



MINISTERSTVO
PŮDOHOSPODÁŘSTVA
A ROZVOJA VIDIEKA
SLOVENSKEJ REPUBLIKY



VÝSTUPY NLC PRE LESNÍCKU PRAX



VÝSTUPY NLC PRE LESNÍCKU PRAX

Táto publikácia je výstupom úlohy riešenej v rámci kontraktu č. 406/2018/MPRVSR-710 uzavretom medzi Ministerstvom pôdohospodárstva a rozvoja vidieka Slovenskej republiky a Národným lesníckym centrom.

Zostavovateľ: Národné lesnícke centrum
 – Ústav lesníckeho poradenstva a vzdelávania

Vydalo: Národné lesnícke centrum
Náklad: 500 výtlačkov
Rozsah: 59 strán
Grafická úprava: Alexandra Košťalová
Tlač: Popradská tlačiareň, vydavateľstvo s.r.o
Vydanie: Prvé

Rukopis neprešiel jazykovou úpravou.

© Národné lesnícke centrum, Zvolen 2019

ISBN 978 - 80 - 8093 - 279 - 4



OBSAH

STALES – WEBOVÝ INFORMAČNÝ SYSTÉM O STAVE LESA	6
Ivan Barka, Tomáš Bucha	
REKONŠTRUKCIA ODUMIERAJÚCICH SMREČÍN PREBUDOVOU NA PRÍRODE BLÍZKY LES	16
Ladislav Kulla	
INTENZIFIKÁCIA ODBERU BIOMASY PRE ENERGETICKÉ ÚČELY – RIZIKÁ PRE LESNÉ PÔDY, NÁVRH KRITÉRIÍ PRE HODNOTENIE A NÁVRH RIEŠENIA	25
Pavel Pavlenda, Zuzana Sitková, Hana Pavlendová	
PLOCHY MARTELOSCOPE – DEMONŠTRÁCIA EKONOMICKEJ A EKOLOGICKEJ HODNOTY OBHOSPODAROVANÝCH LESOV	35
Vladimír Šebeň	
INTERAKTÍVNY ATLAS BIOTICKÝCH ČINITELOV OVPLYVŇUJÚCICH ZDRAVOTNÝ STAV LESNÝCH DREVÍN	49
Milan Zúbrik, Andrej Kunca, Jozef Vakula, Christo Nikolov, Slavomír Rell, Juraj Galko, Roman Leontovyč, Andrej Gubka	



PREDSLOV

Poslaním Národného lesníckeho centra je, okrem iného, zabezpečiť úlohy rezortu lesného hospodárstva priamo v oblasti vzdelávania, resp. odbornej pomoci a poskytovania informácií o lesoch. Nepriamo možno túto časť poslania naplňať aj prostredníctvom transferu aktuálnych vedecko-výskumných a odborných poznatkov smerom k širokej lesníckej verejnosti. Významným krokom, ktorý smeruje práve do tejto oblasti, je aj náš zámer pravidelne vydávať sériu odborných príspevkov našich pracovníkov pod názvom „Výstupy NLC pre lesnícku prax“.

Prvé číslo novej publikácie, ktoré držíte práve v rukách, obsahuje päť príspevkov tematicky zameraných na oblasť biologicky i technicky orientovaných lesníckych disciplín, pričom na tomto mieste treba zdôrazniť dva dôležité postuláty. Jedným z nich je fakt, že ide o príspevky, ktoré prezentujú najaktuálnejšie poznatky, resp. najmodernejšie technológie v danej oblasti. Druhým hľadisko berie do úvahy to, že príspevky sú primárne určené prakticky orientovaným prevádzkovým pracovníkom v odvetví lesného hospodárstva, čo sa odráža v ich prezentačnej forme i atraktívnom obsahu.

Čitatelia tak majú možnosť dozvedieť sa, aké riziká pre lesné ekosystémy prináša intenzívne využívanie biomasy pre lesné ekosystémy či akými pestovnými postupmi rekonštruovať odumierajúce smrečiny. Pre všetkých z nás bude určite atraktívnym elektronický interaktívny atlas škodcov lesných drevín. Nemenej pôsobivé sú aj príspevky týkajúce sa demonštračných plôch slúžiacich na virtuálnu realizáciu pestovných opatrení, ako aj moderného webového informačného systému zameraného na hodnotenie stavu lesných porastov.

Veríme, že naša nová publikácia si nájde svojich priaznivcov v radoch všetkých lesníkov a snáď aj medzi záujemcami zo širokej verejnosti. Veľmi dôležitou bude pre nás Vaša odozva, prostredníctvom ktorej budeme schopní náš zámer ďalej vylepšovať v prospech nás všetkých.

Želám Vám veľa užitočných i príjemných chvíľ pri čítaní a následne mnoho úspešných dní vo Vašej profesionálnej činnosti!



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

STALES – WEBOVÝ INFORMAČNÝ SYSTÉM O STAVE LESA

Ivan Barka, Tomáš Bucha

Národné lesnícke centrum – Lesnícky výskumný ústav Zvolen, Odbor ekológie lesa a krajiny

ÚVOD

Kvalitné a aktuálne údaje o lesných porastoch sú nevyhnutným predpokladom pre ich udržateľné obhospodarovanie. Údaje je možné získavať buď pozemným prieskumom či pravidelným monitoringom, zväčša vykonávaným na trvalých plochách, alebo pomocou diaľkového prieskumu Zeme (DPZ) za pomoci pilotovaných či nepilotovaných lietadiel, vrtulníkov alebo vesmírnych družíc. Na rozsiahlejšom území je zvyčajne časovo a finančne najnáročnejší práve pozemný prieskum. Aj letecký prieskum je v takých podmienkach častokrát zdĺhavý a nerentabilný. Ich nevýhody prekonáva kozmický DPZ, ktorý poskytuje šírku záberu snímokovania v desiatkach až stovkách kilometrov a vysokú frekvenciu snímajania, čím je schopný poskytnúť vysoko aktuálne informácie o stave krajiny, vrátane lesa, a to za nízku jednotkovú cenu. S bezplatnou dostupnosťou satelitných snímok so stredným priestorovým rozlíšením (10 až 30 m) je tak možné len za cenu spracovania snímok získať prehľad o stave lesa v regionálnej mierke a s odstupom niekoľkých dní po snímokovaní.

Požiadavka na čo najaktuálnejšie údaje o lese vzrastá pri výskyte rôznych disturbancií, napr. vetrových kalamitách, gradáciách podkôrneho hmyzu a iných kalamitných udalostiach. Ich zvýšený výskyt je spájaný s prebiehajúcou klimatickou zmenou. Od r. 2004 sú najmä smrekové porasty na Slovensku vystavené zvýšenému tlaku takýchto udalostí, výsledkom ktorých je aj rekordne vysoký objem náhodných ťažieb. Podkôrny a drevokazný hmyz poškodil v roku 2018 najväčšiu výmeru lesov za viac ako 50 rokov a prekonal tak doterajšie maximum z roku 2017 (Zelená správa za rok 2018). Pre efektívnu reakciu obhospodarovateľov lesa sú informácie o rozsahu poškodenia priam nevyhnutné.

Satelitné snímky spĺňajú požiadavky na rýchle a relatívne lacné získavanie informácií o stave a vývoji lesných porastov. Zmeny asimilačných vegetačných orgánov (listy, ihličie) sa prejavujú v spektre odrazeného slnečného žiarenia. Poškodenie ovplyvňuje obsah pigmentov, znižuje množstvo chlorofylu a pri chronickom poškodení dochádza k deteriorizácii chloroplastov, čo vedie k žltnutiu listov a presunu maximálnej odrazivosti zo zeleného do červeného pásma spektra. Tieto poznatky sú celosvetovo hojne využívané metódami DPZ pre hodnotenie stavu lesa.

Aj na Slovensku sú satelitné snímky pre potreby lesníctva aktívne využívané. Sprvu v rokoch 2008 a 2009, na podnet Lesov SR, š.p. a neskôr aj štátnej lesnej správy bol na Národnom lesníckom centre – Lesníckom výskumnom ústave vo Zvolene stav lesa celoslovensky vyhodnotený na podklade snímok Landsat. Použitý postup hodnotenia sa opiera o metódy publikované vo vedeckých periodikách (Barka et al. 2018) a odborných publikáciách (Bucha & Barka 2014; Barka & Bucha 2010, 2014a). Aby bol výsledný produkt hodnotenia dostupný čo najširšiemu okruhu užívateľov, bol vytvorený webový informačný systém s názvom Stales, pozostávajúci z úvodných popisných stránok a mapovej aplikácie. Systém Stales je voľne dostupný na adrese <http://www.nlcsk.sk/stales>

Systém Stales je vyvíjaný a aktualizovaný už jedno desaťročie a za tú dobu bol medzi odbornou lesníckou verejnosťou niekoľkokrát popularizovaný – napr. v časopise Les a Letokruhy (Marko 2009; Bucha & Barka 2014b), v relácii Halali (2014), či na odborných konferenciách ochrany lesa Apol v Novom Smokovci (2009, 2013 a 2018) a iných spolu s publikačnými výstupmi (Bucha & Barka 2009, 2011 a 2013). Tieto prezentácie boli však pre obmedzený priestor zväčša stručné a nemohli pokryť všetky detaily systému. Cieľom predkladaného príspevku je preto prezentovať detailnejší

popis webového informačného systému Stales, jeho tvorbu, ponúkané produkty, nástroje a ich využitie v odbornej praxi pre získanie lepšieho obrazu o jeho možnostiach, výhodách a nevýhodách pre praktické využitie lesohospodármi a ostatnou odbornou verejnosťou.

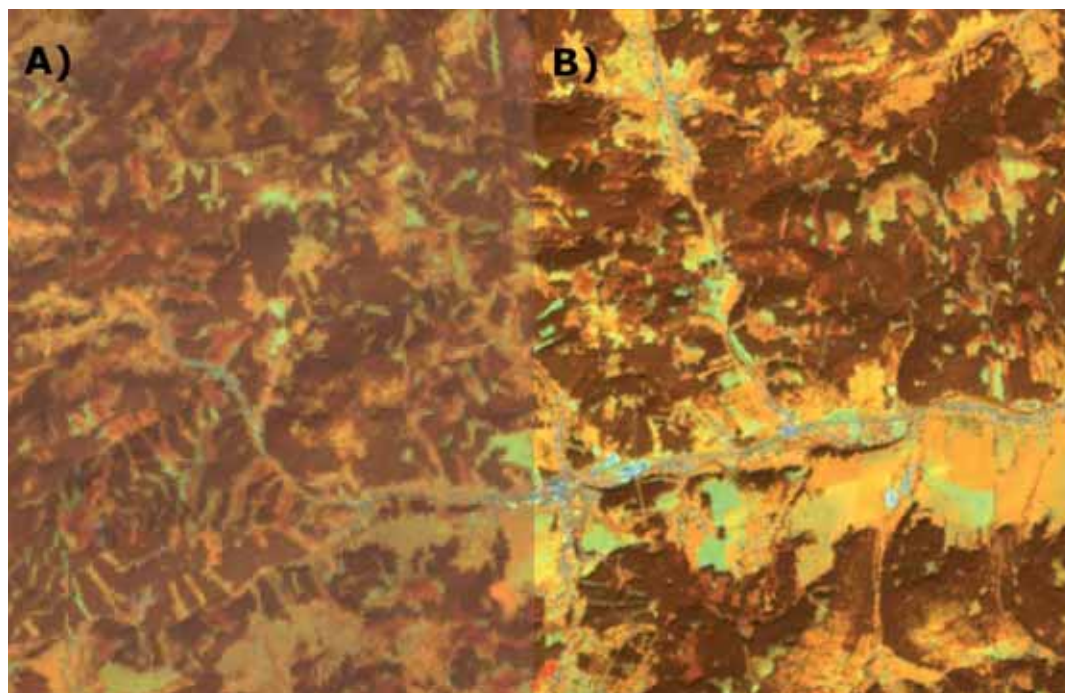
Družicové snímky a ich spracovanie

Informačný systém Stales je úzko spätý so vstupnými satelitnými údajmi diaľkového prieskumu zeme (DPZ) používanými pre hodnotenie stavu lesa. Týmto sú najmä voľne dostupné satelitné snímky z amerických družíc Landsat 4, 5, 7 a 8 a európskych družíc Sentinel 2A a 2B, operujúcich v rámci programu DPZ s názvom Copernicus (https://www.esa.int/Our_Activities/Observing_the_Earth/Copernicus).

Tieto družice sa pohybujú po heliosynchrónnej polárnej obežnej dráhe (t.j. prelietavajú ponad zemské póly a ich dráha je naviazaná na zdanlivú dráhu Slnka na oblohe v dôsledku rotácie Zeme okolo jej osi) vo výške 705 (Landsat) a 786 km (Sentinel 2) nad povrchom Zeme. Družice Landsat pri svojom prelete snímajú územie široké 190 km s priestorovým rozlíšením 30 m, čiže najmenší obrazový prvok tvorí štvorec s rozmermi 30 x 30 m. Naproti tomu družice Sentinel 2 zosnímajú pri prelete 290 km široké územie s rôznym priestorovým rozlíšením pre odlišné časti svetelného spektra, a to od 10 m pre viditeľné a blízke infračervené spektrum po 60 m pre termálne spektrum. Aj doba návratu (opakované zosnímanie toho istého územia) je odlišná – pre jednu družicu Landsat je to 16 dní, pre Sentinel 2 desať dní. Keďže družice Sentinel 2 operujú vo dvojici, územie Slovenska je nimi zosnímané každých 5 dní a vzhľadom na šírku záberu existuje teoretická možnosť pokrytia celého územia krajiny len dvomi snímkami. Z dôvodu oblačnosti pri snímkaní je však vždy potrebné pri tvorbe celoslovenskej kompozície spracovať niekoľko snímok z dlhšieho časového obdobia a tieto navzájom korelovať, čo si vyžaduje častokrát prácne manuálne odstraňovanie oblačnosti z jednotlivých snímok.

Družice Landsat sú prevádzkované agentúrami USA – United States Geological Survey (USGS) a National Aeronautics and Space Administration (NASA). V súčasnosti sú na orbite dva funkčné satelity – Landsat 7 (od r. 1999) a Landsat 8 (od r. 2013). Senzor Enhanced Thematic Mapper Plus (ETM+) na družici Landsat 7 však nepracuje od r. 2003 správne a v snímkach sú pásy s chýbajúcimi údajmi, preto využitie týchto snímok je len obmedzené. Na družici Landsat 8 pracuje senzor Operational Land Imager (OLI). Z hľadiska spektrálneho rozlíšenia má podobné charakteristiky ako senzory ETM+ i senzory na družiciach Sentinel 2, priestorové rozlíšenie je rovnaké ako pri ETM+. Snímky je možné po registrácii stiahnuť zo serverov USGS (<https://earthexplorer.usgs.gov>). Veľkosť jednej snímky je približne 900 MB pri Landsate 8, pri Landsate 7 zhruba 190 až 250 MB.

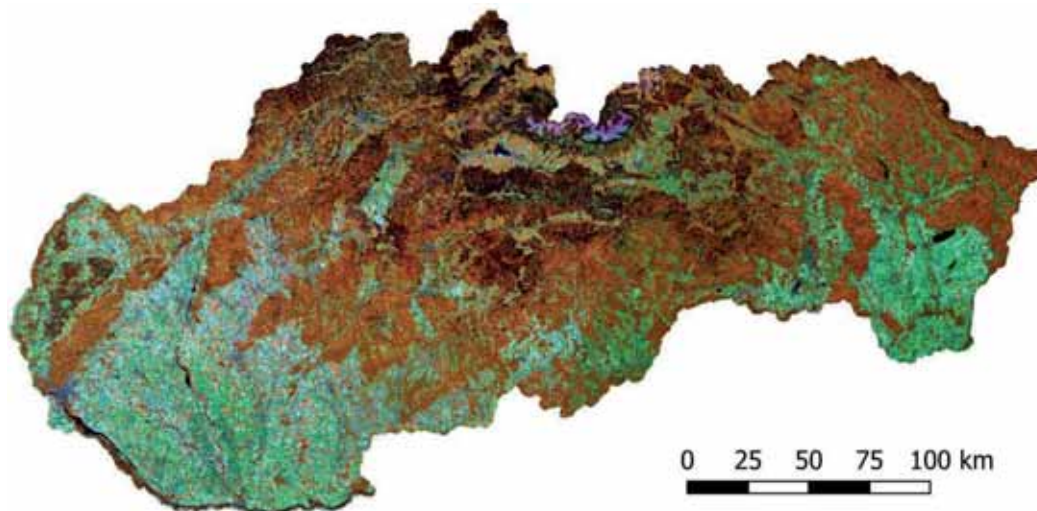
Družice Sentinel 2 Európskej vesmírnej agentúry (ESA) snímajú od r. 2015 (A) a 2017 (B). Multi-spektrálne senzory (MSI) snímajú v 13 pásmach a boli vyvinuté tak, aby výsledné snímky boli z hľadiska spektrálneho rozlíšenia v základe porovnateľné s produktmi Landsat a ďalej rozširovali ich aplikačné možnosti. Družice tak nadväzujú na úspešnú misiu amerických satelitov DPZ. V súčasnosti predstavujú technologickú špičku v oblasti globálneho i regionálneho monitoringu zemského povrchu. Snímky je možné sťahovať zo serveru programu Copernicus (<https://scihub.copernicus.eu>) vo forme pravidelných „dlaždíc“ s rozmermi 100 x 100 km, pričom veľkosť jednej dlaždice plne pokrytej snímkou je cca 1 GB. Veľkosť snímky z jedného dňa je cca 6 až 7 GB, čo je spôsobené vysokým priestorovým rozlíšením (obr. 1).



Obrázok 1. Porovnanie priestorového rozlíšenia snímok z družice Landsat 8 (A) – rozlíšenie 30 m a Sentinel 2 (B) – rozlíšenie 10 m. Okolie obce Makov v okrese Čadca.

Pre lesnícke aplikácie sú najvhodnejšie údaje zosnímané v zelenom (540 – 580 nm), červenom (650 – 680 nm), blízkom infračervenom (780 – 880 nm) a strednom infračervenom pásme (1570 – 2280 nm). Kompozície snímok pre účely klasifikácie stavu lesa spravidla obsahujú tieto kanály, pričom pre vizuálnu identifikáciu zmien je zostavovaná RGB kompozícia v nepravých farbách, v ktorej do červeného kanála (R) sa umiestni blízke infračervené pásmo, do zeleného (G) stredné infračervené pásmo a do modrého (B) červené, prípadne zelené pásmo. Vznikne tak farebná vrstva dobre odlišujúca ihličnatý (v okrových odtieňoch) a listnatý (v oranžových odtieňoch) porast, pričom vyťažené a poškodené plochy sú zvýraznené tyrkysovými odtieňmi a mladé obnovené porasty v zelených farbách. Klasické zobrazenie vo viditeľných farbách nie je schopné poskytnúť také množstvo ľahko odlišiteľných informácií.

Vzhľadom na veľkosť a množstvo dát potrebných pre vytvorenie kompozície satelitných snímok pokrývajúcej celé územie Slovenska (obr. 2), prebieha spracovanie snímok poloaťomatizovane za pomoci počítačových skriptov. Snímky sú získavané ortorektifikované (súradnicovo pripojené v projekcii UTM 33/34), následne je vykonávaná atmosférická (redukcia atmosférických efektov) a topografická korekcia (vyváženie tieňov na neosvetlených svahoch). Využívané sú počítačové programy ERDAS, ArcGIS, GRASS GIS, sen2cor a skriptovací jazyk Python.



Obrázok 2. Celoslovenská kompozícia snímok z družíc Sentinel 2 za rok 2018.

Hoci oba typy snímok (Landsat i Sentinel) obsahujú vrstvy kvality údajov, z ktorých je možné odvodiť masku oblačnosti, prakticky tieto vrstvy kvality nie sú využiteľné a dosiahnuť požadovaný výsledok je možné len manuálnym, časovo náročným, postupom. Dôležitý je výber snímok s najmenšou oblačnosťou, pričom sú preferované snímky z obdobia júl až august, menej vhodné sú snímky z konca júna a septembra. Napriek už pomerne vysokej frekvencii snímania oboma typmi družíc, je v niektorých rokoch problematické zostaviť úplne bezoblačnú kompozíciu. Ešte vypuklejší bol tento problém pred vypustením družíc Sentinel 2 a napr. v r. 2014 nebolo vôbec možné zostaviť bezoblačnú kompozíciu.

Terestrické údaje

Pre presnejšie hodnotenie stavu lesa zo satelitných snímok je nevyhnutné hodnotiaci algoritmus kalibrovať terestrickými meraniami. Využívané sú vizuálne hodnotenia defoliácie stromov na trvalých monitorovacích plochách (TMP) v sieti 16 x 16 km, ktoré sa každoročne získavajú na NLC v rámci monitoringu zdravotného stavu lesov Slovenska v zmysle metodiky UN-ECE ICP (Pavlena et al. 2013). Každá plocha má rozmery 50 x 50 m, hodnotená je defoliácia v zmysle straty olistenia/ihličia vo viditeľnej časti koruny v porovnaní so zdravými referenčnými stromami a vyjadrená v 5 % širokých intervaloch (0 % – zdravý strom, 100 % – mŕtvy strom).

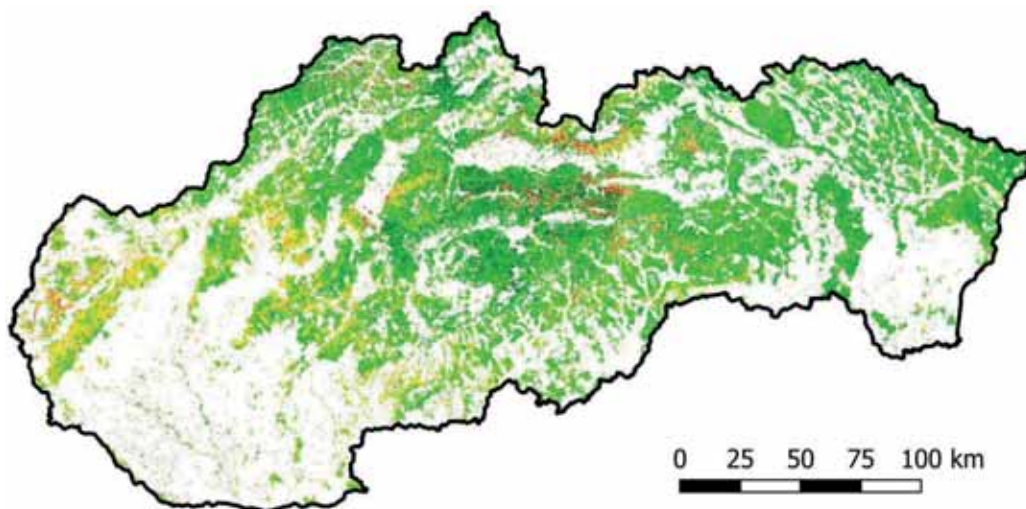
Odvedenie klasifikácií stavu lesa

Pri klasifikácii stavu lesa sa využívajú kanále vytvorenej celoslovenskej kompozície z vrcholu vegetačného obdobia. Metodický postup je založený na dvojfázovom regresnom výbere a jeho produktom je raster s klasifikáciou stavu lesa do 10 tried defoliácie (tab. 1). Prvá fáza regresného výberu určí stav lesa priamo zo satelitných snímok. Pri nej sa využijú výsledky klasifikácie z predošlého roku, ktoré slúžia ako nezávislá premenná pri odvodení viacnásobnej regresnej rovnice do ktorej vstupujú jednotlivé kanále satelitnej kompozície. Alternatívne je možné využiť výsledky analýzy základných komponentov (tzv. PCA analýza). V rámci druhej fázy sa výsledok z prvej fázy koriguje využitím terestrických hodnotení defoliácie za pomoci jednoduchej regresnej rovnice. Podrobne je technický postup opísaný vo vedeckých publikáciách (Bucha & Barka 2014, Barka et al. 2018).

Tabuľka 1. Klasifikácia stavu porastov na základe percenta defoliácie a farebná škála používaná v klasifikácii stavu lesa

Farebná škála	Percento defoliácie	Charakteristika porastu
	0 – 10	zdravý porast
	11 – 20	
	21 – 30	slabo poškodený porast
	31 – 40	stredne poškodený porast
	41 – 50	
	51 – 60	
	61 – 70	silno poškodený porast, kalamitná plocha, ťažba, nezapojený porast
	71 – 80	
	81 – 90	
	90 a viac	

Správnosť a presnosť klasifikácie (obr. 3) je možné posúdiť na základe dosiahnutých parametrov regresnej analýzy – korelačným koeficientom a absolútnou strednou chybou regresnej priamky. Táto je vyjadrená percentom defoliácie. Pri použití terestrických hodnotení defoliácie na TMP sa hodnoty korelačného koeficientu medzi 1. a 2. fázou výberu pohybovali v rozpätí od 0,71 do 0,98 a hodnoty absolútnej strednej chyby regresnej priamky v rozpätí od $\pm 5,9$ do 11,0 %. Napríklad stredná chyba $\pm 8,9\%$ v roku 2013 znamená, že ak je určená defoliácia 30 %, tak sa v skutočnosti môže pohybovať v rozpätí od 21,1 do 38,9 % pri 68 % spoľahlivosti, resp. od 12,2 do 47,8 % pri 95 % spoľahlivosti.



