



MINISTERSTVO
PŮDOHOSPODÁŘSTVA
A ROZVOJA VIDIEKA
SLOVENSKEJ REPUBLIKY



VÝSTUPY NLC PRE LESNÍCKU PRAX III





MINISTERSTVO
PÔDOHOSPODÁRSTVA
A ROZVOJA VIDIEKA
SLOVENSKEJ REPUBLIKY



VÝSTUPY NLC PRE LESNÍCKU PRAX III

Táto publikácia je výstupom úlohy riešenej v rámci kontraktu č. 370/2020/MPRVSR-710 uzavretom medzi Ministerstvom pôdohospodárstva a rozvoja vidieka Slovenskej republiky a Národným lesníckym centrom.

Zostavovateľ: Národné lesnícke centrum
– Ústav lesníckeho poradenstva a vzdelávania Zvolen

Vydalo: Národné lesnícke centrum
Náklad: 500 výtlačkov
Rozsah: 70 strán
Grafická úprava: Alexandra Košťalová
Tlač: Popradská tlačiareň, vydavateľstvo s.r.o
Vydanie: Prvé

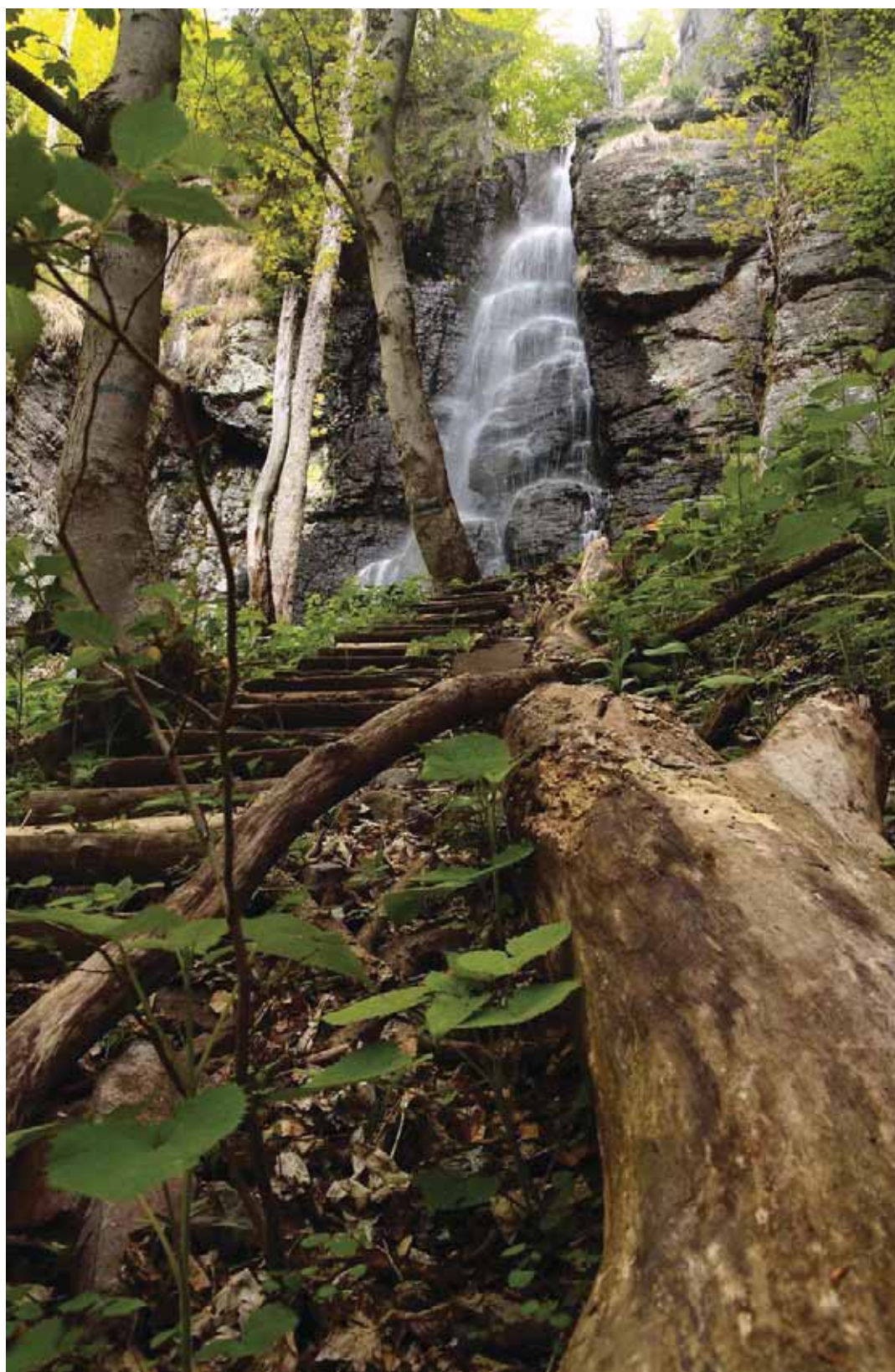
Rukopis neprešiel jazykovou úpravou.

© Národné lesnícke centrum, Zvolen 2021

ISBN 978 - 80 - 8093 - 324 - 1
EAN 9788080933241

OBSAH

PREDSLOV	5
<i>Peter Balogh</i>	
PRIORITA ŤAŽBY	6
<i>Milan Machanský</i>	
IMPLEMENTÁCIA PRAVIDIEL A POUŽITIE DRONOV V LESNÍCKEJ PRAXI	18
<i>Juraj Galko, Andrej Kunca</i>	
ZHODNOTENIE STAVU LESOV NA POKALAMITNOM ÚZEMÍ TATRANSKÉHO NÁRODNÉHO PARKU 15 ROKOV OD VZNIKU VETROVEJ DISTURBANCIE „ALŽBETA“	27
<i>Vladimír Šebeň, Bohdan Konôpka</i>	
IDENTIFIKÁCIA, KVANTIFIKÁCIA A INVENTARIZÁCIA DREVNEJ BIOMASY MIMO LESNÝCH POZEMKOV POMOCOU KOMBINÁCIE RADAROVÝCH A MULTISPEKTRÁLNYCH SATELITNÝCH SNÍMOK	41
<i>Tomáš Bucha, Ivan Barka, Ivan Sačkov, Jozef Pajčík, Maroš Sedliak</i>	
LESNÍCKA TYPOLÓGIA A JEJ VÝZNAM PRI PLÁNOVANÍ DREVINOVÉHO ZLOŽENIE LESOV SLOVENSKA	56
<i>Ľudovít Vaško, Marek Garčár</i>	



PREDSLOV

Vážení čitatelia,

práve držíte v rukách už tretie pokračovanie publikácie „Výstupy NLC pre lesnícku prax“, ktoré je výsledkom dlhodobej práce kolegov z Národného lesníckeho centra. Obsah bol tvorený za účelom podania najaktuálnejších informácií o lesnom hospodárstve s poukázaním na možnosti využitia moderných technológií, ktoré zefektívňujú tradičné postupy pri obhospodarovaní lesov. Výborným príkladom je využitie dronov, ktoré majú v lesnom hospodárstve veľký potenciál. Aj toto je jedna z piatich zaujímavých tém, ktorá je zahrnutá v predkladanej publikácii.

Starostlivosť o les je potrebné brať ako komplexný súhrn činností, ktoré majú dlhodobý charakter. Zabezpečovaná je lesníckymi profesionálmi, ktorí využívajúc svoje odborné vzdelanie a skúsenosti robia všetko pre to, aby lesy Slovenska prosperovali, boli zdravé a životaschopné. Výsledkom ich snaženia je aj každým rokom sa zvyšujúca lesnatosť, ktorá v uplynulom roku dosiahla až 41 % územia Slovenska.

V dôsledku klimatických zmien sú však lesy a ich udržateľný manažment v ohrození. Je to spôsobené častejším výskytom veľkoplošných poškodení, ktoré majú charakter kalamít, akou bola aj vetrová kalamita „Alžbeta“ v roku 2004. Na stránkach publikácie nájdete výsledky uplatňovania rôznych manažmentových prístupov a porovnanie rozdielov v súčasnom stave obnovy lesa na území so spracovanou a nespracovanou kalamitnou hmotou.

Ďalšou rozoberanou témou je satelitný diaľkový prieskum zeme, ktorý je použiteľný v lesníctve nielen pri klasifikácii zdravotného stavu lesa a pomáha tak detekovať poškodené a napadnuté porasty, ale našiel praktické využitie aj pri identifikácii a určení množstva drevnej hmoty rastúcej mimo lesných pozemkov.

Základným princípom trvalo udržateľného lesného hospodárstva je diferencovať starostlivosť o lesné ekosystémy v súlade s prírodnými podmienkami a nárokmi jednotlivých drevín. V tejto koncepcii má významné postavenie lesnícka typológia, ktorá je dôležitou súčasťou pri plánovaní drevinového zloženia lesov Slovenska a bližšie sa o nej dočítate v poslednom príspevku.

Verím, že táto publikácia prinesie Vám, čitateľom z radov laickej verejnosti, lepšiu predstavu o práci lesníkov a Vám, kolegovia odborníci z praxe, nové a užitočné informácie, ktoré uplatníte pri racionálnom obhospodarovaní našich lesov.

Lesu zdar!



Ing. Peter Balogh, PhD.

generálny riaditeľ
Národné lesnícke centrum

PRIORITA ŤAŽBY

Milan Machanský

ÚVOD

Vykonávanie úmyselných ťažieb v lesných porastoch na Slovensku pri prekročení plánovaného etátu z dôvodu náhodnej alebo mimoriadnej ťažby sa riadi zákonným ustanovením o odklade ťažieb na základe ťažbovej naliehavosti podľa § 23 ods.14 písm. a) zákona č. 326/2005 Z. z. o lesoch (ďalej len „zákon o lesoch“) v znení neskorších predpisov. Keďže za posledných 30 rokov sa rozsah náhodných ťažieb na Slovensku zdvojnásobil na 4 – 6 mil. m³ drevnej hmoty ročne a stúpol aj rozsah kalamitných území, odklad úmyselných ťažieb plánovaných v programe starostlivosti o lesy bol a je bežným javom na niektorých lesných celkoch.

Cieľom práce je zhodnotiť vývoj naliehavosti ťažby, analyzovať jej používanie v praxi hospodárskej úpravy lesov (ďalej len „HÚL“) a navrhnúť optimálnejšie riešenie pre rozhodovanie.

VÝVOJ NALIEHAVOSTI ŤAŽIEB

Základná filozofia zavedenia naliehavosti ťažieb súvisela so vznikom mimoriadnych kalamitných udalostí. Ak dôjde k zásadným zmenám v realizácii ťažieb, spôsobených škodlivými činiteľmi napr. podkôrnym hmyzom alebo vetrom, aby bolo možné vopred – už pri plánovaní – zaistiť vykonanie neodkladných ťažieb a odložiť tie ťažby, ktoré nie sú nevyhnutné.

Význam naliehavosti ťažieb je však potrebné vnímať aj mimo kalamitných území, a to: umožniť hospodárovi lepšie časové rozloženie ťažieb v rámci desaťročia.

Prístup k naliehavosti ťažieb sa za posledných 60 rokov vyvíjal podľa trendov v pestovaní lesov tzn. podľa preferovaných hospodárskych spôsobov a obnovných postupov.

V šesťdesiatych a sedemdesiatych rokoch dvadsiateho storočia boli za neodkladné obnovné ťažby považované okrem ťažby silne poškodených lesov najmä ťažby porastov nekvalitných, stanovištne nevhodných a neprirastavých, ale aj rozčleňovanie porastov, uvoľňovanie žiadúceho zmladenia, nevyhnutné premeny a prevody. V osemdesiatych a deväťdesiatych rokoch dvadsiateho storočia do naliehavej obnovnej ťažby pribudli okrem vyššie uvedených aj ťažba porastových zvyškov po kalamitách a ukončievajúcich obnovách, ťažba previsov nad mladšími porastami, ťažba na protivetrových pásoch, a aj prvé zásahy v rubných porastoch, ktoré sledujú cieľavedomú intenzívnu obnovu. Až do roku 1995 sa používali tri stupne naliehavosti. V ďalšom období sa uplatňujú už len dva stupne a do naliehavej obnovnej ťažby sa zaraďuje okrem vyššie uvedených aj: ťažba kalamitného dreva, predpísaná imisná ťažba, ťažba poslednej fázy clonných rubov, ťažba preriedených porastov alebo ich častí so zakmenením 0,3 a menej. Za naliehavú už nie je považovaná ťažba na protivetrových pásoch a prvé zásahy v rubných porastoch, ktoré sledujú cieľavedomú intenzívnu obnovu. Od roku 2005 až do súčasnosti nefiguruje v naliehavej ťažbe napr. ťažba previsov nad mladšími porastami. Platná legislatíva a platné pracovné postupy HÚL sa priamo nevenujú ani napr. poslednej fáze clonného rubu. Konkrétne prípady neodkladných alebo naliehavých ťažieb sú uvedené v tabuľke 1.

