juhoslovenskej kotline. In: Pestovanie lesa v zmenených ekologických podmienkach. Technická univerzita, Zvolen: 109-112.

LUKÁČIK, I., 2002. Premennivosť, rastová charakteristika a zdravotný stav porastov jelše lepkavej vo Východoslovenskej nížine. In: Karas, J., Podrázsky, V. (eds): Současné trendy v pěstování lesů. ČZU, Praha: 94-98.

LUKÁČIK, I., BUGALA M., 2005. Premennivosť, rastová charakteristika a ekológia jelše lepkavej a jelše sivej na Slovensku. Vedecká štúdia, Technická univerzita, Zvolen, ISBN 80-228-1548-9, 68 s.

MASHKINA O. S., BUTORINA A. K., TABATSKAJA T. M. 2011. Karelian Birch (*Betula pendula* var. *carelica*) as a Model for Studying genetic and Epigenetic Variation related to the Formation of patterned Wood. Russian journal of Genetics, Vol. 47, No. 8:1073-1080.

PAGAN J., 1992. Genofond brezy svalcovitej na Slovensku. In: International Symposium at the occasion of the 100th Anniversary of the Arboretum Mlyňany Foundation 1892-1992, Veda, Bratislava: 269-274.

SARVAS R. 1958. Kaksi triploidista haapaa ja koiuvua. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae, 49 (7): 1-25.

SARVAŠOVÁ, I., LUKÁČIK, I., PAROBEKOVÁ, Z., 2017. Kvantitatívne charakteristiky a fenotypové prejavy vybraných pôvodov brezy svalcovitej vysadených v Arboréte Borová hora (Slovensko) Quantitative characteristics and phenotypic expressions of chosen curly birch origins archived in the Borová hora Arboretum (Slovakia), In: Zprávy lesnického výzkumu = Reports of forestry research: vědecký recenzovaný časopis. - ISSN 0322-9688. - Roč. 62, č. 2 (2017): 116-126.

SIBUL I., HABICHT K. L., PLOOMI A., 2011. Curly birch stands and cultivation results in Estonia. In: Structural and functional deviation from normal growth and development of plants. Petrozavodsk, 20.-24. June 2011: 310-313.

VETCHINNIKOVA L. V., TITOV, A. F., KUZNECOVA T. JU., 2018. Karelskaja bereza – biologičeskie osobennosti i sposoby razmnoženia: učebno-metodičeskoe poslovie, Petrozavodsk, KarNC RAN, ISBN 978-5-9274-0808-5, 51 s.



Doc. Ing. Ivan Lukáčik, CSc.

Pedagogický pracovník na Katedre pestovania lesa LF, gestor dendrologických predmetov, súčasne riaditeľ Arboréta Borová hora. Vedecká profilácia je orientovaná na premenlivosť, ekológiu a rastové procesy autochtónnej dendroflóry.



Ing. Ivana Sarvašová, PhD.

Výskumná pracovníčka, vedúca Oddelenia starostlivosti o genofond drevín v Arboréte Borová hora. Zaoberá sa problematikou záchrany genofondu autochtónnych drevín, skúmaním prirodzených lokalít ich výskytu a následnou reprodukciou a uchovávaním v zmenených ekologických podmienkach.

Podsadby ako nástroj rekonštrukcie ohrozených smrekových porastov

Ing. Jaroslav Vencurik, PhD.

doc. Ing. Peter Jaloviár, PhD.

prof. Ing. Milan Saniga, DrSc.

doc. Ing. Stanislav Kucbel, PhD.

Súhrn

Hromadné hynutie smrečín na Slovensku nastoľuje otázku ich ďalšieho obhospodarovania. S ohľadom na stabilitu ohrozených smrekových porastov sa v minulosti široko preferovaný holorubný hospodársky spôsob v mnohých prípadoch javí ako neefektívny a ekonomicky nákladný. Do popredia sa tak v stále väčšej miere dostávajú postupy prírode blízkeho hospodárenia, ktorých cieľom je predovšetkým podpora biodiverzity a rozmanitosti štruktúry lesných porastov. S ohľadom na to je v labilných smrekových porastoch dôležité čo možno najskôr začať s ich rekonštrukciou. Táto by mala smerovať k vytváraniu stabilných hospodárskych lesov. Jednou z možností rekonštrukcie smrečín je aj realizácia podsadiet pôvodných drevín.

Problém smrekových porastov

Rovnovážne smrekové porasty pestované tradičnými postupmi holorubného hospodárskeho spôsobu predstavujú v stredoeurópskych pomeroch produktívne, ale nestabilné lesné ekosystémy ohrozované vo veľkej miere vetrom, hmyzom, zmenami živinového režimu, zakysľovaním pôd a v poslednom období tiež klimatickou zmenou. Ako jedna z hlavných príčin odumierania smrečín sa uvádza dlhodobé pestovanie smrekových monokultúr, najmä na nepôvodných stanovištiach. Pri súčasnom zastúpení smreka, ktoré sa pohybuje na úrovni 22,7% (Zelená správa 2018) je viac ako 70% smrečín nepôvodných (KULLA a kol. 2012). V dôsledku toho dochádza k zatiaľ bližšie nešpecifikovaným chemickým a mikrobiologickým zmenám pôdy a tiež k narušeniu ektomykoríznej symbiôzy s koreňmi stromov (REPÁČ, VENCURIK 2015). Synergickým pôsobením viacerých činiteľov sa zhoršuje ekologická stabilita a odolnosť potenciál týchto ekosystémov. Znížená vitalita smrekových porastov vedie následne k vysokému podielu náhodných ťažieb predovšetkým vplyvom extrémneho vetra a premnoženia biotických škodlivých činiteľov (podkôrny hmyz), vzniku rozsiahlych kalamitných plôch a zhoršeniu plnenia všetkých verejno-prospešných funkcií lesa (KULLA a kol. 2012, ŠTEFANČÍK a kol. 2012). Okrem toho sa znižuje tiež speňaženie drevnej hmoty. Nepriaznivé pôsobenie škodlivých činiteľov a súčasná orientácia európskeho lesníctva na prírode blízke pestovanie lesov preto vyvolávajú

potrebu konverzie týchto porastov na nerovnoveké lesy tvorené aj inými pôvodnými drevinami. Rozloženie rizika rozpadu porastov na viac drevín pôvodného zastúpenia, plošná a časová diferenciácia súčasných lesných porastov predstavujú prakticky jediné zmysluplné riešenie tohto problému.

Vo viacerých oblastiach Slovenska postihnutých rozpadom smrečín (Kysucké a Oravské Beskydy, Nízke Tatry, Spiš) existuje pomerne veľká skupina zdravotne oslabených, podkôrnym hmyzom silne atakovaných, ale ešte stále funkčne účinných smrekových porastov. Prioritou hospodárenia v týchto porastoch v strednodobom horizonte by malo byť spomalenie procesu ich rozpadu uplatňovaním jednotlivého výberu stromov (zdravotný a zrelostný výber, podpora stability a kvality stromov). To vytvára väčší manévrovací priestor pre ich následnú obnovu, diferenciáciu štruktúry a aspoň čiastočné ekonomické zhodnotenie (SANIGA, DENDYS 2015).

Prirodzená obnova smreka nastupuje aj v rýchlo rozpadajúcich sa nepôvodných smrečinách zvyčajne bez väčších problémov, pričom vo väčšine prípadov postačuje na dosiahnutie žiaduceho podielu tejto dreviny v následných porastoch. Ostatné primiešané dreviny (najčastejšie jedľa, buk a cenné listnáče), ktoré sa nachádzajú v materskom poraste sa prirodzene obnovujú sporadicky, ale stabilne a je ich potrebné maximálne využiť. Priaznivejšie ukazovatele pokryvnosti, a najmä vitality dosahuje prirodzená obnova týchto drevín pri maloplošnom rozpade porastov. Pri veľkoplošnom vzniku kalamitných holín sú tieto ukazovatele horšie. V poškodených porastoch alebo ich častiach s prímiesou buka a jedle je preto účelné pokúsiť sa oddialiť definitívny rozpad porastového zápoja za účelom podpory obnovy týchto drevín. V prípadoch, keď prirodzená obnova primiešaných drevín abscentuje, alebo je nedostatočná je potrebné pristúpiť k realizácii podsadiieb (v užšom zmysle predsadiieb; KORPEL, SANIGA 1994), alebo podsejby. Podsadby, predovšetkým buka sú v Európe bežnou praxou. Nízky podiel podsadiieb na obnove lesa u nás sa často zdôvodňuje rôznymi, takmer výhradne prevádzkovo-ekonomickými dôvodmi, akými sú napríklad nedostatok pracovných síl, finančných prostriedkov, vhodných sadeníc, malá šetrnosť uplatňovaných ťažbových technológií, nákladná ochrana podsadiieb najmä oplocovaním, neprehľadnosť, sťažená evidencia a pod. Práve podsadba však umožňuje efektívne vnášanie pôvodných drevín do následného porastu (Obr. 1).

Efekt, rast a riziká podsadiieb v smrekových porastoch

Podsadba ako spôsob premeny porastov je z ekologického a ekonomického hľadiska podstatne efektívnejšia ako umelá obnova na veľkých odkrytých kalamitných plochách. Obnova porastu – plánovaná alebo vynútená vonkajšími faktormi – je v rámci produkčného cyklu vždy najpriaznivejším obdobím pre uskutočnenie konverzie z hľadiska drevinového zloženia a priestorovej štruktúry porastu. Podsadené dreviny využívajú zvyškový čas existujúcej generácie smrekových porastov na adaptáciu a následne na výškový a hrúbkový rast, čo

je zárukou bezpečnejšieho zaistenia kontinuity vývoja a vysokej ekologickej stability novovznikajúcich porastov (SANIGA, DENDYS 2015). Okrem toho vnášanie buka, jedle a cenných listnáčov do rovnorodých smrekových porastov zlepšuje vlastnosti pôdy, zvyšuje stabilitu a biodiverzitu lesných ekosystémov. Napríklad už prímies buka na úrovni 10% zo zásoby má významný pozitívny vplyv na stabilitu smrekových porastov voči vetru (SCHÜTZ a kol. 2006). Podobne jedľa má v porovnaní so smrekom väčšiu odolnosť voči poškodeniu vetrom a hmyzom a je tiež tolerantnejšia k vysokým teplotám a suchu. Výlučky týchto drevín majú zároveň inhibičný účinok na podkôrny hmyz. V dôsledku toho vykazujú štruktúrované, zmiešané lesy v porovnaní s rovnovekými smrekovými porastmi lepšiu odolnosť potenciál, zvlášť keď sú vystavené stresu alebo náhodným disturbanciam (BRANG a kol. 2014).



Obr. 1 Následná generácia rozpadajúceho sa smrekového porastu tvorená prirodzenou obnovou smreka a podsadbami jedle a buka (OZ Námestovo, LC Paráč)

Prežívanie a rast podsadiet ovplyvňuje predovšetkým rozdielna miera redukcie svetla, vody, dostupných živín a tiež medzidruhová konkurencia. Tieto premenné sú z veľkej časti výsledkom zmien v korunovej klenbe porastu. Optimálna regulácia hustoty stromov dospelého smrekového porastu pestovnými zásahmi preto predstavuje najdôležitejší nástroj pre usmerňovanie svetelných pomerov v porastovom vnútri, a tým aj rastu jedincov umelej a prirodzenej obnovy drevín. Čím extrémnejšie je stanovište, čo sa týka zásobovania vodou a živinami, tým vyššie sú nároky stromov na svetlo. Na takýchto stanovištiach by sa mala z praktického hľadiska primerane znížiť doba clonenia jedincov obnovy (BURSCHEL, HUSS 1997). V týchto prípadoch je účelné silnejšie otvorenie korunovej klenby, teda zníženie porastovej zásoby.

Príliš silný zásah však môže viesť k vzniku plošnej, rovnovekej obnovy, ktorá je z hľadiska diferenciácie porastu nežiaduca.

Obnova smreka, jedle a buka je schopná prežívať a odrastať aj pri nízkych hodnotách žiarenia (5–10%). Relatívne výškové prírastky odrastenej obnovy týchto drevín pod clonou smrekového porastu sa pohybujú obvykle v intervale 5 až 20% (JALOVÍAR a kol. 2013, VENCURIK a kol. 2017), čo je podstatne menej ako na veľkých odkrytých kalamitných plochách (REPÁČ, VENCURIK 2015). Variabilita svetelných pomerov v dolnej vrstve vytvára podmienky pre silný konkurenčný boj medzi jedincami obnovy. Zvlášť plošná, odrastenejšia prirodzená obnova smreka môže byť v rozpadajúcich sa smrečinách významnou prekážkou brániacou presadeniu sa jedincov iných druhov drevín. Zmladzovanie smreka je niekedy aj na nepôvodných stanovištiach také živelné, že výrazne komplikuje vnášanie ostatných cieľových drevín do budúcich porastov a je príčinou vzniku novej generácie smrekovej monokultúry (KULLA a kol. 2012, ŠTEFANČÍK a kol. 2012). Pre plánovanú podsadbu tienných drevín, predovšetkým jedle a buka, a vytvorenie diferencovanej štruktúry v týchto porastoch je preto nevyhnutné udržanie primeranej intenzity žiarenia. Táto požiadavka je však v prípade príliš rýchleho rozpadu dospelého porastu len ťažko dosiahnuteľná. Navyše pri realizácii náhodných ťažieb sa enormne zvyšuje percento strát na podsadbách v dôsledku ich mechanického poškodenia (TUČEKOVÁ, TAKÁČOVÁ 2017).