Obrázok 3. Klasifikácia stavu lesa pre r. 2018.

Farebná škála je vysvetlená na obrázku 2.

Webový informačný systém Stales

Webový informačný systém Stales slúži na sprístupnenie vytvorených kompozícií satelitných snímok a klasifikácií stavu lesa pre potreby užívateľov. Systém Stales je voľne dostupný na adrese <http://www.nlcsk.sk/stales> (obr. 4). Pozostáva z úvodných webových stránok a 4 mapových aplikácií. K dispozícii je aj anglická verzia systému.

Stales má za sebou už jedno desaťročie vývoja. Prvá verzia informačného systému bola spustená v r. 2009 (Marko 2009). Systém vtedy pozostával len z úvodnej stránky a jednej – „statickej“ – mapovej aplikácie, kde bolo možné zobrazovať jednotlivé priestorové vrstvy a prekladať ich hranicami porastov. Táto aplikácia ponúkala v podstate len štandardné mapové nástroje typu približovania/oddialovania mapy či manuálneho merania rozlohy identifikovaných poškodených porastov. Postupne do aplikácie pribúdali mozaiky a klasifikácie z ďalších rokov, až s vytvorením dlhších časových radov a zároveň s rozvojom internetových mapových technológií bolo možné pridať do systému aj tzv. „dynamické“ mapové aplikácie. V týchto je možné pomocou posuvníka zobrazovať časový aspekt stavu lesa pre lepšiu vizuálnu identifikáciu zmien lesných porastov. Aktuálne (rok 2019) systém obsahuje vrstvy z rokov 1990, 1996, 1998, 2000, 2003, 2006, 2007, 2009, 2010 až 2013 a 2015 až 2018.

Pre priestorovú orientáciu obsahujú aplikácie vrstvy hraníc lesných celkov (LHC) a porastov, pričom pre lepšiu prehľadnosť sa tieto zobrazujú len pri väčšom priblížení (LHC od mierky 1:100 000, porasty od 1:20 000). Ich zobrazenie je možné v každej mapovej aplikácii vypnúť.

Aplikácia 1

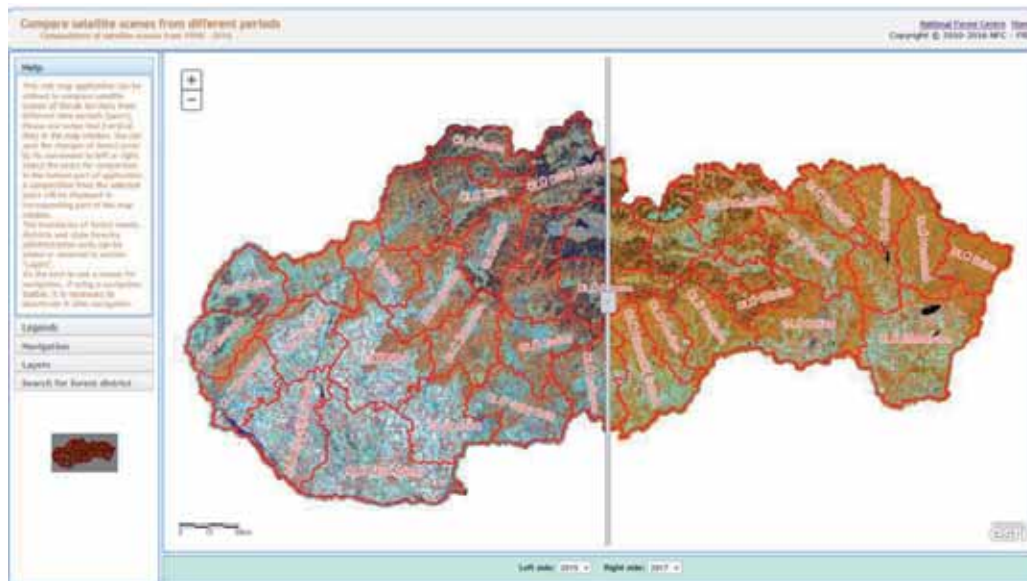
Prvá aplikácia slúži na klasické zobrazovanie jednotlivých poskytovaných vrstiev, pričom z technických dôvodov (ukončenie podpory technológie jej dodávateľom) ju v blízkej budúcnosti čaká kompletne prepracovanie. Užívateľské prostredie vychádza z klasických „desktopových“ geografických informačných systémov, v ktorom si užívateľ môže prekryť podkladovú vrstvu – kompozíciu satelitných snímok alebo klasifikáciu stavu – orientačnými vrstvami hraníc LHC a porastov. Aplikácia je doplnená nástrojmi na vyhľadávanie LHC, meranie vzdialeností a plôch a tlač zobrazených máp. Nevýhodou aplikácie je ťažšia identifikácia zmien stavu lesa medzi dvomi časovými obdobiami, keďže pri vizuálnom prekrytí mapových produktov dochádza k „prebliknutiu“ obrazovky a tým sťaženiu vizuálnej identifikácie zmeny. Aj z tohto dôvodu viac nové produkty do tejto aplikácie nie sú pridávané.



Obrázok 4. Úvodná webová stránka systému Stales na adrese <http://www.nlcsk.sk/stales>

Aplikácia 2

Druhá aplikácia (obr. 5) obsahuje asi najlepšie využiteľný nástroj pre identifikáciu zmien stavu lesa. Užívateľ má možnosť zvoliť si časové hladiny satelitných snímok pre ich vzájomné porovnávanie, ktoré sa zobrazia po stranách pohyblivou lištou rozdeleného mapového poľa. Presúvaním lišty sa satelitné snímky prekrývajú a viacnásobným spätným pohybom je tak možné získať veľmi dobrý vizuálny vnem o prebiehajúcej zmene porastu. Výhodou tejto aplikácie je že možno prekrývať vrstvy s väčším časovým odstupom, nakoľko pri pomalšie prebiehajúcich zmenách je porovnanie s jednoročným odstupom nedostatočné.



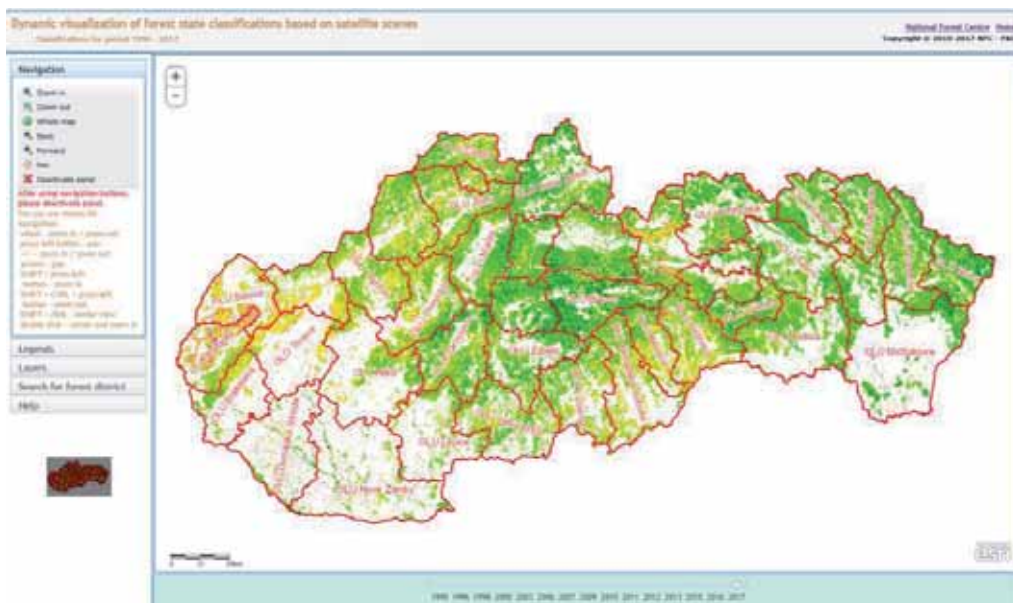
Obrázok 5. Mapová aplikácia 2, slúžiaca pre porovnávanie satelitných kompozícií z dvoch rokov. Spätným pohybom posuvníka je možné získať vizuálny vnem zmeny stavu lesa.

Aplikácia 3

Tretia aplikácia ponúka „dynamické“ zobrazovanie časového radu kompozícií satelitných snímok pre celé územie Slovenska a má rovnaké užívateľské prostredie ako aplikácia 4. Užívateľ má možnosť posuvníkom ovládať zobrazenie jednotlivých mapových produktov, ktoré sa zmenou transparentnosti (priehľadnosti vrstiev) plynulo vzájomne prekrývajú. Tým je dosiahnutý optický vnem postupnej zmeny. Výhodou je možnosť plynulého zobrazenia celého časového radu, nevýhodou je absencia možnosti výberu časových hladín.

Aplikácia 4

Štvrtá aplikácia (obr. 6) je obdobou aplikácie 3, len kompozície satelitných snímok boli nahradené klasifikáciami stavu lesa. Predstavuje najvhodnejší a aktuálne jediný nástroj na zobrazenie najnovších klasifikácií, keďže tieto v súčasnosti nie sú z technických dôvodov pridávané do aplikácie 1.



Obrázok 6. Mapová aplikácia 4 slúži na dynamické zobrazovanie klasifikácií stavu lesa.

Po technickej stránke je Stales postavený na báze geografických informačných systémov (GIS), konkrétne na platforme ArcGIS od firmy ESRI. Rastrové i vektorové priestorové vrstvy sú uložené v geodatabáze a mapové služby poskytuje ArcGIS Server, webové mapové aplikácie pre ich zobrazovanie používajú technológiu ArcGIS API for Javascript a ich užívateľské prostredie je vytvorené pomocou štandardných webových technológií *HTML* a *Javascript*.

Využitie informačného systému Stales v praxi

Prvotným motívom pre vytvorenie informačného systému Stales bola požiadavka štátnej lesnej správy na spracovanie údajov DPZ pre ľahšiu identifikáciu poškodených porastov a následnú kontrolu ochranných opatrení zo strany obhospodarovateľov lesa. Už od počiatku štátna lesná správa konštatovala, že „názorné celoplošné zmapovanie lesných komplexov v kalamitných oblastiach umožňuje štátnej správe lesného hospodárstva efektívny výkon štátneho dozoru a majiteľom a obhospodarovateľom lesov identifikáciu zmien v konkrétnych lesných porastoch a na ich základe prijatie zodpovedajúcich opatrení“ (Marko 2009).

Cieľovou skupinou systému Stales sú odborní lesní hospodári, štátna lesná správa, majitelia lesov a odborná verejnosť. Noví užívatelia Stalesu si musia najskôr zvyknúť na nepravé farby satelitných kompozícií, aby boli schopní identifikovať poškodené porasty. Pre tento účel mapové aplikácie systému obsahujú legendu, zobrazujúcu príklady zdravých a poškodených porastov, či iných objektov zachytených na snímkach.

Klasifikácie stavu lesa poskytované cez systém Stales nie je možné považovať za absolútne presné. Do hodnotenia sú zahrnuté všetky lesné porasty, a nie všetky porasty hodnotené na základe spektrálnych charakteristík ako poškodené takými naozaj sú. Napr. porasty síce zdravé, ale so zníženým zakmenením, sa na snímkach môžu javiť rovnako ako porasty zapojené a čiastočne poškodené. Vzhľadom na rozlišovaciu schopnosť snímok dochádza tiež k ovplyvňovaniu okrajov lesných porastov okolitými prvkami, preto sa pixle na okrajoch lesa môžu javiť poškodené, hoci je tam zdravý les. Najmä klasifikácie spred r. 2016 s nižším rozlíšením sú takto ovplyvnené. Odrazivosť môžu tiež ovplyvňovať širšie lesné cesty, sklady dreva či skalné bralá. Do klasifikácie sú taktiež zahrnuté porasty v obnove, ktoré sa na snímkach javia veľmi podobne ako silne poškodené porasty.

Pri vizuálnej identifikácii je pomôckou tvar prvkov – plánovaná ťažba má spravidla tvar pravidelných pásov, poškodené porasty a kalamitné ťažby zas nepravidelný.

Minimálna rozloha poškodeného porastu, prípadne kalamitného ohniska, ktorú je na produktoch systému Stales možné identifikovať, je na snímkach Landsat od 0,09 ha vyššie, na snímkach Sentinel 2 už od cca 0,04 ha (obr. 7).

Nižšie triedy poškodenia sú medziročne značne variabilné. Aj zdravé porasty môžu napr. v dôsledku dlhšie trvajúceho sucha vykazovať pri klasifikácii poškodenie 10 až 30 %. Tieto zmeny sú však zvrátne a za skutočné poškodenie treba preto považovať až defoliáciu nad 40 %.



Obrázok 7. Porovnanie kalamitných ohnisk (stojace sucháre) v závere Tichej doliny na snímke Landsat (vľavo), Sentinel 2 (v strede) a na RGB ortofotomape (vpravo). Na satelitných snímkach sú ohniská zobrazené tyrkysovou farbou, na ortofotomape hnedou.

ZÁVER

Voľne dostupné snímky z družíc Landsat a Sentinel 2 sú vhodné pre celoplošné hodnotenie lesných porastov na Slovensku, využiteľné sú však i pre hodnotenie na úrovni lesného dielca. Informácie o stave lesa na základe kozmického prieskumu Zeme poskytuje systém Stales, ktorý je voľne dostupný na adrese <http://www.nlcsk.sk/stales>. Stales je vyvíjaný na Národnom lesníckom centre – Lesníckom výskumnom ústave vo Zvolene. Výstupy v podobe celoslovenských kompozícií satelitných snímok a klasifikácií stavu lesa sú dostupné pomocou webových mapových aplikácií. Výstupy sú pripravované raz ročne a založené sú na snímkach z obdobia vrcholu vegetačného obdobia.

Systém by nemohol vzniknúť a pretrvať bez finančného krytia, ktoré NLC zabezpečuje v projektovom režime. Služba Stales je jedným z realizačných výstupov výskumne orientovaných projektov. Počas svojej existencie bola podporovaná projektmi z Agentúry na podporu výskumu a vývoja č. APVV-0670-07 (2009–2010) a č. APVV-15-0413 (2016–2020), Agentúry pre štrukturálne fondy EÚ v rámci projektu Centrum excelentnosti pre podporu rozhodovania v lese a krajine (ITMS 26220120069) v rokoch 2010 – 2013 a v rámci projektu EPOL II (Výskum efektívneho využívania environmentálneho, ekonomického a sociálneho potenciálu lesov na Slovensku II), financovaného Ministerstvom pôdohospodárstva a regionálneho rozvoja SR a podporeného Lesmi SR š.p. v rokoch 2013 – 2015.

Použitá literatúra

1. Barka, I., Bucha, T., 2010: Satellite based regional system for observation of forest response to global environmental changes. In: Horák et al. (eds.): Advances in geoinformation technologies 2010. Ostrava: VŠB – Technical University of Ostrava. p. 1 - 14
2. Barka, I., Bucha, T., 2014: Informačný systém na hodnotenie stavu lesa zo satelitných snímok. In: Bucha et al.: Satelity v službách lesa. Bratislava: SAP. 202 s.
3. Barka, I., Lukeš, P., Bucha, T., Hlásny, T., Strejček, R., Mlčoušek, M., Křístek, Š., 2018: Remote sensing-based forest health monitoring systems – case studies from Czechia and Slovakia. Central European Forestry Journal, 64(2018) 259–275 | DOI: 10.1515/forj-2017-0051
4. Bucha, T., Barka, I., 2009: Vyhodnotenie stavu smrečín zo satelitných snímok. In: Kunca et al. (eds.): Aktuálne problémy v ochrane lesa 2009. Zborník referátov z medzinárodného seminára, 23. – 24. 4. 2009 Nový Smokovec. NLC Zvolen. s. 56 – 63
5. Bucha, T., Barka, I., 2011: Uplatnenie satelitných snímok pri dokumentácii vývoja a postupu rozpadu smrečín. In: Figurová, T. (ed.): Smrečiny. Zborník príspevkov z informačného seminára, Zvolen, 17. – 18. 5. 2011. s. 120 – 133.
6. Bucha, T., Barka, I., 2013: Postup rozpadu smrečín v období 2000 - 2012. In: Kunca et al. (eds.): Aktuálne problémy v ochrane lesa 2013. Zborník referátov z 22. ročníka medzinárodnej konferencie, 25. – 26. 4. 2013 Nový Smokovec. NLC Zvolen. s. 125 – 130
7. Bucha, T., Barka, I., 2014a: Klasifikácia poškodenia lesov Slovenska. In: Bucha et al.: Satelity v službách lesa. Bratislava: SAP. 202 s.
8. Bucha, T., Barka, I., 2014b: Nie kladivo na lesomajiteľov, ale účinná pomôcka... Les & Letokruhy, marec – apríl 2014.
9. Marko, J., 2009: Nie kladivo na lesomajiteľov, ale účinná pomôcka. Les & Letokruhy, september – október 2009.
10. Pavlenda, P., Pajtík, J., Priwitzer, T. et al., 2013: Monitoring lesov Slovenska. Správa za projekt FutMon a ČM S Lesy za rok 2010. Zvolen: NLC - LVÚ. 206 s.

Adresa autora:

Ing. Ivan Barka

Ing. Tomáš Bucha, PhD

Národné lesnícke centrum – Lesnícky výskumný ústav Zvolen

T. G. Masaryka 22, 960 01 Zvolen

ivan.barka@nlcsk.org

tomas.bucha@nlcsk.org

REKONŠTRUKCIA ODUMIERAJÚCICH SMREČÍN PREBUDOVOU NA PRÍRODE BLÍZKY LES

Ladislav Kulla

Národné lesnícke centrum – Lesnícky výskumný ústav Zvolen

ÚVOD

Odumieranie smrečín a jeho príčiny sú v posledných desaťročiach predmetom intenzívneho záujmu lesníckeho výskumu aj lesnej prevádzky. Aktuálne poznatky výskumu tejto problematiky v podmienkach Slovenska sú zhrnuté v publikácii Hlásny a kol. (2010). Podľa údajov Správy o lesnom hospodárstve za rok 2018 (zelená správa) v dôsledku pôsobenia škodlivých činiteľov v lesoch sa za obdobie rokov 2000 – 2018 znížil plošný podiel smreka z 26,8 % na súčasných 22,5 %, t. j. o 4,3 %. Úbytok smrečín potvrdzujú aj výsledky Národnej inventarizácie a monitoringu lesov SR, ktoré dokladajú pokles zastúpenia smreka v období 2006 – 2016 o 2 %, čo zodpovedá porastovej ploche 33 tisíc hektárov (Šebeň, 2017). Prognóza v súvislosti so zmenou klímy predpokladá zánik podmienok pre prirodzený výskyt nezmiešaného smrekového lesa v podmienkach Slovenska už do roku 2050 (Škvarenina a kol., 2018). Problematika rekonštrukcií smrečín na iný typ lesa je a v najbližších desaťročiach aj ostane jednou z najvážnejších úloh slovenského lesníctva.

Cieľom príspevku je zhodnotiť perspektívy a poskytnúť praktický návod pre netradičný, progresívny spôsob rekonštrukcie smrečín prebudovou na prírode blízky les.

ZÁKLADNÉ POJMY

Rekonštrukcia lesa

je ucelený systém lesohospodárskych opatrení zameraný na zásadné zlepšenie resp. obnovu plnenia funkcií lesov s nevhodným drevinovým zložením, kvalitou a/alebo štruktúrou. Zákon 326/2005 Z.z. o lesoch definuje rekonštrukciu lesa ako osobitný obnovný postup, ktorý sa uplatňuje v lesných porastoch zdravotne poškodených, s výrazným poklesom skutočného prírastku, preriedených a zaburinených..., teda dáva rekonštrukciu do priameho súvisu aj s poškodenými a rozpadajúcimi sa lesmi. Rekonštrukcia sa podľa prevažujúceho cieľa môže uskutočniť ako premena, ak ide o zmenu drevinového zloženia, ako prevod ak ide o zmenu tvaru lesa alebo ako prebudova, ak ide o zmenu hospodárskeho spôsobu.

Prebudova lesa

je zmena hospodárskeho spôsobu a jeho formy, v ktorej dôsledku sa cielene menia základné charakteristiky štruktúry lesa. Prebudova porastu je dlhodobý proces pri ktorom sa postupne upúšťa od zásad platných pre doteraz používaný hospodársky spôsob a prechádza sa na zásady novo zavádzaného hospodárskeho spôsobu. Ide o odborne náročný proces vyžadujúci trpezlivosť, cit, ale aj odvahu lesného hospodára. V našich podmienkach sú aktuálne najmä prebudovy z extenzívnejších hospodárskych spôsobov na jemnejšie (v poradí holorubný – podrastový – výberkový/účelový) a z veľkoplošnejších foriem hospodárskych spôsobov na maloplošné až stromové.

Prírode blízky les

je les podobný prírodnému lesu v daných stanovištných podmienkach, ktorý je výsledkom prírode blízkeho hospodárenia v lesoch. Prírode blízke hospodárenie v lesoch (PBHL) bolo pri poslednej novelizácii zákona o lesoch konsenzuálne zadefinované ako pestovné a obnovné postupy zamerané na vytváranie a pestovanie lesov s diferencovanou vekovou, druhovou, genetickou a priestorovou štruktúrou v maximálnej možnej miere sa približujúcou prirodzeným lesom charakteristickým pre podmienky danej lokality; tieto postupy v maximálnej možnej miere využívajú prírodné procesy, najmä prirodzenú obnovu drevín, regeneračnú schopnosť lesného ekosystému, individuálny výškový a hrúbkový rast stromov, schopnosť autoredukcie a tvarovú premenlivosť lesných drevín. Pri prírode blízkom hospodárení v lesoch sa uplatňuje účelový hospodársky spôsob, výberkový hospodársky spôsob alebo podrastový hospodársky spôsob maloplošnou formou, pri ktorej plocha jedného obnovného prvku nesmie presiahnuť 0,2 hektára. V lanovkových terénach s priečnym sklonom nad 40 %, v nepriechodných terénach alebo na neúnosných terénach môže mať výmera obnovného prvku do 1,5 hektára pri šírke obnovného prvku nepresahujúcej priemernú výšku obnovovaného lesného porastu. Z uvedeného vyplýva že za prírode blízke lesy možno považovať všetky výberkové lesy, trvalo viacetážové lesy, mozaikové lesy, maloplošné podrastové lesy v lanovkových terénach, ako aj porasty v prebudove, v ktorých sa už začali uplatňovať postupy prírode blízkeho hospodárenia v lesoch.

DOTERAJŠIE ODPORÚČANIA PRI REKONŠTRUKCIÁCH SMREČÍN

Posledné výsledky výskumu rekonštrukcií odumierajúcich smrečín a základné odporúčania pri ich rekonštrukciách sú zhrnuté v publikácii Kulla, Sitková (2012). Odporúčania sú zamerané hlavne na minimalizáciu strát na produkcii pri operatívnom riadení ťažby a na skorú obnovu lesa na kalamitnej holine v štandardnom systéme lesa vekových tried. Výsledkom rekonštrukcií majú byť odolnejšie zmiešané, ale stále rovnoveké porasty. Prebudova na prírode blízky les sa zmieňuje okrajovo ako jedna z možností rekonštrukcie, väčšia pozornosť sa jej však doteraz nevenovala.

V ČOM SPOČÍVA PRIDANÁ HODNOTA PREBUDOVY NA PRÍRODE BLÍZKY LES?

Prírode blízky les je dnes vo všeobecnosti považovaný za stabilnejší a lepšie adaptovaný na zmenu klímy. Ani po silnom poškodení nebyva zničený úplne a dokáže rýchlo regenerovať, obnoviť prírastok a plnenie funkcií lesa.

Prírode blízky les lepšie vyhovuje súčasným a budúcim požiadavkám spoločnosti na lesy. Pripomína divočinu, neodkrýva ťažbou väčšie plochy a ťažba je v ňom celkovo menej viditeľná. Lepšie preto vyhovuje požiadavkám rekreácie a podpory biodiverzity, čím je osobitne zaujímavý v manažovaných častiach chránených území.