Zavedenie naliehavosti ťažieb do legislatívy bolo postupné (tabuľka 2). Z pracovných postupov hospodárskej úpravy lesov (ďalej len „PPHÚL“) sa naliehavosť ťažieb dostala najprv do vyhlášky a následne do zákona. Naliehavosť ťažieb bez špecifikácie sa prvýkrát uvádza vo vyhláške Ministerstva lesného a vodného hospodárstva Slovenskej socialistickej republiky č. 14/1978 Zb. o kategorizácii lesov, spôsoboch hospodárenia a hospodárskej úprave lesov (vyššia naliehavosť ťažby). Čiastočnú špecifikáciu naliehavosti prináša vyhláška Ministerstva pôdohospodárstva Slovenskej republiky č. 5/1995 Z. z. o hospodárskej úprave lesov (zaštetrenie ťažby na úkor obnovných ťažieb s nižšou naliehavosťou a výchovných ťažieb nad 50 rokov). Od 1. 9. 2005 je zákonom o lesoch definovaná naliehavosť ťažieb pre úmyselné ťažby, a to v dvoch stupňoch: naliehavá ťažba a ostatná ťažba.

Tabuľka 1. Konkrétne prípady neodkladných alebo naliehavých ťažieb podľa pracovných postupov hospodárskej úpravy lesov v sledovaných obdobiach

• ťažba porastov a stromov neprirastavých, nekvalitných, provinienčne nevhodných; • ťažba výchovne zanedbaných porastov; • nutné prevody, premeny; • rozčlenenie; • nutné uvoľnenie zmladenia.	1963
• ťažba v porastoch, ktoré prírastkove upadajú a v neprirastavých, prestarnutých porastoch s veľmi nízkym zakmenením; • kde to vyžaduje potreba uvoľnenia vhodného zmladenia alebo podsadby; • vo veľmi poškodených porastoch alebo ich častiach; • v menších, mladších porastoch, ktoré zapadajú do obnovy so susednými porastami s naliehavou obnovou; • ťažba bezvýznamných stromov v obnovovaných porastoch a ťažba jednotlivých kmeňov, ktoré vyžadujú bezodkladné vyrúbanie; • ťažba v nekvalitných porastoch na dobrých pôdach, výchovne dlho zanedbaných; • v porastoch zlej proveniencie so stanovištne nevyhovujúcimi drevinami; • ťažba v porastoch s plánovanými premenami a prevodmi; • ťažba porastových zvyškov po kalamiách, kde niet nádeje na ich udržanie; • ťažba previsov nad mladšími porastami; • ťažba na plánovaných protivetrových pásoch a plánovanie násekov pre umožnenie rozčlenenia väčších plôch v záujme budúcej obnovy; • prvé zásahy v rubných porastoch, ktoré sledujú cieľavedomú intenzívnu obnovu.	1971/1981
• kalamitné drevo (vrátane suchárov a spracovateľnej ležaniny); • predpísaná imisná ťažba t. j. ťažba stromov so stratou asimilačných orgánov viac ako 90 %, u smreka, borovice viac ako 75 % a ďalších, u ktorých nie je predpoklad prežitia počas doby platnosti LHP; • ťažba v silne zdravotne poškodených porastoch, následkom ktorej môže dôjsť k premnoženiu škodcov alebo k takému znehodnoteniu zásoby porastov, že dôjde k nadmernej ekonomickej strate alebo neplneniu požadovanej funkcie lesa. Vzťahuje sa to aj na prípadné prevody resp. premeny z tohto dôvodu; • ťažba vo veľmi nekvalitných rubných porastoch v kategórii hospodárskych lesov a lesov osobitného určenia na dobrých bonitách; • ťažba poslednej fázy clonných rubov, zvyškov porastov na obnovených plochách a preriedené porasty alebo ich časti so zakmenením 0,3 a menej. Jedná sa o prípady, keď porast je v štádiu, že jeho uvoľnenie je už neodkladné. Výnimky sú možné ak sa jedná o zdôvodnené cieľavedomé dvojrubné hospodárstvo, alebo je predpoklad uplatnenia technológie ťažby a približovania, pri ktorej nedôjde k poškodeniu následného porastu (napr. do vzdialenosti 1 výšky stromu od približovacej linky); • ťažba previsov nad mladinami. Definíciu previsu treba chápať aj s ohľadom na možnosť uplatnenia technológie približovania, pri ktorej nedôjde k poškodeniu ohrozených porastov; • prípadne ďalšie ťažby, ktoré sú určené v základnom protokole alebo sú na základe návrhu vyhotovovateľa LHP schválené záverečným protokolom.	1995
• výchovná ťažba do 50 rokov; • obnovná ťažba pri uvoľňovaní prirodzeného zmladenia; • obnovná ťažba v zdravotne poškodených lesných porastoch; • obnovná ťažba v lesných porastoch, v ktorých skutočný prírastok výrazne poklesol pod možný prírastok stanovišťa; • obnovná ťažba v preriedených alebo zaburinených lesných porastoch, v ktorých zanikla možnosť prirodzenej obnovy; • prevod nízkych lesov na vysoký tvar lesov, premena.	2008

Tabuľka 2. Vývoj legislatívy vo vzťahu k naliehavosti úmyselných ťažieb

<u>Zákon č. 166/1960</u> § 24 ods. 4:	<i>V lesných hospodárskych celkoch sú zásadne prípustné len ťažby dreva, zodpovedajúce stavu lesa a lesných porastov, určené schválenými lesnými hospodárskymi plánmi.</i>
<u>Vyhláška č. 17/1961</u> článok 18 ods. 1:	<i>V lesnom hospodárskom celku sú zásadne prípustné len únosné ťažby (ťažobné etáty) určené lesným hospodárskym plánom a zodpovedajúce stavu lesa a lesných porastov.</i>
<u>Zákon č. 100/1977</u> § 10 ods. 1:	Ťažba dreva sa vykonáva a) pri výchove a obnove lesných porastov v rozsahu a do výšky určenej lesnými hospodárskymi plánmi (úmyselná ťažba), b) pri vyňatí lesného pozemku z lesného pôdneho fondu (mimoriadna ťažba), c) pri odstraňovaní následkov mimoriadnych vplyvov alebo inej škodlivej činnosti (náhodná ťažba).
<u>Vyhláška č. 14/1978</u> § 22 ods. 4:	<i>V prípade ťažieb vykonávaných pri odstraňovaní následkov mimoriadnych prírodných vplyvov alebo inej škodlivej činnosti (náhodná ťažba) sa vykoná ťažba pri výchove a obnove lesných porastov (úmyselná ťažba) v lesných porastoch s vyššou naliehavosťou ťažby.</i>
<u>Vyhláška č. 5/1995</u> § 10 ods. 14:	<i>V prípade ťažieb vykonaných pri odstraňovaní následkov mimoriadnych nepriaznivých prírodných vplyvov alebo inej škodlivej činnosti (náhodné ťažby) sa objem ťažby zašetrí v rámci užívateľského celku na úkor predpísaných obnovných ťažieb nižšej ťažobnej naliehavosti alebo výchovných ťažieb nad 50 rokov s prihliadnutím na zabezpečenie plnenia základných funkcií a reprodukcie lesa.</i>
§ 12 ods. 2:	<i>Obnovná ťažba sa plánuje v objemových jednotkách podľa drevín, spolu a v ťažbovej ploche. Pri obnovnej ťažbe sa určujú ťažbovo obnovné postupy, smer postupu, umiestnenie obnovnej ťažby a ťažbová naliehavosť.</i>
<u>Zákon č. 326/2005</u> § 22 ods. 3:	<i>Z hľadiska naliehavosti sa úmyselná ťažba člení na a) naliehavú, za ktorú sa považuje výchovná ťažba v dielcoch s vekom do 50 rokov, obnovná ťažba pri uvoľňovaní prirodzeného zmladenia a rekonštrukcia lesa, b) ostatnú.</i>
§ 23 ods. 14: [platný od 1.1.2020]	<i>Ak by bol vykonaním náhodnej ťažby alebo mimoriadnej ťažby celkový objem dreva pre kategóriu lesa podľa odseku 13 prekročený, môže obhospodarovateľ lesa v lesných porastoch zaradených do tejto kategórie vykonať a) naliehavú ťažbu [§ 22 ods. 3 písm. a)] na základe zmeny programu starostlivosti o lesy (§ 43 ods. 2 a 3), b) náhodnú ťažbu, c) mimoriadnu ťažbu alebo d) úlohy plánu hospodárskych opatrení [§ 40 ods. 2 písm. c)] na základe aktualizácie programu starostlivosti o lesy (§ 43 ods. 5).</i>

Zákonom stanovená naliehavosť ťažieb sa týka len úmyselných ťažieb. Ťažba kalamitného dreva nie je riešená cez naliehavosť ťažby, ale osobitným ustanovením zákona s represívnym opatrením (§ 64 písm. b) zákona o lesoch). Náhodné (kalamitné) ťažby v každom období a legislatíve mali špecifické postavenie. Až do roku 2005 platilo neodkladné resp. prednostné vykonanie náhodných ťažieb. Od tohto obdobia platia výnimky v neodkladnom spracovaní kalamitného dreva (napr. harmonogram spracovania náhodných ťažieb) alebo v spracovaní vôbec (napr. chránené územia s piatym stupňom ochrany). Od roku 2020 sú výnimky rozšírené, a to takým spôsobom, že spracovanie kalamitného dreva v chránených územiach už nie je samozrejmosťou, ale môže sa vykonať len na

základe osobitného predpisu alebo rozhodnutia. V prípade obranných a preventívnych opatrení sa okrem ťažby zavádza nová alternatíva – iné vhodné opatrenia na ochranu lesa.

Vývoj legislatívy od roku 1960 naznačuje, že pohľad na ťažbu ako nástroj na ochranu lesa sa mení (tabuľka 3). Naliehavosť ťažby je samozrejme vždy najvyššia, čo je potvrdené zákonným ustanovením o vykonaní náhodnej ťažby tzn. najneskôr však do šiestich mesiacov od vzniku dôvodu na náhodnú ťažbu. V súčasnosti je však množstvo výnimiek, ktoré umožňujú ťažbu nevykonať. Potvrdzuje to vyhláška o lesnej hospodárskej evidencii č. 297/2011 (§ 2 ods. 3; príloha č. 1), ktorá od roku 2012 zavádza povinnosť pri evidencii náhodnej ťažby špecifikovať druh náhodnej ťažby, a to náhodnú ťažbu vykonanú, náhodnú ťažbu s ponechaním dreva v lesnom poraste a náhodnú ťažbu nevykonanú.

Pri návrhu ťažby odumretých spracovateľných stromov v rámci tvorby programov starostlivosti o lesy (ďalej len „PSL“) bolo v minulosti zaužívané – automaticky uvádzať celý objem kalamitného dreva, ktoré je možné využiť aspoň ako palivo. V súčasnosti je potrebné pri tvorbe PSL s ohľadom na legislatívu akceptovať zákonné výnimky a pokiaľ je cieľom ponechať odumierajúce a odumreté stromy v poraste bez vyrúbania alebo spracovania, tak tento objem kalamitného dreva – ležaniny, ktorý bol zaevidovaný v predchádzajúcom období v lesnej hospodárskej evidencii (ďalej len „LHE“) sa nezaratúva do etátu ťažby plánovaného v novom PSL.

Pri rozhodovaní o spracovaní ležaniny, najmä ak je riziková z pohľadu šírenia biotických škodcov, je potrebné ťažbu taktiež diferencovať s ohľadom na prioritu ochrany lesa (najmä pri veľkom rozsahu náhodných ťažieb). Pri tvorbe harmonogramu spracovania náhodných ťažieb existujú ťažby s vysokou prioritou, ťažby s nižšou prioritou a trvalé ponechanie kalamitného dreva v lesných porastoch, ak nemá vplyv na šírenie škodlivých činiteľov a obhospodarovateľ nemá záujem o jeho spracovanie, alebo sa nachádza v chránených územiach bez udeleného súhlasu na spracovanie (či už majú alebo nemajú vplyv na šírenie škodlivých činiteľov).