Rast obnovy pod clonou porastu závisí tiež od konkurencie jednotlivých druhov drevín v pôdnom prostredí. Konkurencia koreňových systémov pôsobí na redukciu ich rastu väčšinou silnejšie ako konkurencia v nadzemnom priestore, kde rastliny súťažia v podstate o jediný zdroj - žiarenie. V pôde je to prinajmenšom 20 chemických prvkov s rôznymi vlastnosťami a rozdielnym významom pre rastliny. Na základe doterajších vedomostí panuje konsenzus, že konkurencia v pôde je veľkostne symetrická, kým v nadzemnom priestore je čiastočne alebo úplne nesymetrická. Zo štúdie VENCURIK a kol. (2017) vyplýva, že biomasa jemných koreňov je významne negatívne (podsadené dreviny jedľa, buk), resp. pozitívne (prirodzene obnovený smrek) korelovaná s kruhovou základňou dospelého smrekového porastu. Smrekový porast je v pôdnom prostredí silným konkurentom pre následný porast jedle a buka a to aj navzdory tomu, že jemné korene smreka a podsadených drevín sú z hľadiska ich distribúcie väčšinou priestorovo oddelené. Biomasa jemných koreňov podsadených drevín je v najvrchnejšej vrstve pôdy s najlepšou dostupnosťou živín – predovšetkým dusíka – zredukovaná v dôsledku medzidruhovej konkurencie smreka a tieto dreviny ju nekompenzujú tvorbou jemných koreňov v hlbších vrstvách. Medzidruhová konkurencia koreňov v pôdnom priestore je tak silnejšia ako konkurencia vnútrodruhová, čo poukazuje na správnosť zakladania podsadiť jedle a buka v skupinovej forme zmiešania. Pri buku je navyše skupinové zmiešanie odôvodnené aj intenzívnym laterálnym rastom korín tejto dreviny pri voľnom postavení a následným vytváraním nežiaducich rozrastkov.

Zdravotný stav a odstránenie podsadiť závisí vo veľkej miere tiež od škôd spôsobených zverou. V našich podmienkach sa jedná predovšetkým o jeleniu zver, ktorej stav za posledných 10 rokov vzrástli približne o 70% (Poľovnícka

štatistická ročenka SR 2017). Jedným z najviac atakovaných druhov drevín je jedľa. Vzhľadom na svoju atraktivitu a pomalý juvenilný rast je táto drevina zvlášť citlivá na poškodenie spôsobené veľkými bylinožravcami. To sa následne prejavuje negatívne aj na druhovej skladbe porastov. Preto v prípade skutočného záujmu zakladať a pestovať daným prírodným podmienkach odpovedajúce zmiešané porasty so zastúpením jedle a cenných listnáčov je nevyhnutné aktívne riešiť otázku zníženia početných stavov zverí, najmä vysokej (TUČEKOVÁ, TAKÁČOVÁ 2017). Buk je zvyčajne poškodzovaný v menšej miere a z tohto pohľadu sa javí ako najperspektívnejšia, aj keď hospodársky menej zaujímavá podsádzaná drevina.

Podakovanie

Práca vznikla s finančnou podporou grantu VEGA 1/0492/17 Regeneračné procesy zmiešaných listnatých a vysokohorských smrekových prírodných lesov a možnosti ich využitia pri konverzii hospodárskych smrečín.

Zoznam použitej literatúry

BRANG, P., SPATHELF, P., et al., 2014: Suitability of close-to-nature silviculture for adapting temperate European forests to climate change. *Forestry* 87: 492–503

BURSCHEL, P., HUSS, J., 1997: Grundriß des Waldbaus. Parey Buchverlag, Berlin, 487 s.

JALOVÍAR, P., SANIGA, M., KUCBEL, S., 2013: Importance of light conditions for the height growth of underplantings in Norway spruce stands in the Oravské Beskydy Mts. *Beskydy* 6: 53–58

KORPEĽ, Š., SANIGA, M., 1994: Prírode blízke pestovanie lesa. TU vo Zvolene, 158 s.

KULLA, L., SITKOVÁ, Z., a kol. 2012. Rekonštrukcie nepôvodných smrekových lesov: poznatky, skúsenosti, odporúčania. Národné lesnícke centrum, Zvolen, 207 s.

REPÁČ, I., VENCURIK, J. 2015: Intenzifikácia technológií zakladania lesných kultúr so zameraním na aplikáciu stimulačných prípravkov. TU vo Zvolene, 132 s.

SANIGA, M., DENDYS, P., 2015: Rekonštrukcie smrekových porastov (poznatky a praktické skúsenosti). TU vo Zvolene, 36 s.

SCHÜTZ, J.P., GÖTZ, M., SCHMID, W., MANDALLAZ, D., 2006: Vulnerability of spruce (*Picea abies*) and beech (*Fagus sylvatica*) forest stands to storms and consequences for silviculture. *European Journal of Forest Research* 125: 291–302

ŠTEFANČÍK, I., LONGAUER, R., KULLA, L. a kol. 2012: Návrh zásad rekonštrukcií smrekových porastov vrátane návrhu praktických postupov zabezpečenia procesu reprodukcie lesa. Národné lesnícke centrum, Zvolen, 54 s.

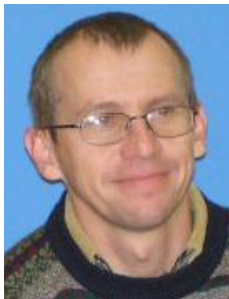
TUČEKOVÁ, A., TAKÁČOVÁ, E., 2017: Podsadby buka, jedle a javora v rámci rekonštrukcií kysuckých smrečín. In: JALOVÍAR, P., SANIGA, M. (eds): Pestovanie lesa v strednej Európe, Technická univerzita vo Zvolene, s. 203–212

VENCURIK, J., JALOVIAK, P., SANIGA, M., KUCBEL, S. 2017: Rast prirodzenej a umelej obnovy vo vybraných rekonštruovaných smrekových porastoch Oravských Beskýd. TU vo Zvolene, 42 s.



Ing. Jaroslav Vencurik, PhD.

Autor je odborný asistent na Katedre pestovania lesa. Jeho vedecká činnosť je zameraná na problematiku prírodných lesov, výberkových lesov a na dynamiku rastu obnovy pod clonou rekonštruovaných smrekových porastov.



Doc. Ing. Peter Jaloviar, PhD.

Autor je docent na Katedre pestovania lesa. Zameriava sa na problematiku koreňov lesných drevín, analýzu svetelných pomerov v porastoch a prirodzenú obnovu lesných porastov.



Prof. Ing. Milan Saniga, DrSc.

Autor je vedúcim Katedry pestovania lesa. Dlhodobo sa venuje prírode blízkym pestovným koncepciám obhospodarovania lesov a výskumu prírodných lesov.



Doc. Ing. Stanislav Kucbel, PhD.

Autor pôsobí ako docent na Katedre pestovania lesa. Výskumne sa venuje otázkam štruktúry a vývoja vysokohorských smrečín, disturbančnej dynamike prírodných lesov a pestovným koncepciám prírode blízkeho obhospodarovania lesov.

Huby a ich perspektívne využívanie v prospech prírody, lesa a človeka

Ing. Martin Pavlík, PhD.

Súhrn

Huby sú organizmy, ktoré žijú na Zemi už asi 2 miliardy rokov a počas tejto doby si prirodzene vytvorili veľmi pevné miesto v prírode. Napriek tomu, že sú nenahraditeľnou súčasťou prírody, ich význam človek často hodnotí podľa toho, ako ovplyvňujú veci, ktoré bezprostredne využíva. Preto sa niekedy hovorí o škodlivých účinkoch parazitických húb na lesné dreviny a o saprotrófných hubách ako nebezpečných rozkladačoch dreva a drevných výrobkov, či o stovkách druhov húb ako pôvodcoch chorôb rastlín, ľudí a iných živočíchov. Tento skreslený pohľad na význam húb, vyplývajúci z nedostatku vedomostí o elementárnych vzťahoch v prírode, je už medzi vzdelanými a rozumnými ľuďmi určite minulosťou. Huby sú jedným zo základných pilierov existencie života na Zemi.

Úlohy húb v lese, a konkrétne v lesnom hospodárstve, sú špecifické a nenahraditeľné. Výskum realizovaný na Lesníckej fakulte Technickej univerzity vo Zvolene, a v posledných rokoch najmä na Katedre integrovanej ochrany lesa a krajiny, je dlhodobou zameraný aj na huby a možnosti využitia ich obrovského potenciálu v prospech prírody, lesa aj v prospech človeka.

Úvod

Využívanie húb je v rôznych častiach sveta rozdielne, v závislosti od prírodných podmienok, tradícií a potrieb obyvateľstva. V najchudobnejších krajinách Afriky a Ázie sú huby intenzívne pestované predovšetkým s cieľom nasýtenia obyvateľstva, ich zamestnania a prípadne aj s možnosťou predaja vyprodukovaných plodníc (Pavlík a kol. 2016a). Bohaté krajiny, alebo oblasti Európy, Ameriky či Ázie využívajú stále viac liečivé schopnosti húb, ako aj ich schopnosti recyklovať odpadové produkty, pomáhať pri rekultivácii zdevastovanej prírody a podobne (Stamets 2005). Najdlhšia tradícia ich využívania v prospech posilňovania imunitného systému a liečenia rôznych chorôb človeka je najmä v ázijských krajinách.

Huby sú ale predovšetkým zložkou prírody, bez ohľadu na potreby a požiadavky človeka. Jednoznačne možno povedať, že bez húb by nebol les! Huby sú jeho *živiteľom*, keď z mŕtvych rastlín recyklujú uhlík, vodík, dusík, fosfor a minerály do živín pre žijúce rastliny, hmyz a ďalšie organizmy tvoriace lesné spoločenstvo.

Huby sú jeho *hospodárom*, keď parazitické huby, ako prirodzený selektor, odstraňovaním slabších podporujú najsilnejšie jedince, ktoré

sú základom pre formovanie stabilných, zdravých a kvalitných lesných porastov.

Huby sú tiež *ochrancom* lesa, keď vlastnými telami bránia najjemnejšie koreňky lesných drevín, ako súčasť mykorízneho orgánu, pred množstvom pôdnych patogénov a popri tom ešte zabezpečujú pre hostiteľskú drevinu dostatok vody a živín (Pavlík 2013).

Výskum zameraný na testovanie schopností a vlastností húb s ich potenciálnym využitím v lesohospodárskej praxi sa realizuje na Lesníckej fakulte už viac ako 40 rokov. Spočiatku to bol záujem najmä o pestovanie a využívanie hľivy ustricovitej. Koncom 20. a začiatkom 21. storočia sa výskum začal zameriavať aj na praktické využívanie mykoríznych húb. Aktuálne sa zaoberáme aj možnosťami využívania húb v biologickej ochrane drevín najmä proti hmyzím škodcom, prebieha výskum a pestovanie húb s pozitívnymi účinkami na ľudský organizmus, dôležitá je aj celková pozitívna propagácia poznávania a využívania húb medzi ľuďmi na Slovensku. K detailnejšiemu poznávaniu ekológie a fyziológie drevokazných húb prispeli aj viaceré projekty zamerané na využitie a rozklad dreveného a iného rastlinného odpadu. Aké sú teda naše doterajšie výsledky a skúsenosti z výskumu zameraného na prírode blízke spôsoby využitia rôznych druhov húb v prospech prírody, lesa aj človeka?

Mykolesníctvo – huby sprístupňujú živiny z nevyužívanej dendromasy

Lesný hospodár prítomnosť húb často registruje len okrajovo a ich význam chápe nie vždy správne. Na základe poznania fyziológie (-spôsobu života) a ekológie (-vzťahov s okolím) húb je možné aj v podmienkach praktického lesného hospodárstva racionálne využiť ich schopnosti (- to, čo dokážu) a vlastnosti (- to, čo obsahujú). Prírode blízke spôsoby hospodárenia v lesoch musia rešpektovať význam a úlohu húb v nich.

Pri ťažbe a spracovávaní dreva v rámci lesného hospodárstva vzniká relatívne veľké množstvo tzv. odpadu. Je to materiál, ktorý je možné spracovať ekologicky prípustným spôsobom – s využitím drevokazných húb. Prináša to úžitok pre les aj osôh pre človeka – živiny z rozloženého dreva ostávajú v lesnej pôde a plodnice húb môžu zostať hospodárovi.

Náš viacročný výskum je realizovaný v úzkej spolupráci s lesohospodárskou prevádzkou v rámci štátnych organizácií (Lesy SR š.p., Vojenské lesy a majetky Pliešovce š.p., Vysokoškolský lesnícky podnik TUZVO), ale aj s neštátnymi organizáciami hospodáriacimi v lese (Mestské lesy Krupina, Urbariát obce Zvolenská Slatina, Bratislavské regionálne ochrannárske združenie). Jeho **hlavné zásady** možno zhrnúť do troch bodov:

- realizácia v prevádzkových podmienkach prírode blízkymi spôsobmi
- jednoduchými, ale efektívnymi metódami
- s minimálnymi nákladmi, no s očakávaným ekologickým aj ekonomickým prínosom.

Komplexný výskum, zameraný na zabezpečenie rozkladu rôznych veľkostných frakcií odpadovej dendromasy činnosťou hľivy ustricovitej, bol zrealizovaný v prevádzkových podmienkach rôznych lesohospodárskych organizácií. Výskum bol zameraný na odpadovú dendromasu z listnatých drevín, v závislosti od potrieb spolupracujúcej organizácie. Klasickým príkladom nevyužívanej dendromasy v lesnom hospodárstve sú **pne po ťažbe stromov** v lesných porastoch, záhradách, sadoch, v okolí ciest a vodných tokov. Inokulované boli bukové, hrabové a topoľové pne pod clonou materského porastu, ako aj pne na otvorenom priestranstve. **Nebrúbie** – drevná hmota s hrúbkou do 7 cm, tvorí významnú časť objemu dendromasy zostávajúcej na ploche lesného porastu. Jej odstraňovanie z porastu má za následok ochudobňovanie lesnej pôdy, odsun živín a negatívny dopad na lesný porast. V rámci tohto modelu dendromasy bol testovaný rozklad pilín, štiepok, väčších i menších úlomkov dreva, konárov v tzv. záhonoch činnosťou hľivy ustricovitej *Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P.Kumm.

Dendromasu s hrúbkou nad 7 cm – **brúbie** – tvoria najmä kratšie aj dlhšie časti konárov, ale aj celé kmene ležiace na zemi. Tenšia časť tejto frakcie s hrúbkou do 20 cm, vo forme **1 meter dlhých polien**, bola inokulovaná hubou hūževnatec jedlý *Lentinula edodes* (Berkeley) Pegler, známej aj ako „šitake“.

Hrubšiu časť tejto frakcie reprezentovali **kláty** najmä buka a osiky, ktoré boli inokulované hľivou ustricovitou. V priebehu pokusu sa otestovali viaceré spôsoby inokulácie, s cieľom dosiahnutia čo najintenzívnejšieho obsadenia dreva hubou a teda aj maximálneho rozkladu dreva, samozrejme aj s docieľením čo najväčšej produkcie plodníc, resp. tzv. biologickej účinnosti.