Prírode blízky les je ekonomicky prinajmenšom rovnocenný ak nie výkonnejší ako klasický rovnoveký les. Je to hlavne vďaka lepšiemu využitiu produkčného priestoru, vyššej efektívnosti ťažby prevažne hrubých stromov a výraznej úspore nákladov na zakladanie a pestovanie lesa. Argumenty pre tieto závery podal medzi prvými už Amonn (1937), u nás sa problematike venoval Bruchánik (2010).

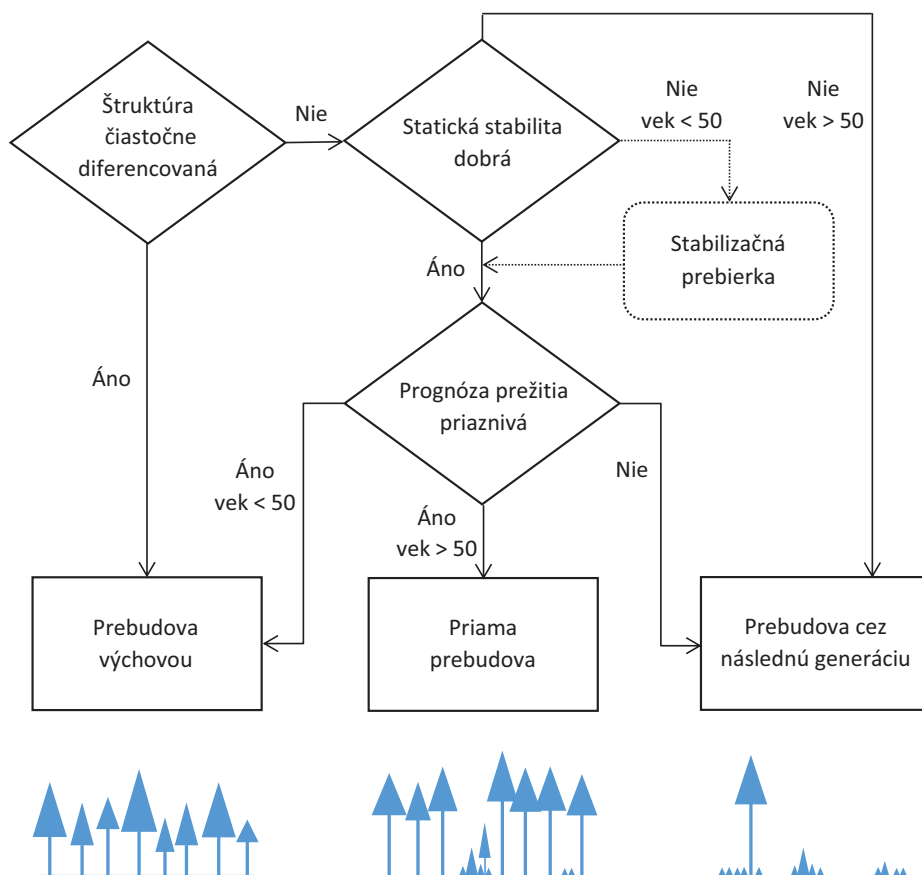
VÝBER METÓDY PREBUDOVY ZÁVISÍ OD STAVU A PROGNÓZY VÝCHODISKOVÉHO PORASTU

Porasty vstupujúce do prebudovy majú rôzny východiskový stav, ktorý je vždy viac alebo menej vzdialený od cieľovej vyváženej štruktúry nerovnovkeého (výberkového) lesa. Majú takisto rôzny vek

a s tým súvisiacu rôznu dynamiku rastu a perspektívu ďalšieho vývoja. V prípade smrečín vstupuje navyše do hry riziko predčasného rozpadu v dôsledku pôsobenia škodlivých činiteľov. Systém prebudovy teda musí byť flexibilný, pripravený za každých okolností poskytnúť cestu ako nasmerovať konkrétny porast ku konečnému cieľu, bez ohľadu na to či tento bude dosiahnutý skôr alebo neskôr.

Či k prebudove pristúpiť alebo nie pritom neovplyvňuje východiskový stav porastu ako sa často zdôrazňuje, ale rozhodnutie lesného hospodára o tom, aký les chce v budúcnosti mať. Východiskový stav porastu ovplyvňuje len to, akým spôsobom prebudovu začať. Základný koncept rôznych metód prebudovy a podmienok ich uplatnenia sformuloval Schütz (1989, v českom preklade 2002), a prevzali ho aj naši profesori pestovania lesa (Korpeľ, Saniga 1993).

Schéma Shütza modifikovaná pre účely prebudovy smrečín sa nachádza na obrázku 1.



Obrázok 1. Konceptná schéma základných metód prebudovy v závislosti od východiskového stavu a prognózy vývoja porastu vstupujúceho do prebudovy (podľa Shütza 1989, upravené)

Prebudova výchovou

Prebudova výchovou sa uskutočňuje v porastoch, ktoré už sú čiastočne diferencované, ale ešte nevykazujú cieľovú rovnováhu s fungujúcou samoreguláciou. V porovnaní s ideálnym rozdelením početností stromov v hrúbkových stupňoch podľa klesajúcej krivky im najčastejšie chýba prirodzené zmladenie (viac menej zapojené štruktúry s prevahou strednej vrstvy a tendenciu k postupnej nivelizácii), alebo naopak chýba stredná vrstva (štruktúry charakteru dvojjetáže). Podľa údajov

poslednej inventarizácie lesov (Šebeň, 2017) tvoria štruktúrne diferencované porasty viac ako polovicu všetkých lesov Slovenska. Prípadov kde je možné uplatniť prebudovu výchovou môže byť teda viac, ako by sa dalo predpokladať z údajov PSL.

Metódou prebudovy výchovou je klasická **výberná prebierka**. Pri výbernej prebierke je prvoradým cieľom úprava východiskovej štruktúry porastu a jej priblíženie cieľovému stavu. Do ťažby sa vyberajú stromy v hrúbkových stupňoch s nadbytkom a naopak, šetria sa hrúbkové stupne s nedostatkom stromov. Šetrí sa samozrejme akákoľvek prímes iných cieľových drevín ako smrek. Pri výbernej prebierke sa odporúča pracovať so zásobou pod hranicou rovnováhy, čo má podporiť proces zmladzovania kombinovaný s procesom vnášania chýbajúcich drevín – hlavne jedle a buka podsadbami v hlúčikoch až skupinách. Je však bezpodmienečne nutné vyvarovať sa veľkému rozvoľneniu zápoja, ktoré by mohlo vyvolať nadmernú obnovu. Dôležitú úlohu zohráva vyhľadávanie a odstraňovanie medziúrovňových (intermediárnych) stromov. Sú to stromy ktoré silne konkurujú ako stromom vyšším, tak aj stromom nižším a pritom sami vlastným vývojovým potenciálom (kvalitou, vzrastom, stabilitou) neprevyšujú priemer.

Osobitným prípadom výbernej prebierky sú stabilizačná prebierkou staticky zosilnené rovnovéke porasty mladšieho veku (do 50 rokov). **Stabilizačná prebierka** je zásah typu pozitívnej úrovňovej prebierky, ktorý predchádza uplatneniu vlastnej výbernej prebierky. Je zameraný na vytypovanie a podporu kritického počtu cca 50 vitálnych stromov na hektár (t. j. v odstupe 14 – 15 m) so silnou korunou a s perspektívou stať sa nositeľmi zatienenia v budúcej hornej vrstve cieľového porastu.



Obrázok 2. Príklad východiskovej štruktúry porastu vhodnej pre prebudovu výchovou.

Prebudova výchovou končí v momente, keď sa skutočná hrúbková štruktúra porastu priblíži cieľovej a v poraste začne fungovať samoregulácia vrátane prirodzenej obnovy. Tento proces môže trvať 30 až 60 rokov v závislosti od vzdialenosti východiskovej štruktúry lesa od cieľovej. Po dosiahnutí rovnováhy výbernú prebierku nahradí klasický **výberný rub** zameraný na udržiavanie a zušľachťovanie dosiahnutej štruktúry. Pri prebudove smrečín je dôležitou súčasťou tohto zušľachťovania aj systematické usmerňovanie zastúpenia drevín, ktorého možnosti sú pri výbernej prebierke obmedzené len na podporu prípadnej prímеси a podsadby.

Priama prebudova

Priama prebudova sa uskutočňuje v porastoch, ktoré nie sú diferencované, ale spĺňajú podmienku dostatočnej stability a životnosti. Táto je podobne ako v časti 5.1 definovaná požiadavkou na aspoň 50 vitálnych stromov so silnou korunou na hektár – perspektívnych nositeľov zatienenia. Predmetom priamej prebudovy môžu byť porasty staršie ako 50 rokov, v ktorých po uvoľnení zápoja možno očakávať zmladenie. Zároveň by nemali byť príliš ohrozené škodlivými činiteľmi, stupeň ohrozenia by v škále 0 – 4 by nemal prekročiť hodnotu 2 (stredne ohrozený). V takýchto porastoch ak aj dôjde k rozpadu, tento nemusí byť plošný a spravidla je možné ho udržať na úrovni menších ohnisk.

Priama prebudova sa uskutočňuje prostredníctvom štyroch fáz, ktoré na seba časovo nadväzujú zároveň sa však na rôznych miestach toho istého porastu uplatňujú súčasne podľa potreby. Prvou je **fáza diferencovania**, ktorá má pripraviť porast na prebudovu a dá sa stotožniť so stabilizačnou prebierkou opísanou v časti 5.1. V porastoch s dobrou statickou stabilitou túto fázu možno preskočiť.



Obrázok 3. *Príklad začiatkovej fázy priamej prebudovy (fáza podpory dorastu) stabilného porastu s dobrou perspektívou dožitia potrebného počtu stromov.*

Druhou je **fáza podpory dorastu**. V tejto fáze sa na niektorých miestach porastu ťažbou zámerne otvorí zápoj a vytvoria sa tzv. svetelné šachty (medzery) s výmerou najviac do 0,2 ha pre podporu zmladenia a nového dorastu. V smrečinách takéto medzery často vznikajú spontánne rozptýlenou kalamitou alebo kalamitou v malých ohniskách. Dôležité je aby v tejto fáze nedošlo k vzniku plošného zmladenia, preto je žiaduce zachovať väčšiu časť porastu plne zapojeného a ďalšie medzery otvárať až neskôr. Medzery by sa nemali rozširovať. Fáza podpory dorastu je pri prebudove smrečín kľúčová pre **vnášanie chýbajúcich drevín** umelou obnovou. Do medzier hneď po ich vzniku sadíme hlúčiky (do 0,02) až skupiny (do 0,2 ha) jedle a buka. Tieto tienne dreviny možno v podobnom dizajne tiež podsádzať do miest, kde sa očakáva vznik nových medzier. Pri vysokých stavoch zveri je výsadby nevyhnutné chrániť individuálne alebo mikrooplôtkami. Očakáva sa doplnenie prirodzeným zmladením smreka, ktoré je v prípadoch prílišnej živelnosti potrebné v hlúčkoch buka a jedle eliminovať prestrihávkou.

Tretou je **fáza štruktúrovania**. V tejto fáze sa otvárajú ďalšie medzery na podporu dorastu podľa postupu opísaného vyššie a súčasne sa začína zasahovať do už existujúceho dorastu v medzerách vytvorených skôr. Uplatní sa pozitívny druhový a kvalitatívny výber v prospech vitálnych jedincov vrastajúcich do úrovne. Platí zásada nerozširovania medzier a zachovania zapojených častí porastu bez obnovy. Fázu štruktúrovania je potrebné rozložiť na obdobie 40 až 60 rokov, aby mali nové stromy časť vyplniť medzery a dorásť do úrovne tvorenej nositeľmi zatienenia pochádzajúcimi z materského porastu.

Poslednou fázou priamej prebudovy je **fáza zušľachtovania výbernej štruktúry**. V tejto fáze sa hrúbková štruktúra približuje cieľovej a fytotechnika sa zameriava na dokončenie tohto priblíženia. Nepracuje sa už s jednotlivými medzerami, ale s porastom ako celkom. V podstate sa začína uplatňovať klasický výberný rub, čím je proces prebudovy ukončený.

Prebudova cez následnú generáciu lesa

Prebudovu cez následnú generáciu lesa je nevyhnutné uskutočniť vtedy, keď nízka stabilita alebo slabá perspektíva dožitia potrebného počtu stromov materského porastu nedovoľuje vykonať priamu prebudovu. Pri smrečinách vo veku nad 50 rokov spravidla silne ohrozených škodlivými činiteľmi bude táto metóda prebudovy využívaná pomerne často. Predmetom prebudovy je až následná generácia lesa a cieľom je dosiahnuť už pri jej zakladaní čo najdiferencovanejšiu štruktúru, ktorá zjednoduší následnú prebudovu výchovou.



Obrázok 4. Rozpadajúci sa dospelý porast, v ktorom je prebudovu možné uskutočniť len cez následnú generáciu lesa.

Základom prebudovy cez následnú generáciu lesa je **hlúčikovitá až skupinová obnova** cieľových drevín, ktorá sa dosahuje kombináciou prirodzenej obnovy smreka s umelou obnovou ďalších drevín podobne ako vo fáze podpory dorastu pri priamej prebudove. Platí zásada úmyselného nerozširovania medzier a zachovania zapojených častí a zvyškov materského porastu tak dlho ako je to možné. Popri neceloplošných výsadbách a podsadbách tiennych drevín do medzier alebo preriedených častí

materského porastu je možná aj doplnková výsadba slnných drevín (smrekovec, borovica, javor, dub) na väčších odkrytých plochách. Aj v prípade náhleho plošného rozpadu porastov odporúčame zachovať hlúčikový až skupinový neceloplošný priestorový poriadok výsadby a nezalesňovať holinu naplno. Okrem úspory finančných prostriedkov sa vytvorí lepší základ pre diferencovanie štruktúry následnej generácie lesa, ktorú doplní zmladenie smreka a prípravných drevín.

Prebudova cez následnú generáciu lesa sa uskutoční aj vtedy, ak nastane **zlyhanie priamej prebudovy** predčasným rozpadom smrekovej zložky materského porastu. Každá veková a priestorová diferenciácia následnej generácie dosiahnutá pred odumretím materského porastu je bonusom pre ďalší postup prebudovy, ktorým je výberná prebierka.

HOSPODÁRSKA ÚPRAVA LESA V PREBUDOVE

Proces prebudovy zásadne mení štruktúru lesa, v našom prípade z uniformenej rovnovejkej štruktúry lesa vekových tried na bohatú nepravidelnú štruktúru nerovnovekého prírode blízkeho lesa. Tento proces prebieha postupne a do istej fázy ho je možné riadiť modifikovaným systémom hospodárskej úpravy lesa vekových tried, ktorým je u nás systém tzv. trvalo viacetážových porastov. Od určitej fázy prebudovy však je nevyhnutné prejsť na systém hospodárskej úpravy lesa hrúbkových tried, ktorý jediný dokáže spoľahlivo popísať, kontrolovať a riadiť zložité štruktúry nerovnovekého lesa.

Prebudova v systéme tzv. trvalo viacetážových porastov

Metodika hospodárskej úpravy lesa pre trvalo viacetážové porasty (Bavlšík a kol., 2013) bola vyvinutá ako zástupné riešenie zisťovania a plánovania v nerovnovekých lesoch a v lesoch v prebudove na nerovnoveké. Predstavuje adaptáciu maloplošnej formy podrastového hospodárskeho spôsobu, ktorej výsledkom sú trvalo viacetážové alebo mozaikové porasty. Trochu problematické je to, že táto metodika podmieňuje výber vhodných porastov stanovištnými, porastovými a technologickými kritériami, čím niektoré východiskové stavy lesa vylučuje z prebudovy. Druhým problémom je, že prispôbovaním hospodárskej úpravy lesa vekových tried v podobe predlžovania obnovných dôb, úpravy prebierkových modelov, detailného mapovania a popisu porastov v podobe vylišovania až troch rovnovekých etáží hospodárska úprava nakoniec popiera samu seba, teda samotný model lesa vekových tried, od začiatku tvorený na pevných časových, priestorových a ťažbových rámcoch.

Z vyššie uvedených dôvodov odporúčame tento systém riadenia prebudovy využiť len v začiatkových fázach prebudovy, keď ešte existujú dobre viditeľné etáže a znaky rovnovekého lesa prevládajú nad znakmi lesa výberkového. Výhodou je nižšia cena zisťovania stavu lesa a metodická podobnosť tvorby plánu klasickým dlhodobou zaužívaným postupom. V prvých fázach prebudovy tento postup dostatočne rozvážuje ruky lesnému hospodárovi pri diferencovaní porastovej štruktúry. Niekedy v polčase prebudovy, keď je štruktúra porastu už diferencovaná natoľko, že sa znaky výberkového lesa začínajú prevládať nad znakmi lesa rovnovekého, je potrebné prejsť na hospodársku úpravu v systéme lesa hrúbkových tried.

6.2 Prebudova v systéme lesa hrúbkových tried

Les hrúbkových tried sa vyznačuje prítomnosťou stromov rôzneho veku a hrúbky na celej ploche porastu. Medzi vekom a hrúbkou v premenlivých podmienkach priestorového zápoja nie je tesný vzťah, vek teda nezohráva dôležitú úlohu a je nahradený hrúbkou, ktorá sa stáva hlavným nástrojom hospodárskej úpravy.

Ucelený koncept hospodárskej úpravy lesa hrúbkových tried navrhli Kulla a kol. (2018). Štruktúra lesa v tomto systéme je daná rozdelením početností stromov podľa hrúbkových stupňov. Hrúbkových stupňov je veľa a preto sú pre praktické potreby agregované do piatich hrúbkových a troch ťažbových tried (tabuľka 1). Hrúbkové triedy (HT) sú navrhnuté tak, aby rámcovo zodpovedali rastovým

stupňom podľa ktorých sú aj pomenované. Ťažbové triedy (TT) sú navrhnuté tak, aby zodpovedali v praxi zaužívaným druhom ťažby.

Tabuľka 1. Agregácia hrúbkových stupňov do hrúbkových a ťažbových tried (Kulla a kol., 2018)

Húbkové stupne (D)	Rozpätie hrúbok (cm)	Hrúbková trieda (HT)	Ťažbová trieda (TT)
10	8 – 12	Žrdkovina	Tenká prebierka
14, 18	12 – 20	Žrdovina	
22, 26, 30	20 – 32	Tenká kmeňovina	Hrubá prebierka
34, 38, 42, 46, 50	32 – 52	Hrubá kmeňovina	Rubná ťažba
54 +	52 a viac	Veľmi hrubá kmeňovina	

Výhodou tohto systému je jeho schopnosť presne kontrolovať a riadiť ťažbu v nerovnovekom lese tak, aby štruktúra lesa počas prebudovy smerovala k vopred stanovenému cieľovému stavu ideálnej rovnováhy. Nevýhodou je vyššia cena zisťovania stavu lesa a zásadná metodická odlišnosť tvorby plánu, ku ktorej zatiaľ chýbajú podrobné pracovné postupy. Zvýšené náklady zisťovania sa dajú dobre eliminovať použitím metódy pre väčšie vyhodnocovacie jednotky, ideálne celé lesné celky a nie pre jednotlivé porasty. Pracovné postupy HÚL pre prírodu blízke (nerovnoveké) lesy by mali byť dopracované v najbližších rokoch.

PREMIETNUTIE PREBUDOVY DO PROGRAMOV STAROSTLIVOSTI O LES

Obnova PSL je ideálnym procesom pre premietnutie postupov prebudovy na PBL do PSL za asistencie odborného lesného hospodára (OLH). Podľa fázy prebudovy a preferencií obhospodarovateľa sa PSL vypracuje buď v systéme trvalo viacetážových porastov alebo v systéme lesa hrúbkových tried. Prebudovu lesa na PBL však možno začať uskutočňovať aj počas platnosti PSL a to na základe úpravy PSL alebo na základe zmeny PSL.

Úprava PSL je odlišné vykonanie plánovaného hospodárskeho opatrenia so zameraním na zlepšenie stavu a vývoja lesného porastu. Úprava PSL je v pôsobnosti odborného lesného hospodára, ktorý jej vykonanie vyznačí v programe starostlivosti. Ide najmä o zmenu hospodárskeho spôsobu a jeho formy v zmysle naplánovania jemnejších postupov ťažby, spĺňajúcich kritériá PBL. Nesmie byť pri tom prekročená výška plánovanej ťažby nad rámec zákona.

Zmena PSL je potrebná vtedy, ak objem ťažby pri úprave predpisu prekročí príslušný zákonný limit, ktorým je prekročenie o 15 % nad plánovanú výšku ťažby v jednotlivom poraste a akékoľvek prekročenie celkovej výšky plánovanej ťažby za lesný celok. Náklady súvisiace so zmenou programu starostlivosti uhrádza žiadateľ. Na konanie o zmene programu starostlivosti sa primerane vzťahujú ustanovenia o schvaľovaní programu starostlivosti o lesy

Z hľadiska prebudovy rozpadajúcich sa smrečín na PBL je dôležité, že novela zákona o lesoch v osobitných prípadoch pripúšťa pri prebudove aj štandardnú maloplošnú formu podrastového hospodárskeho spôsobu. Za tieto osobitné prípady sa podľa návrhu tiež vykonávacieho predpisu k novele zákona považujú najmä výskyt nepôvodných, fenotypovo alebo inak nevhodných drevín, ktoré je žiaduce odstrániť, už existujúce rozpracovanie porastov clonným rubom, alebo neplánovaný výskyt obnovných prvkov väčších ako pripúšťa limit pre PBHL z dôvodu kalamity.

ZHRNUTIE A PERSPEKTÍVY

Nezmiešané smrekové lesy, či už nepôvodné v podhorskom alebo horskom stupni, ale aj pôvodné vo vysokohorskom stupni Slovenska sa postupne v dôsledku zmeny klímy rozpadnú. Otázkou je ako dlho to bude trvať, koľko to bude stáť a aké lesy smrečiny nahradia.

Opísaný postup aktívnej rekonštrukcie smrekového lesa prebudovou na prírode blízky les je progresívny, dôsledne sa vyhýba opakovaniu chýb z minulosti a pritom nebojuje s prírodou, ale využíva procesy v nej prebiehajúce. Niektoré brzdí, iné urýchľuje alebo usmerňuje v záujme čo najskoršieho vybudovania druhovo a priestorovo pestrej štruktúry budúceho prírode blízkeho lesa. Počíta s rizikom plošného rozpadu materskej smrečiny a má flexibilný koncept ako začať v každej východiskovej situácii.

Rekonštrukciu prebudovou možno začať kdekoľvek a kedykoľvek, v prvom kroku stačí úprava plánu vykonaná odborným lesným hospodárom. Pre rekonštrukciu prebudovou sa otvárajú nové možnosti v oblasti legislatívy, hospodárskej úpravy lesov, ako aj potenciálnej finančnej podpory v rámci nového Programu rozvoja vidieka po roku 2020.

Pracuje sa takisto na manažérskej podpore prebudovy smrečín. V roku 2010 bol zriadený výskumno-demonštračný objekt rekonštrukcií smrečín – VDO Kysuce, na ktorom sa pripravuje založenie pilotného objektu prebudovy odumierajúcej smrečiny na prírode blízky les. Súbežne sa vyvíja expertný systém pre riadenie a ekonomickú optimalizáciu procesu takejto prebudovy v systéme lesa hrúbkových tried.

Prebudova na prírode blízky les je nespochybniteľným adaptačným opatrením na klimatickú zmenu, a súčasne jednoznačným krokom pre zlepšenie poskytovania ekosystémových služieb lesov. Ide teda o investíciu o ktorej návratnosti by nemalo byť pochyb.

Použitá literatúra

1. Ammon, W., 1937: Výběrný princip v lesním hospodářství – závěry ze 40-ti let švýcarské praxe. Vydané v češtině, Lesnická práce, 2009, 157 s.
2. Bavlík J., Machanský, M. a kol., 2013: Metodika pre trvalo etážové porasty. NLC Zvolen, 97s.
3. Bruchánik R., 2010: Nízkonákladové pestovanie lesa. NLC Zvolen, 141 s.
4. Hlásny, T., Sitková, Z. (eds), 2010: Odumieranie smrečín v Beskydách. NLC Zvolen, CZU Praha, VÚLHM Jíloviště – Strnady. Zvolen 2010, 182 s.
5. Kulla, L., Roessiger, J., Sedliak, M., Murgaš, V., Šebeň, V., Sačkov, I., 2018: Inovatívne metódy ťažbovej úpravy prírode blízkych lesov – koncept lesa hrúbkových tried. Lesnícke štúdie 66/2018, NLC Zvolen, 75 s.
6. Kulla, L., Sitková, Z. (eds.), 2012: Rekonštrukcie nepôvodných smrekových lesov – poznatky, skúsenosti, odporúčania. NLC Zvolen, 208 s.
7. Korpeľ, Š., Saniga, M., 1993: Výběrný hospodářský způsob. VŠZ – lesnická fakulta Praha a Matice lesnická Písek, 128 s.
8. Schütz, J., P., 2002: Výběrné hospodářství a jeho různé formy. Katedra pěstění lesů Spolkové technické vysoké školy Zürich. Vydané v češtině, Lesnická práce, 2011, 158 s.
9. Šebeň, V., 2017: Národná inventarizácia a monitoring lesov Slovenskej republiky 2015 – 2016. NLC Zvolen, 255 s.
10. Škvarenina, J., Vido, J., Miňdáš, J., Střelcová, K., Škvareninová, J., Fleischer, P., Bošela, M., 2018: Globálne zmeny klímy a lesné ekosystémy. TU Zvolen, 210 s.