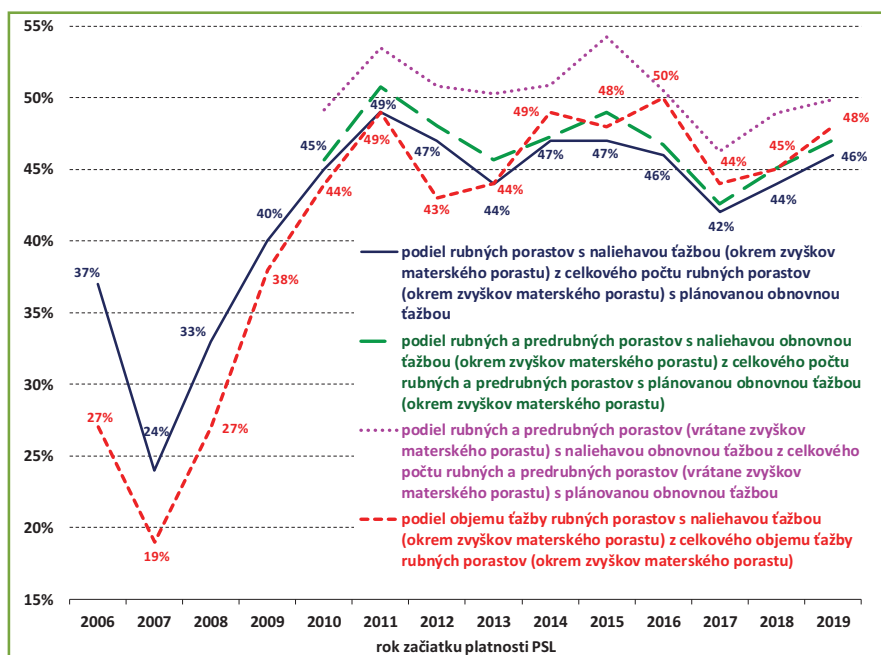
Tabuľka 3. Vývoj legislatívy vo vzťahu k ťažbe a spracovaniu kalamitného dreva

<u>Zákon č. 166/1960</u> § 44 ods.1:	Užívateľ lesa musí v lese vykonať také opatrenia, aby sa predchádzalo vývinu rastlinných a živočíšnych škodcov; polomy, vývraty, súše, ako aj choré a poškodené stromy musia sa preto prednostne odstrániť.
§ 51:	Ak vznikne kalamita alebo ak nastanú iné mimoriadne okolnosti, ohrozujúce splnenie úloh v ťažbe a doprave dreva, je užívateľ lesa povinný urobiť potrebné opatrenia na zvládnutie mimoriadnych úloh ; ak nemôže zabrániť účinkom kalamity sám, obráti sa na národné výbory.
<u>Zákon č. 100/1977</u> § 10 ods.2:	Užívatelia lesov môžu vykonávať v lesných porastoch ťažbu dreva podľa odseku 1 písm. a) len v rozsahu a do výšky ťažby určenej lesnými hospodárskymi plánmi; ak vznikne nevyhnutnosť vykonať ťažbu podľa odseku 1 písm. c) [pri odstraňovaní následkov mimoriadnych vplyvov alebo inej škodlivej činnosti], sú povinní zabezpečiť jej prednostné spracovanie.
<u>Zákon č. 326/2005</u> §23 ods. 5:	Obhospodarovateľ lesa je povinný v záujme ochrany lesa prednostne vykonať náhodnú ťažbu tak, aby nedošlo k vývinu, šíreniu a premnoženiu škodcov.
Novela č. 182/2014 účinná od 1.7.2014:	Obhospodarovateľ lesa je povinný v záujme ochrany lesa vykonať náhodnú ťažbu do šiestich mesiacov od vzniku dôvodu na náhodnú ťažbu tak, aby nedošlo k vývinu, šíreniu a premnoženiu škodcov.
Novela č. 355/2019 účinná od 1.1.2020:	Obhospodarovateľ lesa je povinný v záujme ochrany lesa vykonať náhodnú ťažbu alebo použiť iné vhodné opatrenia na ochranu lesa tak, aby nedošlo k vývinu, šíreniu a premnoženiu škodcov, najneskôr však do šiestich mesiacov od vzniku dôvodu na náhodnú ťažbu.

Uplatnenie stupňov naliehavosti ťažby v programoch starostlivosti o lesy

Na obrázku 1 je znázornený priebeh používania stupňa naliehavosti 1 (naliehavá ťažba) pri obnove v rubne zreých porastov hospodárskych lesov podľa jednotlivých rokov začiatku platnosti PSL. Rozsah naliehavých ťažieb je vyjadrený relatívne – percentuálnym podielom počtu lesných porastov s plánovanou naliehavou obnovnou ťažbou k celkovému počtu porastov s plánovanou obnovnou ťažbou. Do hodnotenia neboli zaradené predrubné porasty s plánovanou výchovnou ťažbou.

V hodnotenom období 2010 – 2019 v rámci hospodárskych lesov podiel rubných porastov s plánovanou naliehavou úmyselnou obnovnou ťažbou dosahuje priemerne 46 % z celkového počtu rubných porastov s plánovanou úmyselnou obnovnou ťažbou. V prepočte na objem ťažby ide o hodnotu 47 % z celkového objemu obnovnej ťažby rubných porastov. Po pripočítaní predrubných porastov s plánovanou obnovnou ťažbou a najmä zvyškov materských porastov priemerné hodnoty podielu porastov s plánovanou naliehavou obnovnou ťažbou dosahujú 51 %, čomu zodpovedá podiel na objeme ťažby 48 %.



Obrázok 1. Relatívny podiel naliehavých úmyselných obnovných ťažieb v hospodárskych lesoch plánovaných v programoch starostlivosti podľa jednotlivých rokov začiatku ich platnosti

Z obrázka 1 (červená čiarkovaná línia) vyplýva, že objem úmyselných obnovných ťažieb plánovaný v lesných porastoch hospodárskych lesov s naliehavou ťažbou sa pohybuje každoročne na úrovni 43 – 50 % z celkového objemu obnovných úmyselných ťažieb.

Interpretácia naliehavosti ťažby v praxi HÚL

Naliehavosť ťažieb je viazaná od jej vzniku na porast ako celok a nie na jednotlivé plánované zásahy príp. obnovné prvky. V minulosti bolo preferované pestovanie rovnovekých porastov s rovnakým prístupom k obnove lesa v rámci jedného porastu (rúbaňový hospodársky spôsob).

V súčasnosti nové prístupy k pestovaniu lesa podporujú rôznorodosť (štruktúrovanosť, rozmanitosť), čo umožňuje v rámci lesného porastu použitie viacerých hospodárskych spôsobov

a predlžovanie obnovnej doby napr. na časti porastu prebieha rekonštrukcia holorubom a na zvyšnej časti ťažba s nižšou naliehavosťou (prvé fázy clonného rubu). Naliehavosť ťažby sa preto nemôže automaticky vzťahovať na celý objem ťažby plánovanej v rámci lesného porastu. Ťažba lesného porastu so stupňom naliehavosti 1 (naliehavá ťažba) nemusí byť naliehavou ťažbou v rozsahu 100 %, čo súvisí s faktom, že údaj o naliehavosti ťažby je „porastová veličina“. A zároveň platí, že ťažba lesného porastu so stupňom naliehavosti 2 (ostatná ťažba) nemusí byť ostatnou ťažbou v rozsahu 100 %, čo súvisí s faktom, že naliehavosť ťažieb je „dynamická veličina“ a mení sa v jednotlivých rokoch platnosti PSL.

Naliehavosť úmyselnej ťažby neurčuje termíny dokiaľ je nevyhnutné ťažbu vykonať, alebo na ako dlho je možné ju odložiť. Štandardne platí záväzná 6 mesačná lehota pri spracovaní náhodnej ťažby, a to len v prípadoch, ak sú splnené zákonné podmienky: ak hrozí šírenie a premnoženie škodcov, ak sa namiesto ťažby nevykonávajú iné obranné opatrenia, ak nie je určený harmonogram spracovania náhodných ťažieb, a v prípade chráneného územia – je vydané súhlasné rozhodnutie. Pri realizácii výchovných ťažieb do 50 rokov štandardne platí termín najneskôr do konca platnosti PSL. V prípade ďalších naliehavých úmyselných ťažieb (najmä rekonštrukcií) je odporúčaný rovnaký termín. V niektorých prípadoch sa v pláne hospodárskych opatrení v PSL špecifikuje obdobie ťažby napr. v prvých 3 rokoch, v prvej polovici, v druhej polovici, v posledných 3 rokoch platnosti PSL. Štandardné a odporúčané termíny podľa PSL však nie sú pre obhospodarovateľa lesa záväzné – plánované ťažby môže realizovať v tomto období.

Problémovým miestom pri využívaní naliehavosti ťažieb v praxi HÚL je rôzna interpretácia v súčasnosti platnej legislatívy a najmä ponechávanie „zaužívaných“ zvyklostí z minulosti pri stanovení naliehavej ťažby. Medzi najproblémovejšie miesta patrí uvoľňovanie prirodzeného zmladenia a rekonštrukcie lesa.

Uvoľňovanie prirodzeného zmladenia

Popri uvoľňovaní žiaduceho prirodzeného zmladenia nemožno opomenúť uvoľňovanie predsadiet a podsadiet (podsejby), ktoré sú dôležité pre zvyšovanie druhovej rozmanitosti (biodiverzity) lesných porastov.

Problematika uvoľňovania následného porastu sa týka podrastového hospodárenia, kde následný porast rastie pod clonou materského porastu. Uplatňuje sa aj pri prebudovách rovnovekých lesov na výberkové lesy alebo pri účelovom hospodárskom spôsobe v ochranných lesoch. Vyhláška č. 453/2006 Z. z. o hospodárskej úprave lesa a o ochrane lesa (ďalej len „vyhláška“) uvádza v § 21: pri uplatňovaní hospodárskeho spôsobu podrastového sa obnovné ruby vykonávajú v týchto fázach: a) prípravná fáza, b) semenná fáza, c) presvetľovacia fáza, d) dorub. Vyhláška bližšie nešpecifikuje uvoľňovanie prirodzeného zmladenia, venuje sa len fáze dorubu, ktorú charakterizuje len na základe stavu následného porastu (stanovištne vhodné dreviny, minimálne zakmenenie 0,50) bez konkrétnej špecifikácie stavu materského porastu. Ďalej vyhláška uvádza, že jednotlivé fázy je možné spájať a použiť ich v závislosti od stavu lesného porastu, stavu prirodzeného zmladenia lesných drevín a zaburinenia, ako aj ich predpokladaného vývoja.

V praxi HÚL je spájanie fáz clonných rubov bežne zaužívané. Logicky to vyplýva z faktu, že ide o plánovanie na obdobie 10 rokov a v tomto prípade je potrebná určitá miera zjednodušenia. Najčastejšie používaným je „dvojfázový“ clonný rub, ktorý pozostáva z „presvetlenia“ a „dorubu“. Nie sú to štandardné fázy clonného rubu, ale spojené fázy.

V prípade, že pod clonou materského porastu je stanovištne vhodné a žiaduce prirodzené zmladenie rovnomerne rozmiestnené po ploche porastu so zakmenením min. 0,5, je možné v súlade s vyhláškou plánovať v rubných porastoch „dorub“ bez ohľadu na zakmenenie materského porastu. Je však rozdiel či zakmenenie materského porastu dosahuje hodnoty 0,2 – 0,4 alebo 0,6 – 0,7. V prvom prípade (pri zakmenení materského porastu 0,2 – 0,4) ide o „čistý“ dorub a v praxi HÚL sa bežne zaraďuje do naliehavej ťažby (stupeň naliehavosti 1). Na mieste je otázka či ide o neodložiteľnú naliehavú ťažbu z pohľadu uvoľňovania prirodzeného zmladenia (obrázok 2). V prípade plánovaných

dorubov s východiskovým zakmenením materského porastu pod 0,4 ide o „naliehavú“ ťažbu najmä z dôvodu, aby sa predišlo poškodeniu následného porastu tzn. pri používaní takých technológií ťažby a približovania, pri ktorých dochádza k zničeniu následného porastu.



Obrázok 2. Následný porast buka lesného pod clonou materského porastu na obnovnom prvku so zakmenením materského porastu pod 0,40

V druhom prípade (pri zakmenení materského porastu 0,6 – 0,7) plánovanie „dorubu“ znamená spojenie viacerých fáz clonného rubu, a to minimálne dvoch: presvetľovacej fázy a fázy dorubu. V tomto prípade ide skutočne o naliehavú ťažbu, pretože znížením zakmenenia dochádza k nutnému uvoľneniu prirodzeného zmladenia. Ak by sme však počas desaťročného plánovacieho obdobia plánovali, v tomto prípade len presvetľovaciu fázu clonného rubu (zníženie zakmenenia z 0,6 – 0,7 na 0,2 – 0,4), ide o taktiež naliehavú úmyselnú ťažbu.

Korpeľ a kol. (1991) uvádza, že v prípade osvetľovacieho (uvoľňovacieho) rubu zlepšujeme podmienky odrastania. Ide o znižovanie zakmenenia z 0,7 (pri tiennych drevinách), z 0,6 (pri slných drevinách) na zakmenenie 0,2 – 0,4.

Klasifikácia poslednej fázy clonných rubov ako naliehavej ťažby je zaužívanou zvyklosťou v praxi HÚL z minulosti (podľa PPHÚL 1995). Interpretácia zákona z hľadiska uvoľnenia prirodzeného zmladenia je nevyhnutná, nielen kvôli vyššie uvedenému, ale aj kvôli novým trendom v pestovaní lesa (prírode blízke hospodárenie), kde za naliehavú ťažbu nemáme dôvod považovať doťaženie celého zdravého a vitálneho materského porastu.

REKONŠTRUKCIE LESA

Zákon o lesoch zavádza od roku 2005 pojem rekonštrukcia lesa v lesných porastoch zdravotne poškodených, s výrazným poklesom skutočného prírastku (pod možný prírastok stanovišťa), preriedených a zaburinených a v lesných porastoch, v ktorých zanikli podmienky na ich prirodzenú obnovu, v nepôvodných alebo fenotypovo nevhodných lesných porastoch v génových základniach a pri zmenách hospodárskeho tvaru lesa z lesa nízkeho na les vysoký a premenách lesa.

Zavedením všeobecného pojmu rekonštrukcia lesa vznikajú väčšie možnosti pre plánovanie naliehavej ťažby ako doteraz, pretože ide o veľmi rôznorodé prípady ťažieb lesných porastov „schované“ pod jedným pojmom. Spoločnou charakteristikou rekonštrukcií je, že vo všetkých prípadoch sa môže uplatniť aj holorubný hospodársky spôsob podľa §18 ods.2 písm. d) zákona o lesoch. Pri vyhotovení PSL platí, že pokiaľ sa v lesnom poraste plánuje holorubný hospodársky spôsob je automaticky zaradený do rekonštrukcie lesa. Vyplýva to zo zákonného obmedzenia holorubov, pričom výnimkou sú zdravé a neohrozené borovicové porasty, topoľové, vrbové a agátové porasty, ako aj lesné plantáže a energetické porasty.