V procese spracovania dreva zostáva na pracovisku značné množstvo menších i väčších častí dreva, úlomkov, odrezkov, štiepok, kôry či pilín. Túto drevnú hmotu často nie je možné ekonomicky výhodným spôsobom spracovať, stáva sa odpadom, ktorý prekáža na pracovisku a jeho likvidácia je problematická a finančne stratová. Spravidla sa takáto **zmes dreva a pôdy**, neraz aj znečistená ropnými produktmi, odtláča na okraj pracovnej plochy. Huby sú schopné spracovať spomínanú odpadovú drevnú hmotu na formu pre prírodu nielen neškodnú, ale dokonca prospešnú. Na tento účel sa ako najvhodnejšie ukazuje opäť použitie hľivy ustricovitej (Pavlík a kol. 2008).

Spôsob **inokulácie**, teda vnášania mycélia huby na určitom nosiči do spracovávaného substrátu, závisí od vlastností substrátu aj od prostredia, v ktorom sa tento nachádza. Pre pne, kláty a polená sa ako najvhodnejší a najefektívnejší vyseletoval spôsob inokulácie pomocou **aplikátora** (Vestník 2015). Inokulum hľivy ustricovitej, spravidla na obilninovom nosiči, sa nasype do aplikátora a pomocou kolíka z tvrdého dreva sa natláča do štrbiny – zárezu urobeného motorovou pilou do pňa, kláta či polena. Hĺbka zárezu je 2–4 cm a jeho dĺžka je 10 až 40 cm v závislosti od rozmerov inokulovaného dreva. Zárezy sa robia po obvode

napr. kláta tak, aby huba mohla obsadzovať tento klát rovnomerne zo všetkých strán a tým je väčšia šanca na dokonalé prerastanie substrátu, jeho úplný rozklad a produkciu väčšieho množstva plodníc hlivy (Obr.1).



Pracovný postup pri inokulácii aplikátorom

Obr. 1. Príklady využitia aplikátora na inokuláciu dreva hubami (Foto: M. Pavlík).

Pre zabezpečenie ochrany inokulovaného zárezu sa tento následne zatiera parafrínom, štepárskym voskom alebo latexovou farbou. Ochranný náter plní svoju funkciu niekoľko týždňov, počas ktorých huba prerastie do dreva a potom, keď aj náter zaschne a opadne, huba je už v dreve dostatočne „udomácnená“.

Inokulácia zmesi drevných štiepok, pilín, odrezkov či znečistenej zmesi dreva a pôdy sa robí rozsypaním primeraného množstva mycélia na vhodnom nosiči vo vykopaných záhonoch, či ohradených kopách substrátu (Obr.2). Na intenzívne prerastenie substrátu v záhone je potrebné zvoliť vhodnú kombináciu inokula, substrátu a ďalších prídavkov (slama, piliny ap.), intenzívne zavlažovať záhon a chrániť ho pred vysušajúcim vetrom a priamym slnečným žiarením (Pavlík a kol. 2009; Hraško a kol.2017).

Vyhodnocovanie výsledkov využitia húb v procese mykolesníctva

Jednoznačným dôkazom úspešnej inokulácie a prerastania substrátu (- polená, kláty) hlivou je tvorba plodníc, ktoré sa zbierajú, vyhodnocujú po kvantitatívnej aj kvalitatívnej stránke. Dôležité je aj zhodnotenie stupňa

prerastania a rozkladu substrátu inokulovaného v porovnaní s kontrolným – neinokulovaným substrátom. Takýmto spôsobom sa vyhodnocuje postup rozkladu pňov, štiepok aj zmesi drevného odpadu s pôdou.



Obr. 2. Rozklad zmesi odpadu činnosťou hľivy ustricovitej (Foto: M. Pavlík).

Pne po ťažbe stromov

V máji či júni inokulované bukové a hrabové pne pod clonou materského porastu, ako aj pne na otvorenom priestranstve, vytvárajú prvé plodnice už v novembri toho istého roku. V druhom a treťom roku býva tvorba plodníc vyššia, vytvárajú sa aj trsy plodníc a celkove býva tvorba plodníc zaznamenaná na väčšine inokulovaných pňov.

Celkove možno jednoznačne konštatovať, že pne inokulované hľivou boli, aj za účasti iných druhov húb, jednoznačne rýchlejšie rozkladané, ako pne hľivou neinokulované. Úplný rozklad hrabových pňov s priemerom cca 60-70 cm bol zaznamenaný do 6-7 rokov (Obr.3) (Pavlík 2013; Pavlík a kol.2016b).

Zmes štiepok a pilín

Pokiaľ záhony nie sú situované pod tieňom materského porastu, ale na otvorenom priestranstve napr. v nevyužívanej časti lesnej škôlky, je potrebné ich chrániť rákosím, alebo tieniacou textíliou. Záhony je vhodné po inokulácii a zavlažení na 3-4 týždne prekryť textíliou, prípadne igelitovou fóliou a zabrániť tak nadmernej strate vlhkosti. Hlavným cieľom v tomto type mykolesníctva je rozklad dendromasy a uvoľnenie živín do pôdy, čo sa darí bez problémov plniť (Pavlík a kol. 2007; Pavlík 2013).

Tenké drevené polená

Drevnú hmotu s hrúbkou 8 až 20 cm je tiež možné rozkladať činnosťou hľivy ustricovitej, avšak v tomto prípade sme sa rozhodli využiť ďalšiu drevokaznú hubu – húževnatec jedlý (*Lentinula edodes*), ktorá je známa pod názvom „šiitake“. Je to tradičná pochúťková a liečivá huba v Japonsku, Kórei a Číne. V našich podmienkach veľmi dobre prerastá drevo viacerých druhov listnáčov – najmä buk, hrab a dub. Jej pestovanie na dreve je trochu náročnejšie, ako pestovanie hľivy, pretože musíme simulovať podmienky prostredia v krajine jej pôvodu. V praxi to znamená potrebu namáčať inokulované polená do studenej vody, aby sme stimulovali tvorbu plodníc. Odmenou však sú veľmi chutné a zdraviu prospešné plodnice, a taktiež intenzívne rozložené drevo polena počas 3–4 rokov (Pavlík 2013).



Obr. 3. Príklad využitia hľivy ustricovitej na rozklad pňov po ťažbe
(Foto: M. Pavlík).

Hrubé drevené kláty

Pri podrobnom hodnotení prerastania a rozkladu klátov buka a osiky sa hodnotila aj produkcia plodníc hľivy počas 5 rokov trvania pokusu. Na vyhodnotenie schopnosti huby premeniť materiál substrátu na plodnice sa používa výpočet tzv. biologickej efektívnosti (B.E.) (Stamets 2005). B.E. bola vypočítaná na základe aktuálnej hmotnosti a vlhkosti klátov na začiatku pokusu a celkovej hmotnosti vytvorených čerstvých plodníc hľivy.

Počas 5 rokov výskumu bola priemerná hodnota B.E. na bukových klátoch 29,05 % a na osikových klátoch 21,69 %. Výsledky nášho výskumu

ukazujú produkciu takmer 30kg plodníc zo 100kg sušiny dreva. Je teda natoľko vysoká, že je aj ekonomicky zaujímavá. V daných podmienkach projekt na bukových klátoch dosiahol vysoký index ziskovosti ($PI\ 1 = 2,51$). Na základe investičných pravidiel môžeme konštatovať, že projekt pestovania hlivy v daných podmienkach bol ziskový, keď diskontovaná doba splatnosti bola menej ako 2 roky z celkovej doby projektu. Pri osikových klátoch bol dosiahnutý 63 %-ný zisk počas 5 rokov, teda z 1 investovaného eura investor získal 1,63 eura (Hraško et al. 2014; Pavlík, Halaj 2019). Vysoká efektívnosť závisí najmä od spôsobu inokulácie, vhodnosti použitého inokula a základného záujmu a starostlivosti o proces prerastania a kontrolu fruktifikácie.

Bohaté spektrum húb v lese, s vysokým zastúpením najmä mykorizných druhov, je dobrou správou pre hospodára, týkajúcou sa kondície, stability a perspektívy lesného porastu. Človek, lesný hospodár, má povinnosť zachovávať zdravý les najmä prírode blízkym spôsobom hospodárenia. Rozumné využitie húb v ňom môže priniesť prospech hospodárovi a úžitok lesu.

Podakovanie:

Práca vznikla v súvislosti s riešením projektu APVV 17-0644.

Literatúra

HRAŠKO M, PAVLÍK M, HALAJ D. Profitability assessment of the oyster mushroom cultivation on chosen wood species in conditions of the forestry practice. In: GeoConference on water resources. Sofia: STEF92 Technology, 2014. ISSN 1314-2704, 427-434.

HRAŠKO M, MITTER P, KOHÚT V. Testing of the wood-destroying fungi utilization at the Urban forests in Krupina. In: International Multidisciplinary Scientific GeoConference, SGEM. 2017, vol. 17, no. 32: 957-964.

PAVLÍK M, ŠIŠKA P, PAVELKA Š. Projekt spracovania odpadovej dendromasy činnosťou drevokazných húb na VLM SR, š.p. Pliešovce. In: Ochrana lesa 2007, 6.9.2007, Kodrík M, Hlaváč P. editori, TU Zvolen 2007, 177-182.

PAVLÍK M, HRAŠKO M, PAVLÍKOVÁ A. Oyster mushroom *Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm. - its cultivation and utilization in Slovak forestry. In: Mushroom biology and mushroom products, Proceedings, J.I. Lelley, J.A. Buswell editori, 2008: 246-254.

PAVLÍK M, HRAŠKO M, HÚROŠ S. Skúsenosti so spracovaním odpadovej dendromasy činnosťou drevokazných húb na odštepnom závode Krupina. In: Drevoznehodnocujúce huby 2009, Hlaváč P, Reinprecht L, Gáper J. editori, Zvolen 2009: 115-120.

PAVLÍK M. Možnosti využitia schopností a vlastností vybraných druhov drevokazných húb. TU Zvolen 2013, 98 s.

PAVLÍK M, LUKÁČIK I, ŠULEK J, SARVAŠOVÁ I. Projekt ekologického spracovania nevyužívanej dendromasy drevokaznými hubami. In: Ochrana drevín a dreva 2016, Hlaváč P, Vidholdová Z. editori [elektronický zdroj], Zvolen 2016a: 57-60 [CD-ROM].

PAVLÍK M, BYANDUSYA P, HALAJ D. Porovnanie efektivity pestovania hlivy ustricovitej na miestnych substrátoch vidieckych oblastí v Ugande a na Slovensku. In: Ochrana drevín a dreva 2016, Hlaváč P, Vidholdová Z. editori, TU Zvolen 2016b: 20-26 [CD-ROM].

PAVLÍK M, HALAJ D. Production and investment evaluation of oyster mushroom cultivation on the waste dendromass: a case study on aspen wood in Slovakia. Scandinavian Journal of Forest Research 2019: 313--318. DOI:10.1080/02827581.2019.1584639

STAMETS P. Mycelium Running. Ten Speed Press. Berkeley, California, 2005.

Vestník ÚPV SR č. 12/2015. Aplikátor na inokuláciu dreva hubami. Úžitkový vzor. Dokument č. 7312.



Ing. Martin Pavlík, PhD.

pracuje ako odborný asistent na Katedre integrovanej ochrany lesa a krajiny LF TUZVO. Profesionálne sa orientuje najmä na praktickú mykológiu – výskum zameraný na výskyt húb v lesných porastoch pod vplyvom meniacich sa ekologických podmienok, možnosti pestovania jedlých a liečivých húb, ako aj využívania najmä drevokazných húb v procese mykoobnovy prírodného prostredia.

Využitie vtákov a drobných zemných cicavcov ako indikátorov vplyvu lesníckeho manažmentu na biodiverzitu lesov

Ing. Peter Lešo, PhD.

Dr. h. c. prof. Ing. Rudolf Kropil, PhD.

Ing. Andrea Lešová, PhD.

Súhrn

Drobné zemné cicavce (ďalej v texte len DZC) a vtáky boli použité ako indikátory vplyvu lesníckeho manažmentu na biodiverzitu lesa.

U dvoch modelových druhov DZC vyskytujúcich sa v dospelých porastoch na spoločných stanovištiach došlo po obnovnej ťažbe k zásadnému modifikovaniu mikrohabitatových preferencií a výraznej priestorovej separácii. Rozhodujúcimi faktormi ovplyvňujúcimi ich priestorovú distribúciu boli pokrývnosť bylinnej vegetácie a prítomnosť mŕtveho dreva. Na zvýšenie diverzity DZC v hospodárskych lesoch pozitívne vplýva ponechávanie ťažbových zvyškov.

Používanie maloplošnej formy podrastového hospodárskeho spôsobu nemalo vplyv na celkovú diverzitu vtákov bukovo-dubových lesov. Avšak vplyv hospodárenia sa prejavil významne pri výskyte vzácných druhov zahrnutých do sústavy NATURA 2000, ktoré sú indikátormi štrukturálne komplexných lesov s výskytom dostatočného objemu mŕtveho dreva. Preukázal sa aj nižší podiel dutinových hniezdíčkov oproti prírodným lesom, čo súvisí s podstatne nižšou zásobou mŕtveho dreva v hospodárskych lesoch. Výsledky poukazujú na to, že dospelé bukovo-dubové karpatské lesy sa vyznačujú vysokou diverzitou vtákov aj napriek tomu, že sú lesnícky obhospodarované. Z tohto pohľadu podrastový hospodársky spôsob je možné považovať za prírode-blízky. Napriek tomu sa manažment prejavuje úbytkom vzácných interiérových druhov, a to najmä v dôsledku podstatne nižšej zásoby mŕtveho dreva v hospodárskych lesoch. Na efektívnu ochranu niektorých lesných špecialistov sú nevyhnutné niektoré ďalšie opatrenia (najmä ponechávanie stromov s dutinami, stojaceho i ležiaceho mŕtveho dreva), ktorých uplatňovanie má opodstatnenie najmä v chránených vtáčích územiach pri finančnej kompenzácii takto vzniknutej ujmy.