Adresa autora:

Ing. Ladislav Kulla, PhD.

Národné lesnícke centrum – Lesnícky výskumný ústav Zvolen

T. G. Masaryka 22, 960 01 Zvolen

ladislav.kulla@nlcsk.org

INTENZIFIKÁCIA ODBERU BIOMASY PRE ENERGETICKÉ ÚČELY – RIZIKÁ PRE LESNÉ PÔDY, NÁVRH KRITÉRIÍ PRE HODNOTENIE A NÁVRH RIEŠENIA

Pavel Pavlenda, Zuzana Sitková, Hana Pavlendová

Národné lesnícke centrum – Lesnícky výskumný ústav Zvolen

ÚVOD

Využívanie lesnej biomasy na výrobu energie je nepochybne významnou súčasťou lesnícko-drevárskeho sektora. V posledných niekoľkých dekádach nastal najmä v severnej Európe a severnej Amerike výrazný rozvoj využívania biomasy na výrobu energie. Dôvodov bolo viacero: ropná kríza v sedemdesiatych rokoch a snaha znížiť závislosť krajín od importu fosílnych palív, negatívne dopady oxidov sýry a ďalších látok emitovaných pri spaľovaní uhlia na životné prostredie, a v poslednom období najmä podpora využívania obnoviteľných zdrojov energie s cieľom znížovania emisií skleníkových plynov. S tým je spojený obrovský rozmach využívania lesnej biomasy všeobecne, ale aj intenzívne využívanie ťažbových zvyškov a biomasy z výchovy lesných porastov.

Výmera lesov Európskej únie (EU-28) je približne 160 mil. ha, ročný čistý prírastok zásoby je 720 mil. m³, ročná ťažba 522 mil. m³. Potenciál na využívanie biomasy z lesa, nielen na výroby z dreva a celulózu, ale aj na výrobu energie, je obrovský. V súčasnosti sa však zároveň posúva pohľad na úlohu lesov a lesníckych produktov v bioekonomike a obehovej ekonomike. Multifunkčné udržateľné využívanie lesov a komplexné hodnotenie ekonomických, sociálnych aj environmentálnych aspektov je nevyhnutnou súčasťou vízií rozvoja lesníctva v Európe. Hodnotenie rizík a definovanie určitých obmedzení je preto nevyhnutnou súčasťou riešenia problematiky intenzifikácie odberu biomasy pre energetické účely. Neexistuje úplná zhoda v názoroch na využívanie lesnej biomasy (vrátane ťažbových zvyškov, tenčiny, prípadne pňov) na výrobu energie. Potrebne je teda dopady prijatých rozhodnutí priebežne monitorovať, analyzovať a získavať ďalšie údaje, o ktoré sa možno oprieť pri hľadaní optimálnych riešení (JRC 2014).

Riziká intenzívneho využívania lesnej biomasy na energetické využitie

Podľa viacerých odborných prác, zameraných na analýzu potenciálu využitia biomasy na Slovensku na energetické využitie (Oravec, Ilavský 2000, Trenčiansky a kol. 2005, Oravec a kol. 2012), možno členiť palivovú biomasu (biomasu na energetické využitie) podľa pôvodu vzniku na biomasu:

- z lesného hospodárstva,
- z drevospracujúceho priemyslu,
- z poľnohospodárstva,
- z iných zdrojov (komunálny a priemyselný drevný odpad, menejhodnotná dendromasa z výrubu brehových porastov, líniových výsadiel pozdĺž komunikácií a mestskej zelene).

V tomto príspevku sa zaoberáme podmienkami a limitmi pri priamom odbere biomasy z lesnej pôdy, a to s dôrazom na odber tenčiny z lesných porastov. Za využiteľný potenciál dendromasy sa považuje surovina, ktorá svojimi parametrami nevyhovuje kvalitatívnym kritériám pre priemyselné spracovanie. Podľa Oravca a kol. (2012) je súčasťou potenciálu palivovej dendromasy nielen palivové drevo z evidovanej ťažby a manipulačné odpady či odpady po mechanickom opracovaní dreva, ale

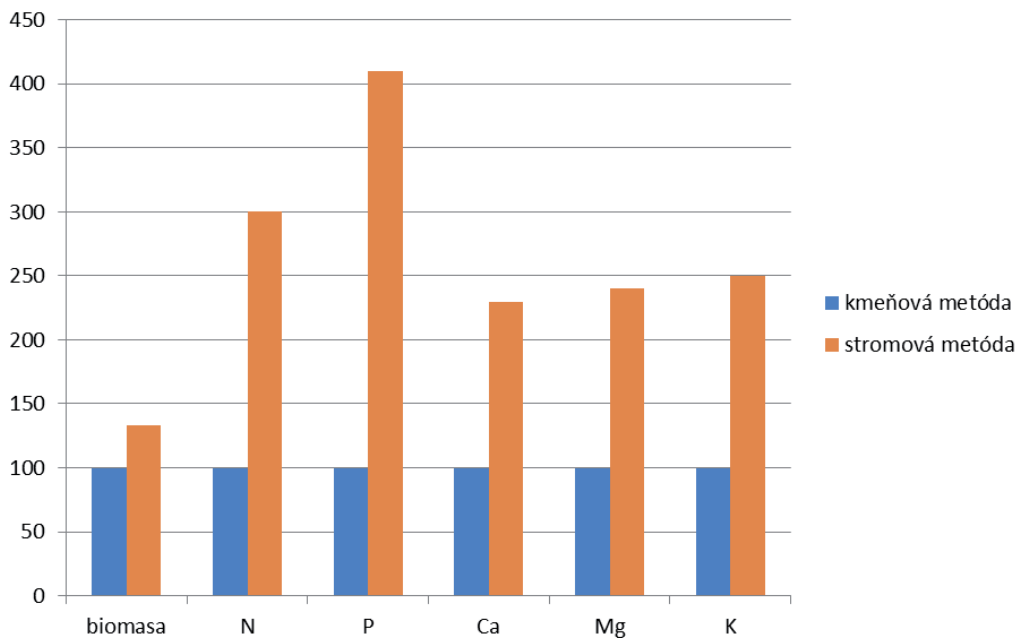
v značnom rozsahu aj dendromasa z prerezávok, či tenčina a hrubina nezužitkovaná pri výchovnej a obnovnej ťažbe.

V jednotlivých krajinách i v spoločných európskych inštitúciách sa značná pozornosť venuje hodnoteniu možných rizík pri intenzívnejšom využívaní lesnej biomasy, a to najmä pri spôsoboch a technológiách, viazaných na spracovanie tých súčastí biomasy, ktoré by inak zostali na lesnej pôde.

S určitým zjednodušením možno konštatovať, že pre zachovanie produkčnej schopnosti lesných pôd a priaznivej bilancie živín na lesnom stanovišti je dôležitá práve skutočnosť, či sa z lesa „odnáša“ iba hrubina, alebo sa „odnáša“ aj tenčina. Dôvodom pre toto rozlišovanie je fakt, že koncentrácie hlavných živín v konároch a v listoch (ihličí) sú niekoľkonásobne vyššie než v dreve. Ako príklad tu uvádzame údaje o koncentráciách živín z bukového porastu (obsah živín v mg.kg^{-1}) podľa Bublinca (1994):

	Drevo kmeňa	Konáre hrúbky 1,5 až 15 cm – drevo	Konáre do hrúbky 1,5 cm – drevo s kôrou	Listy
Dusík (N)	0,93	2,34	7,6	25,65
Fosfor (P)	0,07	0,25	2,9	1,56
Vápnik (Ca)	0,84	1,01	6,0	9,54
Horčík (Mg)	0,46	0,51	0,8	1,88
Draslík (K)	0,90	1,28	2,0	10,41

Po prepočte na zásobu živín v jednotlivých zložkách je zrejmé, že v biomase tenčiny, ktorá tvorí menšiu časť z celkovej biomasy, môže byť naakumulovaná výrazná väčšina zásoby živín. Preto pri odbere celej hmoty stromu s tenčinou a asimilačnými orgánmi dochádza k výrazne vyššiemu odberu živín z lesného ekosystému než len pri odbere kmeňa. Na obrázku 1 je znázornený príklad, aká je miera zvýšenia celkového odberu biomasy a odberu hlavných živín pri rôznej metóde ťažby, resp. pri odnose rôznych častí stromu z lesného porastu (100 % je kmeň s kôrou).



Obrázok 1. Porovnanie odberu biomasy a jednotlivých živín (%) pri stromovej metóde a pri kmeňovej metóde na experimentálnych plochách vo Švédsku (upravené podľa Egnela, 2012)

Príklady prístupov a kritérií pre hodnotenie vo vybratých krajinách

Poznatky o možných negatívnych ekologických a environmentálnych dopadoch intenzívnejšieho využívania lesnej biomasy a zvýšeného odnosu živín z lesných ekosystémov pri energetickom využívaní biomasy viedli k vypracovaniu národných návrhov, odporúčaní či príručiek pre využívanie lesnej biomasy vrátane zložiek, ktoré pri bežnom obhospodarovaní lesov zostávali nevyužívané v lese. V týchto dokumentoch sa vychádza z viacerých hľadísk a kritérií, ale zvyčajne kľúčovým kritériom je udržateľnosť vlastností pôdy z hľadiska zásob živín. K roku 2012 existovali dokumenty tohto typu vo Švédsku, Fínsku, Nórsku, Dánsku, Írsku, Spojenom kráľovstve, Francúzsku, Litve, Lotyšsku, ale aj v Novom Zélande, Kanade a v 12 štátoch v USA (najmä na severovýchode USA (Stupak et al. in Helmisaari & Vanguelova 2013). Medzi krajinami sú značné rozdiely v podrobnosti a prísnosti obmedzení, v konkrétnych kritériách pre rozhodovanie o únosnosti daných postupov využívania biomasy, ako aj vo forme z hľadiska odporúčaní alebo záväzných obmedzení. Tieto rozdiely vyplývajú z mnohých faktorov – popri prírodných podmienkach, ekonomickej vyspelosti krajín a úrovni environmentálneho vedomia ich občanov sú to aj národné energetické koncepcie (možnosti iných obnoviteľných zdrojov, akceptácia jadrovej energetiky a pod.).

Zvyčajne je definovaných niekoľko tried z hľadiska zraniteľnosti pôd. Najjednoduchšia klasifikácia pôd (stanovišta, územia) je iba na dve skupiny, teda citlivé a odolné (resp. možnosť využívania tenčiny – nie alebo áno). Často je však definovaných viac tried, pričom sa kombinuje viacero kritérií, napr. pôdny typ, úrodnosť pôdy, produktivita stanovišta, typ lesa, drevina, riziko kompaktácie pôdy, riziko acidifikácie pôdy, sklon svahu ako indikátor rizika vodnej erózie. Niekedy vstupujú do systému hodnotenia aj ďalšie kritériá a indikátory, napr. depozičné vstupy dusíka. Popri tom sa môžu zohľadňovať širšie aspekty zachovania iných hodnôt, napr. ochrana vody, biodiverzity, krajinná a rekreačná hodnota a pod.

Rozlišujú sa aj obmedzenia podľa konkrétnych technológií, resp. súčastí procesov spojených s ťažbou a dopravou dreva. Obmedzenia môžu znamenať úplné vylúčenie odberu tenčiny, alebo sa ponechávajú na ploche aspoň listnáče alebo určité dreviny, určuje sa podiel materiálu, ktorý sa má na ploche ponechať. Ďalším variantom je ponechanie tenčiny (ťažbových zvyškov) v lese a až po uschnutí a opade ihličia sa materiál tenčiny bez asimilačných orgánov môže vytiahnuť z porastu s možnosťou spracovania na lesnú štiepku a výrobu energie. Samozrejme, zohľadňujú sa pritom aj praktické aspekty (prístupnosť, terén, technológia a pod.).

Iným variantom prevencie nutričnej degradácie pôdy je obligatórna kompenzácia strát živín formou aplikácie drevného popola. Takéto opatrenie sa navrhuje najmä vo Švédsku. Rôzne prístupy sú často podmienené aj podrobnosťou existujúcich podkladov. V prípade existencie dostatočne podrobných máp sa ako pomôcka pre selekciu vhodných a nevhodných území pre stromovú metódu a využívanie ťažbových zvyškov pripravujú špeciálne mapy citlivých pôd.

V Rakúsku bol ako indikátor pre klasifikáciu udržateľnosti nutričného stavu pôd definovaný percentuálny pomer živín odnesených z lesa pri stromovej metóde a prístupných zásob živín v pôde (zvýšených o vstup depozičiou a zvetrávaním a znížených o vymývanie do hlbších vrstiev pôdy), pričom autori návrhu vychádzali z údajov inventarizácie lesných pôd, národnej inventarizácie lesov a ďalších vstupných údajov (English, Reiter 2009). Navrhli nasledovný kľúč na rozhodovanie a limitujúce hodnoty tohto pomeru:

Zásobenie živinami	N	P	Ca	Mg	K
Neudržateľné	> 60	> 40	> 100	> 100	> 100
Udržateľné s obmedzeniami	30 – 60	25 – 40	50 – 100	50 – 100	50 – 100
Udržateľné	< 30	< 25	< 50	< 50	< 50

Stromová metóda sa pritom považuje za možnú, ak pre žiadnu zo živín stav zásobenia je v triede „neudržateľné“. Naopak, stromová metóda je už považovaná za problematickú ak aspoň jedna zo živín je v triede „udržateľné s obmedzeniami“. Ak aspoň pre jednu živinu je zaradenie do triedy zásobenia živinami „neudržateľné“, stromová metóda je úplne vylúčená. Podľa tohto hodnotenia stromová metóda je možná na 49 % plochách národnej inventarizácie v Rakúsku, na 27 % je problematická (ale možná pri určitých obmedzeniach) a na 24 % treba stromovú metódu úplne vylúčiť. Tieto podiely reprezentujú aj podiely z celkovej výmery lesov Rakúska, ktorá bola predmetom inventarizácie.

V tejto súvislosti treba uviesť, že vyhrabávanie opadu z lesa a jeho používanie ako podstielky (náhrady za slamu) pri chove dobytky bolo v dávnejšej minulosti v Rakúsku značne rozšírené a spôsobilo citelné dopady na produktivitu niektorých stanovišť, a aj preto sú odporúčania pre možnosti odčerpávania živín v ťažbových zvyškoch, resp. v tenčine, nastavené pomerne prísne.

Pre naše podmienky je blízky systém, vypracovaný v Českej republike (UHÚL, 2017). Pri hodnotení rizík pre nutričnú bilanciáciu lesných ekosystémov boli definované tzv. rozhodujúce faktory a obmedzujúce faktory ovplyvňujúce nutričný režim lesných ekosystémov. Výsledkom hodnotenia na základe príslušných kritérií je rozdelenie lesov ČR na územia s prijateľným rizikom, s podmienene prijateľným rizikom a neprijateľným rizikom. Do poslednej kategórie boli zaradené predovšetkým extrémne, vysychavé, suťové, oglejené, podmáčané a kyslé stanovišťa vo vyšších polohách. Pri premietnutí tohto rozdelenia do celkovej plochy lesnej pôdy Českej republiky na základe databáz Oblastných plánov rozvoja lesov (OPRL) to znamená, že v kategórii prijateľného rizika sa nachádza iba 34,08 %, v kategórii podmienene prijateľného rizika 736 008 ha 27,29 % a v kategórii neprijateľného rizika 38,63 %. Pri vyhodnotení s väčšou podrobnosťou (nielen cez prevládajúci lesný typ vo vzťahu k priestorovej jednotke – porastovej skupine) je prijateľné riziko na 29,13 %, podmienene prijateľné riziko na 24,47 % a neprijateľné riziko až na 46,40 % porastovej pôdy (UHÚL, 2017).

Pre korektné hodnotenie z hľadiska porovnateľnosti obmedzení v ČR s návrhom pre Slovensko však treba uviesť, že štruktúra lesných pôd z hľadiska minerálnej bohatosti je medzi Hercýnskou oblasťou a Karpatmi značne rozdielna, čo je dané geologickými a geochemickými príčinami. Podiel chudobných pôd je v lesoch Českej republiky výrazne vyšší.

Diferenciácia zásob živín v lesných pôdach Slovenska

Pre hodnotenie a diferenciáciu stavu zásob živín lesných pôd na Slovensku, ich udržateľnosti a pre hodnotenie rizika ich nutričnej degradácie sme zvažovali rôzne kritériá a indikátory. Môžu to byť skutočné zásoby hlavných živín v rôznych formách (prístupné pre rastliny, výmenné, potenciálne zvetratelné, celkové). Môže to byť pomer zásob prístupných živín k celkovým zásobám. Ďalším možným indikátorom je zásoba živín akumulovaných v pokrývkovom humuse alebo pomer tejto zásoby ku zásobám v pôde. Možné sú aj nepriame indikátory, postavené na minerálnej bohatosti geologického substrátu, alebo na živnosti stanovišťa na základe jednotiek lesníckej typológie.

Z praktického hľadiska sme považovali za vhodné prepojenie mapovaných jednotiek (pôdnych, typologických) s údajmi o nameraných koncentráciách, resp. zásobách živín v databázach o pôdach. Hlavným zdrojom údajov o pôdach boli databázy monitoringu lesov (Čiastkový monitorovací systém Lesy, ICP Forests) a národnej inventarizácie lesov (NIML).

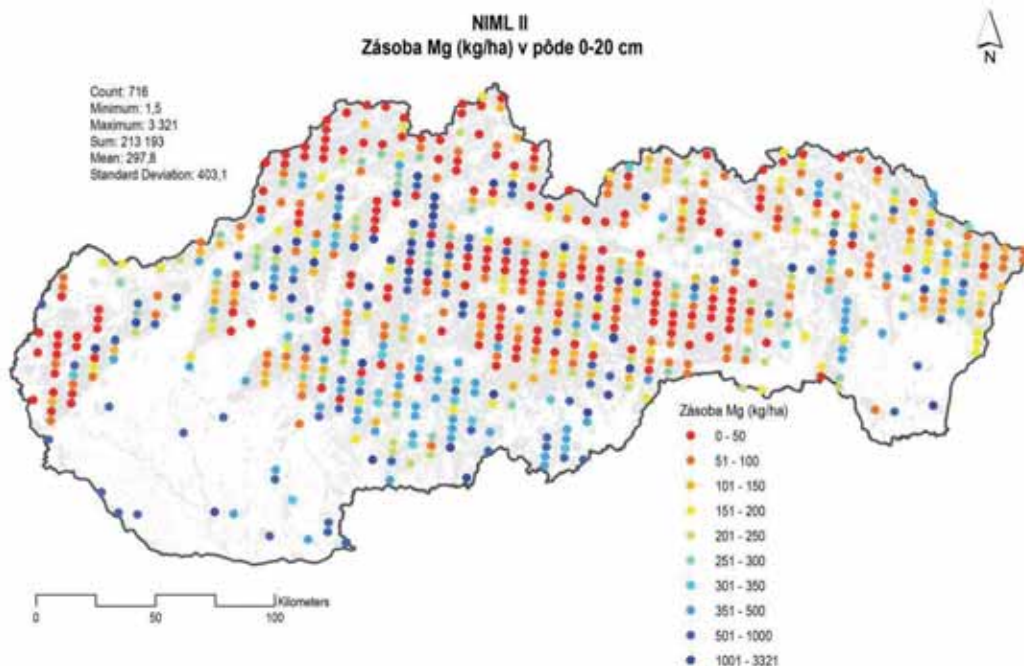
Zložky kolobehu **dusíka** sú všeobecne známe, sú viazané na vzájomné výmeny medzi organickou a anorganickou formou, pričom hlavným vstupom a výstupom pre dusík v pôde je organická hmota a ovzdušie. Dusík v našich podmienkach vo všeobecnosti nie je v lese limitujúcou živinou.

Hoci bežne sa zásoby **výmenných báz (Ca, Mg, K)** v lesných pôdach pohybujú rádovo od desiatok do niekoľkých stoviek kg.ha⁻¹, existujú obrovské rozdiely v ich zásobách. Podľa databáz o lesných pôdach zo siete plôch Národnej inventarizácie a monitoringu lesov Slovenska (NIML). boli zistené nasledovné rozpätia nameraných, resp. kalkulovaných hodnôt ich zásob v hĺbke 0 – 20 cm:

- vápnik od 8,8 do 16943 kg.ha⁻¹
- horčík od 1,4 do 3320 kg.ha⁻¹
- draslík od 1,0 do 1066 kg.ha⁻¹

Stav v prípade **fosforu** je komplikovanejší. Kým bázy (Ca, Mg, K) sú viazané v sorpčnom komplexe pôdy a pre rastliny sú prístupné vo forme katiónov a vo všeobecnosti sa tieto bázy dopĺňajú zvetrávaním z minerálov, kolobeh fosforu v lesnom ekosystéme je viac závislý od kolobehu organickej hmoty. Aj z toho hľadiska je fosfor prvkom, ktorého zásoby v ekosystéme sú zraniteľnejšie než zásoby ostatných hlavných živín.

Ako príklad priestorovej distribúcie zásob živín tu uvádzame prehľad zásob výmenného horčíka do hĺbky 20 cm na plochách NIML (obr.2). Samozrejme, oproti územiám so silikátovým pôdotvorným substrátom sú rádoovo vyššie zásoby v územiach s karbonátovým (najmä dolomitových a vápencových) pôdotvorným substrátom. Nízke zásoby horčíka sú však nielen v oblastiach s pôdami extrémne chudobnými na bázy (naviate piesky, silne kremité vyvreliny), ale aj na značných častiach území jadrových pohorí a flyšového pásma.

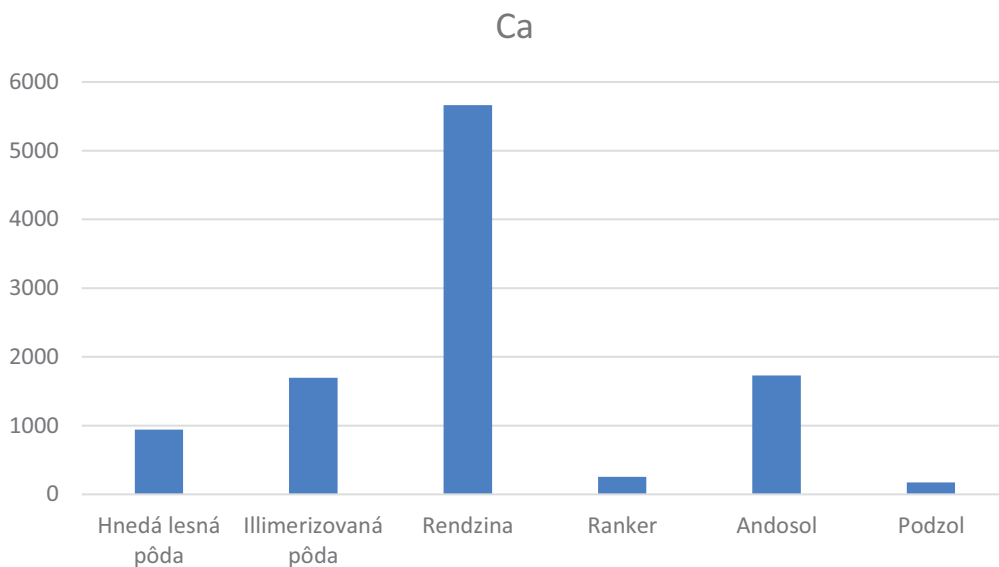


Obrázok 2. Zásoby výmenného horčíka v pôde do hĺbky 20 cm na plochách NIML.

Hodnotenie zásob živín podľa pôdných a typologických jednotiek

Pre transformáciu údajov z bodových výberových zisťovaní do priestoru je vhodné využiť analýzu zistených zásob živín podľa pôdných a typologickým jednotiek, keďže tieto jednotky sú mapované a spracované aj v digitálnej forme za celý lesný pôdny fond.