Rekonštrukcie z hľadiska odložiteľnosti ťažby možno klasifikovať do viacerých skupín. Ako príklad neodkladných ťažieb sú obnovné ťažby zdravotne silne poškodených a odumierajúcich lesov, ktoré bezprostredne ohrozujú okolité porasty napr. vývojom a šírením podkôrneho hmyzu. V prípade nepôvodných smrečín ide súčasne aj o premenu drevinového zloženia. Naopak existujú rekonštrukcie, ktoré je možné v prípade mimoriadnych kalamitných udalostí odložiť aj na ďalšie plánovacie obdobie, a to bez vzniku produkčných strát. Príkladom odložiteľných rekonštrukcií sú zdravé porasty s dobrou vitalitou, kompaktným zápojom vo veku začatia obnovy, v ktorých je plánovaný prevod alebo premena bez ohľadu na použitý hospodársky spôsob.

Diferenciácia rekonštrukcií podľa odložiteľnosti ťažby je veľmi potrebná a „schovávanie“ všetkých prípadov ťažieb pod jeden pojem nie je pre riešenie tejto problematiky prospešné.

PRIORITA ŤAŽBY

Dvojstupňová naliehavosť úmyselných ťažieb síce umožňuje na kalamitných lesných celkoch rozhodovanie pri výbere porastov na ťažbu, problematika je natoľko zložitá, že pre objektívny výber je potrebná podrobnejšia klasifikácia ťažieb z hľadiska ich vykonateľnosti. V praxi vznikajú problémy pri rozhodovaní orgánov štátnej správy pri povoľovaní vykonania úmyselných ťažieb nad únosný etát. V prípade mimoriadnych udalostí sa povoľujú len niektoré naliehavé ťažby (výchovné ťažby do 50 rokov, rekonštrukcie veľmi silne poškodených lesov), nie všetky – v závislosti od rozsahu kalamitných ťažieb. Zvyšné naliehavé ťažby sú presunuté na ďalšie plánovacie obdobie. Keďže všetky naliehavé ťažby majú rovnaký 1. stupeň naliehavosti – výber z tejto skupiny porastov v zmysle § 23 ods. 14 písm. a) zákona o lesoch je problematický – bez jednotnej metodickéj a legislatívnej opory.

Pre skvalitnenie systému plánovania ťažieb bol do dátového štandardu PSL navrhnutý nový údaj – priorita ťažby. V súčasnosti sa v PSL nepoužíva. V prípade zavedenia do praxe HÚL, priorita ťažby sa bude určovať v lesných porastoch s plánovanou ťažbou – bez ohľadu na to, či ide o výchovnú, obnovnú ťažbu alebo ťažbu odumierajúcich a odumretých (ešte spracovateľných) stromov alebo všetky ťažby súčasne vrátane prečistiek.

Priorita ťažby sa vzťahuje výlučne na prvý plánovaný zásah v rámci porastu, ktorý je potrebné vykonať do stanoveného termínu od začiatku platnosti PSL, príp. od začiatku platnosti zmeny alebo aktualizácie PSL. K priorite ťažby sa priradia všetky porasty s plánovanými ťažbami (vrátane prečistiek) v rámci PSL podľa (hraničného) termínu vykonateľnosti ťažby (prvého zásahu). Ide o päťstupňovú klasifikáciu ťažieb: A – ťažbu je potrebné vykonať do 1 roka; B – do 3 rokov; C – do 5 rokov; D – do 10 rokov; E – ťažbu nie je nevyhnutné vykonať do 10 rokov. Pre vysvetlenie napr. priorita ťažby D znamená, že prvý zásah plánovanej ťažby je potrebné vykonať najneskôr v 10. roku platnosti PSL, pričom to neznamená, že tento zásah sa nemôže realizovať aj skôr. Bližšia špecifikácia stupňov priority ťažby je uvedená v tabuľke 4.

Z porovnania naliehavosti podľa zákona o lesoch a špecifikácie priority podľa tabuľky 4 vyplýva, že ťažbová naliehavosť nevenuje dostatočnú pozornosť výchovným ťažbám v porastoch nad 50 rokov. Obdobie pre plánovanie výchovných ťažieb nad 50 rokov (do začiatku obnovy porastov) predstavuje 3 desaťročia, v dubinách štandardne 4 desaťročia. Na lesných celkoch, kde spracovanie náhodných ťažieb prebieha permanentne a vo väčšom rozsahu, sú výchovné ťažby porastov nad 50 rokov dlhodobo odsúvané (aj 20 rokov), čo oslabuje ich stabilitu. Intenzita výchovy v predrubných porastoch

nad 50 rokov je na Slovensku dlhodobu podhodnotená. V minulosti to súviselo najmä so spôsobom hospodárenia, kde 10 rokov pred začiatkom obnovy bol preferovaný „predrubný klúd“. V súčasnosti je situácia iná nielen v rozsahu náhodných ťažieb, ale najmä v spôsoboch obhospodarovania lesa, kde cieľom nie je dosiahnuť prehustlé a nestabilné porasty vo veku cca 70 rokov.

Ďalšou skupinou porastov, ktorým sa nevenuje náležitá pozornosť, sú nerozpracované alebo slabo rozpracované neohrozené porasty hospodárskych lesov, ktoré dosiahli svoju rubnú zrelosť. Problematické je ich zaradenie k naliehavým ťažbám, okrem prípadov s evidentnou potrebou uvoľňovania prirodzeného zmladenia, nárastov alebo mladín. Odsúvaním ťažieb v týchto produkčných lesoch môžu hroziť najmä problémy s ich prirodzenou obnovou alebo hospodárske straty pri znížení kvality týchto porastov, ktoré súvisia aj s potenciálne vyšším rizikom ich poškodenia.

Tabuľka 4. Špecifikácia ťažieb zaradených do stupňov priority ťažby

Priorita ťažby A – vykonanie ťažby je potrebné do 1 roka
Výchovná ťažba zameraná na ťažbu silne poškodených stromov. Ide o porasty do 50 rokov alebo nad 50 rokov so stupňom ohrozenia 3 s vysokým rizikom budúceho rozpadu lesného porastu a bezprostredným ohrozením okolitých porastov. Ide výlučne o ťažbu, kde vykonaním skorých opatrení (ak je to reálne) sa môže rozpad spomaliť. V opačnom prípade je potrebná kombinácia predčasnej obnovnej a kalamitnej ťažby. Obnovná ťažba silne poškodených porastov alebo častí porastov, plánovaná pri výskyte plošnej alebo roztrúsenej kalamity so stupňom ohrozenia 3 – 4 s veľmi vysokým rizikom rozpadu. Ťažba odumierajúcich a odumretých (ešte spracovateľných) stromov významného rozsahu, ktoré majú zásadný vplyv na vývoj a šírenie škodlivých činiteľov.
Priorita ťažby B – vykonanie ťažby je potrebné do 3 rokov
Výchovná ťažba v porastoch s významným podielom poškodených stromov (vrcholcové zlomy, zlúpané stromy zverou), ktoré nepredstavujú bezprostredné ohrozenie pre okolité porasty, avšak nevykonanie sanitárnej ťažby by mohlo výrazne narušiť ich stabilitu. Ide o porasty do 50 rokov alebo nad 50 rokov so stupňom ohrozenia 2 – 3, kde prevažuje plánovaná ťažba poškodených jedincov a príp. aj ťažba odumierajúcich a odumretých (ešte spracovateľných) stromov vo veľmi nízkom rozsahu. Výchovná ťažba v porastoch nestabilných voči vetru, snehu, suchu (prestíhlené stromy s malými korunami a slabo rozvinutým koreňovým systémom a prehustlým zápojom porastu) často spojená s nevykonávanou výchovou v poslednom období 5 – 10 rokov. Ide najmä o prvé a druhé prebiecky s neúmerne vysokým počtom stromov na ha. Výnimočne môže ísť aj o porasty nad 50 rokov, kde došlo z rôznych dôvodov k odkladu výchovnej ťažby a následne ich stabilita je veľmi ohrozená (zakmenenie nad 0,90). Vo všetkých prípadoch je potrebné, aby boli plánované minimálne 2 zásahy v desaťročí, pričom prioritne B zodpovedá prvý plánovaný zásah. Prioritnou ťažbou je aj rozčlenenie porastu, pokiaľ nie je vykonané. Výchovná ťažba s plánovaným uvoľnením a podporou hospodársky významných drevín alebo významných drevín, ktoré sú utláčané a nevykonaním výchovnej ťažby by mohlo dôjsť k ich odumretiu (napr. DZ v zmesi s BK alebo DZ v zmesi s BO). V tomto prípade priorita ťažby nie je zameraná na stabilitu, ale na diverzitu drevín. Ide len o porasty do 50 rokov, kde sú plánované najmä prečistky alebo prvé prebiecky. Prioritnou ťažbou je aj rozčlenenie porastu. Ostatné obnovné ťažby zdravotne silne poškodených porastov, ktoré nie sú zaradené v prioritne ťažby A. Obnovná ťažba zameraná na uvoľnenie nárastov so strednou výškou nad 0,5 m a mladín v zapojenom materskom poraste. Následný porast musí pokrývať aspoň tretinu plochy obnovného prvku. Vztahuje sa na všetky spôsoby obhospodarovania. Za dostatočne uvoľnený zápoj sa považuje zakmenenie materského porastu 0,20 – 0,40, v závislosti najmä od drevinového zloženia následného porastu (tienne alebo slné dreviny).

Priorita ťažby C – vykonanie ťažby je potrebné do 5 rokov

- **Výchovná ťažba** v porastoch s plánovanými dvoma zásahmi bez ohľadu na klasifikáciu (do 50 rokov, nad 50 rokov) a druh ťažby (napr. v šľachtených topolínach prvý zásah prebierka, druhý zásah obnovná ťažba). Priorita ťažby sa vzťahuje na prvý zásah a plánované rozčlenenie.
- **Výchovná ťažba** v porastoch s plánovaným len jedným zásahom v prvej polovici platnosti PSL. Ide predovšetkým o porasty tenkých kmeňovín so zakmenením 0,90 a vyšším, ktoré nie sú zaradené do priority A – B. Nevzťahuje sa na veľmi nekvalitné porasty nad 50 rokov.
- **Obnovná ťažba** v porastoch s vekom vyšším ako vek začatia obnovy zameraná na uvoľnenie existujúceho žiadúceho prirodzeného zmladenia, predsadiieb alebo podsadiieb (podsejby), kde hrozí, že ponechaním zakmenenia materského porastu dôjde k zvýšeniu zápoja a zároveň k degradácii následného porastu. Presvetľovacia fáza clonného rubu je zaradená do priority ťažby C, pokiaľ nie je zaradená vo vyššej prioritě ťažby. Za dostatočne uvoľnený zápoj sa považuje zakmenenie materského porastu 0,20 – 0,40, v závislosti najmä od drevinového zloženia následného porastu (tienne alebo slné dreviny).
- **Obnovná ťažba** zameraná na odkrytie už zabezpečeného následného porastu so strednou výškou minimálne 1,50 m, ktorý sa nachádza pod clonou materského porastu. Odclonením porastu je už porast výškovo zabezpečený pred zverou. Vzťahuje sa len na podrastové hospodárenie s kratšou obnovnou dobou (OD) 20 – 40 rokov. Nevzťahuje sa na prírodu blízke hospodárenie vrátane prebudovy.
- **Obnovná ťažba** v zreých porastoch s vekom zodpovedajúcim rámcovej rubnej dobe alebo vyšším:
 - rýchlorastúcich drevín alebo plantáží;
 - veľmi nekvalitných a nízkych lesoch na dobrých bonitách;
 - nízkych lesov pri prevodoch na les vysoký;
 - preriedených (s výrazným poklesom prírastku) alebo silne zaburinených a nie je možné v nich dopestovať žiadúce prirodzené zmladenie;
 - fenotypove nevhodných a s nepôvodným drevinovým zložením v génových základniach;
 - nerozpracovaných alebo s nízkou rozpracovanosťou.

Priorita ťažby D – vykonanie ťažby je potrebné do 10 rokov

- **Výchovná ťažba** v porastoch so stredným vekom do 50 rokov s plánovaným jedným zásahom, ktoré nie sú zaradené do priority ťažby A – C.
- **Výchovná ťažba** v porastoch so stredným vekom nad 50 rokov so zakmenením 0,80 (pri veľmi nerovnomernom zakmenení aj 0,75) a vyšším s plánovaným jedným zásahom, ktoré nie sú zaradené do priority ťažby A – C. Vo veľmi nekvalitných porastoch so zakmenením 0,90 a vyšším.
- **Obnovná ťažba** zameraná na odkrytie následného porastu v rastovej fáze nárastu, ktorý sa nachádza pod clonou materského porastu. Tento zásah sa vzťahuje len na podrastové hospodárenie s krátkou od 20 – 40 rokov. Ide o plánovanie poslednej fázy clonného rubu.
- **Obnovná ťažba** v nezreých porastoch so stredným vekom nižším ako rámcová rubná doba a vyšším ako vek začatia obnovy:
 - rýchlorastúcich drevín alebo plantáží;
 - veľmi nekvalitných alebo nízkych lesoch na dobrých bonitách;
 - nízkych lesov pri prevodoch na les vysoký;
 - preriedených (s výrazným poklesom prírastku) alebo silne zaburinených a nie je možné v nich dopestovať žiadúce prirodzené zmladenie;
 - fenotypove nevhodných a s nepôvodným drevinovým zložením v génových základniach;
 - pri prebudove na prírode blízke lesy (prvé obnovné zásahy v skupinách);
 - so stanovištne nevhodným drevinovým zložením pri premene.
- **Obnovná ťažba** v zreých rozpracovaných porastoch so stredným vekom zodpovedajúcim rámcovej rubnej dobe alebo vyšším, pokiaľ nie je priradená k vyššej prioritě ťažby.