Indikátory biodiverzity

Moderné lesníctvo okrem produkcie drevnej hmoty sleduje aj iné celospoločenské záujmy a tzv. ekosystémové služby vrátane ochrany biodiverzity (Sotirov & Arts 2018). Ochrana biodiverzity je pre zachovanie ekosystémových služieb lesa kľúčová. Vzhľadom na to, že les poskytuje rôzne funkcie, vrátane produkcie drevnej hmoty, nie je možné zásahy

do štruktúry lesov vylúčiť vo všeobecnosti. S cieľom nájsť rovnováhu medzi drevnou produkciou a ochranou biodiverzity bola formulovaná koncepcia „trvalo udržateľného lesného hospodárstva“ (Sustainable Forest Management; Šporšić 2012, Sotirov & Arts 2018). Táto koncepcia predstavuje prioritný cieľ Európskej lesníckej politiky, keďže je nevyhnutným predpokladom zachovania ekonomických, ekologických a sociálnych funkcií lesov (Forest Europe 2015a). Vzhľadom na to, že kvantifikácia biodiverzity je veľmi časovo aj finančne náročná a nie je možné monitorovať všetky zložky biodiverzity, je nevyhnutné identifikovať druhy, alebo celé zoskupenia druhov, ktoré s dostatočnou spoľahlivosťou dokážu indikovať kvalitu prostredia a môžu tak slúžiť ako indikátory trendov celkovej biodiverzity. Dobrý ekologický indikátor musí reflektovať celkový stav ekosystému, vplyv environmentálnych zmien, musí byť bežne rozšírený a ľahko monitorovateľný (Larsen et al. 2012). Dostatočná senzitivita na detekovanie ťažko postrehnuteľných zmien v ekosystémoch je najdôležitejšou vlastnosťou bioindikátorov. Práve vtáky a DZC sú na tento účel mimoriadne vhodné. Vďaka svojej mobilite sú schopné na habitatové zmeny reagovať okamžite. Navyše, vtáky sú v teréne aj pomerne ľahko detekovateľné. Ich reakcia na zmeny habitatov sa prejavuje v zmenách v kvalitatívnej a kvantitatívnej štruktúre celých zoskupení (Mikusiński et al. 2001) alebo gíld (definované ako druhy využívajúce podobným spôsobom rovnaké zdroje prostredia; niekedy používaný pojem funkčné skupiny). Ako indikátory sa tak môžu považovať konkrétne druhy, skupiny druhov – najčastejšie gildy a celé zoskupenia (cenózy). Tieto danosti vtákov a DZC ich predurčujú na ich využívanie ako bioindikátorov antropických zmien prostredia a trvalej udržateľnosti lesného hospodárstva (Pearce & Venier 2005, Horváth & Tóth 2018). Vtáky boli akceptované mnohými krajinami, vrátane Európskej únie, ako indikátory biodiverzity. Trend početnosti tzv. bežných druhov vtákov (v rámci kritéria biodiverzity) bol navrhnutý aj ako jeden z paneurópskych indikátorov trvalo udržateľného lesného hospodárstva, a to práve kvôli schopnosti vtákov indikovať kvalitu lesných biotopov (Forest Europe 2015b).

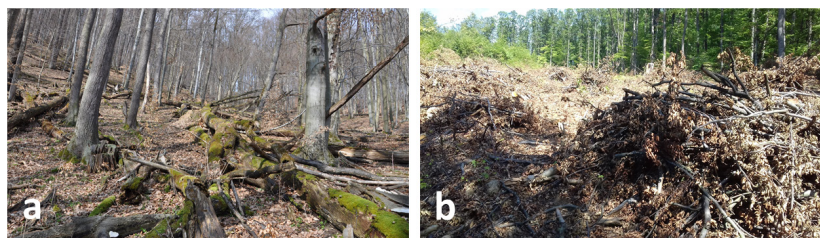
Vplyv lesníckeho manažmentu na biodiverzitu lesov bol sledovaný vo dvoch štúdiách, v ktorých sa ako indikátory použili DZC (Lešo et al. 2016) a vtáky (Lešo et al. 2019). V súlade s princípmi trvalo udržateľného lesného hospodárstva je podrastový hospodársky spôsob považovaný za relatívne šetrný s nízkou mierou negatívnych vplyvov na biotu (Schutz et al. 2016). Vzhľadom na to, že je v strednej Európe najbežnejšou formou hospodárenia v lesných porastoch, pozornosť bola venovaná na prípadné rozdiely v štruktúre zoskupení vtákov a DZC medzi prírodnými a hospodárskymi lesmi s uplatňovaním tohto hospodárskeho spôsobu.

Reakcia drobných zemných cicavcov na hospodárenie v lesoch

Hlavným cieľom prvej štúdie bolo odpovedať na otázku, či existujú rozdiely v mikrohabitatových preferenciách ryšavky lesnej a hrdziaka lesného v prírodnom a hospodárskom lese v štádiu obnovy. Porovnávali sa 2 výskumné plochy s rovnakými stanovištnými podmienkami ale rozdielnym manažmentom – prírodný les v NPR Mláčik a prilahlý hospodársky les. Na oboch plochách bol analyzovaný vplyv 10 mikrohabitatových (parametre štruktúry lesa na malom priestore) premenných na priestorovú distribúciu DZC. Na základe analýzy sa potvrdil signifikantne najväčší vplyv pokryvnosti bylinnej etáže a vzdialenosti mŕtveho dreva pre oba druhy DZC. V prírodnom lese frekvencia odchyту významne narastala so znižujúcou sa hustotou drevín, zvyšujúcou sa pokryvnosťou podrastu a znižujúcou sa vzdialenosťou od mŕtveho dreva. To znamená, že oba druhy preferovali otvorenejšie plochy s hustejším podrastom a prítomnosťou mŕtveho dreva. V hospodárskom lese sa preferencie mikrohabitatu zmenili. Znižujúca sa hustota drevín a zvyšujúca sa pokryvnosť bylín mali negatívny vplyv na frekvenciu výskytu ryšavky lesnej. Naopak, zvyšujúce sa hodnoty uvedených parametrov mali pozitívny vplyv na početnosť hrdziaka lesného. Navyše, výskyt hrdziaka lesného bol pozitívne korelovaný s prítomnosťou mŕtveho dreva. Z uvedeného vyplýva, že aj keď v prírodnom lese bez prítomnosti výrazných habitatových rozdielov boli mikrohabitatové preferencie oboch druhov podobné a druhy sa vyskytovali spoločne viac-menej rovnomerne po celej ploche, po zmene habitatu s veľkými rozdielmi v jeho štruktúre (dospelý les vs rúbanisko) došlo u rovnakých druhov k zásadnému modifikovaniu mikrohabitatových preferencií a tým aj priestorovej separácii druhov do odlišných častí plochy (dospelý les, rúbanisko). V oboch typoch lesa zostala významným faktorom pozitívne ovplyvňujúcim výskyt DZC prítomnosť mŕtveho ležiaceho dreva (obr. 1). Uvedená práca tak jasne demonštruje, že DZC modifikujú svoju priestorovú aktivitu v závislosti od spôsobu manažmentu lesa.

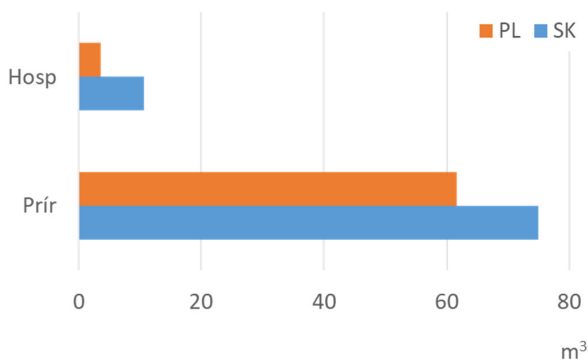
Reakcia vtákov na hospodárenie v lesoch

Cieľom druhej štúdie bolo zistiť, či je možné postrehnúť zmeny v štruktúre hniezdnych zoskupení vtákov aj v lesoch, kde sa uplatňuje príroda blízke hospodárenie, konkrétne maloplošná forma podrastového hospodárskeho spôsobu a determinovať najvýznamnejšie premenné ovplyvňujúce diverzitu vtákov. Analyzovaný bol vplyv 23 habitatových premenných na diverzitu a kvantitu vtákov na sčítacích bodoch situovaných v prírodných (vybrané lesné rezervácie) a hospodárskych bukovo-dubových lesoch Západných Karpát na území Slovenska a Poľska.



Obr. 1. Mŕtve ležiace drevo je kľúčovým faktorom diverzity drobných zemných cicavcov prírodných lesov (a). V hospodárskych lesoch môže byť jeho nedostatok kompenzovaný ponechávaním ťažbových zvyškov (b).

Hlavným rozdielom v štruktúre habitatu bol niekoľkonásobne vyšší objem mŕtveho dreva v rezerváciách (obr. 2). Celková diverzita vtákov v hospodárskych lesoch a rezerváciách bola podobná a závisela najmä od geografickej lokalizácie, štrukturálnej komplexnosti lesa a intenzity hospodárenia. Avšak vplyv hospodárenia sa prejavil významne pri výskyte druhov zahrnutých do sústavy NATURA 2000. Početnosť štyroch druhov ťaľov (ďateľ bielochrbtý, ďateľ prostredný, tesár čierny, žlna sivá) a dvoch druhov muchárikov (muchárik malý a bieločrký) bola signifikantne vyššia v rezerváciách, kde závisela hlavne od objemu mŕtveho dreva, počtu starých stromov a štrukturálnej komplexnosti lesa. V rezerváciách sa preukázal aj celkovo vyšší počet dutinových hniezdíčov oproti hospodárskym lesoch. Výsledky poukazujú na to, že dospelé bukovo-dubové karpatské lesy sa vyznačujú vysokou diverzitou vtákov aj napriek tomu, že sú lesnícky obhospodarované. Z tohto pohľadu podrastový hospodársky spôsob je možné považovať za prírode-blízky. Napriek tomu sa manažment prejavuje úbytkom vzácnych interiérových druhov, a to najmä v dôsledku podstatne nižšej zásoby mŕtveho dreva v hospodárskych lesoch. Na efektívnu ochranu niektorých lesných špecialistov sú nevyhnutné niektoré ďalšie opatrenia (najmä ponechávanie stromov s dutinami, stojaceho i ležiaceho mŕtveho dreva; obr. 3), ktorých uplatňovanie má opodstatnenie najmä v chránených vtáčích územiach pri finančnej kompenzácii takto vzniknutej ujmy.



Obr. 2. Podstatne väčšia zásoba mŕtveho dreva podmieňuje vyššiu početnosť vzácných druhov vtákov v prírodných lesoch. Hodnoty na Slovensku boli mierne vyššie ako v Poľsku.



Obr. 3. Ponechávanie stromov s dutinami má veľký význam pre ochranu biodiverzity lesov. Za optimálny objem stojaceho mŕtveho dreva pre zachovanie kvality biotopu na efektívne plnenie ekosystémových služieb sa považuje aspoň 30 – 50 m³.ha⁻¹.

Podakovanie

Tento príspevok vznikol vďaka finančnej podpore z projektov APVV-14-0637 a VEGA č. 1/0797/19.

Literatúra

Forest Europe 2015a: State of Europe's Forests 2015. Ministerial Conference on the Protection of Forests in Europe, 2015.

Forest Europe 2015b: Process to update the Pan-European set of indicators for sustainable forest management. Background information for the updated Pan-European indicators for sustainable forest management. https://www.dropbox.com/sh/2vjwmz82yc236k2/AACAU6kWbRarYGcNd1i5wWtZa/4_UPI_Final_Report?dl=0&preview=3AG_UPI_Updated_Backgr_Info_Changes.pdf&subfolder_nav_tracking=1. Accessed 26 March 2019

HORVÁTH G. F., TÓTH D. 2018: Abundance of bank vole (*Myodes glareolus* Schreb.) as an indicative factor of different forest structure and management in the Drava plain region. Šumarski list 3–4: 161–170.

LARSEN F.W., BLADT J., BALMFORD A., RAHBK C. 2012: Birds as biodiversity surrogates: will supplementing birds with other taxa improve effectiveness? J Appl Ecol 49: 349–356.

LEŠO P., LEŠOVÁ A., KROPIL R., KAŇUCH P. 2016: Response of the dominant rodent species to close-to-nature logging practices in a temperate mixed forest. Ann For Res 59: 259–268.

LEŠO P., KROPIL R., KAJTOCH Ľ. 2019: Effects of forest management on bird assemblages in oak-dominated stands of the Western Carpathians – Refuges for rare species. For Ecol Manage 453. online <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2019.117620>.

MIKUSIŃSKI G., GROMADZKI M., CHYLARECKI. P. 2001: Woodpeckers as indicators of forest bird diversity. Conserv Biol 15: 208–217.

PEARCE, J., VENIER L. 2005: Small mammals as bioindicators of sustainable boreal forest management. For Ecol Manage 208: 153–175.

SCHUTZ J.-P., SANIGA M., DIACI J., VRŠKA T. 2016: Comparing close-to-nature silviculture with processes in pristine forests: lessons from Central Europe. Ann For Sci 73, 911–921.

SOTIROV M, ARTS B (2018) Integrated Forest Governance in Europe: An introduction to the special issue on forest policy integration and integrated forest management. Land Use Policy 79: 960-967.

ŠPORČIĆ M. 2012: Application of multi-criteria methods in natural resource management – a focus on forestry. In: Diez JJ (ed) Sustainable forest management - current research. InTech: 406-430.



Ing. Peter Lešo, PhD.

je odborným asistentom Katedry aplikovanej zoológie a manažmentu zveri pre predmety aplikovaná zoológia a rybárstvo. Vo vedeckej oblasti sa zameriava na ekológiu lesných druhov vtákov a drobných zemných cicavcov.



Dr. h. c. prof. Ing. Rudolf Kropil, PhD.

je rektorom Technickej univerzity vo Zvolene, vedúcim Katedry aplikovanej zoológie a manažmentu zveri, garantom študijného programu Aplikovaná zoológia a poľovníctvo. Je medzinárodne uznávaným odborníkom v oblasti ekológie a manažmentu vyšších živočíchov, najmä vtákov a cicavcov.



Ing. Andrea Lešová, PhD.

je odbornou asistentkou Katedry aplikovanej zoológie a manažmentu zveri pre predmety ochrana prírody a ochrana živočíchov. Zároveň pracuje ako zoológ a vedúca odboru medzinárodnej spolupráce v Štátnej ochrane prírody SR. Venuje sa ekológii ohrozených chránených druhov živočíchov a ich praktickej ochrane na národnej a medzinárodnej úrovni.

Využitie neinvazívnych metód štúdia pôdných vlastností pri identifikácii oblastí náchylných na disturbancie vetrom

Ing. Marián Homolák, PhD.

prof. h. c. prof. Dr. Ing. Viliam Pichler

doc. Ing. Erika Gömöryová, CSc.