Výsledky hodnotenia zásob živín podľa **pôdných jednotiek** tu prezentujeme na príklade zásob vápnika podľa pôdných typov (obr. 3).



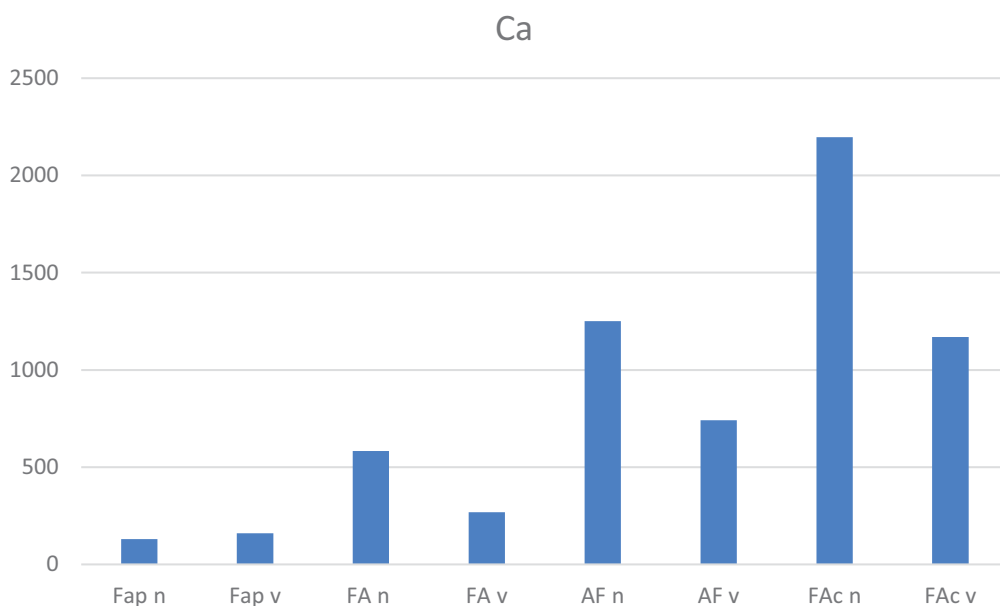
Obrázok 3. Stredné zásoby výmenného vápnika(kg.ha⁻¹) na plochách NIML podľa pôdnych typov.

Pôdy, ktoré sa vyvinuli z karbonatických materských substrátov, sa všeobecne často považujú za bohaté na bázičné živiny, keďže majú veľmi vysoké zásoby vápnika a horčíka. Podceňuje sa však stav zásob draslíka. Tieto pôdy sa vyznačujú jednostranným chemizmom a v prípade draslíka je stredná hodnota pre rendziny na úrovni podzolov a rankrov, teda najchudobnejších a najmenej produkčných pôd.

Zistené stredné hodnoty zásob jednotlivých živín pre hlavné pôdny typy a subtypy samozrejme indikujú výrazné rozdiely. Celkove však treba konštatovať, že pôdna jednotka (typ ani subtyp) nie je dostatočnou jednotkou pre diferenciaciu územia z hľadiska rizika nutričnej degradácie.

Ako príklad porovnania podľa **typologických jednotiek** tu uvádzame na obr. 4 stredné hodnoty zásob vápnika pre významnejšie skupiny lesných typov v 5. a 6. lesnom vegetačnom stupni. Z obrázka je zrejmý výrazný vzostup stredných hodnôt zásob vápnika od skupín lesných typov (SLT) v edafickom rade A cez SLT v medzirade A/B a rade B až po medzirad B/C, a zároveň aj nižšie stredné hodnoty v 6. lesnom vegetačnom stupni (t.j. v vyššom stupni príslušnej SLT) než v 5. LVS (t.j. vo nižšom stupni príslušnej SLT). Podobný priebeh, hoci nie s takými výraznými rozdielmi, bol zistený aj pre ďalšie hodnotené živiny.

Z podrobného hodnotenia stavu zásob daných živín podľa pôdnych jednotiek (typov a subtypov) a jednotiek lesníckej typológie (skupín lesných typov) vyplynulo, že typologické jednotky jemnejšie vyjadrujú rozdiely v zásobách živín. Aj z praktického hľadiska (dostupnosť v lesníckych databázach vo väzbe na PSL) sú jednotky lesníckej typológie vhodnejšie pre výber vhodných a nevhodných jednotiek z hľadiska možnosti intenzifikácie odberu biomasy z lesných ekosystémov.



Obrázok 4. Zásoby výmenného vápnika (kg.ha⁻¹) podľa hlavných SLT v 5. a 6.LVS

Návrh diferenciácie lesov pre udržateľné využívanie lesných pôd Slovenska pri zvýšenom odbere lesnej biomasy

Na základe poznatkov z vedeckej a odbornej literatúry, prehľadu návrhov riešenia pre udržateľné využívanie lesných pôd pri zvýšenom odbere lesnej biomasy v rôznych krajinách, ako aj databáz o stave lesných pôd Slovenska je potrebné konštatovať, že je nutné diferencovať územie lesov Slovenska z hľadiska možnosti odberu lesnej biomasy a definovať základné rámce a obmedzenia podľa indikátorov stanovišťa.

Hoci predmetom hodnotenia boli zásoby živín v pôdach, v návrhu je zohľadnená aj zraniteľnosť pôd a území z iných hľadísk. Preto sme vypracovali návrh, ktorý rozlišuje nielen SLT pre hospodárske lesy, ale prehľad všetkých SLT tak, aby sa zohľadnila kategorizácia lesov a aby pre každú skupinu lesných typov bolo jednoznačné zaradenie z hľadiska možnosti odberu biomasy. Skupiny lesných typov, v ktorých sú lesné typy produkčné i lesné typy ochranného rázu, sa rozlišujú podľa HSLT. To sa týka najmä skupín lesných typov živného radu B a medziradov A/B a B/C. Na druhej strane, navrhujeme vylúčiť odber ťažbových zvyškov (tenčiny) a biomasy z výchovných zásahov aj v tých skupinách lesných typov a lesných typoch, ktoré sú v kategórii hospodárskych lesov, ale sú zaradené v rade A alebo D.

Z praktického hľadiska a praktickej použiteľnosti sme diferenciáciu navrhli aj pre odvodené jednotky lesníckej typológie s tesnejším prepojením na hospodársku úpravu lesov, a to hospodárske súbory lesných typov (HSLT).

Údaje o pôdach z databáz NIML poukázali na to, že aj časť území so stanovišťami SLT Fageto-Abietum a Abieto-Fagetum (a ďalších SLT v piatom a šiestom lesnom vegetačnom stupni prechodného medziradu A/B a živného radu B), má veľmi nízke zásoby hlavných živín. Ani rozlíšenie podľa HSLT sa neukazuje ako úplne postačujúce. Pre tieto SLT by bolo potrebné podrobne analyzovať možnosti zavedenia doplňujúcich kritérií. Na základe aktuálneho vyhodnotenia ich považujeme iba za podmienenčne vhodné na odber biomasy tenčiny z lesných ekosystémov.

Diferenciáciu územia navrhujeme v **troch triedach (troch stupňoch)**, ktoré vyjadrujú riziko nutričnej degradácie pôd a zároveň možnosť odberu biomasy ťažbových zvyškov, najmä tenčiny, pre účely energetického využitia:

Trieda	Riziko nutričnej degradácie	Odber biomasy tenčiny
A	Neprijateľné riziko	Odber vylúčený
B	Stredné riziko	Odber podmiennečne možný pri splnení doplnkových kritérií
C	Bez rizika alebo prijateľné riziko	Odber možný

Podrobné zaradenie skupín lesných typov a HSLT do príslušných tried je uvedený v realizačnom výstupe riešenia výskumnej úlohy, ktorý je prístupný na stránke NLC:

http://www.nlcsk.sk/pdf/Realizacny-vystup_5_web.pdf

Tu uvádzame informatívny prehľad HSLT:

A. HSLT s úplne vylúčeným odnosom biomasy tenčiny z lesného ekosystému:

- Kategória O, písmeno a) lesy na mimoriadne nepriaznivých stanovištiach (ide najmä o extrémne vápencové, extrémne kyslé, sutinové a podmáčané HLST)
- Kategória O, písmeno b) lesy pod hornou hranicou stromovej vegetácie (ide najmä o HSLT s vrcholovými bučinami a vysokohorskými smrečinami)
- Kategória O, písmeno c) porasty v pásme kosodreviny
- Kategória O, písmeno d) - lesy potrebné na zabezpečenie ochrany pôdy (HSLT v rôznych edafických podmienkach a v rôznych lesných vegetačných stupňoch, kde však ide o lesy ochranného rázu)
- Vybraté HSLT v rámci hospodárskych lesov (niektoré kyslé, podmáčané a z hľadiska živinového potenciálu pôd zraniteľné pôdy)

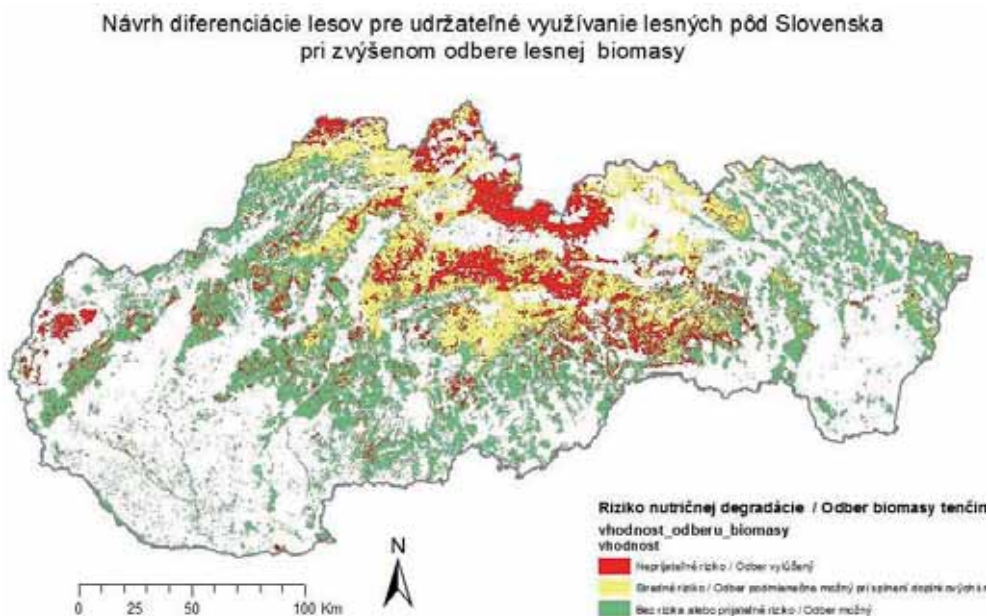
B. HSLT s podmiennečne možným odberom biomasy tenčiny z lesného ekosystému:

väčšina HSLT (aj v kategórii hospodárskych lesov) v 5. a 6. lesnom vegetačnom stupni

C. HSLT s možným odberom biomasy tenčiny z lesného ekosystému:

ide hlavne o suché, svieže a živné HSLT do 4. (bukového) lesného vegetačného stupňa

Na základe takto navrhutej diferenciácie by bol úplne vylúčený odber tenčiny na približne 20,5 % územia lesov Slovenska (väčšinou ide o ochranné lesy). Ďalšie čiastkové obmedzenia (podmiennečne možný odber biomasy tenčiny, resp. neodporúčaný bez doplnkových údajov o stave zásob živín) by boli na 21,5 % územia. Na väčšine tohto územia je z hľadiska zásob živín zásoba priaznivá, pre bezpečné rozlíšenie sú však potrebné podrobnejšie priestorové analýzy na základe doplnkových údajov o zásobách a o geologickom substráte nad rámec vstupov, ktoré poskytujú údaje máp pôdných predstaviteľov a údaje databáz NIML. Na zvyšnom území je z hľadiska rizika nutričnej degradácie stanovišťa možné využívanie tenčiny (odnos biomasy tenčiny z lesného ekosystému) bez kvantitatívneho obmedzenia. Ide o 58,0 % územia lesov Slovenska. Aj tu je však potrebné dodržiavať elementárne pravidlá ochrany pôdy z hľadiska rizika erózie a kompaktie. Mapové znázornenie území v jednotlivých triedach nutričnej degradácie je na obr. 5.



Obrázok 5. Mapa lesov Slovenska podľa rizika nutričnej degradácie pôd

ZÁVER

Tento príspevok v stručnej forme prezentuje výsledky riešenia úlohy, ktorej hlavný výstup bol prvým pokusom o zadefinovanie limitov a pravidiel pre využívanie lesnej biomasy na Slovensku, najmä biomasy ťažbových zvyškov a biomasy z prerezávok, na základe analýzy údajov z rozsiahlych existujúcich národných databáz o lesných pôdach v kombinácii s najnovšími poznatkami zo svetovej vedeckej a odbornej literatúry. Jeho hlavným účelom je upriamiť pozornosť aj na tento aspekt využívania lesnej biomasy. Zároveň však chceme zdôrazniť, že nechceme ignorovať iné hľadiská pre rozhodovanie o odnose alebo ponechávaní ťažbových zvyškov a tenčiny v lese, napr. hľadisko rizika požiarov, riziko šírenia škodlivých činiteľov a pod.

Na riešenie by mohli nadviazať ďalšie analýzy a hodnotenia pre skupiny lesných typov, kde je možnosť využívania tenčiny sporná. Považujeme za potrebné na základe ďalších poznatkov a možností spracovania údajov pokračovať v podrobnejšom riešení problematiky a zamerať sa viac nielen na udržateľnosť produkcie lesa, ale komplexnejšie hodnotiť potenciál a udržateľnosť lesných ekosystémov z hľadiska poskytovania ekosystémových služieb. Taktiež je potrebné naďalej sledovať vývoj nielen z hľadiska nových poznatkov v danej oblasti, ale na základe skúsenosti z iných krajín aktualizovať navrhovaný systém diferenciacie lesných území, konfrontovať ho s certifikačnými pravidlami a hlavne spresniť spôsob jeho vykonateľnosti – či už prepojením na plány starostlivosti o lesy alebo vhodným legislatívnym opatrením.

Súčasťou realizačného výstupu bol zámerne pomerne rozsiahly zoznam literatúry. Chceli sme tým záujemcom o túto dôležitú problematiku zjednodušiť vyhľadávanie informácií a využitie poznatkov.

Zoznam použitej a odporúčanej literatúry

1. Abbas, D., Current, D., Phillips, R., Rossman, R., Hoganson, H., Brooks, K.N., 2011: Guidelines for harvesting forest biomass for energy: A synthesis of environmental considerations. *Biomass and Energy*, 35, 11, p. 4538-4546.
2. Bublinec, E., 1994: Koncentrácia, akumulácia a kolobeh prvkov v bukovom a smrekovom ekosystéme. *Acta Dendrobiologica*. Bratislava, Veda, 81 s. + prílohy.
3. Buchholz, T., Canham, Ch. D., Hamburg, S.P., 2011: *Forest Biomass and Bioenergy: Opportunities and Constraints*. Cary Institute of Ecosystem Studies. 76 pp.
4. EC, 2017: Sustainable and optimal use of biomass for energy in the EU beyond 2020. Final Report. VITO, Utrecht University, TU Wien, INFRO, Rütter Socero, PwC, 198 pp.
5. Englisch, M., Reiter, R., 2009: Nachhaltige Nutzung von Wald-Biomasse. BFW Praxis Information. Nr. 19, BFW Wien, p. 6-8.
6. Evans, A. M., Perschel, R. T., Kittler, B.A., 2013: Overview of Forest Biomass Harvesting Guidelines. *Journal of Sustainable Forestry*, 32, 1-2, p. 89-107.
7. Fritsche, U. R. (ed.), 2012: Sustainability Criteria and Indicators for Solid Bioenergy from Forests. Outcome paper. Joint Workshop on Extending the RED Sustainability Requirements to Solid Bioenergy. Upsalla. 109 pp.
8. Helmisaari, H. J., Vanguelova, E. (Eds.), 2013: Proceedings of the Workshop W6.1 Forest bioenergy and soil sustainability at EUROSOL Congress, 2nd July to 6th July 2012, Bari, Italy. 72 pp.
9. JRC, 2014: Carbon accounting of forest bioenergy. Conclusions and recommendation from critical literature review. EC, JRC, Institute for Energy and Transport. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 88 pp.
10. Meiwes, K. J., Asche, N., Block, J., Kallweit, R., Kölling, C., Raben, G., v. Wolpert, K., 2008: Potenziale und Restriktionen der Biomassenutzung im Wald. *AFZ* (63), 11, 598-604.
11. Oravec, M., Ilavský, J., 2000: Možnosti energetického využívania lesnej biomasy. In: Medzinárodná konferencia TOP 2000, Častá Papiernička, jún 2000, s. 253 – 259.
12. Oravec, M., Bartko, M., Slamka, M., 2012: Postupy intenzifikácie produkcie drevnej biomasy na energetické využívanie. Národné lesnícke centrum – Lesnícky výskumný ústav Zvolen, 2012, 64 s.
13. Ranius, T., Hämäläinen, A., Egnell, G., Olsson, B., Eklöf, K., Stendahl, J., Rudolphi, J., Sténs, A., Felton, A., 2018: The effect of logging residue extraction for energy on ecosystem services and biodiversity: A synthesis. *Journal of Environmental Management*, 209, p. 409-425.
14. Stupak, I., Lattimore, B., Titus, B. D., Tattersall Smith, C., 2011: Criteria and indicators for sustainable forest fuel production and harvesting: A review of current standards for sustainable forest management. *Biomass and Energy*, 35, p. 3287-3308.
15. Trenčiansky, M., Lieskovský, M., Oravec, M., 2007: Energetické zhodnotenie biomasy. Zvolen, Národné lesnícke centrum, 147 s.
16. UHÚL, 2017: Pěstování a využití biomasy lesních dřevin pro další zpracování a energetické účely. Pracovní metodika pro privátní poradce v lesnictví. UHÚL Brandýs n. Labem. 44 s.

Adresa autorov:

Ing. Pavel Pavlenda, PhD., Ing. Zuzana Sitková, PhD., Ing. Hana Pavlendová, PhD.

Národné lesnícke centrum – Lesnícky výskumný ústav Zvolen

T. G. Masaryka 22, 960 01 Zvolen

pavel.pavlenda@nlcsk.org

zuzana.sitkova@nlcsk.org

hana.pavlendova@nlcsk.org

PLOCHY MARTELOSCOPE – DEMONŠTRÁCIA EKONOMICKEJ A EKOLOGICKEJ HODNOTY OBHOSPODAROVANÝCH LESOV

Vladimír Šebeň

Národné lesnícke centrum – Lesnícky výskumný ústav Zvolen

ÚVOD

Spôsoby pestovania a obhospodarovania lesov sa historicky dlhodobo rozvíjajú viacerými smermi. Okrem tradičného zabezpečenia produkcie dreva sa v súčasnosti stále viac a viac zameriavajú aj na pestovanie porastov odolnejších voči prírodným škodlivým činiteľom, lesov pôsobiacich proti dôsledkom globálnych klimatických zmien, ale aj lesov zabezpečujúcich biologickú diverzitu a plniacich rôzne ekosystémové služby. Takéto koncepty sú označované ako integrovaný manažment. Ten sa snaží nájsť optimum medzi ekonomikou, snahou o ochranu prírody a poskytovaním ekosystémových služieb (Kraus, Krumm 2013, Kraus et al. 2018).

Zvyšovanie štruktúrálnej komplexnosti porastov sa často považuje za prostriedok na zvýšenie odolnosti a biodiverzity (napr. Puettman et al. 2009). Lesopestovné praktiky využívajú výhody vplyvu prirodzenej kompetície na stav a štruktúru porastov cez jednotlivé odoberané a ostávajúce stromy. Doteraz však máme pomerne málo praktických skúsenosti s vplyvom kompetície na lesné spoločenstvá z obojstranného pohľadu, teda ekonomiky a ekológie. Ekonomický pohľad väčšinou prevažoval.

Pri vývoji a raste lesa sú všeobecne menšie stromy limitované najmä prístupom svetla, pri väčších či dospelých stromoch rast výraznejšie ovplyvňuje aj kompetícia o rastový priestor. Najdôležitejšie pestovné opatrenia predstavuje výchovný zásah, teda redukcia najvýznamnejších kompetičných a z hospodárskeho pohľadu málo významných a nekvalitných jedincov. No práve intenzita a umiestnenie zásahu pri uplatňovaných čistkách a prebierkach môže negatívne ovplyvňovať druhovú diverzitu ostávajúceho porastu. Typickým príkladom je odstraňovanie prípravných drevín ako breza, rakyta, osika či jarabina. V zmiešaných porastoch sa väčšinou uplatňovala podpora najmä ihličnatých a hospodársky významných drevín pred ostatnými listnácami. Odstraňovali sa ekonomicky nevhodné jedince. No práve odstraňovanie takzvaných *habitatových stromov* môže následne výrazne likvidovať aj *mikrohabitatové štruktúry* čo prispieva k strate biodiverzity obhospodarovaných lesov. Cieľavedomé zachovanie habitatových stromov však môže prispieť aj k zvýšeniu produktivity, odolnosti či dlhodobej reziliencie lesných ekosystémov. V tejto súvislosti sa pre pestovateľské rozhodnutia stáva kľúčové lepšie pochopenie všetkých vzťahov medzi stromom a porastom. Dostupné najnovšie poznatky vedy a praxe by mali byť základom pre kvalifikované rozhodovanie. Tomu treba prispôbiť aj ďalšie vzdelávanie správcov lesa. Ďalšou výučbou treba poskytovať inovatívne a multidisciplinárne vzdelávanie správcov lesov, ktorí tak získajú lepšie aktuálne vedomosti a odborné znalosti. V súčasnosti sa postupne mení smerovanie lesníckej politiky, menia sa požiadavky spoločnosti, mení sa pohľad na obhospodarovanie lesov. Mimoprodukčné funkcie lesov sa dostávajú na jednu úroveň s drevoprodukčnou. Hoci zatiaľ nie sú ekonomicky rovnocenné.

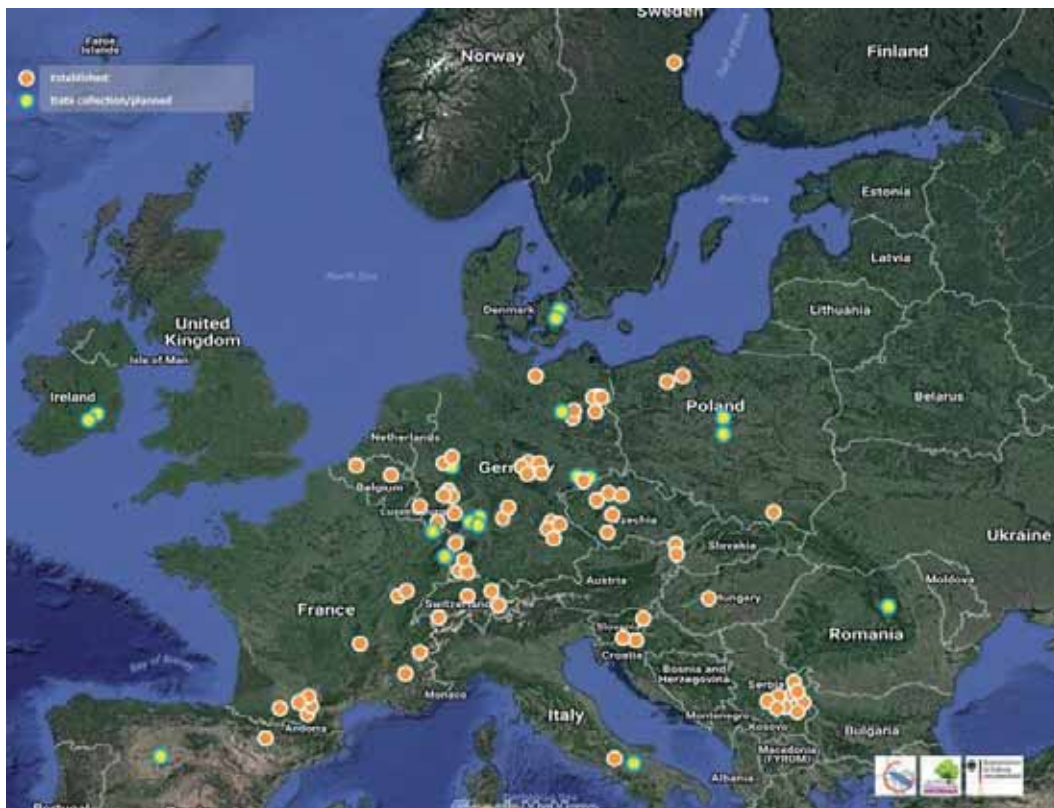
Nový prístup v rozvoji manažérskych zručností pri obhospodarovaní lesov predstavujú takzvané *Marteloskopy* (Marteloscopy, Schuck et al. 2015). Vo všeobecnosti sú to inovatívne vzdelávacie a tréningové nástroje, ktoré môžu byť uplatňované pri množstve vzdelávacích zámerov v oblasti lesného hospodárstva, pestovania lesov, ekológie a ochrany prírody. Hlavným cieľom pre účastníkov takéhoto vzdelávania je získať prehľad alebo nový pohľad na štruktúrálny stav a vývoj porastov, ich dynamiku

a zároveň hodnotenie jednotlivých stromov nielen z hľadiska kvality dreva a ekonomickej hodnoty, ale aj hodnoty ochrany prírody a biodiverzity. Osobitne treba zdôrazniť, že biologická rozmanitosť je plnohodnotnou súčasťou nielen lesov v chránených územiach, v rezerváciách, či prírodných lesoch, ale má svoj význam aj v hospodárskych lesoch. Teda aj v hospodárskych lesoch by sa mali v primeranej miere chrániť, podporovať a zachovávať vybrané jednotlivé stromy či skupiny stromov s vysokou ekologickou hodnotou. Pritom sa kvôli ochrane prírody nemusí výrazne obmedzovať obhospodarovanie, teda nepreferuje sa bezzásahovosť. Pri vizualizácii a ukážke následkov zvolených pestovných zásahov sa využívajú demonštračné tréningové *Marteloskopové plochy* (*Marteloscope plots*). Tie sa už založili v mnohých porastoch rôznych typov lesa vo viacerých krajinách Európy (Schuck et al. 2018).