Priorita ťažby E – vykonanie ťažby nie je nevyhnutné do 10 rokov

- **Výchovná ťažba v porastoch nad 50 rokov so zakmenením nižším ako 0,80**, ktoré nie sú zaradené do vyššej priority. Vo veľmi nekvalitných porastoch so zakmenením nižším ako 0,90.
- **Obnovná ťažba porastov s nízkym stupňom zrelosti** (na hranici veku začatia obnovy) **pri prebudove na prírode blízke lesy** (prvé obnovné zásahy v skupinách).
- **Ostatné plánované obnovné ťažby v zdravých nezrelých lesných porastoch**, na hranici veku začatia obnovy, ktoré nie sú zaradené do vyššej priority.

V prípade zavedenia priority ťažby v rámci PSL sa možno zdá, že ide o duplicitu voči naliehavosti ťažby, tento údaj je potrebné vnímať bez akejkolvek väzby na naliehavosť ťažby ako samostatný nástroj na podporu pre rozhodovanie nielen v rámci PSL a najmä pri zmene alebo aktualizácii PSL.

Pri vyhotovení PSL sa lesný porast zaradiť k prioritě ťažby podľa časového obdobia pre vykonanie prvého plánovaného ťažbového zásahu. V prípade viacerých plánovaných ťažbových zásahov za obdobie platnosti PSL sa stanovená priorita ťažby nevzťahuje na celý objem ťažby, ktorý môže mať rôzne priority.

Využitie priority ťažby pri jednotlivých ťažbových zásahoch by malo nájsť uplatnenie pri zmene PSL a najmä pri aktualizácii PSL. Tento údaj môže výrazne zlepšiť rozhodovanie tzn. pri stanovení priority ťažby by sa súčasne uvádzal aj popis ťažbového zásahu, zodpovedajúci objem ťažby a grafické vymedzenie v lesníckej mape.

Praktický efekt využitia priority ťažby pri zmene PSL vrátane aktualizácie PSL je nasledovný: Ak by došlo k aktualizácii PSL v 4. – 6. roku platnosti PSL – plánujú sa ťažbové zásahy s prioritou ťažby A – C, ak by k nej došlo v 7. – 9. roku platnosti PSL – plánujú sa ťažbové zásahy s prioritou A – B, a to vždy na základe skutočného stavu lesných porastov. Nie je možné riešiť prioritu ťažby bilancovane podľa údajov LHE, ale je nevyhnutné vykonať terénne zisťovanie.

Orgány štátnej správy na základe vypracovaného návrhu ťažieb podľa priority ťažby, typu ťažbového zásahu a zodpovedajúceho objemu ťažby – môžu pri zmene a aktualizácii PSL komfortnejšie rozhodovať vo veci naliehavých úmyselných ťažieb s najvyššou prioritou.

ZÁVER

Približne polovica porastov hospodárskych lesov s plánovanou obnovnou úmyselnou ťažbou sa každoročne priraduje k porastom s naliehavou ťažbou. V prípade mimoriadnych udalostí dvojstupňová ťažbová naliehavosť nedokáže v dostatočnej miere naplniť filozofiu, pre ktorú bola naliehavosť ťažieb zavedená v praxi HÚL. Potrebná je podrobnejšia klasifikácia ťažieb podľa ich vykonateľnosti. Dôvod je jasný, neskoré vykonanie neodkladných ťažieb prináša krátkodobé alebo dlhodobé ekonomické straty pri hospodárení v lesoch. Rovnako to platí aj pre unáhlené vykonávanie odložiteľných ťažieb neohrozených porastov na kalamitných územiach.

Pre tento účel bola navrhnutá a špecifikovaná priorita ťažby ako samostatný nástroj na podporu pre rozhodovania. Priorita ťažieb môže pomôcť obhospodarovateľom väčších lesných majetkov pri tvorbe vlastného harmonogramu úmyselných ťažieb, vlastníkom lesa na kontrolu (hospodárenia) vykonania prioritných ťažieb pri prenájmoch alebo lesoch v správe, vyhotovovateľom PSL pri stanovení plánovaného etátu a štátnej správe v rozhodovaní pri zmene a aktualizácii PSL.

POUŽITÁ LITERATÚRA

1. Korpel', Š. a kol.: Pestovanie lesa. Príroda, Bratislava, 1991, 465 s.
2. Lesoprojekt Zvolen: Pracovné postupy hospodárskej úpravy lesov, 1995, Lesoprojekt Zvolen, 123 s.
3. Ministerstvo lesného a vodného hospodárstva SSR: Inštrukcia hospodárskej úpravy lesov, 1971, 256 s.
4. Ministerstvo lesného a vodného hospodárstva SSR: Pracovné postupy hospodárskej úpravy lesov, 1981, 94 s.
5. Národné lesnícke centrum, Ústav pre hospodársku úpravu lesov: Pracovné postupy hospodárskej úpravy lesov, Národné lesnícke centrum vo Zvolene, 2009, 149 s.
6. Ústav pre hospodársku úpravu lesov vo Zvolene: Technologické postupy prác hospodárskej úpravy lesov, Západoslovenské tlačiarne n.p., 1963, 373 s.
7. Vyhláška MPLVH ČSSR č.17/1961 Zb. ktorou sa vydávajú vykonávacie predpisy k lesnému zákonu č.166/1960 Zb.
8. Vyhláška MLVH SSR č.14/1978 Zb. o kategorizácii lesov, spôsoboch hospodárenia a hospodárskej úprave lesov
9. Vyhláška MP SR č.5/1995 Z. z. o hospodárskej úprave lesov
10. Vyhláška MP SR č. 453/2006 Z. z. o hospodárskej úprave lesov a ochrane lesa
11. Vyhláška MP SR č. 2972011 Z. z. o lesnej hospodárskej evidencii
12. Zákon NZ ČSSR č.166/1960 Zb. o lesoch a lesnom hospodárstve v znení neskorších predpisov
13. Zákon SNR č.100/1977 Zb. o hospodárení v lesoch a štátnej správe lesného hospodárstva v znení neskorších predpisov
14. Zákon NR SR č. 326/2005 Z. z. o lesoch v znení neskorších predpisov

Adresa autora:

Ing. Milan Machanský, PhD.

Národné lesnícke centrum – Ústav pre hospodársku úpravu lesov Zvolen

T. G. Masaryka 22, 960 01 Zvolen

e-mail: milan.machansky@nlcsk.org

IMPLEMENTÁCIA PRAVIDIEL A POUŽITIE DRONOV V LESNÍCKEJ PRAXI

Juraj Galko, Andrej Kunca

ÚVOD

Bezpilotné lietadlá (ďalej len „drony“) sa stávajú bežnou súčasťou v mnohých odvetviach a je to mimoriadne rýchlo sa rozvíjajúca oblasť hospodárstva. Využitie ich potenciálu v lesnom hospodárstve je obrovské, no v bežnej praxi zatiaľ stále minimálne. Drony tu nájdú využitie jednak pre jednoduchý a rýchly monitoring situácie (napr. zisťovanie rozsahu vetrovej kalamity, lykožrútovej kalamity, rýchla kontrola situácie na nedostupných miestach, kontrola vykonaných prác, využitie pre pracovníkov HÚL pri obnove PSL, lesnícka drevárska inšpekcia ap.) a jednak pre profesionálne využitie, či diaľkový prieskum (fotogrametria, mapovanie, meranie skladových zásob dreva, presné postrekovanie, multispektrálne snímkovanie, LiDAR technológie ap.). Vzhľadom na uvoľnenie pravidiel a novú európsku legislatívu môžu prvú možnosť využitia dronov praktizovať aj lesní hospodári alebo odborní pracovníci v lesnom hospodárstve ako tzv. „hobby piloti“ za splnenia určitých pravidiel a povinností, ktoré sú popísané v tomto príspevku. Druhú možnosť vykonávajú profesionálne spoločnosti, ktoré poskytujú svoje služby aj na slovenskom trhu (majú povolenie na tzv. „letecké práce“). V príspevku prinášame okrem možností použitia tejto technológie aj prehľad hlavných legislatívnych predpisov a základných pravidiel lietania s dronmi. Ako Lesnícka ochranná služba (ďalej len „LOS“) využívame drony už od roku 2016, pričom zbierame skúsenosti a kontakty a aj takýmto spôsobom sa snažíme priniesť túto technológiu bližšie k praktickému lesníctvu. Cieľom príspevku je zvýšiť povedomie lesných hospodárov o vyššie opísaných možnostiach, postupne prispieť k implementácii tejto technológie do lesníckej praxe a priblížiť legislatívne zmeny a pravidlá týkajúce sa dronov užívateľom v lesníctve. V príspevku taktiež uvádzame príklady možného použitia dronu v rôznom vzdušnom priestore (ICAO mapa) a taktiež uvádzame množstvo internetových zdrojov, kde je možné nájsť vždy aktuálne informácie.

V porovnaní s ostatnými prírodnými ekosystémami sú lesy v dôsledku dlhovekosti stromov obzvlášť ovplyvňované klimatickými zmenami. Drony (t. j. UAV alebo UAS), sú nové platformy, ktoré sa v posledných rokoch čoraz viac využívajú pre lesnícke aplikácie, ktoré profitujú z flexibility, nízkych nákladov (oproti lietadlám či helikoptéram), spoľahlivosti, autonómie a schopnosti včasného poskytovania údajov vo vysokom rozlíšení. Hlavné využitie nachádzajú tieto technológie pri tvorbe fotografií (tzv. RGB), v multispektrálnom či infračervenom snímkovaní alebo aj použitím senzorov LiDAR (Matese, 2020).

Používanie dronov v presnom lesníctve sa za posledné roky exponenciálne zvýšilo, čo dokazuje veľký počet príspevkov publikovaných v rokoch 2018 až 2019 (nájdenných je viac ako 400 odkazov hľadajúcich výraz „UAV“ + „les“) v rôznych článkoch, zborníkoch z konferencií či knihách. Hlavné lesnícke aplikácie sa zameriavajú na inventarizáciu zdrojov, mapovanie chorôb, klasifikáciu druhov, monitorovanie požiarov a odhad priestorových medzier ap. (Matese, 2020). Ďalšie bežné praktické využitie dronov v lesnom hospodárstve bolo popísané aj v našich predošlých prácach (Galko et al., 2020a, b).

LOS využíva drony pre svoje aktivity (prieskum, zisťovanie zdravotného stavu lesa, vyhľadávanie roztrúsenej podkôrníkovej a vetrovej kalamity, výskumné účely ap.) už niekoľko rokov. Pravidlá lietania s týmito prostriedkami sa v posledných rokoch menili a bežná prax má stále nejasnosti okolo ich použitia. Na základe toho LOS pripravila tento príspevok, ktorý zhrňuje aktuálne platné základné pravidlá lietania s dronmi, podmienky za ktorých je možné lietať, webové stránky kde sa dajú nájsť

aktuálne informácie a na niekoľkých príkladoch je predstavené aj ich použitie v bežnej lešníckej praxi podľa oblasti (vzdušného priestoru), v ktorej sa nachádzajú.

ZÁKLADNÉ PRAVIDLÁ A PODMIENKY VYKONÁVANIA LETU DRONMI

Základný dokument, ktorý ustanovuje podmienky vykonania letu lietadlom spôsobilým lietať bez pilota (teda bezpilotným lietadlom alebo dronom) vo vzdušnom priestore Slovenskej republiky je rozhodnutie Dopravného úradu č. 2/2019 zo 14.11. 2019. Rozhodnutie je voľne dostupné na internetových stránkach Dopravného úradu (ďalej „DÚ“) (<http://nsat.sk/wp-content/uploads/2019/11/R2-2019.pdf>).

Všeobecné podmienky vykonania letu bezpilotným lietadlom

V nasledovných bodoch uvádzame základné podmienky vykonávania letov s dronmi. Podrobne sú všetky podmienky rozpracované vo vyššie uvedenom rozhodnutí DÚ.

- Pilot nesmie vykonať let dronom, ak je pod vplyvom psychoaktívnej látky.
- Let dronom možno vykonať do výšky max. 120 m (v CTR zóne bez povolenia max. 30 m; vysvetlené v ďalšom texte).
- Let dronom sa vykoná tak, aby nebola ohrozená bezpečnosť iných lietadiel, osôb a majetku na zemi, a aby sa zabezpečila ochrana životného prostredia pred hlukom a emisiami zo znečisťujúcich látok z dronu.
- Pilot je povinný počas letu neustále vizuálne a zároveň s použitím vhodných technických prostriedkov, ak je takýmito prostriedkami systém dronu vybavený, pozorovať okolie, prekážky a letovú prevádzku a vyhnúť sa inej letovej prevádzke na základe princípu vidieť a vyhnúť sa (napr. záchranný vrtuľník, iný dron ap.).
- Ak počas letu dronu nastane mimoriadna situácia za letu, pilot je povinný okamžite bezpečne ukončiť let dronu.
- Obmedzenia letov v okolí malých letísk v okrsku neriadeného letiska tzv. ATZ a v okolí veľkých letísk v riadenom vzdušnom priestore tzv. CTR zóny (Controlled Traffic Region) let vždy koordinovať s prevádzkovateľom takéhoto letiska.
- Všeobecne je lietanie bezpilotným lietadlom v noci zakázané (je možné za určitých podmienok uvedených v rozhodnutí DÚ).
- Maximálna vzdialenosť od pilota je 1000 m alebo mať stály vizuálny kontakt (vidieť na dron).
- Treba vedieť (vyčítať z ICAO mapy) v akom vzdušnom priestore sa dron nachádza (let dronom sa nesmie vykonať v rámci určených horizontálnych hraníc a vertikálnych hraníc zakázaného vzdušného priestoru, aktivovaného obmedzeného vzdušného priestoru, prechodne vyčleneného vzdušného priestoru a prechodne rezervovaného vzdušného priestoru, viac o tom ďalej).