Súhrn

V súvislosti so zmenami klímy pozorovať aj na území Slovenska čoraz častejší výskyt disturbancií lesných porastov následkom silného vetra. Veľmi aktuálnou úlohou sa tak stáva predikcia ich výskytu v priestore a čase na základe abiotických, biotických a antropogénnych faktorov, ktorá by pomohla lesným hospodárom zamerať sa na preventívne opatrenia už pred zakladaním porastov. Pôda a jej vlastnosti ovplyvňujú rast koreňov a následne aj statickú stabilitu stromov. V pedológii sa čoraz častejšie na zisťovanie fyzikálnych a hydrofyzikálnych vlastností pôdy využívajú nedeštruktívne metódy. Ich výhodou je, že ide o rýchle stanovenie týchto parametrov v reálnom čase, pričom navyše umožňujú sledovať ich variabilitu a kontinuálne zmeny na omnoho väčšej ploche ako využitím klasických metód. Výsledky štúdie z oblasti Havešovej, kde v roku 2014 došlo k vetrovej kalamite, naznačujú, že využitie neinvazívnych metód zisťovania fyzikálnych a hydrofyzikálnych vlastností pôd by mohli byť užitočným nástrojom pri identifikácii a vymedzení oblastí náchylných na vetrové disturbancie.

Problematika

V súvislosti s prebiehajúcimi klimatickými zmenami narastá frekvencia výskytu extrémnych poveternostných javov (silný vietor, dlhé obdobia sucha a tepla, prívalové zrážky a pod.) a následne disturbancií lesných porastov v rôznych častiach sveta, vrátane územia Slovenska. Veľmi aktuálnou úlohou sa tak stáva nielen pestovanie a ochrana už založených porastov vo vzťahu k možným disturbanciám, ale aj predikcia ich výskytu v priestore a čase na základe abiotických, biotických a antropogénnych faktorov, a umožniť tak lesným hospodárom zamerať sa na preventívne opatrenia už pred zakladaním porastov. Jednou z hlavných príčin disturbancií v lesných ekosystémoch je silný vietor. Dosiaľ sa nevenovala dostatočná pozornosť štúdiu napr. architektúry koreňového systému či fyzikálnym a hydrofyzikálnym vlastnostiam pôdy ovplyvňujúcim statickú stabilitu stromov, hoci je všeobecne známe, že vlastnosti pôdy ovplyvňujú rast ich koreňov. Hĺbka pôdy, uľahnutosť pôdy, vysoká skeletnosť, zrnitosťne ťažká, neštruktúrna pôda, to všetko sú faktory, ktoré limitujú jednak veľkosť koreňového priestoru, jednak disponibilné

množstvo vody, kyslíka a živín v pôde potrebných pre rast koreňov a stromov. V posledných rokoch sa v pedologickej praxi čoraz častejšie využívajú nedeštrukčné metódy umožňujúce hodnotiť pôdne vlastnosti priamo v teréne. Otázne je, či takéto metódy by nebolo možné uplatniť aj pri lesných pôdach s cieľom identifikácie oblastí náchylných na vetrové kalamity na základe poznania stavu fyzikálnych vlastností, ovplyvňujúcich statickú stabilitu stromov.

Elektrická rezistivitná tomografia

Metóda elektrickej rezistivitnej tomografie (ERT) predstavuje neinvazívnu metódu hodnotenia fyzikálnych vlastností pôdy, ktorá je založená na meraní merného elektrického odporu pôdy (pôdnej rezistivity) z jej povrchu a je vyjadrená vo forme buď 2D rezov alebo priestorového 3D rozloženia. Jej hodnoty sú výsledkom odrazu viacerých fyzikálnych vlastností pôdy súčasne – vlhkosti pôdy, jej textúry, objemovej hmotnosti, pórovitosti. Touto metódou síce nie je možné určiť tieto charakteristiky s takou presnosťou ako klasickými analytickými metódami, avšak, na druhej strane, ide o rýchle stanovenie týchto parametrov a to v reálnom čase, pričom navyše umožňuje sledovať ich variabilitu a kontinuálne zmeny na omnoho väčšej ploche ako s klasickými metódami. Priestorové rozpätie a presnosť metódy závisí od rozstupu elektród, ktoré sa zasúvajú do pôdy pozdĺž vytýčeného transektu (2D), príp. viacerých transektov (3D) umiestnených paralelne v určitých odstupoch. Dĺžka transektu sa môže pohybovať od niekoľkých metrov až po stovky metrov, pričom hĺbkový dosah je $1/6$ až $1/5$ dĺžky transektu (t.j. pri 50 m transekte je hĺbka dosahu až 10 m). Metóda si vyžaduje kalibráciu pre každú konkrétnu lokalitu.



Obr. 1. Meranie elektrickej rezistivity pôdy priamo v teréne.



Obr. 2. Nízke hodnoty elektrickej rezistivity (tmavomodrá farba) úzko súvisia s vysokým obsahom ílu v spodných častiach pôdneho profilu.

Použitie ERT sa opiera o vysoký kontrast v elektrických vlastnostiach medzi rôznymi pôdnymi vrstvami a podložími; nízky kontrast znižuje použiteľnosť tejto metódy (Coulouma a kol., 2010). Napr. touto metódou je pomerne jednoduché identifikovať ílové vrstvy v profile, pretože negatívny náboj na povrchu ílových minerálov spôsobuje veľmi nízku rezistivitu s hodnotami medzi 0-100 Ohm.m (Telford a kol., 1990).

Vetrová kalamita a pôdne vlastnosti

V dňoch 14. a 15. mája 2014 bolo územie Slovenska (najmä jeho východná časť) postihnuté silnou víchricou „Žofia“, pri ktorej vietor dosahoval rýchlosť až 100 km.h^{-1} (SHMÚ, 2014). Víchrica bola sprevádzaná intenzívnymi zrážkami, avšak zrážky sa vyskytli už aj v predchádzajúcich dňoch a to v oblasti Havešovej s celkovým úhrnom približne 70 mm. Silný vietor spôsobil kalamitu, pri ktorej padlo viac ako 4 mil. m^3 drevnej hmoty (Gubka a kol., 2014).

S cieľom zistiť, či je možné ERT využiť pre vymedzenie oblastí potenciálne ohrozených víchricou, sme v auguste 2014 uskutočnili merania elektrickej rezistivity pôdy v lesných porastoch v oblasti Havešovej a to na 40 plochách usporiadaných v sieti $150 \times 150 \text{ m}$. Merania sme vykonali pomocou automatického geofyzikálneho systému ARES (GF Instruments, Brno, Česká republika) pozdĺž 48-metrových transektov s 2 m odstupom elektród. Zistené rozdiely v rezistivite medzi plochami boli následne testované vo vzťahu k výšytu vývrátov.

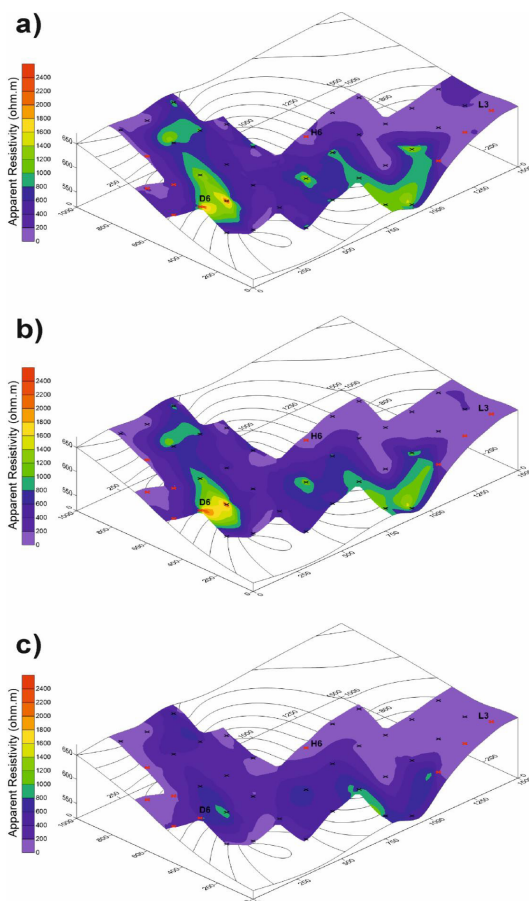
Ako je vidieť na obr. 3, v rámci sledovanej oblasti boli vývraty koncentrované v troch zhlukoch. Merania ukázali, že rezistivita nadobúdala v hĺbkach 0,5 a 1 m veľmi podobné hodnoty, pričom na plochách s vyvrátenými stromami sa hodnoty pohybovali v rozpätí 0-500 Ohm.m. Len na jednej ploche s koncentrovanými vývratmi bola zaznamenaná hodnota $>1000 \text{ Ohm.m}$. Išlo o lokalitu, kde sa podložná hornina nachádzala blízko pôdneho povrchu. V hĺbke 2 m prevažovali nízke hodnoty všade, čo nasvedčuje tomu, že sa tam nachádza vrstva s vysokým obsahom ílu a vody ako sme to zistili na základe kalibrácie údajov.

Skúmaná lokalita sa nachádza vo flyšovej oblasti, kde sa striedajú vrstvy pieskovcov a ílovcov. Zvetrávaním ílovcov sa môže vytvárať nepriepustná vrstva ako pre korene, tak aj pre infiltrujúcu vodu. V období intenzívnych zrážok alebo na jar pri topení snehu sa potom voda na týchto nepriepustných vrstvách zadržiava a postupne vyplňa všetky pôdne póry. Na takto vodou saturovaných pôdach potom môže omnoho ľahšie dochádzať k vývratom.

Buk je schopný rásť v rôznych prírodných a klimatických podmienkach, na rôznych pôdach (Leuschner, 1998). Je však citlivý na vysoký obsah vody v pôde a s tým spojený nedostatok kyslíka a anaeróbne podmienky (Scharnweber a kol., 2013). Následne to môže viesť k odumieraniu koreňov, čo sa často pozoruje aj pri buku. Navyše,

na lokalitách s vysokou hladinou podzemnej vody spravidla stromy vytvárajú plytký koreňový systém, pričom stromy nevytvárajú hrubé korene tak potrebné pre ich statickú stabilitu (Kodrík a Kodrík, 2002). Na plochách v Havešovej sme tiež pozorovali pri vyvrátených stromoch hnilobu na hrubších koreňoch. Na miestach po vývratoch bola hladina podzemnej vody vysoko, v hĺbke menšej ako 0,5 m, pričom sa potvrdila jasná súvislosť jej výskytu s vysokým obsahom ílu v hlbšej časti pôdneho profilu.

Výsledky získané v rámci tejto štúdie naznačujú, že elektrická rezistivná tomografia by mohla byť účinným nástrojom pri precíznej identifikácii miest s potenciálnym rizikom vetrových kalamít. Jej výhodou je, že ide o nedeštrukčnú a relatívne rýchlu metódu, pri ktorej hodnotenie pôdných vlastností možno vykonať priamo v porastoch rizikových oblastí.



Obr. 3. Priestorové zmeny elektrickej rezistivity pôdy v oblasti Havešovej v hĺbke 0,5 m (a), 1 m (b) a 2 m (c). Plochy s koncentrovaným výskytom vývrátov sú vyznačené červenými krížikmi.

Podakovanie

Uvedená práca vznikla za finančnej podpory projektov APVV-15-0176 a APVV-17-0676.

Literatúra

COULOUMA, G., TISSEYRE, B., LAGACHERIE, P. 2010: Is a systematic two-dimensional EMI soil survey always relevant for vineyard production management? A test on two pedologically contrasting Mediterranean vineyards. In: Viscarra Rossel, R.A., McBratney, A., Minasny, B. (Eds.), Proximal Soil Sensing. Progress in Soil Science Series, Springer, New York, pp. 283–295.

GUBKA, A., KUNCA, A., LONGAUEROVÁ, V., MAĽOVÁ, M., VAKULA, J., GALKO, J., NIKOLOV, CH., RELL, S., ZÚBRIK, M., LEONTOVÝČ, R. 2014: Vetrová kalamita Žofia 15. 5. 2014. Usmernenie Lesníckej ochrannárskej služby, NLC, LOS Banská Štiavnica, 8 p.

KODRÍK, J.; KODRÍK, M. 2002: Root biomass of beech as a factor influencing the wind tree stability. J Forest Sci 48: 549–564.

LEUSCHNER, CH. 1998: Mechanismen der Konkurrenzüberlegenheit der Rotbuche. Ber. Reinh. Tüxen Ges. 10: 5–18.

SCHARNWEBER, T.; MANTHEY, M.; WILMKING, M. 2013: Differential radial growth patterns between beech (*Fagus sylvatica* L.) and oak (*Quercus robur* L.) on periodically waterlogged soils. Tree Physiol 33: 425–437.

TELFORD, W.M.; GELDART, L.P.; SHERIFF, R.E. 1990: *Applied Geophysics*. 2nd ed., Cambridge University Press, New York.



Ing. Marián Homolák, PhD.

pracuje na Katedre prírodného prostredia. Špecializuje sa na výskum lesných pôd. Jeho zameraním a expertnou oblasťou je stanovovanie hydraulických a retenčných vlastností lesných pôd a aplikácia elektrickej rezistívnej tomografie v intenzitno-kapacitných prístupoch skúmania pôd a svahovín s variabilnou hĺbkou a skeletnosťou.



prof. h. c. prof. Dr. Viliam Pichler

je garantom študijného odboru Ekosystémové služby lesov. Ako člen Katedry prírodného prostredia LF TU vo Zvolene sa venuje výskumu lesných pôd a produkčných, regulačných a kultúrnych funkcií lesných ekosystémov a lesnej krajiny vo všetkých aspektoch. Od roku 2012 zastáva funkciu dekana Lesníckej fakulty. Je tiež členom Národného komitétu UNESCO pre program Človek a biosféra a členom Predstavenstva Slovenskej lesníckej komory.



doc. Ing. Erika Gömöryová, CSc.

pracuje na Katedre prírodného prostredia. Je gestorom predmetu Lesnícka pedológia a mikrobiológia. Vo výskumnej oblasti sa zaoberá mikrobiológiou lesných pôd a sekvestráciou uhlíka v pôde, produkčnými vlastnosťami lesných pôd, vplyvom prírodných disturbancií na lesné pôdy.

Nové modely hospodárenia pomôžu splniť hlavné výzvy lesníctva v 21. storočí:

II. Priebeh riešenia a doterajšie výsledky projektu ALTERFOR

prof. Ing. Ján Tuček, CSc.