Cieľom príspevku je prezentovať v súčasnosti dostupné informácie týkajúce sa Marteloskopov v Európe a na Slovensku. Popisuje sa dizajn marteloskopových plôch, opis získavaných a zaznamenávaných údajov, spôsoby výpočtov a spracovania údajov. Zdôrazniť treba ich využitie ako vzdelávacieho nástroja.

Marteloskopové demonštračné plochy

Koncepcia marteloskopových plôch bola pôvodne vyvinutá vo Francúzsku. Pojem *Marteloscope* je odvodený z francúzskeho slova pre výber stromu „*martelage*“ a grécky termín „*skopein*“ s významom „pohľad“. Spolu to teda znamená „bližší pohľad na vybraný strom“. Koncept sa najskôr uplatňoval najmä v súkromných lesoch, ale už od deväťdesiatych rokov minulého storočia sa ukazoval jeho širší potenciál pre tréningové a testovacie plochy priamo v teréne pre vzdelávanie študentov aj profesionálnych lesníkov (Bruciamacchie et al. 2006). Používali sa pri tom obvykle jednohektárové štvorcové demonštračné plochy a okrem Francúzska sa čoskoro rozšírilo ich uplatnenie aj na susedné krajiny, neskôr aj pre ostatné štáty. Na ich rozšírenie v Európe najviac vplýval demonštračný projekt *Integrate +* (Kraus et al. 2016, Schuck et al. 2016). Projekt *Integrate +* sa riešil z podpory nemeckého Federálneho ministerstva pre výživu a pôdohospodárstvo (BMEL) počas rokov 2013 až 2016. Jeho podrobný názov znel „Založenie európskej siete demonštračných plôch pre integráciu zachovania biodiverzity a obhospodarovania lesov“. Do projektu bolo zahrnutých 10 nasledovných krajín: Nemecko, Francúzsko, Taliansko, Belgicko, Slovinsko, Švajčiarsko, Česká republika, Poľsko, Švédsko. Spolu založili plochy na 42 lokalitách, z toho asi polovica bola v Nemecku. Po skončení pokračuje riešenie v podobnom projekte *Informar*.



Obrázok 1. Súčasné evidované Marteloskopové plochy v Európe (stav k júnu 2019, www.iplus.efi.int)

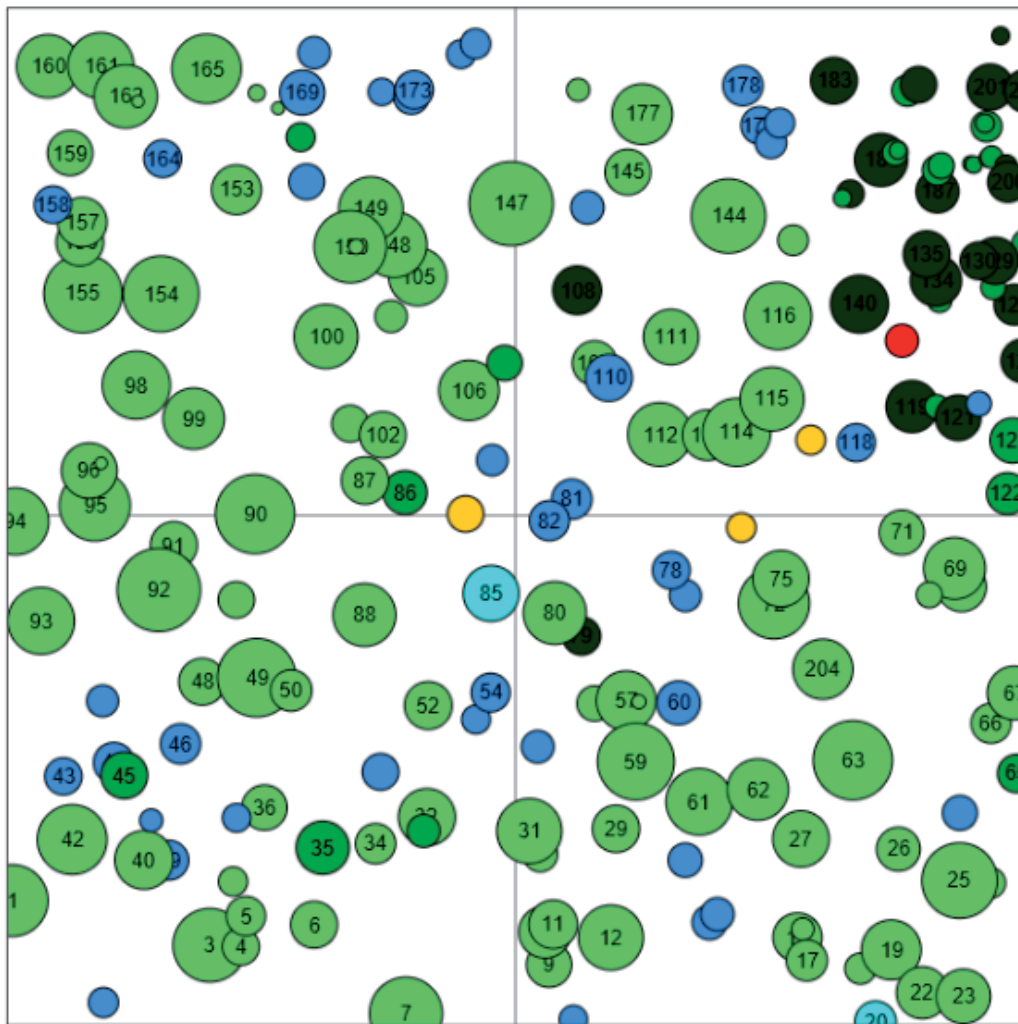
Hoci Slovensko nebolo priamo zahrnuté do riešenia uvedeného projektu Integrate+ počas rokov 2013 až 2016, neskôr sme prejavili záujem participovať na založení takýchto demonštračných plôch aj v našich lesoch. Plochy by mali slúžiť ako komunikačný nástroj a mali by sa využívať na diskusie s odbornou i laickou verejnosťou, politikmi, médiami, či zástupcami mimovládnych organizácií o uplatňovaní hospodárskych zásahov v lesoch s poukázaním na následky vykonaných či nevykonaných opatrení. Komunikácia by mala prebiehať formou exkurzií, školení, výučby či rôznych seminárov.

Z iniciatívy Ministerstva pôdohospodárstva a rozvoja vidieka sa Slovensko neskôr stalo členom siete Integrate. V blízkosti Bratislavy, na území obhospodarovanom štátnym podnikom Lesy Slovenskej republiky, Odštepny závod Smolenice, Lesná správa Bratislava, sa vybrali dve lokality, na ktorých na prelome rokov 2018 a 2019 založili prvé dve demonštračné plochy v lesoch Slovenska.

Metodika zakladania Marteloskopov

Štandardná veľkosť demonštračných plôch je jeden hektár so štvorcovým tvarom, teda rozmermi 100 x 100 m. No vzhľadom na konkrétne miestne pomery sa umožňuje použiť aj iný tvar. Plochy sú spravidla rozdelené do 4 kvadrantov po 50 x 50 m, ktoré by mali uľahčiť orientáciu v teréne. Všetky rohy by mali byť trvalo označené. Všetky stromy na ploche ktoré dosahujú hrúbku v prsnej výške $d_{1,3}$ 7 a viac cm sú očíslované a trvalo označené. Pre každý strom sa zaznamenávajú nasledovné údaje: 1 – druh dreviny, 2 – poloha (súradnice), 3 – stav stromu (živý/odumretý), 4 – dendrometrické údaje (výška stromu, výška nasadenia koruny, hrúbka, 5 – kvalita dreva (akostné triedy) a 6 – mikrohabitáty. Na zameranie sa môžu použiť jednoduché tradičné prístroje (napr. pásno, digitálny diaľkomer a výškomer, priemerka alebo obvodomer), alebo špeciálne technológie (Field-Map). Field-Map sa

použil pri zakladaní Slovenských demonštračných plôch. Na posudzovanie mikrohabitatov slúži katalóg (Kraus et al. 2016) – podrobnejšie v ďalšom texte.



Obrázok 2. Vizualizácia zameranej Marteloskopovej demonštračnej plochy (Devínska Kobyla), farby vyjadrujú dreviny (vysvetlivky na obrázku 5), veľkosť relatívne hrúbkové rozmery

Kvôli demonštračnému charakteru by sa mali zvoliť typické spoločenstvá, ktoré reprezentujú danú krajinu, región alebo lokalitu. Porasty by mali byť jednoducho dostupné, umožňujúce relatívne ľahký pohyb návštevníkov. Ďalší výber by mal byť limitovaný nízkou frekvenciou skutočne realizovaných zásahov. Aby plochy plne slúžili svojmu účelu, v najbližších 10 rokoch by mali byť zásahy úplne vylúčené. Výber sa bude realizovať iba simuláciou zameraných stromov, a to v programe I+Trainer. Ten umožní realizovať mnohé alternatívy výberu, ktoré ovplyvnia výsledné ekonomické a ekologické hodnoty jednotlivých stromov a teda aj celého porastu. Výsledky sa spracujú a odprezentujú okamžite na príslušnom mobilnom zariadení (mobilný telefón, tablet, notebook) priamo v teréne po simulovanom zásahu, teda konkrétnom výbere stromov.

Väčšina založených Marteloskopových plôch je v súčasnosti vo verejnom vlastníctve, ide teda buď štátne alebo obecné lesy, hoci viacero plôch sa v minulosti založilo aj v súkromných lesoch. Dôležité je najmä zabezpečiť v nasledujúcich rokoch režim bez vykonávaných zásahov.

Identifikácia mikrohabitátov by sa mala realizovať v listnatých porastoch mimo vegetačného obdobia, keď nie sú stromy olistené. Vtedy je identifikácia jednoduchšia a nemali by sa vynechať ťažšie dostupné mikrohabitáty, napr. v korunách stromov.

Habitátové stromy a mikrohabitáty

Mikrohabitáty predstavujú určité typické prvky vyskytujúce sa na strome, ktoré majú špecifické funkcie. Stromy ktoré obsahujú mikrohabitáty sa nazývajú *habitátové stromy*. Mikrohabitáty na stromoch môžeme považovať za relevantné štruktúry prirodzených lesných ekosystémov. Poskytujú širokú škálu funkcií pre špecializované druhy, najmä mikroklimatické podmienky a substráty slúžiace pre úkryt, potravu či rozmnožovanie. Využívajú ich veľké množstvá živočíchov, od hmyzu, pavúkov, ulitníkov, obojživelníkov, plazov, až po vtáky a cicavce. Rovnako môžu poskytovať vhodné podmienky pre vývoj vybraných druhov cievnatých rastlín, papradí, machov, húb či lišajníkov. Prítomné druhy môžu byť veľmi rôznorodé, v závislosti na konkrétnych podmienkach prostredia. Niektoré druhy môžu byť výlučne viazané na konkrétne stromové mikrohabitáty. Napríklad dutiny sú mimoriadne dôležité pre plesne a následne na ne viazané chrobáky a iné živočích. Dutiny tiež poskytujú jednoduché dočasné úkryty pre hlodavce či vtáky.

Hoci niektoré mikrohabitáty sú relatívne trvalé (napríklad veľké dutiny), možno ich stále považovať ako dočasné. Pretože sa prirodzeným vývojom alebo ľudskými zásahmi môžu skôr či neskôr vyvinúť, zničiť, alebo zmeniť na iné mikrohabitáty. Napríklad pri poškodení kôry môžu postupne vzniknúť dutiny, pri nedostatku vody v periódach sucha zanikajú vhodné mikrohabitáty, takzvané *dendrotelmy*. Veľmi ľahko sa môže zničiť hniezdo. Mikrohabitátové stromy zanikajú najčastejšie ťažbou a odvezením vyťaženého stromu, ale aj prirodzeným odumretím cez vznik suchárov a odvezením palivového dreva.

Kraus et al. (2016) zostavili *katalóg mikrohabitátov*, ktorý slúži na identifikáciu a následne aj zhodnotenie takzvanej ekologickej významnosti stromu. Podľa hlavných skupín sa navrhlo 8 základných skupín mikrohabitátov: CV (*Cavities* – dutiny v korune, na kmeni či koreňových nábehoch), IN (*Injuries* – poranenia na stromoch), BA (*Bark loss* – strata kôry), DE (*Deadwood* – odumreté drevo), GR (*Growth form* – rastové formy – napr. vlky, nádory), EP (*Epiphytes* – epifyty ako imelo, liany, machy), NE (*Nest* – hniezda) a OT (*Others* – ďalšie mikrohabitáty ako výron živice či vznik mikropôdy na strome). Každá z týchto skupín sa môže deliť na jednotlivé prvky v závislosti na veľkosti (napr. dutiny do 4 cm priemeru, do 5 – 6 cm, nad 10 cm), či mieste výskytu (na koreňovom nábehu, do 30 cm nad zemou, na kmeni, v korune). Spolu sa identifikovalo 64 mikrohabitátov. Každý má svoju priradenú hodnotu podľa jeho významu, takzvanú mikrohabitátovú hodnotu (*microhabitat value*). Jej identifikácia umožní objektivizované stanovenie hodnoty habitátu stromu.

Hodnota habitátu

Normalizované hodnotenie mikrohabitátov vychádza z katalógu mikrohabitátov a slúži ako referenčný rámec pre identifikáciu a klasifikáciu habitátových stromov (Kraus et al. 2016). Ponechávanie a záchrana takýchto stromov by mala patriť do bežnej práce obhospodarovateľov lesov, keďže ich výber takto môže prispievať aj k ochrane a zachovaniu biodiverzity. Na objektívne porovnanie sa vypočíta hodnota habitátu pre každý strom. Ako bolo uvedené vyššie, identifikovalo sa 64 mikrohabitátov. Výpočet závisí od relatívnej vzácnosti habitátu v prírode blízkych lesoch a času potrebného na vývoj mikrohabitátu – doby vývoja. Relatívna vzácnosť sa hodnotí v škále veľmi častý (1 bod), bežný (2 body), ojedinelý (3 body), zriedkavý (4 body), vzácny (5 bodov). Doba vývoja sa rozlišuje ako veľmi rýchla (1 bod), rýchla (2 body), stredne dlhá (3 body), pomalá (4 body) a veľmi pomalá (5 bodov). Relatívna vzácnosť sa posudzuje zvlášť pre rôzne skupiny (ihličnaté, listnaté) alebo druhy drevín. Pre každý strom sa následne sčítajú hodnoty relatívnej vzácnosti a doby vývoja a vynásobia sa veľkostným skóre (v závislosti od veľkosti mikrohabitátu s 1 až 3 bodmi). Následne sa spočítajú body pre každý strom a vypočíta sa hodnota habitátu.

Ekonomická hodnota

Ekonomická hodnota spočíva vo vizuálnom hodnotení akostných tried kvality dreva. Poskytuje odhad hospodárskej hodnoty (ocenenie podľa trhových či katalógových cien) pre každý strom. Používajú sa pritom lokálne kritériá trhu s drevom. Navrhlo sa 5 akostných tried A, B, C, D, F. Trieda A predstavuje všeobecne dýharenské výrezy, trieda B a C stavebné rezivo, trieda D priemyselné drevo a vláknu a trieda F palivové drevo. Každá akostná trieda sa vizuálne posúdi pre každý hodnotený stojaci strom na základe výšky (dĺžky kmeňa) a vypočíta sa jej objem ako zrezaný kužeľ. Pre výpočet ekonomickej hodnoty stromu sa použijú lokálne trhové ceny dreva uvedených sortimentov.

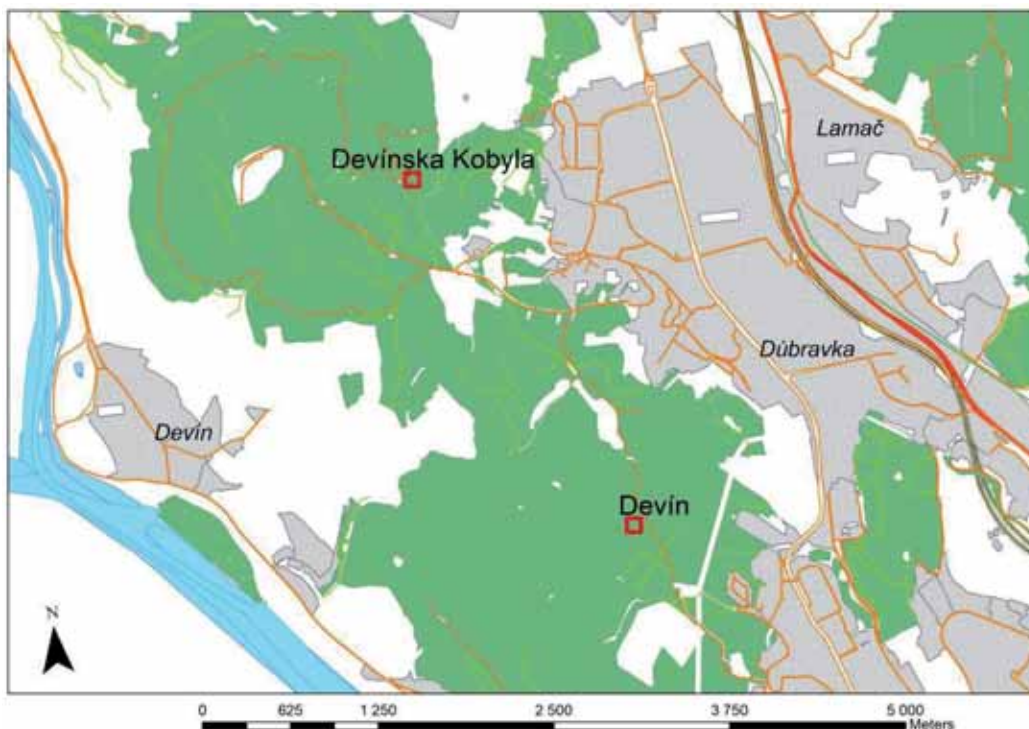
Pre pomery Slovenska sme na príklade prvých dvoch demonštračných plôch použili slovenské sortimentačné stromové rovnice (Petráš, Nociar 1990, Mecko, Petráš, Nociar 1993, Petráš, Mecko, Nociar 2007). Následne sa priradila akostná trieda I. ako A, II. ako B, IIIA a IIIB ako C, V ako D a VI ako F tak, aby boli výsledky sortimentácie použiteľné pre plochy Marteloscope.

Prvé demonštračné plochy Marteloscope na Slovensku

Ako už bolo spomenuté skôr, prvé dve demonštračné plochy Marteloscope sa založili koncom roka 2018. Umiestnili sa na lokalite Devínska Kobyla v správe štátneho podniku Lesy Slovenskej republiky, Lesná správa Bratislava (Obrázok 3). Nachádzajú sa tu lesy s veľmi vysokou návštevnosťou obyvateľov hlavného mesta Slovenska, ktoré sú v bezprostrednom okolí mestských častí Karlova Ves, Dúbravka, Devín a Devínska Nová Ves.

Jedná sa o lesy osobitného určenia podľa subkategórie c, čiže ide o prímestské lesy s významnou rekreačnou funkciou. Verejnosť tieto lesy každodenne intenzívne využíva na prechádzky, turistiku, beh, cyklistiku. Prvá plocha (**Devínska kobyla**) reprezentuje bukový porast s určitým podielom hrabu, agáta a ďalších drevín, druhá (**Devín**) predstavuje dubovo-hrabový porast s lipou a javorom.

Vytýčenie hraníc a dendrometrické zameranie stromov vrátane hodnotenia mikrohabitatov podľa katalógu sa uskutočnilo v novembri a decembri 2018, trvalé označenie stromov a stabilizácia hraníc sa kvôli priaznivejším poveternostným podmienkam dokončila na jar 2019. Práce realizovali experti z Národného lesníckeho centra, použila sa pritom progresívna technológia Field-Map.



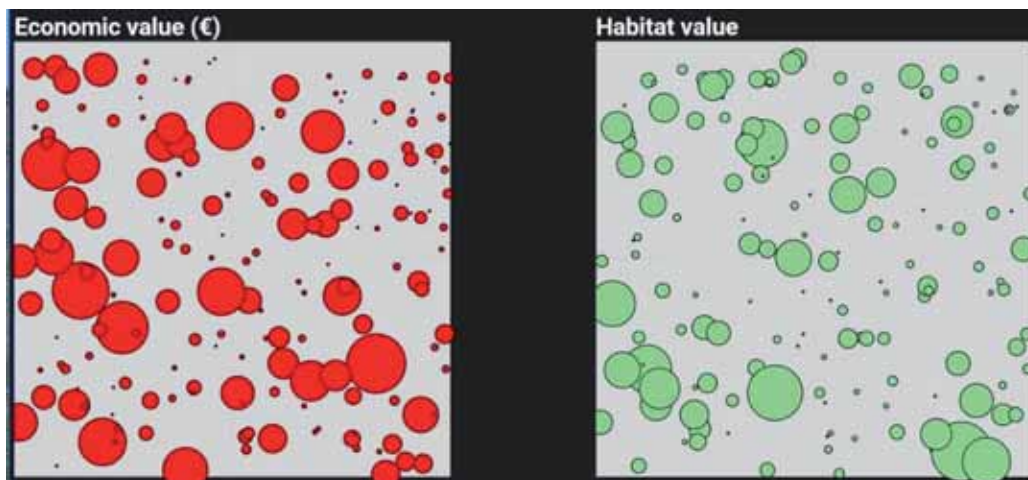
Obrázok 3. Umiestnenie Marteloskopových plôch Devínska Kobyla a Devín v lesoch nad Bratislavou.

Bukový porast je asi 100 ročný, dubový má podľa programu starostlivosti o lesy vyše 130 rokov. Nachádzajú sa na živných stanovištiach v nadmorskej výške okolo 300, resp. 340 m n. m, pôdy zastupujú najmä kambizeme. Celkový počet evidovaných stromov na ploche Devínska kobyla bol 203, stredná hrúbka 41 cm, porastová zásoba 500 m³ hrubiny bez kôry. Porast na ploche Devín bol hustejší, s celkovými počtom 410 evidovaných stromov, stredná hrúbka 34 cm a porastová zásoba 450 m³ hrubiny bez kôry.

Školenia, tréningové procesy a hodnotenie Marteloskopových plôch

Údaje získané z terénneho merania a hodnotenia sa vložili do programu *I+Trainer*. Ten slúži na praktickú ukážku výsledkov dendrometrických údajov pred meraním, teda východiskový stav porastov, výsledkov simulovaného výberu a výsledkov dendrometrických údajov porastu po zásahu.

Každá Marteloskopová plocha vytvára originálny virtuálny porast pozostávajúci z individuálne posudzovaných stromov. Práca s programom *I+Trainer* umožňuje pri tréningovom procese prostredníctvom subjektívneho simulovaného výberu jednotlivých stromov diskusie o výsledkoch výberu. Rôzne príklady výberu by mali lepšie poukázať na potenciálne rozdiely porastu z pohľadu plnenia ekosystémových služieb, ochrany prírody, hospodárskeho využitia drevnej hmoty, rekreácie, či ochrany biodiverzity. Tréning umožňuje nájsť optimálne pestovné opatrenia pre budúci vývoj porastu. Hlavný rozlišujúci prvok Marteloskopov oproti iným trvalým výskumným plochám spočíva v tom, že sa identifikuje a okamžite porovná ekonomická a ekologická (habitatová) hodnota na úrovni každého jednotlivého stromu a následne celého sledovaného porastu (obrázok 4).