Kategórie dronov

Uvedené rozhodnutie DÚ delí drony (podľa hmotnosti) do nasledovných kategórií:

- C0 – do 250 g (napr. DJI Mini/Mini2)
- C1 – do 900 g (napr. DJI Mavic Pro, DJI Air, Spark)
- C2 – do 4 kg (napr. DJI Mavic 2 Pro/Zoom, DJI Phantom, DJI Inspire)
- C3 – do 25 kg
- C4 – model lietadla do 25 kg

Kategória A a kategória B

Hlavná zmena v rozhodnutí DÚ oproti predošlému je, že sa prevádzka dronov (podľa účelu) rozdelila na dve kategórie: A a B.

Do kategórie A spadajú najmä tzv. hobby piloti, ktorí lietajú len pre seba t. j. na nekomerčné účely. V prípade dodržania pravidiel uvedených v rozhodnutí na hobby let s dronom nie je potrebné žiadne špeciálne povolenie, ani pilotný preukaz, ani poistenie dronu a je možné bez obáv lietať. Pre toto použitie však bude platiť v blízkej budúcnosti, že používateľ týchto bezpilotných lietadiel musí byť registrovaný na DÚ a jeho drony musia byť vybavené registračným číslom (štítok, ktorý sa nalepí na dron). Je to z hľadiska bezpečnosti prevádzky.

Piloti kategórie A budú musieť absolvovať online „pilotský test“ na DÚ o základných pravidlách vykonávania letu. V čase písania tohto príspevku sa tento systém pripravuje. Odporúčame sledovať aktuálne informácie na stránke DÚ (<http://letectvo.nsat.sk/letova-prevadzka/lietadla-sposobile-lietat-bez-pilota/>).

Základné podmienky lietania v kategórii A

Okrem dodržiavania vyššie uvedených všeobecných podmienok, rozhodnutie DÚ upresňuje ešte aj podmienky vykonania letu bezpilotným lietadlom pre rôzne subkategórie v kategórii A.

Subkategória „A1“. Je nutné dodržiavať všeobecné pravidlá lietania s dronmi. Tu spadajú drony kategórie C0 a C1. Sú tu uvoľnenejšie pravidlá. Napr. je možné využívať funkciu dronu „Follow me“ pri určitých podmienkach, resp. lietať bližšie k prekážkam ako 50 m. Nesmie sa prelietavať ponad zhromaždiská ľudí. V CTR priestore letiska je možné lietať bez koordinácie avšak nie bližšie ako 3,7 km od referenčného bodu letiska (zvyčajne je to stred dráhy alebo križovanie dráh) a do max. výšky 30 m.

Subkategória „A2“. Tu spadajú drony kategórie C2 (do 4 kg). Platí lietať min. 50 m od nezúčastnených osôb, či prekážok a zákaz lietať nad osídlenými oblasťami. Je to najmä z hľadiska bezpečnosti, nakoľko sú to ťažšie lietadlá. V CTR platia také isté pravidlá ako pri predchádzajúcej kategórii.

Subkategória „A3“. Tu spadajú drony kategórie C3 a C4 (nad 4 kg). V CTR môžeme lietať nie bližšie ako 5,6 km od referenčného bodu letiska a do max. výšky 30 m.

Detailnejšie na stránke <https://www.aprop.sk/clanok/legislativa-pravidla-lietanie-drony>.

Základné podmienky lietania v kategórii B

Do kategórie B patria všetky komerčné činnosti využitia dronov, t. j. jedná sa už o „letecké práce“ (ide o presný termín definovaný v právnych predpisoch). Do tejto kategórie spadajú piloti, ktorí lety vykonávajú za odplatu a tzv. rizikové lety, t. j. lety za iných podmienok ako v kategórii B (najmä v blízkosti ľudí, v zastavaných oblastiach a podobne). Do kategórie B patrí napr. tvorba reklamných videí, tvorba ortofotomapy, ale napríklad aj použitie dronu určeného na postrekovanie plodín (Galko et al., 2020a). V tomto prípade je na legálne prevádzkovanie dronu potrebné splniť nasledovne veci:

- Získať „Povolenie na lietanie s bezpilotným lietadlom“ (po preukázaní teoretických znalostí a praktických zručností potrebných na zaistenie bezpečnosti prevádzky bezpilotného lietadla) tzv. pilotský preukaz.
- Zabezpečiť registráciu dronu na DÚ (zápis bezpilotného lietadla do evidencie bezpilotných lietadiel).
- Zabezpečiť poistenie zodpovednosti za škodu spôsobenú dronom v komerčnej poisťovni (tzv. zákonnú poisťku dronu).
- Vypracovať prevádzkovú príručku k registrovanému dronu.
- Získať povolenie na letecké práce od DÚ (k tomuto je potrebné splniť predchádzajúce požiadavky).
- viesť si letový denník.

Štyria pracovníci LOS absolvovali príslušné školenia a skúšky a stali sa „licencovanými pilotmi“ dronov a držiteľmi „Preukazu pilota na diaľku“. V auguste 2018 sme získali povolenie na vykonávanie leteckých prác a teda spĺňame podmienky kategórie B.

V súčasnosti sa zameriavame najmä na tvorbu fotografií (nie snímok pre ortofotomapy) a videí pre zákazníka (www.los.sk/dron), ako aj osvetu a šírenie vedomostí v danej problematike (napr. zdieľaním videí na YouTube LOS) a chceme tak rozšíriť možnosti nášho poradenstva. Presný pohľad z výšky (napr. na porast poškodený podkôrnym hmyzom alebo na vetrovú kalamitu v danom rozsahu) v danom čase spojený s presnou determináciou škodcu (pozemnou kontrolou LOS) je užitočná pomôcka pre lesného hospodára pre urýchlené plánovanie príslušných opatrení ochrany lesa.

Čo teda z vyššie uvedeného vyplýva pre lesného hospodára?

Ak vlastní dron (kategória A), tak pri dodržaní pravidiel uvedených v rozhodnutí DÚ môže lietať nad lesnými porastami, ktorých je vlastníkom alebo ich spravuje a robiť fotografie a video záznam bez akéhokoľvek povolenia za predpokladu, že mu to daný vzdušný priestor umožňuje. Ak lesný hospodár dron nevlastní a chce dať zaletieť svoje porasty za odplatu napr. formou objednávky (kategória B), spoločnosť vykonávajúca let musí mať povolenie na vykonávanie leteckých prác (Galko et al., 2020a). Nasnímaný materiál je možné pri dodržaní pravidiel ochrany súkromia a pri nekomerčnom použití voľne šíriť (<https://www.aprop.sk/clanok/pravidla-lietania-s-dronmi>).

Zmeny od roku 2021

- Kategória A – registrovanie prevádzkovateľa + online školenie pre subkategóriu A1 a aj teoretické preskúšanie na DÚ pre subkategóriu A2 (momentálne sa nevykonáva nakoľko je v tomto čase (máj 2021) ešte stále prechodné obdobie).
- Spôsoby využitia dronov budú rozdelené do troch základných skupín: otvorená, špecifická a certifikovaná.
- Detailnejšie na stránke <https://www.aprop.sk/clanok/legislativa-pravidla-lietanie-drony>
- Vždy aktuálne informácie a zmeny nájdete na oficiálnej stránke DÚ: <http://letectvo.nsaf.sk/letova-prevadzka/lietadla-sposobile-lietat-bez-pilota/>

Kde môžem a kde nemôžem lietať s dronom?

Každý, kto chce lietať s dronom, musí vedieť v akom vzdušnom priestore sa nachádza. Služi na to tzv. ICAO mapa alebo jej online verzia tzv. VFR manuál (<https://gis.lps.sk/vfrm>). V nasledovných príkladoch uvádzame niekoľko bežných situácií:

Príklad 1: let v CTR zóne napr. letiska Poprad:

Mám napr. dron DJI Mini/Mini2 (kategória dronu „C0“) a chcem lietať v mieste, kde je CTR zóna. V tomto prípade môžem lietať do 30 m, nelietieť nad ľuďmi a treba byť ďalej (t. j. nie bližšie) ako 3,7 km od referenčného bodu letiska. V prípade, keď chcem lietať nad 30 m, lietam podľa kategórie B a každý let musí byť koordinovaný vežou letiska podľa postupu tzv. *Koordinácia v riadenom vzdušnom priestore v kategórii prevádzky B*, ktorý je uvedený na stránkach DÚ (<http://letectvo.nsaf.sk/letova-prevadzka/lietadla-sposobile-lietat-bez-pilota/>).

Príklad 2: let v ATZ zóne, t. j. okolo neriadeného letiska napr. Nitra:

Tu môžem lietať iba po odkomunikovaní podmienok s prevádzkovateľom letiska (treba vyhľadať kontakt na vežu na internete). Paradoxom je, že iba v tejto zóne mi môže dať prevádzkovateľ letiska povolenie na lietanie aj vyššie ako 120 m, ak si je istý, že v danom okruhu nie je žiadna letová prevádzka. Vo všetkých ostatných vzdušných priestoroch platí do výšky max. 120 m (okrem CTR, viď príklad 1).

Příklad 3: let v obmedzenom priestore „R“ (restricted):

Sú to všetky vojenské vzdušné priestory (v mape vyznačené červenou). Musím ešte pred letom zistiť, či je vzdušný priestor aktivovaný alebo nie, t. j. zistiť tzv. AUP (Airspace Use Plane) z Veliteľstva vzdušných síl na ich stránke (<https://vvzs.mil.sk/352/vyuzitie-vzdusneho-priestoru.php>), ktorá je aktualizovaná denne. Pozor všetky časy, ktoré sú tam uvedené sú vo formáte UTC (Londýnsky čas), čiže počas letného času pripočítame 2 hodiny a počas zimného času 1 hodinu. V AUP si následne vyhladáme daný priestor napr. R314, či je aktivovaný alebo nie. Ak je aktivovaný, lietať nie je možné. V dokumente sa nachádza aj AUP na nasledujúci deň.

Příklad 4: let v „P“ zóne (Prohibited):

Je to napr. v okolí jadrových elektrární. Už z názvu vyplýva, že lietanie v tomto priestore je zakázané.

Příklad 5: let v chránených územiach:

Zákon č. 543/2002 Z. z. o ochrane prírody a krajiny hovorí, že od 3. stupňa ochrany prírody (t. j. národné parky, prírodné rezervácie ap.) sa na let lietadlom v menšej výške ako 300 m (čiže v našom prípade dronom do 120 m) vyžaduje súhlas orgánu ochrany prírody (§ 14, ods. 2, písm. d). Ako zistím, aký stupeň ochrany prírody je na danom mieste? Napr. <http://maps.sopsr.sk/> alebo cez <http://webgis.biomonitoring.sk/>. Sú to zóny (fauna) citlivé na hluk. Bez príslušného povolenia hrozí fyzickej alebo právnickej osobe pokuta. Za lietanie dronom v chránených územiach bez povolenia hrozí pokuta do výšky 3319,39 eur, prepadnutie veci alebo pokarhanie. Právnická osoba môže dostať pokutu do 9958,17 eur a prepadnutie veci. Porušenie zákona a pokutovanie je možné vinníkovi dokázať aj na základe zverejnenej fotky či nahrávky (Bratislava 26. apríla 2021, TASR). Okresný úrad je kompetentným orgánom na rozhodovanie o vydaní súhlasu na let s dronom v chránených územiach s 3. a vyšším stupňom ochrany.

Momentálne sa pripravuje veľmi užitočná aplikácia do mobilných telefónov, ktorá na základe aktuálnej polohy veľmi rýchlo zistí, aké sú obmedzenia letu v danom vzdušnom priestore a ešte omnoho viac (<https://mamdron.sk/aplikacia-mamdron/>).

Odporúčané typy a predletová príprava

- Pred prvým letom odporúčame oboznámiť sa s manuálom dronu. Na internete sa dá vyhľadať aj množstvo inštruktážnych video návodov k danému typu dronu.
- Vrtule – pozor na rôzne náhrady od iných výrobcov (lacné náhrady, trojlisté vrtule namiesto dvoch). Odporúčame kupovať náhradné vrtule od toho istého výrobcu ako je dron.
- Údržba batérií – pri dlhšom nevyužívaní dronu sa odporúča vybiť batérie na cca 60 % ich kapacity, nakoľko plne nabité batérie sa môžu po dlhšom čase znehodnotiť. Nové drony majú túto funkciu už prednastavenú a batérie sa po určitom čase automaticky vybijú na danú hodnotu. Je to pre udržanie dlhšej životnosti batérie a bezpečnosti. V prípade, že lietame v zime, odporúča sa nejakým spôsobom predhriať batérie (doma, v aute, vo vrecku ap.).
- Homepoint – je to bod vzletu dronu, pri ktorom si dron uloží GPS súradnice miesta, z ktorého sa „odlepí“ zo zeme. Pred vzletom vždy počkať na zapísanie „Homepointu“.
- Kalibrácia kompasu – odporúča sa vždy, resp. dron si ju vyžaduje. Ak lietam na viacerých miestach v danej lokalite, občasne stačí skalibrovať pri prvom lete. Pozor na blízkosť magnetických objektov (auto, nákladné auto, žeriav ap.).
- Kontrola SD karty – pre istotu mať rezervnú SD kartu.
- Ovládač – predletová kontrola funkčnosti (vizuálna kontrola, všetky tlačidlá a ovládacie páčky tzv. kniple), kontrola polohy antén riadiaceho panelu (antény nesmerujem na dron ich koncovou časťou, ale ich plochou stranou spodnej alebo hornej časti antény).