Súhrn

Projekt ALTERFOR (Alternative models and robust decision making methods for future forest management) má za cieľ poskytnúť vylepšené a nové prístupy v obhospodarovaní lesa, ktoré budú dostatočne odolné voči klimatickej zmene, zvyšujúcemu sa tlaku zo strany využívania bioenergií, vývoju globálneho trhu a tiež zvyšujúcemu sa záujmu o les zo strany verejnosti. Vylepšené prístupy budú študované pod vplyvom rôznych scenárov týkajúcich sa klimatickej zmeny s ohľadom na požadované ekosystémové služby ako je ochrana prírody a biodiverzity, produkcia drevnej hmoty a rôznorodé využívanie lesa spoločnosťou. Do simulácií bude zahrnuté aj správanie sa vlastníkov a obhospodarovateľov, ako aj celkový pohľad na využívanie lesa a krajiny odbornou a laickou verejnosťou.

Riešenie projektu oficiálne začalo 1. apríla 2016 a dĺžka jeho riešenia je plánovaná na 54 mesiacov. V konzorciu 23 inštitúcií z 11 krajín je Slovensko zastúpené Technickou univerzitou vo Zvolene. Z organizačného hľadiska zohrávajú v jeho riešení kľúčovú úlohu tzv. projektové stretnutia a pracovné semináre so zástupcami lesníckej prevádzky a vlastníkov, resp. obhospodarovateľmi lesov. Projektové stretnutia sú zosúladené s najdôležitejšími míľnikmi riešenia a sú organizované v jednotlivých krajinách tak, aby sa pokryla diverzita prírodných a vlastníckych pomerov lesov v Európe (Švédsko, Slovensko, Írsko, Portugalsko, Taliansko, Nemecko). Doteraz sa uskutočnilo 5 projektových stretnutí, plánované sú ďalšie dve.

Za najdôležitejšie doterajšie výsledky riešenia možno považovať štrukturovaný a na Európskej úrovni zosúladený popis manažmentových modelov pre Slovensko ako aj všetky ostatné spoluriešiteľské krajiny nasledovaný návrhom alternatívnych modelov. Bola tiež vykonaná detailná analýza možností a funkcií modelovacích, simulačných a rozhodovacích nástrojov ktoré sú k dispozícii v jednotlivých krajinách aj na Slovensku. Pripravili a overili sa riešenia ich obmedzení a nedostatkov na zabezpečenie všetkých požiadaviek v projekte. Ukončená bola tiež analýza aktérov ovplyvňujúcich prístupy k obhospodarovaniu lesov a vykonali sa viaceré stretnutia so zástupcami relevantných cieľových skupín. Komplexnejšie informácie k jednotlivým uvedeným problematikám sú pripravované na publikovanie vo forme vedeckých publikácií.

Aktuálne je riešenie projektu sústredené na posudzovanie úrovni plnenia ekosystémových služieb v jednotlivých experimentálnych územiach pri aplikácii existujúcich a alternatívnych prístupov k hospodáreniu na porastovej úrovni aj úrovni zalesneného územia pre jednotlivé scenáre budúceho vývoja.

Úvod

V súčasnej hektickej dobe prechádza aj lesníctvo viacerými zmenami, ktoré vyplývajú z potreby prispôsobenia sa rýchlo sa meniacej situácii tak v spoločnosti a trhoch ako aj meniacim sa klimatickým podmienkam. Tieto zmeny sa prirodzene odrážajú aj v prístupoch k obhospodarovaniu lesa, ktoré sa dlhodobo vyvíjalo s ohľadom na historické podmienky a je z globálneho pohľadu viazané na národnú, miestami až regionálnu úroveň. Projekt ALTERFOR (Alternative models and robust decision making methods for future forest management) má cieľ poskytnúť vylepšené a nové prístupy v obhospodarovaní lesa, ktoré budú dostatočne odolné voči klimatickej zmene, zvyšujúcemu sa tlaku zo strany využívania bioenergií, vývoju globálneho trhu a tiež zvyšujúcemu sa záujmu o les zo strany verejnosti. Na projekte spolupracujú partneri z 11 štátov – Belgicko, Holandsko, Írsko, Litva, Nemecko, Portugalsko, Rakúsko, Slovensko, Švédsko, Taliansko, Turecko. Riešitelia počas trvania projektu zhrnú existujúce prístupy obhospodarovania lesa a následne budú pozorne hodnotiť nové – vylepšené prístupy obhospodarovania lesa. Tie budú študované pod vplyvom rôznych scenárov týkajúcich sa klimatickej zmeny s ohľadom na požadované ekosystémové služby ako je ochrana prírody a biodiverzity, produkcia drevnej hmoty a rôznorodé využívanie lesa spoločnosťou. Do simulácií bude zahrnuté aj správanie sa vlastníkov a obhospodarovateľov, ako aj celkový pohľad na využívanie lesa a krajiny odbornou a laickou verejnosťou.

Podrobnejšie informácie o projekte a výsledkoch jeho riešenia môže záujemca získať z rôznych zdrojov. Za univerzálny prístupový bod možno považovať webové sídlo projektu <https://www.alterfor-project.eu/> na ktorom je pravidelne dokumentovaný priebeh riešenia ako aj počas neho vyprodukované vedecké a odborné publikácie. Veľká pozornosť je venovaná aj implementácii výsledkov riešenia do praxe a informovaniu tak odbornej ako aj širšej verejnosti. K tomuto účelu je vydávaných niekoľko druhov materiálov vrátane tzv. projektového Newslettera, ktorý vychádza vo viacerých jazykoch členských krajín projektového konzorcia vrátane Slovenčiny. Stručný prehľadový príspevok o projekte sme publikovali aj v Správach Lesníckej fakulty pre prax – Bulletin č. 3., v ktorom sme informovali najmä o jeho organizačných aspektoch, najdôležitejších metodických prístupoch ako aj výzvach a očakávaniach vyplývajúcich z jeho riešenia pre Slovensko a jeho lesníctvo. V predkladanom materiáli si dávame za cieľ informovať odbornú verejnosť o priebehu riešenia projektu a najdôležitejších doteraz dosiahnutých výsledkoch.

Prístupy k riešeniu projektu a jeho doterajší priebeh

Projekt ALTERFOR oficiálne začal 1. apríla 2016 a dĺžka jeho riešenia je plánovaná na 54 mesiacov. V konzorciu 23 inštitúcií z 11 krajín je Slovensko zastúpené Technickou univerzitou vo Zvolene. Na riešení sa budú podieľať zamestnanci dvoch katedier Lesníckej fakulty – Katedra hospodárskej úpravy lesov a geodézie a Katedra ekonomiky a riadenia lesného hospodárstva. Riešiteľský kolektív tvoria prof. Ing. Ján Tuček, CSc., Ing. Róbert Sedmák, PhD., Dr. Ing. Yvonne Brodrechtová, Ing. Róbert Smreček, PhD., Ing. Ján Bahýľ, PhD. a Ing. Michal Bošela, PhD.

Pri implementácii výsledkov a získavaní spätnej väzby počas riešenia projektu napomáhajú tzv. neakademickí partneri, pričom ide najmä o profesijné alebo vlastnícke asociácie na európskej úrovni a/alebo zo zúčastnených krajín. Aj keď Slovensko nemá takúto inštitúciu priamo formálne definovanú, úlohu neakademického partnera plní štátny podnik LESY SR. Úzka spolupráca sa očakáva aj s Ministerstvom pôdohospodárstva a rozvoja vidieka SR a Národným lesníckym centrom vo Zvolene.

Z organizačného hľadiska zohrávajú v riešení projektu kľúčovú úlohu tzv. projektové stretnutia a pracovné semináre so zástupcami lesníckej prevádzky a vlastníkov, resp. obhospodarovateľov lesov. Projektové stretnutia sú zosúladené s najdôležitejšími míľnikmi riešenia a sú organizované v jednotlivých krajinách tak, aby sa pokryla diverzita prírodných a vlastníckych pomerov lesov v Európe (Švédsko, Slovensko, Írsko, Portugalsko, Taliansko, Nemecko). Takýto prístup nie je samoučelný, lebo úlohou hostiteľskej krajiny je okrem zabezpečenia aktuálnych špecifik riešenia projektu aj pripraviť materiály k štruktúrovanému predstaveniu domácich prístupov k obhospodarovaniu lesov vrátane historických, sociálno-politických a ďalších aspektov. Ide o podkladové/informačné materiály, odbornú exkurziu zameranú na manažment lesov v experimentálnom území projektu a najmä stretnutia so zástupcami akademických, odborných a vlastníckych komunít príslušnej krajiny vo forme pracovných seminárov. Táto časť stretnutí je označovaná ako TrabelLab – cestovné laboratórium, resp. učenie sa cestovaním. Doteraz (september 2018) bolo takto organizovaných 5 projektových stretnutí a plánované sú ešte ďalšie dve.

Pre slovenského čitateľa môže byť zaujímavé, že druhé projektové stretnutie sa uskutočnilo 8. až 10. novembra 2016 na pôde Technickej univerzity vo Zvolene a prvýkrát bola na ňom odskúšaná vyššie uvedená koncepcia štúdia cestovaním. Ďalšie stretnutia uskutočnili v Alnarpe (Švédsko), Galway (Írsko) a Porte (Portugalsko).



Účastníci druhého projektového stretnutia na TUZVO v novembri 2016

Doteraz dosiahnuté výsledky

Namiesto prezentovania komplikovanej štruktúry záverečných správ (deliverbles) a postupových termínov (milestones) projektu uvádzame v ďalšom texte pokus o zjednodušený výťah zo syntézy vecných výsledkov riešenia, s dôrazom (dúfame) na záujmy slovenského čitateľa. Komplexné podklady však nájde vážny záujemca na už spomínanom webovom sídle projektu a/alebo jednotlivých vedeckých a odborných publikáciách.

V pracovnom balíku WP1 bol dokončený a vo forme čiastkovej správy odovzdaný popis systému manažmentových modelov (FMM) pre Slovensko. Následne sme vypracovali návrh alternatívnych FMM. V rámci pracovného balíka WP3 bola vykonaná detailná analýza možností a funkcií modelovacích, simulačných a rozhodovacích nástrojov ktoré sú k dispozícii na Slovensku. Identifikovali sme ich nedostatky, úzke miesta a potrebu zmien. Pripravili a overili sme riešenia týchto obmedzení na zabezpečenie všetkých požiadaviek v projekte. V pracovnom balíku WP4 bola ukončená a vo forme čiastkovej správy odovzdaná analýza aktérov ovplyvňujúcich FMM na Slovensku. Komplexnú publikáciu uvedených skutočností pripravujeme vydať vo forme vedeckých publikácií v najbližšom období. Vykonali sme tiež prípravu stretnutí so zástupcami relevantných cieľových skupín v budúcom období. Aktuálne je riešenie projektu sústredené na posudzovanie úrovni plnenia ekosystémových služieb v experimentálnom území Podpoľanie pri aplikácii existujúcich a alternatívnych prístupov k hospodáreniu na porastovej úrovni aj úrovni zalesneného územia pre jednotlivé scenáre budúceho vývoja.

Model hospodárenia na úrovni lesného porastu je v rámci projektu definovaný ako súhrn konceptov, praktík, techník, inštrumentov, nariadení a regulácií zdieľaných skupinou ľudí, ktorá formuje konkrétnu víziu lesného hospodárstva. Model hospodárenia na úrovni krajiny je definovaný ako rozdelenie modelov hospodárenia pre lesné porasty v ich súbore tvoriacom manažovaný celok (napr. vlastnícky alebo užívateľský celok, lesný závod, krajinu).

Na záujmovom území Podpolanie bolo identifikovaných **10 aktuálne používaných modelov** hospodárenia na úrovni porastu. Pri identifikácii sa vychádzalo z pokynov konzorcia projektu. Modely boli diferencované najmä stanovištom, aktuálnym drevinovým zložením a kategóriou lesa:

Zmiešané rovnoveké porasty - 5 modelov pre 2. až 6. LVS

Rovnoveké porasty s prevahou smreka - 1 model

Prírode blízke hospodárenie - 1 model

Ochrana pôdy - 1 model

Ochrana zdroja pitnej vody - 1 model

Ochrana prírody a krajiny - 1 model

Identifikované modely hospodárenia boli na základe svojich charakteristík zoskupené do piatich spôsobov obhospodarovania: (i) pasívny manažment, (ii) aktívna ochrana environmentu, (iii) prírode blízky manažment, (iv) rovnoveké prirodzené porasty, a (v) rovnoveké zmenené porasty.

Na ohodnotenie a porovnanie modelov hospodárenia bude použitých šesť skupín ekosystémových služieb: (i) produkčné služby, (ii) manažment vody, (iii) regulácia rizík, (iv) rekreácia, (v) viazanie uhlíka, a (vi) biodiverzita. Každá skupina ekosystémových služieb sa skladá z identifikátorov, ktoré boli výsledkom simulácií v stromovom rastovom simulátore SIBYLA. Jednotlivým indikátorom boli priradené váhy podľa dôležitosti. Pre jednotlivé ekosystémové služby boli použité nasledovné indikátory:

Produkčné služby – zásoba, prírastok, ťažba, mortalita, sortimenty, kruhová základňa, horná výška,

Manažment vody – ťažba dreva, podiely smreka a listnatých drevín na zásobách, výmery ťažbových plôch, podiel prírode blízkeho hospodárenia, ochranných lesov a rezervácií,

Regulácia rizík – podiel smreka, druhová bohatosť, relatívna hustota lesa,

Rekreácia – ťažba, ťažbové zvyšky, mortalita, index prirodzenosti drevinovej skladby, Shannonov index druhovej bohatosti, variabilita stromových dimenzií, podiel veľkých stromov, podiel chránených území, Viazanie uhlíka – zásoby uhlíka v živých a odumretých stromov, v biomase, výroby z dreva,

Biodiverzita – druhová bohatosť a vyrovnanosť, podiel listnatých drevín, prirodzenosť drevinového zloženia, veková a štruktúrna diverzita, podiel mŕtveho dreva, ťažba, prirodzená mortalita, podiel stromov veľkých dimenzií.