Obrázok 4. Vizuálne porovnanie ekonomickej a ekologickej hodnoty zameraných stromov na ploche Devínska Kobyla v programe I+Trainer

Kým ekonomické vyhodnocovanie je v našich lesoch celkom bežné, ekologické vyhodnocovanie a habitatové ocenenie bolo doteraz zriedkavé. Marteloskop umožňuje realizovať diskusie zamerané na biodiverzitu a hľadanie konsenzu medzi ekonomickými a ekologickými funkciami lesa. Každý účastník školenia či tréningového procesu môže robiť výbery s následnou diskusiou. Je možné vyberať individuálne alebo v malých skupinách. Oba prístupy majú svoje výhody. Výhoda práce v skupinách umožňuje diskusiu priamo v procese výberu jednotlivých stromov, výber jednotlivcov sa porovnáva a diskutuje až po celkovom simulovanom zásahu. Cvičenia trvajú obvykle jednu až dve hodiny a sprevádza ich tréner. Program *I+Trainer* v tablete slúži na zaznamenanie výsledného rozhodnutia zainteresovaných účastníkov (obrázok 5).



Obrázok 5. Výsledky simulovaných zásahov po jednotlivých drevinách na ploche Devínska Kobyla v programe I+Trainer.

Vlastný výber jednotlivých stromov v poraste sa prezentuje cez stromové aj porastové parametre ako kruhová základňa, zásoba alebo výška, čo umožňuje lepšie pochopenie aj pre praktických lesných hospodárov s dlhoročnými skúsenosťami.

Marteloskopy pritom umožňujú vysokú variabilitu zásahov a rôzne úrovne tréningov. Účastník školenia či tréningu môže virtuálne skúšať aj rôzne scenáre obhospodarovania, napríklad aj nereálne alebo prehnané, na demonštráciu ich následkov. Môže to rozvrieť veľmi živú diskusiu priamo v lese na Marteloskopovej ploche. Názory na súčasný a budúci manažment vrátane objektov ochrany prírody ako je akumulácia odumretého dreva či výber habitatových stromov sa tak môžu testovať či formovať oveľa jednoduchšie.

Dôležité bude aj analyzovanie získaných výsledkov vo výskumoch zameraných na sociálne vedy, teda voľba výberu stromov podľa záujmov rôznych jednotlivcov či zainteresovaných skupín. Toto všetko by malo napomôcť k lepšiemu porozumeniu pri procese rozhodovania o lesoch a hospodárení v lesoch. Na druhej strane si však vedecký prístup vyžaduje určité požiadavky pre testovanie hypotéz ako výberový dizajn, objektivitu, porovnateľnosť, čo často nie je v súlade s výchovnou funkciou Marteloskopov. Napríklad podľa výskumu Pemmereninga et al. (2015), ktorí sa zaoberali výskumom ľudského správania pri výbere stromov v Marteloskopoch, prvé výsledky indikovali veľmi zriedkavú zhodu medzi rozličnými testovanými osobami, ktoré posudzovali ten istý porast.

Aké poznatky a skúsenosti nám vyplývajú zo založenia Marteloskopov?

Prvé poznatky zo založenia Marteloskopových plôch popri výhodách poukazujú aj na určité slabiny, riziká či nedostatky, ktoré bude treba doriešiť.

Zisťovanie kvality dreva a ekonomické zhodnotenie vzhľadom na záujmy lesného hospodárstva v rámci Marteloskopových plôch u nás nerobí žiadny problém. Otázne môže byť snáď zatriedčovanie do navrhnutých piatich sortimentačných tried (A, B, C, D, F) bez bližšej špecifikácie. No výsledkom je ocenenie jednotlivých stromov nastojato pri použití lokálnej ceny za m³ sortimentu, čo by prakticky aj pri upravenej sortimentácii neovplyvnilo konečný výsledok. Problém môže byť skôr potenciálne oceňovanie bez ohľadu na náklady na ťažbu, sústreďovanie a odvoz, ktoré môžu výrazne ovplyvniť celkovú ekonomickú efektívnosť. Toto sa podľa nášho názoru javí ako slabý prvok používanej metodiky.

Druhým problémom je snaha o objektivitu pri stanovení ekologickej hodnoty stromu. Bodovanie jednotlivých mikrohabitátov je vhodný spôsob objektívneho spôsobu výpočtu, problémom je však neurčitost v priradených bodoch. Prakticky sa mení podľa možnosti potenciálu prírodných lesov na vybranej lokalite – napríklad dutina v smrekovom poraste môže mať inú hodnotu ako v bučine. Výpočet realizuje softvér, pričom sme však nenašli podrobný spôsob výpočtu. Toto je rovnako ďalšou slabinou. *I+Trainer* je výborný nástroj na automatizované spracovanie, ale spôsob výpočtu musí byť zrejmy.

Diskutovať sa dá o navrhnutých mikrohabitátoch v počte 64. Niektoré sa zdajú byť z hľadiska veľkosti a umiestnenia celkom rozsiahle (napr. dutiny s celkovým počtom 20 čo tvorí takmer tretinu), kým iné, napríklad hniezda majú len 3 záznamy. Otázna je porovnateľnosť. Mnoho mikrohabitátov predstavuje určité poškodenie, niektoré sú zase výsledkom úplne prirodzeného procesu rastu (odumreté konáre), ktoré zväčša nijako neovplyvňuje manažment. Vytvorením číselníka a katalógu mikrohabitátov sa síce podarilo spustiť proces objektívnejšieho hodnotenia, ten si však aj na základe aktuálnych vedeckých poznatkov bude ďalej vyžadovať kritické diskusie o jeho správnosti, aktuálnosti a úplnosti a následné úpravy či doplnenia.

Ďalší tiež problém súvisí s predchádzajúcim. Ak sa aj podarí relatívne objektívne vypočítať bodové ohodnotenie, nie je vôbec zrejmé porovnanie ekonomickej a ekologickej hodnoty. Ekonomická hodnota je vyjadrená v eurách (zdôrazňujeme že zatiaľ nastojato bez nákladov na ťažbu, približovanie a odvoz), kým ekologická ja vyjadrená v bodoch. Príklad je na obrázku 5 pre lokalitu Devínska Kobyla. Vypočítaná ekonomická hodnota porastu s výmerou 1 ha je necelých 33 tisíc Eur,

vypočítaná ekologická hodnota je 4669 bodov. Priame porovnanie nie je možné a teda nie je jasné, aké je skutočné chápanie ekologickej a ekonomickej hodnoty. Možnosť konsenzuálnej zhody rôznych zainteresovaných subjektov by bola výrazne vyššia, ak by sa obe hodnotenia vyjadrovali v jednotnej miere.

Z hľadiska dlhodobého manažmentu možno považovať za problém zabezpečenie dostatočného počtu habitatových stromov aj do budúcnosti. Prirodzená tvorba mikrohabitátov si často vyžaduje dlhý čas, až niekoľko rokov, pritom je závislá od viacerých faktorov. Takéto stromy sa ťažko dajú vypestovať. Niektoré mikrohabitáty sa však dajú vyrobiť aj relatívne rýchlo. Na obrázku 6 vidíme ukážku z porastu v nemeckom Ebrachu (Bavorsko), kde sa umelo vytvorili dutiny v rubných bučinách navštevovaním kvalitných stromov, hoci ide len o hlúčky stromov v navrhnutej sieti 100 x 100 m. Je dôležité zvažovať výber potenciálnych vhodných stromov už od mladého veku obhospodarovaných porastov, teda po celú dobu rastu lesa.



Obrázok 6. Umelá tvorba kmeňových dutín, hlúčky v sieti 100 x 100 m (Ebrach, Nemecko).

Aké sú závery pre prax?

Pozitívny fakt je, že aj Slovensko sa zapojilo ku krajinám, v ktorých sa založili prvé Marteloskopové demonštračné plochy. Tie by mali slúžiť na lepšie porozumenie medzi hospodárskym pohľadom na les a pohľadom ochrany prírody, biodiverzity, a rôznych pohľadov verejnosti. Ide o veľkú príležitosť na informovanie a diskusie s verejnosťou, politikmi, médiami o princípoch trvalo udržateľného obhospodarovania lesov, o poskytovaní ekosystémových služieb.

Zatiaľ sa vykonal prvý krok, Marteloskopové plochy sa na dvoch lokalitách na Slovensku trvalo stabilizovali a označili. Nasledovať by mali terénne exkurzie, tréningy a školenia rôznych zainteresovaných skupín. V prvom rade pracovníkov v lesnom hospodárstve. Organizáciu takýchto podujatí by mal zabezpečovať miestny obhospodarovateľ lesa.

Aktuálne sa vybrali lokality, ktoré sú mimoriadne navštevované verejnosťou. Mala by na nich pokračovať diskusia, informovanie verejnosti o produkčných a mimoprodukčných funkciách lesov. Založili sa plochy v porastoch buka a duba, s prímiesou iných drevín. Hoci na Slovensku tvoria bučiny

v súčasnosti najväčší podiel, významnú funkciu majú aj ihličnaté porasty, najmä smrečiny, ale aj jedliny, boriny či porasty smrekovca. Ďalej porasty mäkkých listnáčov, cenných listnáčov. Bolo by vhodné založiť nasledujúce plochy aj v takýchto lesoch. Treba uvítať prípadný záujem nielen štátnych lesov, ale aj ostatných kategórií obhospodarovateľov, teda z verejných lesov mestských a obecných, vojenských, cirkevných, ale aj súkromných a lesov spoločenstiev. Vhodné by bolo využiť aj regionálne rozdiely. Ako bolo spomenuté skôr, tréning a simulácie si vyžaduje zaistiť minimálne na desať rokov bezzásahový režim, aby neskoršie školenia neboli ovplyvnené už uskutočnenými zásahmi. V našom prípade sa zvolili staršie porasty prichádzajúce do obnovy, no nevylučuje sa založenie ani v oveľa mladších porastoch vo výchove. Tu však treba pri jednotnom dizajne a 1 hektárovej veľkosti počítať s oveľa vyšším počtom stromov presahujúcich tisícku.

Dôležité je prezentovanie a ukazovanie príkladov, ako sa môže lesné hospodárstvo integrovať so záujmami ochrany prírody. V súčasnosti je u nás problém vnímania obhospodarovania lesov verejnosťou určite najproblematickejší za ostatné desaťročia. Príčiny sú v rozsiahlom výskyte abiotických negatívnych činiteľov, vo zvýšenom ataku podkôrneho hmyzu v smrekových porastoch, ale často aj v uplatňovanom menej vhodnom manažmente. Marteloskopy by mali ukázať pozitíva hospodárskeho využívania lesov pri zabezpečení ochrany prírody a biodiverzity.

Zachovanie a ponechanie niekoľkých stromov s vysokou prírodoochrannou hodnotou aj v bežnom hospodárskom lese môže síce negatívne ovplyvniť maximálne ekonomické zhodnotenie, ale naopak pozitívne ovplyvňuje biodiverzitu a zabezpečuje vhodné životné podmienky pre množstvo živočíchov či rastlín. Názory verejnosti na obhospodarovanie lesov sú rôzne, pri hľadaní konsenzu je však vhodné vychádzať z jednoznačných a objektívnych údajov. Hoci ich uplatnenie už môže byť ovplyvnené určitým stupňom subjektivity.

Zhrnutie

Marteloskopy sú multifunkčné vzdelávacie nástroje, ktoré môžu vytvoriť lepšie pochopenie usmerňovaného obhospodarovania lesa odbornou i laickou verejnosťou. Boli vyvinuté ako didaktické pomôcky pre virtuálny výber stromov pre rôzne zainteresované skupiny nielen z oblasti lesníctva, ale aj ochrany prírody.

V príspevku sme uviedli základné informácie. Prezentuje sa spôsob ekonomického a ekologického hodnotenia porastu. Na školeniach, tréningoch a kurzoch sa využije simulovaný výber stromov prostredníctvom program *I+Trainer*, ktorý okamžite po výbere jednoducho porovná výsledky. Výsledný stav demonštruje rozdielne návrhy, ktoré sa prejavujú na stave porastu po virtuálnom zásahu. Výsledky je možné ľubovoľne opakovať a dokonca voliť aj extrémne alebo nereálne scenáre. Napriek mnohým výhodám však upozorňujeme aj na aktuálne riziká, nedostatky či problémy, ktoré by bolo potrebné do budúcnosti riešiť.



Obrázok 7. Bukový porast s trvalo označenými stromami na marteloskopovej ploche Devínska Kobyla.



Obrázok 8. Dubový porast s trvalo označenými stromami na marteloskopovej ploche Devín

Ukážky mikrohabitátov



CV12 – dutiny na kmeni, priemer 5 - 6 cm



EP35 – epifyty, imelo



CV41 – dutiny na báze kmeňa nad 3 cm



GR12 – dutiny pri koreňových nábehoch

Použitá literatúra

1. Bruciamacchie, M. 2006. Le marteloscope, un outil pour apprendre la gestion durable – exemple d'évaluation de différents scénarios au marteloscope de Zittersheim (Vosges du Nord). In: Valauri D, André J, Dodelin B, Eynard Machet R, Rambaud D, editors. Bois mort et r cavités – une clé. pour des forêts vivantes. Paris: Lavoisier. pp. 237–252
2. Kraus, D., Büttler, R., Krumm, F., Lachat, T., Larrieu, L., Mergner, U., Paillet, Y., Rydkvist, T., Schuck, A., and Winter, S. 2016. Catalogue of tree microhabitats – Reference field list. Integrate+ Technical Paper 13. 16 p
3. Kraus, D., Schuck, A., Krumm, F., Büttler, R., Cosyns, H., Courbaud, B., Larrieu, L., Mergner, U., Pyttel, P., Varis, S., Wilhelm, G., Witz, M., Zenner, E., Zudin, S., 2018: Seeing is building better understanding - the Integrate+ Marteloscopes. Integrate+ Technical Paper 26 (3).
4. Mecko, J., Petráš, R., Nociar, V., 1994: Konštrukcia nových stromových sortimentačných tabuliek pre smrekovec, hrab a brezu. Lesnícky časopis, 39, 1993, č. 3, s. 209 - 221.
5. Petráš, R., Mecko, J., Nociar, V., 2007: Modely kvality surového dreva stromov topoľových klonov. Lesnícky časopis - Forestry Journal, 53, č. 2, s. 83-97

6. Petráš, R., Nociar, V., 1990: Nové sortimentačné tabuľky hlavných listnatých drevín. Lesnícky časopis, 36, č. 6, s. 535 – 552
7. Pommerening, A., Vítková, L., Zhao, X., Pallarés Ramos, C. 2015. Towards Understanding Human Tree Selection Behaviour. Forest Facts - Results from the Swedish University of Agricultural Sciences. Nr. 9 2015. 6 p.
8. Puettmann K., Coates D., Messier C. 2009. A critique of silviculture: managing for complexity. Island Press, Washington, 200 p.
9. Schuck, A., Kraus, D., Krumm, F., Held, A., Schmitt, H., 2015. Integrate+ Martelosopes – Calibrating silvicultural decision making. Integrate+ Technical Paper No. 1. 12 p

Adresa autora:

Ing. Vladimír Šebeň, PhD.

Národné lesnícke centrum – Lesnícky výskumný ústav Zvolen

T. G. Masaryka 22, 960 01 Zvolen

vladimir.seben@nlcsk.org

INTERAKTÍVNY ATLAS BIOTICKÝCH ČINITELOV OVPLYVŇUJÚCICH ZDRAVOTNÝ STAV LESNÝCH DREVÍN

Milan Zúbrik, Andrej Kunca, Jozef Vakula, Christo Nikolov, Slavomír Rell, Juraj Galko, Roman Leontovyč, Andrej Gubka

Národné lesnícke centrum – Lesnícky výskumný ústav Zvolen

POPULARIZAČNÉ AKTIVITY LESNÍCKEJ OCHRANÁRSKEJ SLUŽBY

Lesnícka ochránárska služba (LOS) vykonáva kontrolnú, prognostickú a expertízu činnosť z problematiky ochrany lesa, navrhuje opatrenia na zlepšenie zdravotného stavu v lesoch a zvládnutie kalamitných situácií. Okrem poradenskej a expertíznej činnosti sa venuje aj popularizácii problematiky ochrany lesa a vzdelávaniu v oblasti ochrany lesa.

Od roku 2000 vydáva odborné publikácie zamerané na identifikáciu škodlivých činiteľov (najmä hmyzu a húb) a všeobecnú ochranu lesa.

Zoznam atlasov a odborných kníh doteraz publikovaných LOS (obr. 1):

1. Kunca, A., Zúbrik, M., Novotný, J. a kol., 2007: Škodlivé činitele lesných drevín a ochrana pred nimi. 1. vyd. Zvolen : Národné lesnícke centrum, 208 s. ISBN 978-80-8093-048-6
2. Niesar, M. Zúbrik, M., Kunca, A. 2013. Waldschutz im Klimawandel: Wie bleiben unsere Wälder vital? - Münster: Landsbetrieb Wald und Holz NRW, 202 s.
3. Novotný, J., Varínsky J., a kol., 2003: Ochrana lesa. Ústav pre výchovu a vzdelávanie pracovníkov LVH SR Zvolen, 145 s. ISBN 80-89100-03-1
4. Novotný, J., Zúbrik, M. (ed.), 2000: Biotické škodcovia lesov Slovenska. Lesnícka sekcia MP SR, Gerlach Slovakia, 206 s. ISBN 80-967541-1-4
5. Novotný, J., Zúbrik, M. (ed.), 2004: Biotické škodcovia lesov Slovenska. Polnochem a. s. 206 s. ISBN: 80-969093-2-0
6. Vakula, J., Zúbrik, M., Kunca, A. a kol., 2015: Nové metódy ochrany lesa. NLC, Zvolen, 292 s. ISBN 978-80-8093-191-9.
7. Zúbrik, M., Kunca A., Csoka, G. (ed.), 2013: Insectes ravageurs et maladies des arbres et arbustes d'Europe. Napédition, Paris, 535 s. ISBN 978-2-913688-17-9
8. Zúbrik, M., Kunca A., Csoka, G. (ed.), 2013: Insects and Diseases damaging trees and shrubs of Europe. Napédition, Paris, 535 s. ISBN 9782913688186
9. Zúbrik, M., Kunca, A., 2011: Hmyz a huby našich lesov: atlas škôd na drevinách spôsobených hmyzmi a hubovými škodlivými činiteľmi. Národné lesnícke centrum, Zvolen, 200 s. ISBN 978-80-8093-143-8
10. Zúbrik, M., Kunca, A., Novotný, J., 2008: Hmyz a huby : atlas poškodení lesných drevín. NLC – LVÚ Zvolen, 178 s. 978-80-8093-044-8
11. Zúbrik, M., Novotný, J. (ed.), 2000: Kalendár ochrany lesa. Gerlach Slovakia, 94 s. ISBN 80-967541-2-2
12. Zúbrik, M., Novotný, J. (ed.), 2004: Kalendár ochrany lesa. Polnochem a. s., 94 s. ISBN 80-969093-3-9

NOVÉ PUBLIKÁCIE Z PRODUKČIE LOS

13. Zúbrik, Kunca a kol. 2019: Hmyz a huby: atlas poškodení lesných drevín. II. doplnené vydanie. 240 s., pripravuje sa, **NOVINKA!**

V roku 2019, po 11 rokoch od vydania knižky *Hmyz a huby: atlas poškodení lesných drevín*, plánuje LOS vydať druhé, doplnené vydanie tejto úspešnej publikácie (obr. 2). Kniha je doplnená o nové druhy škodcov a o nové porovnávacie tabule. Boli doplnené niektoré druhy škodcov, ktoré sa v roku 2008 ešte na území Slovenska nevyskytovali, resp. ktoré neboli tak významné ako sú dnes. Kniha je určená špecialistom, odborným lesným hospodárom, lesníkom, študentom ale aj všetkým ostatným, ktorí sa zaujímajú o les. Má im pomôcť identifikovať príčiny poškodenia lesných drevín, pričom sa zameriava na spôsobenie dvoch veľmi významných skupín – hmyzu a húb. Kniha je výsledkom dlhodobej, cieľavedomej práce zameranej na získavanie informácií a fotografického materiálu o lesných škodcoch.



Obrázok 1. Od roku 2000 do roku 2019 vydalo pracovisko Lesníckej ochrannárskej služby celkom 12 publikácií týkajúcich sa ochrany lesa. V roku 2019 plánuje vydať ďalšie 2 publikácie.



Obrázok 2. Publikácie *Hmyz a huby: atlas poškodení lesných drevín* a *Invázne a nepôvodné druhy v lesoch Slovenska: hmyz, huby, rastliny*.

Dúfame, že tento farebný atlas pomôže odborníkom pri hľadaní riešení ochranárskych problémov a bude rovnako užitočný aj pre laikov, ktorí sa chcú dozvedieť, čo je príčinou poškodenia dreveniny v záhrade, parku alebo v lese.

Publikácia je doplnená o cca 20 porovnávacích tabulí (ktoré v predchádzajúcej verzii neboli), kde môže čitateľ nájsť odpoveď na otázky vznikajúce pri prvotnej determinácii škodcov. Počet fotografií je zvýšený na cca 1800 a počet popísaných druhov na cca 500, pričom na farebných fotografiách je vyobrazený ich vzhľad a symptómy poškodení. Fotografie sú doplnené krátkymi opismi druhov. Kniha čitateľovi pomôže ako rozpoznať jednotlivé druhy škodcov.

14. Galko, J., Zúbrik, M. a kol., 2018: Invázne a nepôvodné druhy v lesoch Slovenska: hmyz, huby, rastliny. Národné lesnícke centrum, Zvolen, 140 s. pripravuje sa, **NOVINKA!**

Knižka *Invázne a nepôvodné druhy v lesoch Slovenska: hmyz, huby, rastliny* (obr. 2) je prvou svojho druhu z produkcie LOS zameraná výlučne na invázne druhy rastlín, hmyzu a húb. Je zameraná na mapovanie nebezpečných, nepôvodných druhov škodcov v lesoch Slovenska. Jej vydanie sa plánuje v roku 2019.

Celkom sa tak počet publikácií vydaných LOS za posledných cca 20 rokov zvýši na 14, čo svedčí o tom, že LOS venuje otázke propagácie, popularizácie a vzdelávaniu značnú pozornosť. Uvedené publikácie sú dobrou pomôckou aj v procese celoživotného vzdelávania lesníckych odborníkov, napríklad pri vzdelávaní v rámci školení odborných lesných hospodárov.

INTERAKTÍVNY ATLAS BIOTICKÝCH ČINITELOV OVPLYVŇUJÚCICH ZDRAVOTNÝ STAV LESNÝCH DREVÍN

Vzhľadom na stále rastúci záujem verejnosti o internetové aplikácie, Lesnícka ochranná služba Banská Štiavnica pripravila projekt internetového atlasu škodcov drevín. Atlas je určený majiteľom lesov, správcom a obhospodarovateľom lesov, správcom parkov a mestskej zelene, majiteľom okrasných a úžitkových záhrad, distribútorom a predajcom okrasnej zelene, študentom a všetkým tým, ktorí majú radi les a prírodu. Atlas je zameraný na biotické škodlivé činitele napádajúce dreviny a kry, nie len v lese, ale aj v záhradách, parkoch, mestskej zeleni či v ovocných sadoch. Má pomôcť identifikovať príčinu poškodenia a poskytnúť niekoľko základných informácií o činiteľovi ovplyvňujúcom zdravotný stav stromu.

Atlas je umiestnený na adrese **www.skodcoviadrevin.sk**. Atlas momentálne obsahuje 410 druhov najdôležitejších škodcov drevín a krov. Z toho je 247 druhov hmyzu a 134 druhov hubových ochorení. Z celkového počtu 410 druhov je celkom 40 klasifikovaných ako invázne druhy alebo druhy nebezpečné, ktorých výskyt sa na Slovensku dá očakávať v blízkej budúcnosti. Druhy sú v atlase prehľadne zoradené podľa abecedy (slovenské názvy aj latinské názvy). Dajú sa jednoducho filtrovať podľa zvolených parametrov. Záujemcovia si tak jednoducho môžu vytriediť tie druhy, ktoré s najväčšou pravdepodobnosťou spôsobili poškodenie, pričom je potrebné poznať druh stromu a miesto poškodenia.