- Lietanie v zime – pri určitej vlhkosti a teplote (najčastejšie pri vysokej vlhkosti a teplote okolo 0° C) sa na nábežnej hrane vrtúl môže vytvárať námraza, čo je nebezpečné pre dron. Dron môže začať vibrovať, až nakoniec stratí vztlak a padá na zem.
- Senzory – ak je dron vybavený senzormi, treba ich vizuálne skontrolovať, či v nich nie sú nečistoty (muchy, prach ap.). Pozor nad vodnou hladinou – niektoré senzory tu nevedia detegovať výšku nad povrchom.
- Pozrieť si vopred obmedzenia vo vzdušnom priestore kam chceme ísť lietať (ICAO mapa, VFR manuál).
- Vždy treba zvýšiť opatrnosť v prípade výskytu ikony padáku alebo paraglajdu na mape ICAO a VFR manuál. Jedná sa o Výsadkovú činnosť resp. Padákové a závesné lietanie.
- Meteorologická situácia – treba dopredu zistiť aký bude vietor v oblasti lietania dronom, aké bude počasie.
- Priamo na mieste hľadať vhodné miesto na vzlet – štartovacia plocha (zrovnať povrch, vzlet zo stolíka ap.), vždy dbať na bezpečnosť pilota, asistencie a samotného dronu.
- Vizualne skontrolovať lokalitu – okolité elektrovody, vysoké stromy ap.
- Vždy, pred každým letom, vizuálne skontrolovať telo dronu, vrtule, gimbal, nabitie batérií a ovládača, udržiavať dron v suchu a čistote.
- Keď už vzlietnem, treba udržiavať vizuálny kontakt. Vždy treba počítať s tým, že dron môže spadnúť (porucha, útok dravca ap.), čiže nelietam nad ľuďmi, nad cestami, nad vodnou hladinou, a lietam v povolenej výške (do 120 m nad povrchom).
- Odporúčame lietať vo dvojici, kde druhá osoba sleduje, čo sa deje v danom vzdušnom priestore (prítomnosť dravcov ap.).
- Pristávanie – opatrne a bezpečne pristáť na zem. Pristávanie do ruky neodporúčame, nakoľko môže prísť k úrazu.

ZÁVER

V príspevku sme zhrnuli hlavné základné informácie, ktoré by mal ovládať každý, kto chce lietať dronom. V lesnom hospodárstve majú drony veľký potenciál a ich využívanie v budúcnosti by mohlo byť bežnou súčasťou práce lesných hospodárov, avšak vyžaduje si to určité znalosti a skúsenosti a hlavne vždy treba dbať na bezpečnosť.

Na príkladoch z našej praxe sme uviedli, ako postupovať pri plánovaní letov v rôznych vzdušných priestoroch. Treba si uvedomiť, že v určitých prípadoch kategórií A (teda hobby piloti) v niektorých vzdušných priestoroch nie je lietanie možné.

Vývoj dronov prebieha mimoriadne rýchlo, sú čoraz menšie, ľahšie, výkonnejšie, s kvalitnejšími senzormi, či optikou a ich presné a účelné použitie bude veľkým prínosom pre lesné hospodárstvo budúcnosti. Okrem popísaných bežných letov v kategórii A, ktoré budú lesní hospodári vykonávať sami, existujú už dnes profesionálne drony, ktoré nesú rôzne špičkové technológie, senzory, radary, či kamery a ich rôznorodé využitie v lesnom hospodárstve je len otázkou času. Aj na Slovensku máme súkromné spoločnosti, ktoré sa venujú profesionálnemu využitiu dronov v praxi. Vedia napr. presne zmapovať danú oblasť so zistením výmery, vytvoria ortofotomapu v lícovanú do porastovej mapy, vypracujú výpočet hmoty ležiacej kalamity, výpočet drevnej hmoty na lesných skladoch, vedia vyhodnocovať stres v stromoch pomocou multispektrálnych kamier, poskytujú letecké postrekovanie dronmi ap.

Úlohou LOS je, mimo iných výskumných aktivít, implementovanie poznatkov z ochrany lesa do lesníckej praxe a napríklad aj týmto príspevkom sa snažíme o zvýšenie povedomia o dronoch v odbornej lesníckej verejnosti a najmä ich bežného použitia podľa kategórie A. V prípade tejto

technológie sa jedná o ich prierezové využitie v celom lesnom hospodárstve, preto v prípade záujmu resp. podrobnejšieho poradenstva ohľadom dronov kontaktujte LOS.

Aktuálne informácie a pripravované zmeny v registrácii dronov podľa kategórie A odporúčame sledovať na webových stránkach uvedených v závere tohto príspevku.

POUŽITÁ LITERATÚRA

1. Matese, A. (2020): Editorial for the Special Issue “Forestry Applications of Unmanned Aerial Vehicles (UAVs)”. *Forests*, 11(4). <https://doi.org/10.3390/f11040406>
2. Galko, J., Kunca, A., Nikolov, Ch., Rell, S., Jurovic, M., 2020a: Praktické využitie dronov v ochrane lesa. *APOL 1* (1): 28-33.
3. Galko, J., Kunca, A., Nikolov, Ch., Rell, S., 2020b: Využitie dronov v lesníckej praxi. *Les & Letokruhy*, 76 (2): 34 – 35.

Internetové zdroje

4. Stránka DÚ o bezpilotných lietadlách
<http://letectvo.nsat.sk/letova-prevadzka/lietadla-sposobile-lietat-bez-pilota/>
5. Rozhodnutie DÚ č. 2
<http://nsat.sk/wp-content/uploads/2019/11/R2-2019.pdf>
6. Publikácie LOS
los.sk/publikacie.html
7. Objednanie leteckých prác LOS a poradenstvo
<http://www.los.sk/dron>
8. Online verzia leteckej mapy ICAO – tzv. VFR manuál
<https://gis.lps.sk/vfrm>
9. Overenie príslušného stupňa ochrany prírody
<http://maps.sopsr.sk/> alebo <http://webgis.biomonitoring.sk/>
10. Využitie vzdušného priestoru (AUP)
<https://vvzs.mil.sk/352/vyuzitie-vzdusneho-priestoru.php>
11. Nové pravidlá lietania dronmi 2020
<https://www.aprop.sk/clanok/pravidla-lietania-s-dronmi>
12. Pravidlá lietania s dronmi 2021 | EU legislatíva
<https://www.aprop.sk/clanok/legislativa-pravidla-lietanie-drony>
13. Aplikácia “mamdron”
<https://mamdron.sk/aplikacia-mamdron/>

Adresa autorov:

Ing. Juraj Galko, PhD., Ing. Andrej Kunca, PhD.

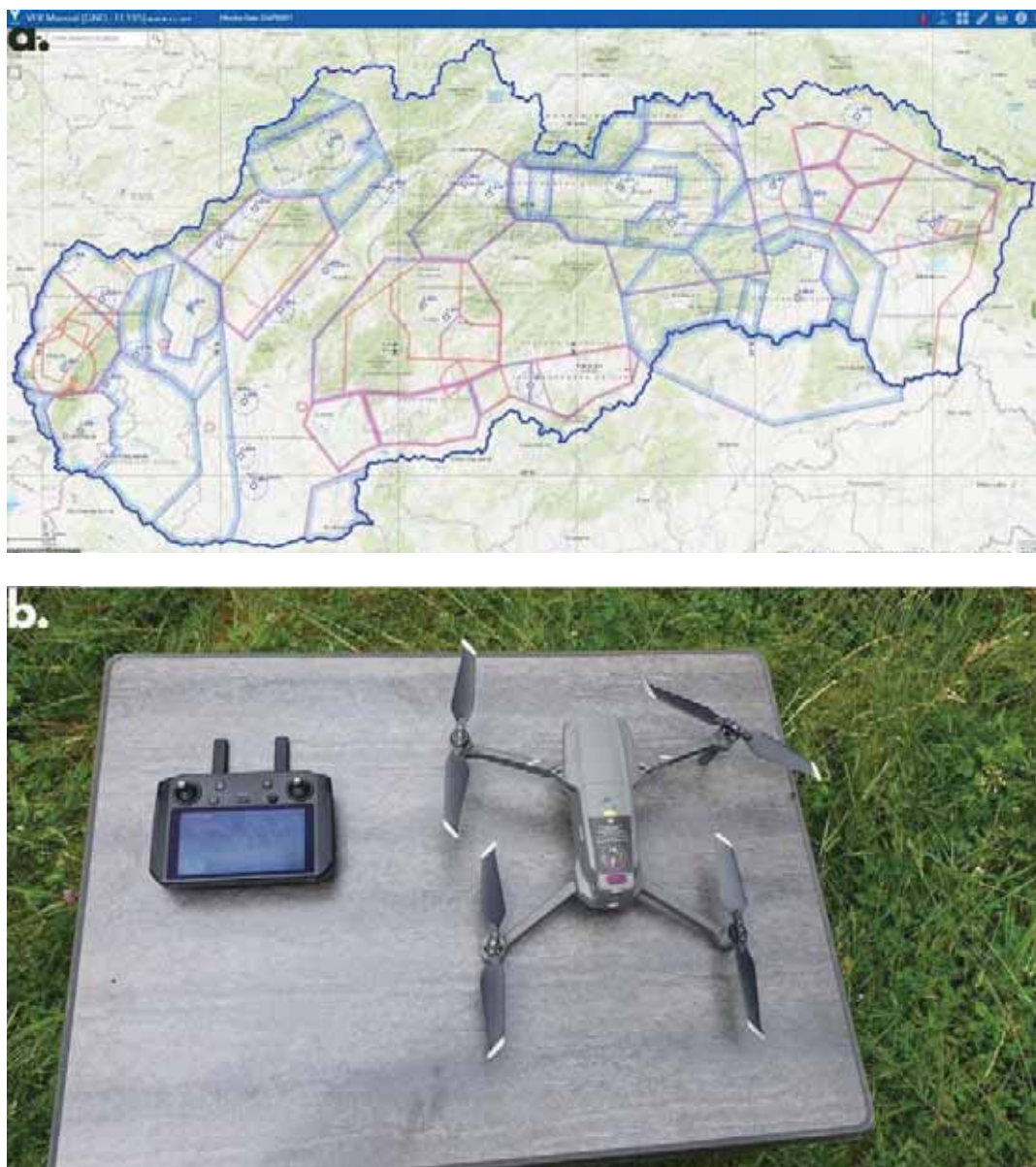
Národné lesnícke centrum – Lesnícky výskumný ústav Zvolen

T. G. Masaryka 22, 960 01 Zvolen

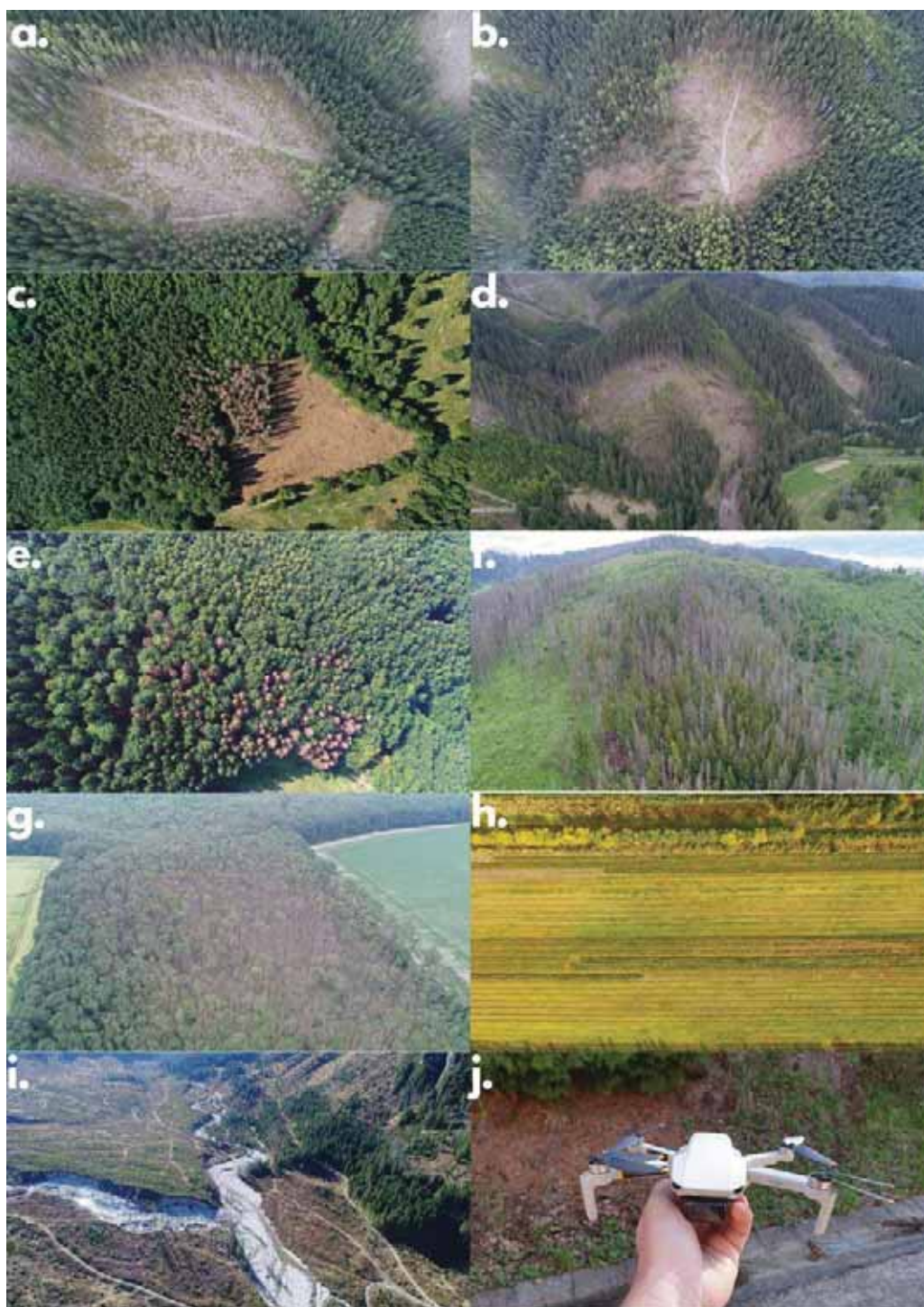
e-mail: juraj.galko@nlcsk.org

e-mail: andrej.kunca@nlcsk.org

FOTOGRAFICKÁ PRÍLOHA



Obrázok 1. Ukážka online verzie leteckej ICAO mapy, tzv. VFR Manuál (a.), ukážka dronu LOS, typ DJI Mavic 2 Pro (b.)