Základnou požiadavkou alternatívnych modelov hospodárenia je ich robustnosť, t.j. poskytovanie očakávaného, želaného plnenia ekosystémových služieb napriek predpokladanej variabilite klimatických, ekonomických a/alebo politických faktorov v budúcnosti. Zároveň by to mali byť modely hospodárenia s potenciálom lepšieho plnenia sledovaného portfólia ekosystémových služieb. Konzorcium projektu pre tvorbu alternatívnych modelov hospodárenia odporučilo využiť najmä niektorú z nasledovných možností – úspešné analógie v iných krajinách – prevzatie existujúceho modelu z inej riešiteľskej krajiny, - kreatívne kombinácie prvkov viacerých modelov z iných krajín, - vytvorenie úplne nového modelu.

Slovenský riešiteľský kolektív použil prvé dva prístupy pre tvorbu **dvoch alternatívnych modelov hospodárenia**. Prvý model zmiešaných hospodárskych koncepcií je určený pre trvalé multifunkčné obhospodarovanie čiastočne nerovnovekých zmiešaných porastov. Inšpiráciou bola prax nemeckých štátnych lesov, ktoré sa snažia o plnenie čo najširšieho spektra ekosystémových služieb na menších územiach. Druhý model flexibilného lesa vekových tried je určený pre trvalú a vyrovnanú produkciu dreva v rovnovekých zmiešaných porastoch. Inšpiráciou bola lesnícka prax Švédska, Litvy, Portugalska a Írska. Základnými črtami obidvoch modelov je orientácia na kategóriu hospodárskych lesov, trvalosť lesného porastu, prirodzená obnova porastov podporujúca ich prirodzenosť a biodiverzitu, snaha o simultánnu maximalizáciu plnenia viacerých ekosystémových služieb naraz a viac slobody pre odborného lesného hospodára v rámci rozhodovania.

Cieľovým stavom modelu zmiešaných hospodárskych koncepcií je čiastočne nerovnoveký, zmiešaný porast s prírode blízkou štruktúrou. Hlavnou myšlienkou je aplikácia výberného stromového rubu, ktorý je aplikovaný v neskorších vývojových fázach v pôvodne rovnovekom poraste so zámerom udržať predĺžený zápoj a zabezpečiť bezpečnú prirodzenú obnovu porastu. Tým sa dosiahne kontinuálna rubná ťažba stromov s cieľovými dimenziami počas predĺženej obnovnej doby. Očakávanými dopadmi sú maximalizovaná produkcia guľatiny s cieľovými dimenziami, lepší cash-flow z menších výmer, zlepšená ekologická stabilita porastov s prevahou smreka, zmierňovanie dopadov klimatickej zmeny, zlepšená regulácia prírodných škodlivých činiteľov a zvýšená estetika lesa a s tým spojená lepšia rekreácia a turistika. Medzi očakávanými nevýhodami modelu je zvýšený podiel listnatých drevín na úkor smreka, ktorý bude pravdepodobne redukovať príjmy z obchodu s drevom, náročnosť na operačnú aplikáciu (zvýšené nároky na organizáciu,

disciplínu a odbornosť), náročnejšia technologická príprava pracovísk a vyššie náklady na ťažbu a investície do infraštruktúry, technológií a vzdelávania.



Časť slovenského riešiteľského kolektívu počas Travellabu v Portugalsku

Cieľovým stavom modelu flexibilného lesa vekových tried sú rovnovéké zmiešané porasty. Hlavnou myšlienkou je zachovanie klasickej koncepcie normálneho lesa so zavedením flexibilnejších rubných a obnovných dôb obmedzených minimálnymi prípustnými rubnými dobami. Očakávanými dopadmi sú vyrovnaná a maximalizovaná celková objemová produkcia z väčších výmer, minimalizácia rizík, zlepšená ekologická stabilita a prevencia prírodných škodlivých činiteľov, podpora druhovej diverzity a prirodzenosti drevinového zloženia. Očakávanými nevýhodami modelu sú zintenzívnenie tlaku obchodníkov s drevom a menej zodpovedných vlastníkov lesa na ťažbu zásob, zhoršené plnenie regulačných a kultúrnych služieb v iníciačných fázach implementácie.

Pracovné semináre a stretnutia so zástupcami lesníckej prevádzky

Ako vyplýva z doteraz uvedeného, v riešení projektu ALTERFOR sa vo veľkej miere uplatňujú prvky participatívnosti. Tejto problematike je venovaná mimoriadna pozornosť najmä cez obsah pracovného balíka WP4, ale zohráva skutočne prierezovú úlohu. Okrem cielavedomej komunikácie a vecnej spolupráce s vybranými aktérmi na špecifických otázkach riešenia projektu, pozornosť je venovaná aj diseminácii výsledkov a informovaniu tak odbornej ako aj širšej verejnosti. Okrem už spomínaných materiálov a metód (najmä webovej stránky projektu

a vedeckých a odborných publikácií), dôležitú úlohu zohrávajú aj pracovné semináre, organizované špecificky pre potreby a s ohľadom na Slovenské podmienky a potreby.

Prvý takýto seminár na uskutočnil 30. júna 2016 sa na pôde Technickej univerzity vo Zvolene s názvom Ekosystémové služby a podpora rozhodovania pri obhospodarovaní lesov: Medzinárodné výskumné projekty INTEGRAL a ALTERFOR. Seminára sa zúčastnilo 47 účastníkov z odbornej a akademickej sféry. Išlo o zástupcov Ministerstva pôdohospodárstva a rozvoja vidieka SR, Sekcie lesného hospodárstva a spracovania dreva, Národného lesníckeho centra, Lesov SR, š.p. z rôznych úrovní riadenia, Vojenských lesov a majetkov SR, š.p., pracovníkov štátnej správy - Okresných úradov, Pozemkových a lesných odborov, pracovníkov ochrany prírody z CHKO, zástupcovia z radov OLH, vlastníkov lesov a taxačných kancelárií. Svojich zástupcov tu mala aj hostujúca univerzita a dve univerzity z Českej republiky, Mendelova univerzita v Brne a Česká zemědělská univerzita v Praze.

Bohatá diskusia účastníkov potvrdila, že ciele seminára ktorými bolo (i) prezentovať výsledky riešenia projektu 7FP INTEGRAL, (ii) informovať o zámeroch a obsahu projektu H2020 ALTERFOR, (iii) vytvoriť odbornú platformu a iniciovať diskusiu zainteresovanej odbornej verejnosti na Slovensku potrebnú pre riešenie načrtnutej problematiky zastrešenej bežiacim projektom ALTERFOR, boli v plnej miere splnené.

Ďalší seminár, tentoraz už zameraný ťažiskovo k projektu ALTERFOR, sa uskutočnil dňa 16. mája 2018 v priestoroch Technickej univerzity vo Zvolene. Hlavným cieľom seminára bolo získať preferencie aktuálnych spôsobov obhospodarovania a ekosystémových služieb od jeho účastníkov. Napriek snahe organizátorov a pozvaniu skutočne reprezentatívneho výberu zástupcov zainteresovaných cieľových skupín, účasť bohužiaľ nepotvrdila dokonalé naplnenie tohto zámeru. Prítomných bolo 37 účastníkov reprezentujúcich aktérov z národnej a lokálnej úrovne vrátane zástupcov Ministerstva pôdohospodárstva a rozvoja vidieka SR, Ministerstva životného prostredia SR, štátnej správy lesného hospodárstva a životného prostredia, stredných a vysokých škôl so zameraním na lesníctvo a ochranu prírody, výskumných organizácií, komôr a združení vlastníkov, vlastníkov a obhospodarovateľov lesov ako aj súkromných firiem s činnosťou v lesnom hospodárstve. Vyplnením tzv. Saatyho rozhodovacej matice mohli účastníci seminára vyjadriť svoje preferencie tak k predstaveným spôsobom obhospodarovania lesov experimentálneho územia ako aj požadovaným ekosystémovým službám. Na vyhodnotenie výsledkov bola použitá metodika Analytického hierarchického procesu (AHP).

V druhej polovici pracovného seminára, zástupca štátneho podniku LESY SR, Ing. Peter Zima prezentoval ich pohľad na rámcovanie plánovanie a modely v slovenskom lesnom hospodárstve. Následne

Ing. Róbert Sedmák, PhD. prezentoval dva novo navrhované alternatívne modely hospodárenia, ktoré vypracoval riešiteľský kolektív aj na základe inšpirácie v partnerských krajinách projektu: (i) model zmiešaných hospodárskych koncepcií a (ii) model flexibilného lesa vekových tried.



Otvorenie seminára k projektu ALTERFOR prof. Ing. Jánom Tučekom, CSc.

Podakovanie

Tento príspevok vznikol vďaka podpore výskumného a inovačného programu Európskej únie Horizon 2020 grantová dohoda No 676754 (projekt ALTERFOR).



prof. Ing. Ján Tuček, CSc.

Profesor geoinformatiky na katedre Hospodárskej úpravy lesov a geodézie Lesníckej fakulty. Venuje sa problematike zberu, spracovania a využívania geografických údajov a informácií, aplikáciám geoinformačných technológií a podpore priestorového rozhodovania v lesníctve a obhospodarovaní krajiny.

Odhad zásoby ukradnutého dreva na pni

prof. Ing. Lubomír Scheer, CSc.

Súhrn

Nelegálne výruby stromov a krádeže dreva na pni v lesných porastoch bývajú v súčasnosti pomerne časté. Jedným z problémov, ktorý sa v takýchto prípadoch rieši je aj výška zásoby ukradnutého dreva. Možné postupy jej stanovenia môžu vychádzať zo zostávajúcich informácií – veličín meraných na pňoch a okolitých stromoch ako aj informácií lesnej hospodárskej evidencie a existujúcich programov starostlivosti o lesy. Článok prináša poznatky a návrhy viacerých postupov k odhadu hrúbky $d_{1,3}$, objemu stromov a zásoby ukradnutého dreva na pni. Výber vhodného postupu súvisí najmä s požadovanou presnosťou a informáciami, ktoré máme k dispozícii.

Postupy a metódy

V poslednom období sa vlastníci a obhospodarovatelia lesa často stretávajú s krádežami dreva na pni. Najčastejšie býva odcudzený rôzny počet stromov, zriedkavejšie väčšia časť porastu, či dokonca celý porast. V takýchto prípadoch sa rieši hlavne otázka výšky zásoby ukradnutého dreva a následne aj jeho hodnota. Takýchto problémov bolo v nedávnej minulosti zaznamenaných viacero a niektorí kolegovia z lesníckej praxe ma oslovili, ako určiť resp. rekonštruovať výšku zásoby takto ukradnutého dreva z porastu. To je aj dôvod, prečo vznikol tento odborný článok, so zámerom priblížiť hlavne záujemcom z lesníckej praxe najčastejšie používané postupy a metódy, ktoré prichádzajú do úvahy v takýchto situáciách.

Pri odhade zásoby ukradnutého dreva na pni máme možnosť využiť nasledovné informácie a metódy:

- Metódy priameho zisťovania. Pri týchto metódach potrebné veličiny zisťujeme prevažne meraním. Sú to počet a rozmery pňov vyrúbaných stromov podľa drevín – hrúbka pňov (d_p), obvod pňov (o_p), výška pňov (h_p). Výšku vyrúbaných stromov môžeme rekonštruovať na základe výšok zostávajúcich stromov v poraste s podobnou hrúbkou pňov resp. hrúbkou $d_{1,3}$. V takomto prípade je však potrebné hrúbku $d_{1,3}$ vyrúbaných stromov odhadnúť pomocou d_p . Pri priamom zisťovaní je možné očakávať vyššiu presnosť určenia objemu/zásoby vyrúbaných stromov a podrobnejšiu štruktúru informácií, čo sa však na druhej strane prejaví vo zvýšenej práci. V prípade, že by bol vyrúbaný a „ukradnutý“ celý porast, potom potrebné veličiny musíme zmerať v podobnom poraste, resp. v podobných porastových podmienkach.

- Metódy nepriame. V porovnaní s priamym zisťovaním sú menej presné, poskytujú hrubý, ale rýchly odhad zásoby ukradnutého dreva. Pri týchto metódach sa využívajú hlavne informácie lesnej hospodárskej evidencie (LHE) a existujúcich programov starostlivosti o lesy (PSL). Ide najmä o stredné stromové a porastové veličiny – stredná hrúbka (d_s), objem stredného kmeňa ($\bar{v}$), hektárová zásoba ($V \cdot \text{ha}^{-1}$) a pod. V konkrétnych prípadoch je však veľmi dôležitá časová aktuálnosť prevzatých veličín.

Prakticky je možné obidva prístupy vzájomne kombinovať v závislosti od dostupných informácií, požadovanej presnosti, spoľahlivosti a účelu, pre ktorý sa takéto zisťovanie vykonáva.

V ďalšej časti tohto článku sa budeme podrobnejšie venovať metódam priameho zisťovania, ktoré majú väčší potenciál využitia a s ohľadom na doterajšie skúsenosti môžu poskytovať aj pomerne uspokojivé výsledky.

Odhad hrúbky $d_{1,3}$ a objemu stromov (v) pomocou rozmerov pňov

Hrúbku $d_{1,3}$ a objem vyrúbaných stromov pomocou rozmerov pňov môžeme odhadnúť niektorým z nasledovných spôsobov:

- Pomocou vyhlášky MŽP SR č.24/2003, ktorou sa vykonáva zákon č. 543/2002 Z.z. o ochrane prírody a krajiny. Najprv vypočítame obvod kmeňa podľa vzťahu

$$Ok_{130} = o_p - \frac{(130 - hp) o_p}{1000} \quad (1)$$

kde Ok_{130} je redukovaný obvod kmeňa vo výške 1,3 m, o_p je obvod pňa v cm a hp je výška pňa v cm. Potom redukované obvody kmeňov prepočítame na hrúbku $d_{1,3}$ podľa všeobecne známeho vzťahu

$$d_{1,3} = \frac{Ok_{130}}{\pi} \quad (2)$$

Tento postup pomocou vyhlášky je využívaný predovšetkým pri určovaní spoločenskej hodnoty vyrúbaných stromov, ale môžeme ho primerane použiť aj pri krádeži stromov v lesných porastoch. Skúsenosti však naznačujú, že týmto postupom dochádza k systematickému nadhodnocovaniu hrúbky $d_{1,3}$ (Scheer, Vaculčík 2007) čo sa následne môže prejaviť vychýleným odhadom objemu/zásoby vyrúbaných stromov. Šmelko (2010) odporúča merať hrúbku pňov bežnou priemerkou – postačuje jedno meranie, resp. obvod obvodomerom, výšku merať pásmom, alebo meračskou latou na spodnom konci v tvare T k objektívnemu stanoveniu päty pňa.