Karta každého škodcu obsahuje stručný opis druhu, symptóm, ohrozené dreviny, miesto poškodenia, významnosť, kategóriu škodcu, to, či druh bol alebo nebol zistený na Slovensku a informáciu, či sa jedná alebo nejedná o invázny druh. Každý druh obsahuje jednu alebo viacero fotografií.

Jednou z hlavných devíz atlasu je to, že sa dá využiť na mapovanie škodcov. Počet záznamov každoročne stúpa. Atlas slúži aj na to, aby záujemcovia požiadali špecialistov o identifikáciu príčiny poškodenia stromov. V roku 2018 bolo zaevidovaných cca 60 dotazov, v roku 2019 je zaevidovaných takmer 100, týkajúcich sa určenia pôvodcu poškodenia. Tým, že záujemca zadá dotaz cez tento systém a vloží súradnice výskytu škodcu, umožní aj ostatným záujemcom zistiť, kde sa tento druh vyskytuje. Pomôže tak aj ostatným včasným varovaním pred výskytom škodlivých druhov!

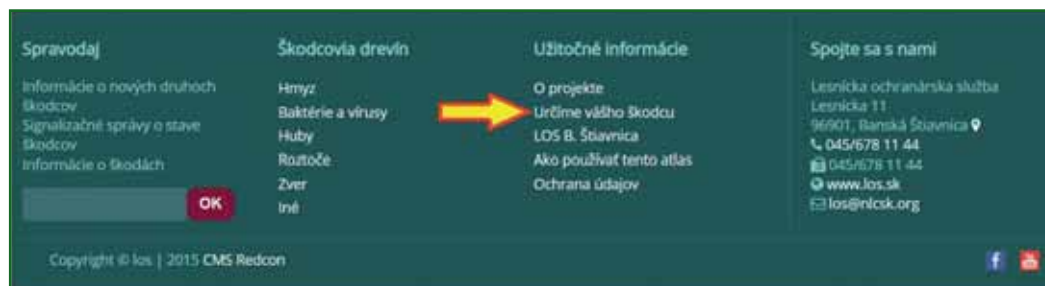
Návod na mapovanie (alebo požiadavka na determináciu) na stránke www.skodcoviadrevin.sk

Ak záujemca nájde na svojej záhrade, v lese alebo v prírode hmyz, hubu alebo poškodenie stromu a z akéhokoľvek dôvodu by chcel vedieť čo je jeho príčinou, má možnosť bezplatne sa obrátiť na odborníkov, ktorí sa pokúsia na základe zaslaných informácií určiť príčinu poškodenia a v primeranom čase túto informáciu zaslať na email záujemcu.

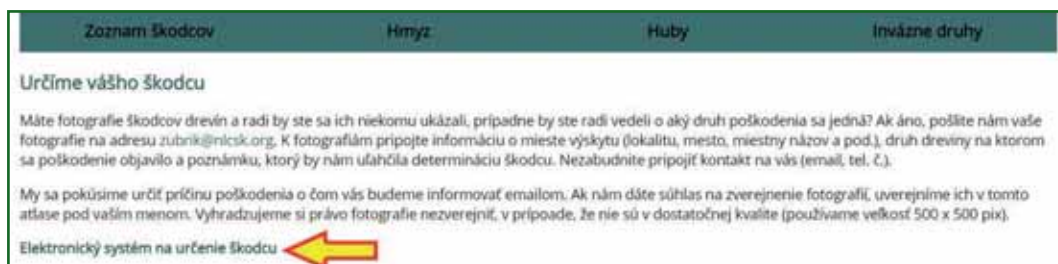
Je potrebné vziať na vedomie, že špecialisti, ktorí determinujú problém, sa zaoberajú poškodením drevín a krov. Z uvedených dôvodov sa nevedia vyjadriť relevantne napríklad k problematike škôd na ovocí, zelenine alebo na izbových rastlinách, kam smeruje časť dotazov. Taktiež je prakticky nemožné poznať všetky druhy hmyzu alebo húb, ktorých žijú na Slovensku tisíce. Správcovia stránky sa venujú výlučne škodcom. Preto napríklad z približne 600 druhov hmyzu žijúceho na dube, sú schopní identifikovať približne 100 – 200 druhov – tie, ktoré môžu mať priamy dosah na zdravotný stav dreviny.

Krok č. 1.

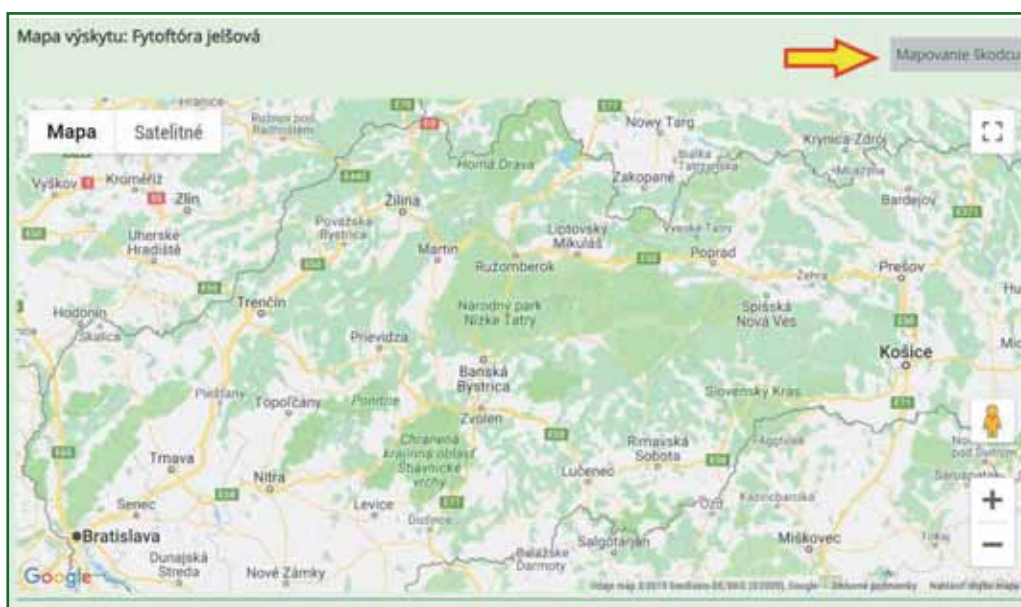
V najspodnejšej časti stránky, na adrese www.skodcoviadrevin.sk, sa nachádza text „Určíme vášho škodcu“. Po kliknutí na tento text sa záujemca dostane na stránku <http://www.skodcoviadrevin.sk/uzitocne-informacie/urcime-vasho-skodcu>.

**Krok č. 2.**

Na stránke „<http://www.skodcoviadrevin.sk/uzitocne-informacie/urcime-vasho-skodcu>“ sa po kliknutí na odkaz „Elektronický systém na určenie škodcu“, dostane na stránku „<http://www.skodcoviadrevin.sk/urcime-skodcu>“.



Proces mapovania resp. identifikácie škodcu môže začať aj na stránke ktoréhokoľvek škodcu, kde sa v pravom rohu nad mapou nachádza tlačidlo „Mapovanie škodcu“.



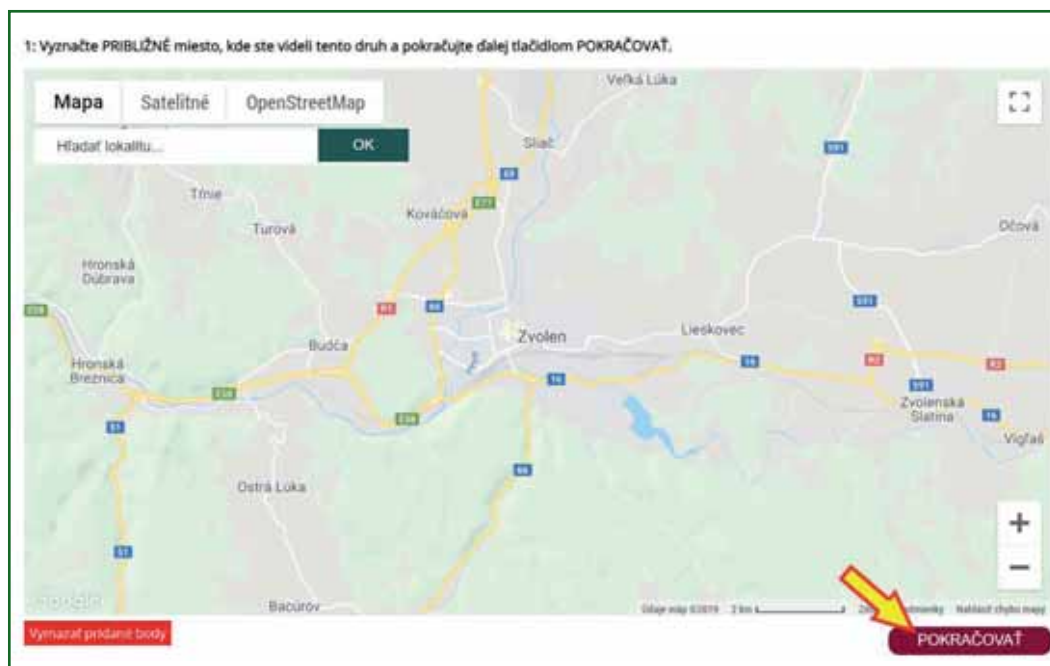
Krok č. 3. Vložte miesto výskytu

Vyznačením miesta výskytu na interaktívnej mape, kde bol inkriminovaný problém zistení, pomôžete aj ostatným zistiť, kde sa takýto škodca alebo problém nachádza. Ak budú podobne postupovať aj ostatní, vytvorí sa po čase obraz o tom, kde sa uvedený škodca vyskytuje vo zvýšenej frekvencii a majitelia lesov a iných pozemkov so stromami budú môcť realizovať včas potrebné opatrenia.

Predpokladá sa, že škodca nie je známy a návštevník stránky má záujem o identifikáciu. V prípade, že škodcu pozná (alebo má pocit, že vie o akého škodcu sa jedná), postupuje rovnako a neskôr v komentári uvedie, že nemá záujem o identifikáciu.

Kliknutím do mapy sa označí miesto kde sa problém objavil. Je možné kliknúť aj na viacero miest postupne. Ak bol nájdený rovnaký problém, napríklad cestou zo Zvolena do Košíc, môžu byť vyznačené všetky miesta, kde bol škodca zistený, a to tak, že sa jednoducho klikne do mapy na zvolené miesto. Systém si zapamätá všetky súradnice a priradí ich ako miesto výskytu tomu škodcovi, ktorý je mapovaný.

Po označení miesta výskytu je možné pokračovať kliknutím na tlačidlo „Pokračovať“.



Krok č. 4. Vložte fotografiu

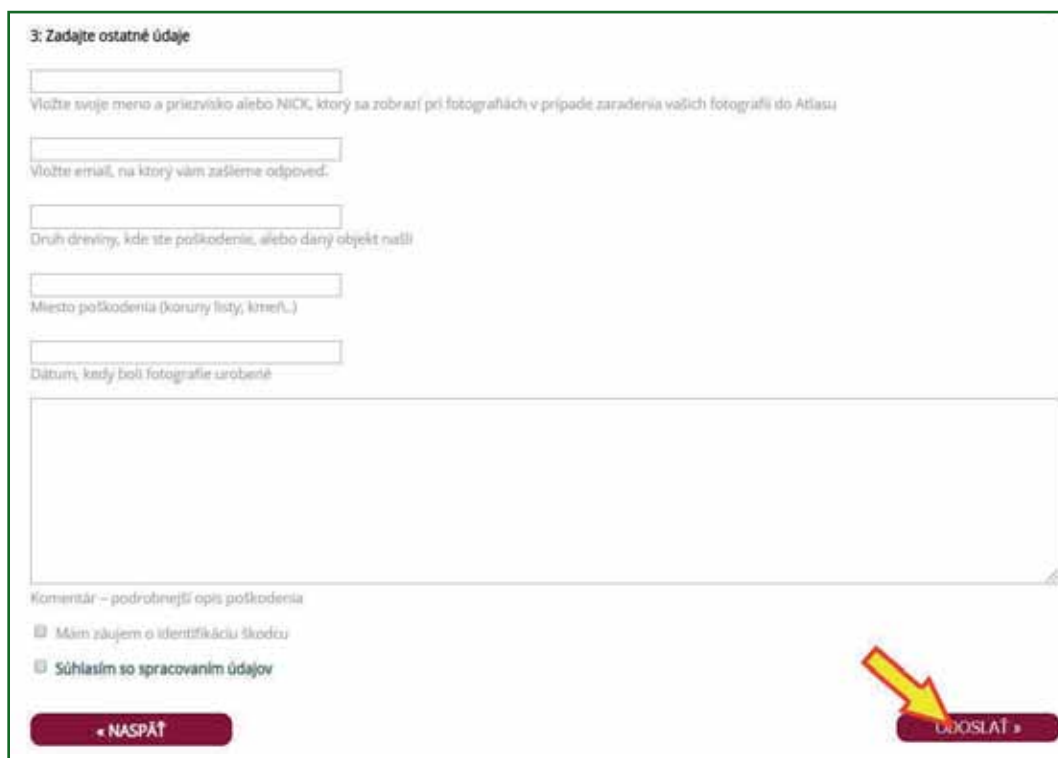
Po kliknutí na text „Vybrať fotografie“ môžu byť vložené fotografie z počítača, pričom je potrebné si na pravej strane stránky prečítať obmedzenia, ktoré pritom musia byť dodržané.

Je vhodné a žiadúce, aby boli zasielané fotografie len jedného typu poškodenia. Ak by bol nájdený na tom istom mieste na liste stromu neznámy chrobák a zároveň na vedľajšom liste iný chrobák, musia byť nahraté len fotografie jedného z nich. Ak má užívateľ záujem o identifikáciu oboch druhov, tak pre determináciu druhého druhu musí byť začatý celý proces od začiatku, vrátane nahratia fotografií.

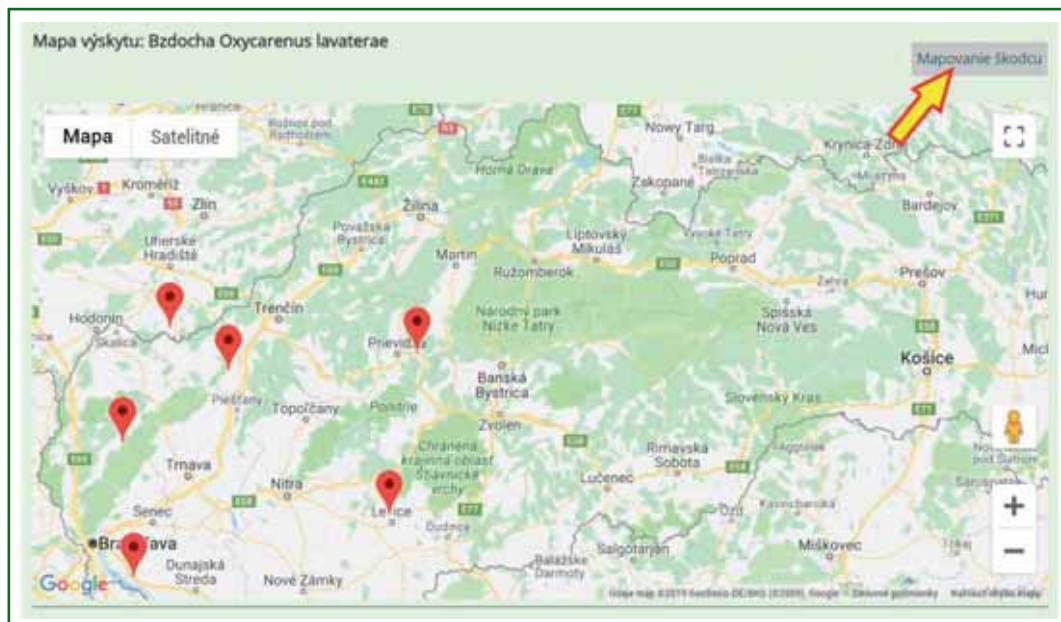


Krok 5. Odošlite na posúdenie

Na záver musí byť vložené meno alebo pseudonym (nik) toho kto škodcu vložil do systému a musia byť uvedené ďalšie informácie, ktoré pomôžu špecialistom vybaviť zaslanú požiadavku. Potom môže byť požiadavka odoslaná stlačením tlačidla „Odoslať“.



Týmto sa proces vkladania fotografie alebo mapovania výskytu škodcu skončil. Slovo následne dostanú špecialisti z LOS, ktorí dotaz spracujú a informáciu o výsledku dostane záujemca emailom. V prípade, že bol do systému vložený druh, ktorý sa už v internetovom atlase nachádzal a špecialista potvrdil, že je tomu tak, fotografie škodcu a lokality výskytu sa zobrazia na interaktívnej mape, na stránke uvedeného škodcu. Tým sa pomohlo ostatným lokalizovať výskyt škodcu.



Obrázok 3. Dotazy návštevníkov atlasu nám všetkým pomáhajú identifikovať priestorové rozšírenie škodcov lesa. Na obrázku je mapa invázneho druhu *Oxycarenus lavaterae* s lokalitami výskytu vygenerovaná na základe mapovania užívateľov atlasu. Vpravo hore je tlačidlo „mapovanie škodcu“, ktoré sa dá použiť na vloženie súradníc a fotografie tak, ako je opísané vyššie.

Projekt internetového atlasu vznikol v roku 2015. Za toto obdobie si získal množstvo priaznivcov. Denne stránku navštívi počas letného obdobia cca 200 unikátnych návštevníkov, v zimných mesiacoch potom počet klesá na cca 30 – 50 návštevníkov (obr. 4). Medzi najviac vyhľadávané informácie za posledný pol rok patria tie o mniške veľkohlavej, bzdoche *Oxycarenus lavaterae*, cifruši bezkrídlej, víjačke krušpánovej, liskavke *Melasoma vigintipunctata*, chrústovi obyčajnom, lykožrútovi smrekovom, obrubnici americkej a lienke východnej.

Veríme, že tento internetový projekt, ktorý je súčasťou systému e-los, budovaného pracoviskom LOS v Banskej Štiavnici, pomôže záujemcom rozpoznať príčinu poškodenia stromov a kríkov aj v budúcnosti. Záujemcovia, ktorí majú záujem umiestniť na stránke reklamu, kontaktujte administrátora stránky na adrese zubrik@nlcsk.org. Tešíme sa na príspevky.



Obrázok 4. Denná návštevnosť stránky www.skodcoviadrevin.sk za posledných 5 mesiacov.



Obrázok 5. V prvom polroku 2019 patrili medzi najžiadanejšie informácie o mníške veľkohlavej.



*Obrázok 6. Veľmi dôležitou úlohou tohoto systému je mapovanie výskytu inváznych organizmov. Zmapovali ste napríklad výskyt druhu *Aproceros leucopoda* na breste.*

Použitá literatúra

1. Galko, J., Zúbrik, M. a kol., 2018: Invázne a nepôvodné druhy v lesoch Slovenska: hmyz, huby, rastliny. Národné lesnícke centrum, Zvolen, 140 s. pripravuje sa
2. Kunca, A., Zúbrik, M., Novotný, J. a kol., 2007: Škodlivé činitele lesných drevín a ochrana pred nimi. 1. vyd. Zvolen : Národné lesnícke centrum, 208 s. ISBN 978-80-8093-048-6
3. Niesar, M. Zúbrik, M., Kunca, A. 2013. Waldschutz im Klimawandel : Wie bleiben unsere Wälder vital? - Münster: Landsbetrieb Wald un Holz NRW, 202 s.
4. Novotný, J., Varínsky J., a kol., 2003: Ochrana lesa. Ústav pre výchovu a vzdelávanie pracovníkov LVH SR Zvolen, 145 s. ISBN 80-89100-03-1
5. Novotný, J., Zúbrik, M. (ed.), 2000: Biotickí škodcovia lesov Slovenska. Lesnícka sekcia MP SR, Gerlach Slovakia, 206 s. ISBN 80-967541-1-4
6. Novotný, J., Zúbrik, M. (ed.), 2004: Biotickí škodcovia lesov Slovenska. Polnochem a. s. 206 s. ISBN: 80-969093-2-0
7. Vakula, J., Zúbrik, M., Kunca, A. a kol., 2015: Nové metódy ochrany lesa. NLC, Zvolen, 292 s. ISBN 978-80-8093-191-9
8. Zúbrik, Kunca a kol. 2019: Hmyz a huby : atlas poškodení lesných drevín. II. doplnené vydanie. 250 s., pripravuje sa
9. Zúbrik, M., Kunca A., Csoka, G. (ed.), 2013: Insectes ravageurs et maladies des arbres et arbustes d'Europe. Napédition, Paris, 535 s. ISBN 978-2-913688-17-9
10. Zúbrik, M., Kunca A., Csoka, G. (ed.), 2013: Insects and Diseases damaging trees and shrubs of Europe. Napédition, Paris, 535 s. ISBN 9782913688186
11. Zúbrik, M., Kunca, A., 2011: Hmyz a huby našich lesov: atlas škôd na drevinách spôsobených hmyzími a hubovými škodlivými činiteľmi. Národné lesnícke centrum, Zvolen, 200 s. ISBN 978-80-8093-143-8
12. Zúbrik, M., Kunca, A., Novotný, J., 2008: Hmyz a huby: atlas poškodení lesných drevín. NLC – LVÚ Zvolen, 178 s. 978-80-8093-044-8
13. Zúbrik, M., Novotný, J. (ed.), 2000: Kalendár ochrany lesa. Gerlach Slovakia, 94 s. ISBN 80-967541-2-2
14. Zúbrik, M., Novotný, J. (ed.), 2004: Kalendár ochrany lesa. Polnochem a. s., 94 s. ISBN 80-969093-3-9

Adresa autorov:

**Ing. Milan Zúbrik, PhD.; Ing. Andrej Kunca, PhD.; Ing. Jozef Vakula, PhD.;
Ing. Christo Nikolov, PhD.; Ing. Slavomír Rell; Ing. Juraj Galko, PhD.;
Ing. Roman Leontovyč, PhD.; Ing. Andrej Gubka, PhD.**

Národné lesnícke centrum – Lesnícky výskumný ústav Zvolen

Stredisko lesníckej ochrannárskej služby, Lesnícka 11, 969 23 Banská Štiavnica

e-mail: Meno.Priezvisko@nlcsk.org

EDITORIÁL

Publikácia, ktorú držíte v rukách je výsledkom práce zamestnancov Národného lesníckeho centra a svojim obsahom prezentuje výsledky ich viacročnej činnosti. Cieľom Ministerstva pôdohospodárstva a rozvoja vidieka Slovenskej republiky je odbornej lesníckej verejnosti, vlastníkom lesov, ako aj záujmovej verejnosti predstaviť možnosti využitia výsledkov prác Národného lesníckeho centra tak, aby získané informácie mohli čitatelia hneď uplatniť vo svojej činnosti. Ministerstvo pôdohospodárstva a rozvoja vidieka Slovenskej republiky považuje túto formu poskytovania informácií za priame poradenstvo pre odbornú a záujmovú verejnosť a za aktuálne poradenstvo pre profesionálnych lesníkov, najmä odborných lesných hospodárov a obhospodarovateľov lesa.

Knižná forma publikácie „Výstupy NLC pre lesnícku prax“ je len jednou zo súčastí priameho poradenstva, o ktoré sa Ministerstvo pôdohospodárstva a rozvoja vidieka Slovenskej republiky v spolupráci s Národným lesníckym centrom už dlhodobo, nielen v roku 2019 snaží. Informácie o všetkých doteraz vydaných odborných publikáciách sú pre verejnosť prístupné na stránke www.forestportal.sk v časti „lesné hospodárstvo / odborné vzdelávanie / odborné publikácie“, z ktorých mnohé, v prípade záujmu sú voľne stiahnuteľné. Vzhľadom na skutočnosť, že vznik tejto publikácie bol financovaný z verejných zdrojov, tiež bude na „forestportáli“ zverejnená a voľne stiahnuteľná.

Predpokladám, že po oboznámení sa s obsahom tejto publikácie čitatelia ocenia nielen poskytnutie najaktuálnejších poznatkov prezentovaných v tej – ktorej téme, ale aj možnosť prakticky si overiť na svojom záujmovom území funkčnosť niektorých výstupov, či už ide o webový informačný systém na hodnotenie stavu porastov, alebo o interaktívny atlas škodcov lesných drevín. Keďže obsah publikácie bol tvorený tak, aby aj ostatné témy mohli dať čitateľovi najnovšie informácie verím, že pre profesionálnych lesníkov bude táto publikácia jedným z podkladov pre rozhodovanie o budúcnosti obhospodarovaného lesa.

Ing. Erik Rozkopál

Ministerstvo pôdohospodárstva a rozvoja vidieka SR

ISBN 978 - 80 - 8093 - 279 - 4



9 788080 493279 4