- Pomocou regresného modelovania. Na stojacich stromoch, ktoré zostali v poraste zmeriame potrebné veličiny d_p , $d_{1,3}$ a h . Z týchto údajov odvodíme regresné modely $d_{1,3} = f(d_p)$, $v = f(d_p)$, ktoré majú pre odhad $d_{1,3}$ väčšinou lineárny priebeh, pre odhad objemu dosiahneme lepšie výsledky vyrovnaním údajov mocninovým, resp. exponenciálnym modelom. V tabuľke 1 sú príklady takýchto modelov pre niektoré dreviny, ktoré je možné primerane použiť pre odhad cieľových veličín $d_{1,3}$ a v (Scheer, Vaculčíak 2007). Parametre uvádzaných modelov sú pomerne priaznivé, hrúbky d_p pri drevinách smrek a buk vysvetľujú rozptyl cieľových veličín na úrovni 92–98%, pri drevine hrab je tento rozptyl cca 60–70%. Stredné chyby sú logicky menšie pri odhade $d_{1,3}$, pri odhade objemu sú 2 až 3-násobne horšie.

Tab. 1 Modely k odhadu $d_{1,3}$ a objemu stromov (v) pomocou hrúbky pňov

Drevina	Model	R^2	SE %
Smrek	$d_{1,3} = 3,7069 + 0,6167 d_p$	0,94	7,74
	$v = 0,000566 d_p^{1,9753}$	0,92	19,89
Buk	$d_{1,3} = 0,5819 + 0,7885 d_p$	0,98	5,75
	$v = 0,000328 d_p^{2,2115}$	0,96	16,46
Hrab	$d_{1,3} = 13,056 + 0,5241 d_p$	0,73	8,77
	$v = 0,648 e^{0,0193 d_p}$	0,64	14,62

Podobné prístupy a modely boli skúmané aj v zahraničí, pričom dosiahnuté výsledky pomerne dobre korešpondujú s našimi zisteniami. Corral-Rivas et al. (2007) odvodili jednoduché lineárne modely pre odhad $d_{1,3}$ a objemu pomocou hrúbky pňov pre hlavné druhy borovic v oblasti El Salto, Durango (Mexiko) v tvare:

$$d_{1,3} = 3,559 + 0,9051 d_p + \varepsilon \quad (3)$$

$$v = -0,4366 + 0,03545 d_p + \varepsilon \quad (4)$$

Pri odhade $d_{1,3}$ bolo percento vysvetľovaného rozptylu 95% ($R^2 = 0,95$), RMSE = 2,18 cm, pri odhade objemu tieto charakteristiky dosahovali menej priaznivé hodnoty $R^2 = 0,79$ a RMSE = 0,207 m³. Na rozdiel od niektorých predchádzajúcich výskumov nepoužili ako nezávislú premennú výšku pňa, nakoľko sa ukázalo, že takáto premenná pri drevinách s nepravidelným tvarom pňa (kam tieto druhy borovic patria) nemôže signifikantne prispieť k vysvetleniu celkového rozptylu cieľových premenných.

Pomerne nový prístup k predikcii $d_{1,3}$ pomocou rozmerov pňov prezentoval vo svojej práci Westfall (2009). Ide o tzv. mixed-effects modely zohľadňujúce fixné a náhodné efekty, ktoré boli odvodené pre rastové podmienky severovýchodu USA s možnosťou ich kalibrácie pre iné lokálne podmienky. Okrem hrúbky pňa boli použité ďalšie dve premenné – miery vzdialenosti medzi výškou pňa (h_p) a výškou 1,3m. Prvou takouto premennou je pomer $1,3/h_p$, ktorý je relatívnou mierou toho ako ďaleko sa peň (jeho výška) nachádza od miesta merania hrúbky $d_{1,3}$ (výšky 1,3m). Druhou premennou je rozdiel $1,3 - h_p$, ktorý vyjadruje absolútnu vzdialenosť dvoch bodov na kmeni, kde sa meria jeho hrúbka, teda hrúbky $d_{1,3}$ a d_p . Základný model k odhadu $d_{1,3}$ nadobúda potom tvar:

$$d_{1,3} = d_p \cdot (1,3/h_p)^{\beta_0} + \beta_1 \cdot (1,3 - h_p) + \varepsilon_i \quad (5)$$

kde: β_0, β_1 sú odhady parametrov fixných efektov a ε_i je náhodná chyba pre strom i .

Milios et al. (2016) skúmali celkovo 11 rôznych modelov pre odhad $d_{1,3}$ pomocou hrúbky pňov v dubových porastoch v severovýchodnom Grécku. Hrúbky v oboch prípadoch odvodili z obvodu kmeňa vo výške 1,3m, resp. pňa a na základe charakteristík, ktoré použili k porovnávaní jednotlivých modelov (R^2 , RMSE) odporučili pre tento účel použiť kvadratický model ($R^2=0,94$, RMSE=2cm) pre rovnorodé aj zmiešané porasty v tvare:

$$d_{1,3} = -0,359 + 0,869d_p - 0,001d_p^2 \quad (6)$$

Ak neodhadujeme objem vyrúbaných stromov priamo pomocou regresného modelu, ale máme k dispozícii „iba“ model k odhadu ich $d_{1,3}$, alebo túto určíme pomocou redukovaného obvodu kmeňa, potom v oboch prípadoch musíme ešte na stojacich stromoch zostávajúcich v poraste s podobnou hrúbkou zistiť ich výšky a objem/zásobu určíme pomocou objemových tabuliek.

V niektorých krajinách sú pre odhad objemu vyťažených stromov pomocou hrúbky pňov zostrojené aj špeciálne objemové tabuľky, napríklad v Poľsku sú to Tablice sluzace do okресlania piersnicy i miazszosci drzewa na podstawie srednicy pniaka – Tabuľky k určovaniu hrúbky $d_{1,3}$ a objemu stromov na základe hrúbky pňa (BRUCHWALD *et al.* 2001). Sú nazývané aj ako tzv. „zlodejské tabuľky“, pretože sa často používajú k odhadu zásoby ukradnutého dreva. K ich zostaveniu bol použitý bohatý empirický materiál zozbieraný v 2220 porastoch, v ktorých bolo zmeraných okolo 45 000 stromov. Pre odhad hrúbky $d_{1,3}$ pomocou hrúbky pňov d_p bol pre väčšinu drevín (13 hlavných drevín) použitý lineárny regresný model.

Z doterajších skúseností vyplýva, že regresný prístup riešenia uvádzaného problému možno považovať za veľmi vhodné riešenie, lokálne odvodené regresné modely vykazujú primeranú presnosť, konštrukčne sú nenáročné a nevyžadujú veľký rozsah empirických údajov. Môžeme ho teda odporučiť k odhadu hrúbky $d_{1,3}$ alebo objemu /zásoby v prípadoch nelegálneho výrubu stromov. Zostrojenie všeobecnejšie platných tabuliek, resp. modelov tak ako v Poľsku sa zdá byť v dnešnej dobe málo reálne, hlavne s ohľadom na výšku nákladov potrebných na získanie a spracovanie veľkého množstva údajov. Zaujímavá by bola možno otázka preverenia takýchto, už existujúcich zahraničných tabuliek v našich porastových podmienkach.

Okrem spomínaných metód odhadu $d_{1,3}$ existujú ďalšie možnosti, napríklad využitie stereometrických vlastností spodnej časti kmeňa a jeho tvaru (Petráš 1986) alebo odhad pomocou absolútnych, resp. relatívnych tvarových radov. Zvlášť relatívne tvarové rady eliminujú vplyv rôznej hrúbky na ich priebeh a tvar spodnej časti kmeňa je potom možné vyjadriť spoločnou priemernou závislosťou (Šmelko 2010).

Ako teda môžeme určiť zásobu ukradnutého dreva na pni

Predstavme si hypotetickú situáciu, že v poraste bolo nelegálne vyrúbaných napríklad 50 stromov, ktoré boli následne z porastu ukradnuté. V poraste zostali pne, na ktorých môžeme zistiť ich hrúbku, prípadne výšku pňov. V poraste zostali ďalšie stojace stromy, ktorých stromové veličiny nadobúdajú rovnaké, resp. podobné hodnoty. Všetky tieto zostávajúce informácie môžeme primerane využiť k rekonštrukcii ukradnutej zásoby dreva. Rovnako môžeme využiť aj informácie o stromových veličinách z LHE a PSL. Do úvahy teda prichádzajú nasledovné varianty určenia zásoby ukradnutého dreva:

– Variant A:

Odmeriame hrúbky pňov vyrúbaných stromov d_p . Zo zostávajúcich stromov v poraste vyberieme stromy s rovnakou, resp. podobnou hrúbkou pňov ($n = 30-50$) a na týchto stromoch odmeriame hrúbky d_p a $d_{1,3}$. Z týchto údajov odvodíme lineárny regresný model $d_{1,3} = f(d_p)$. Na stojacich stromoch zmeriame výšky tak, aby pokrývali rozpätie hrúbok vyrúbaných stromov s možnosťou ich vyrovnat podľa zásad uplatňovaných pri zostrojení výškového grafu. Zásobu vyrúbaných stromov potom určíme pomocou objemových tabuliek na základe odhadu $d_{1,3}$ a zodpovedajúcich výšok.

– Variant B:

Postupujeme ako v predchádzajúcom variante, avšak z nameraných údajov na stojacich stromoch a ich objemov odvodíme regresný model

$v = f(d_p)$. Použijeme niektorý z nelineárnych modelov, ktoré sme spomínali v predchádzajúcej časti. Tento model potom použijeme k odhadu objemu/zásoby vyrúbaných stromov na základe hrúbky ich pňov.

– Variant C:

Odmeriame obvod pňov (o_p) a výšku pňov (h_p) vyrúbaných stromov. Hrúbku $d_{1,3}$ týchto stromov učíme pomocou redukovaného obvodu kmeňa podľa vzťahov (1), (2). Potom postupujeme rovnako ako pri variante A meraním výšok a určením zásoby vyrúbaných stromov pomocou objemových tabuliek.

– Variant D:

Vzorníkový prístup. Zásobu vyrúbaných stromov určíme podľa vzťahu: $V = v_s \cdot N$. Objem stredného kmeňa v_s určíme pomocou d_s z údajov $d_{1,3} = f(d_p)$ a h_s z výšok odmeraných na stojacich stromoch. Stredné veličiny d_s a h_s vypočítame ako aritmetické priemery. Počet stromov získame spočítaním pňov vyrúbaných stromov.

– Variant E:

Pri tomto variante vychádzame len z prevzatých údajov LHE a PSL, tak ako sme ich spomínali na začiatku článku pri nepriamych metódach. Ak tieto zdroje údajov obsahujú aktuálne informácie o stredných stromových a porastových veličinách, potom môžeme primerane použiť napríklad vzorníkový prístup. Priame zisťovanie je v tomto prípade obmedzené len na zistenie počtu pňov ukradnutých stromov, prípadne plochy porastu, na ktorej došlo ku krádeži dreva na pni. Treba si však uvedomiť, že takýto postup môže viesť len k hrubému odhadu zásoby ukradnutého dreva.

Hore uvádzané varianty by sme mohli považovať za najčastejšie prístupy riešenia spomínaného problému. Tak ako už bolo uvedené v úvode, môžeme jednotlivé metódy primerane kombinovať hlavne v závislosti od požadovanej presnosti a informácií, ktoré máme k dispozícii. Napríklad hrúbky $d_{1,3}$ určíme na podklade priameho merania a meranie výšok nahradíme modelovou výškovou krivkou, ktorú určíme pomocou stredných veličín z údajov PSL a výpočet zásoby uskutočníme postupom používaným pri metóde JOK.

Otázka presnosti odhadu objemu/zásoby ukradnutého dreva na pni je dôležitá, ale jej zodpovedanie resp. zovšeobecnenie pri jednotlivých variantoch nie je jednoduché. Závisí predovšetkým od presnosti zisťovania dendrometrických veličín pňov a zostávajúcich stromov v poraste, presnosti odvodených regresných modelov a samotného postupu výpočtu zásoby. Za predpokladu, že použijeme adekvátne postupy zisťovania veličín, výpočtu zásoby (dendrometrické tabuľky), potom sa očakávané chyby môžu pohybovať v primeraných rámcoch presnosti zisťovania zásob bežnými metódami.

Literatúra

BRUCHWALD A., RYMER-DUDZIŃSKA T., DUDEK A., MICHALAK K., WRÓBLEWSKI L., ZASADA M., TOMUSIAK R., 2001: Tablice sluzace do okreslania piersnicy i miazszosci drzewa na podstawie srednicy pniaka. Centrum Informacyjne Lasow Panstwowych, Warszawa. ISBN 83-88478-12-5.

CORRAL-RIVAS, J.J., BARRIO-ANTA, M., AGUIRRE-CALDERÓN, O.A., DIÉGUEZ-ARANDA, U., 2007: Use of stump diameter to estimate diameter at breast height and tree volume for major pine species in El Salto, Durango (Mexico). *Forestry*, Vol. 80, no. 1, p. 29–40.

MILOS, E., KITIGIDOU, K.G., DALAKOURAS, V., PIPINIS, E., 2016: Diameter at breast height estimated from stumps in *Quercus Frainetto* in the region of Evros in Northeastern Greece. *CERNE*, Vol. 22, no. 3, p. 337–344.

PETRAŠ, R., 1986: Matematický model tvaru kmeňa. *Lesnícky časopis*, 32(3) s. 223–236.

SCHEER, L., VACULČIAK, T., 2007: Odhad objemu vyťažených stromov v poraste pomocou hrúbky pňov. *Acta Facultatis Forestalis*, XLIX, s. 65–79.

ŠMELKO Š., 2010: Nové metodické postupy na kvantifikáciu mŕtveho dreva a jeho zložiek v lesných ekosystémoch. *Lesnícky časopis – Forestry Journal*, 56(2), s. 155–175.

WESTFAL, J.A., 2010: New Models for Predicting Diameter at Breast Height from Stump Dimensions. *North. J. Appl. For.* 27(1) p. 21–27.



prof. Ing. Lubomír Scheer, CSc.

Je profesor v odbore hospodárska úprava lesov, v minulosti sa venoval hlavne aplikáciám a metódam zisťovania stavu lesa prostriedkami DPZ. V súčasnosti sa zaoberá problematikou lesníckej biometrie, dendrometrie a metodológiou vedecko výskumnej práce.

Poznámky

Poznámky



ISBN 978-80-228-3201-4



9 788022 832014