Obrázok 2. Ukážky bežného využitia dronov v lesnom hospodárstve. Kontrola porastových stien, vyhľadavanie roztrúsenej vetrovej a podkôrnikovej kalamity (a. až f.), ukážka defoliácie dubových porastov (g.), kontrola zdravotného stavu záhonov v škôlke (h.), dokumentácia živelných udalostí (i.), ukážka dronu DJI Mini 2 (j.)

ZHODNOTENIE STAVU LESOV NA POKALAMITNOM ÚZEMÍ TATRANSKÉHO NÁRODNÉHO PARKU 15 ROKOV OD VZNIKU VETROVEJ DISTURBANCIE „ALŽBETA“

Vladimír Šebeň, Bohdan Konôpka

ÚVOD

Vetrová kalamita „Alžbeta“ z 19. novembra 2004 patrí medzi najväčšie disturbančné udalosti v novodobých dejinách Slovenska (Konôpka a kol. 2016). Na závažnosti uvedenej kalamity pridáva aj skutočnosť, že jej výrazná časť vznikla na území Tatranského národného parku (ďalej len „TANAP“). Od tejto udalosti uplynulo už vyše 16 rokov. Bezprostredne po nej sa objavili rôzne predstavy na spracovanie kalamitného dreva a budúci manažment lesov. Okrem výrazného poškodenia, totiž išlo navyše o významné chránené územie, náš najstarší národný park, pričom asi tretinu poškodeného územia tvorili národné prírodné rezervácie. Niektoré názory boli podložené dlhodobými praktickými skúsenosťami a doterajším manažmentom s aktívnym prístupom. Časť názorov sa zakladala na dovtedy nepreverených úvahách ponechania vývoja lesa úplne bez zásahu človekom. Hoci sa kalamitná hmota na väčšej časti postihnutého územia spracovala, niektoré časti sa ponechali na samovývoj bez akéhokoľvek spracovania. Kontinuálne, resp. opakované sledovania stavu a vývoja (monitoring) pokalamitného územia a jeho rôznych zložiek flóry, fauny a abiotického prostredia sa stali predmetom záujmu výskumníkov, a to nielen z oblasti lesníctva. Nás pravdaže najviac zaujímali lesné porasty na tomto území.

Aký je vývoj a stav postihnutého územia 15 rokov od vzniku kalamity? Zjednodušene možno konštatovať, že dnes na pokalamitných plochách úspešne odrastajú mladé lesné porasty a pravdepodobne takýto pozitívny vývoj predbehol očakávania odbornej a aj laickej verejnosti. Tie boli krátko po kalamite skôr opatrné alebo skeptické. Zároveň sa v médiách často objavovali aj neobjektívne či neoverené vyhlásenia. Sme preto presvedčení, že treba prinášať a prezentovať pravdivé informácie, ukázať reálnu situáciu, zhodnotenú na základe objektívneho zisťovania. Národné lesnícke centrum (ďalej len „NLC“) disponuje jedinečným zdrojom informácií, ktorý reprezentuje celé kalamitné územie od Tichej doliny až po Tatranskú Kotlinu. Ide o systém monitoringu, ktorý je založený na výberovom terestrickom zisťovaní prostredníctvom monitorovacích plôch (ďalej len „MP“) s priamym meraním jednotlivých stromov.



Obrázok 1. Obnova veľkej kalamitnej holiny v TANAP-e po 15 rokoch je priaznivejšia ako sa dalo očakávať

Cieľom príspevku je na základe údajov z monitoringu prezentovať, porovnať a vysvetliť rozdiely v súčasnom stave obnovy lesa na území so spracovanou a nespracovanou kalamitnou hmotou. Výsledky sa týkajú jednak kvantitatívnych, ako aj kvalitatívnych ukazovateľov stavu lesných komplexov.

Spracovanie kalamitnej hmoty v chránenom a rekreačnom území

Názory na spracovanie alebo nespracovanie kalamitnej hmoty sa môžu výrazne líšiť, a to najmä medzi zástupcami rezortu lesného hospodárstva a rezortu ochrany prírody, či rôznych mimovládnych organizácií. Vo všeobecnosti možno ponechanú kalamitnú hmotu, teda mŕtve drevo, chápať ako dôležitý prvok v lesnom ekosystéme. Mŕtve drevo postupným rozkladom spravidla zlepšuje pôdne a klimatické pomery, vodný režim, pritom vytvára životné prostredie pre mnohé rastlinné a živočíšne druhy a aj tým zvyšuje diverzitu. Na druhej strane, ponechaním nespracovaného dreva vzniká riziko množenia a šírenia škodcov. Sucháre a ležanina zvyšujú riziko vzniku lesných požiarov, prípadne aj úrazov návštevníkov a turistov rekreačných oblastí. Ekonomický efekt je tiež jednoznačný, keďže ponechané odumreté drevo sa na rozdiel od spracovaného nijako spoločensky nevyužije. Väčšina lesných porastov v sledovanej oblasti vznikla v minulosti s výrazným príspevom lesníkov, čomu zodpovedala aj ich jednoduchšia štruktúra. Len veľmi malú časť tvorili lesy neovplyvnené manažmentom. Takže tu boli tiež vynaložené určité náklady a ľudská práca na obnovu či výchovu lesa, preto by sa dalo logicky očakávať aj ich finálne zužitkovanie. Čo sa týka sekvestrácie či kolobehu uhlíka, ten výrazne závisí od následného využitia dreva. Ak sa z neho vyrobia výrobky dlhej životnosti, čo však pri kalamitách býva zriedkavé, môže sa uhlík uložiť trvalejšie ako v rozkladajúcom sa dreve, z ktorého sa skôr či neskôr uvoľňuje do okolitého prostredia. Pritom únik CO₂ z odumretého dreva do ovzdušia je práve v súčasnom stupni jeho rozkladu veľmi intenzívny (Fleischer a kol. 2020).

Celkový vplyv ponechanej kalamitnej hmoty na obnovu lesa nie je doteraz vedecky úplne objasnený a výsledky publikovaných prác sú často protichodné. Vo všeobecnosti platí, že dôležitým faktorom pre spracovanie a nespracovanie kalamitnej hmoty je kategória lesa a v rámci nej definované priority jednotlivých funkcií lesa. Lesy v TANAP-e sa svojím poslaním zásadne líšia od bežných hospodárskych lesov. Ich produkčná funkcia je menej významná a na územiach s najvyšším stupňom ochrany lesa naoko zanedbateľná. Na druhej strane si treba uvedomiť, že vyššia produkcia biomasy drevín znamená intenzívnejšiu uhlíkovú sekvestráciu na danom území. Ďalej je v podmienkach národného parku mimoriadne významná biodiverzita flóry a fauny, vrátane druhovej pestrosti drevinovej zložky.

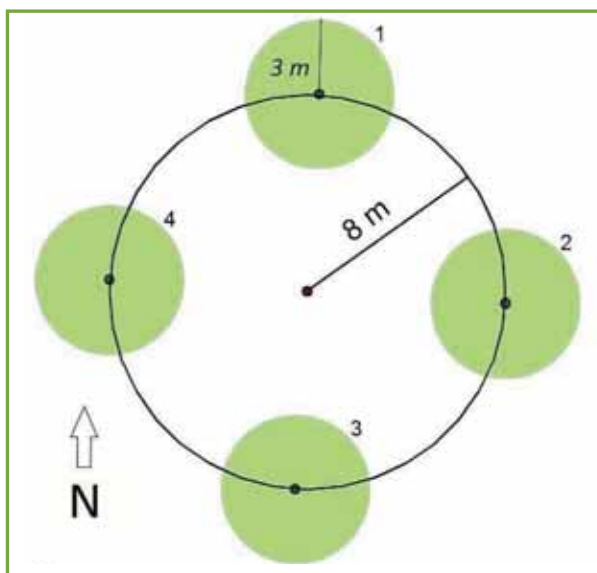
Okolnosti sledovania vývoja po kalamite a dizajn monitoringu

Ako sa už uviedlo, podstatná časť vetrovej kalamity vznikla na území nášho najvýznamnejšieho národného parku (TANAP), kde vietor zničil približne 126 km² lesa (Koreň 2005). Disturbancia narušila širokú paletu ekosystémových služieb, ktoré v národnom parku lesné komplexy v predošlom období plnili (Fleischer a kol. 2017). V nasledujúcich rokoch, najmä 2005 a 2006, pristúpili lesníci na väčšej časti územia národného parku k spracovaniu kalamitnej hmoty. V závislosti na podmienkach, najmä stupňa ochrany prírody, sa pritom kompromisne rozhodlo o spracovaní kalamitnej hmoty s rôznym podielom. Na menšej časti územia sa drevo vôbec nespracovalo a nechala sa na prirodzený vývoj. Takto sa na jednom území vytvorilo východisko pre sledovanie vývoja budúcich porastov pri rôznom type pokalamitného manažmentu.

Po spracovaní kalamitnej hmoty NLC z finančnej podpory Ministerstva pôdohospodárstva a rozvoja vidieka SR (ďalej len „MPRV SR“) založilo v roku 2007 terestrický monitoring procesu revitalizácie a sledovania pokalamitného vývoja mladých lesných porastov (Kulla et al. 2007). Bolo to teda v čase, keď bola väčšina kalamitného dreva na vymedzenom území spracovaná.

V pravidelnej sieti 500 x 500 m sa umiestnili MP od Tichej doliny po Tatranskú Kotlinu. V niekoľkoročných odstupoch sa neskôr realizoval opakovaný terénny zber údajov. Naposledy v roku

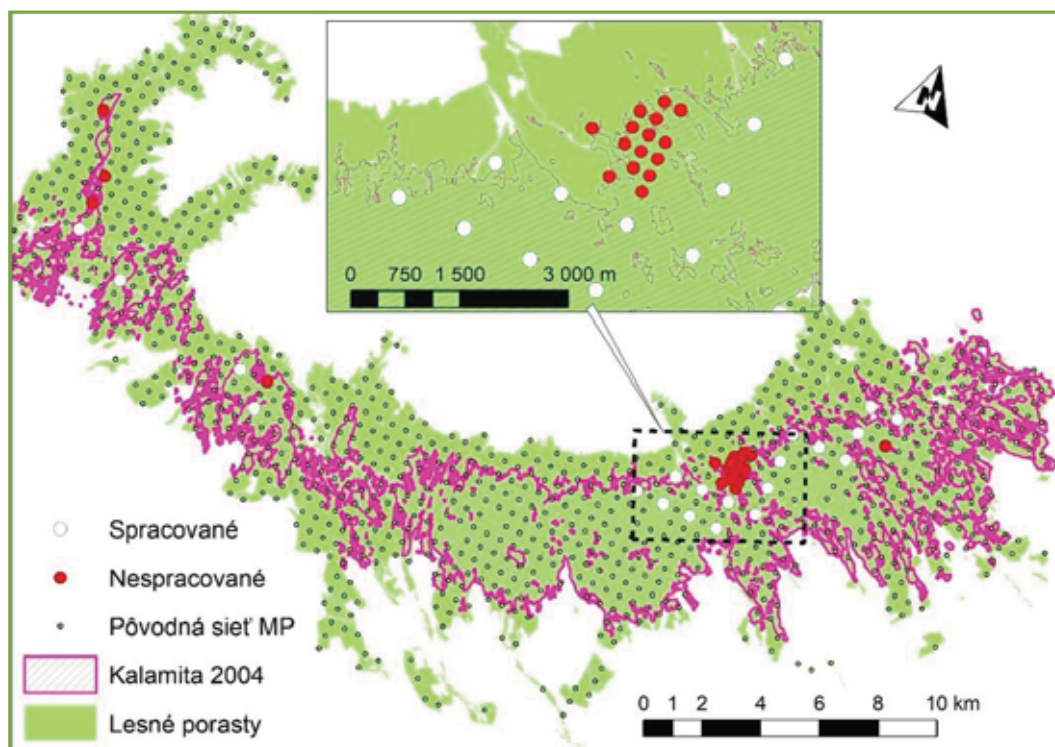
2019, t. j. 15 rokov od vzniku kalamity. Precízne nastavený monitoring bol založený podľa najnovších poznatkov štatistických metód tak, aby zabezpečil sledovanie širokého spektra údajov o lese. Použila sa pri ňom moderná meračská technológia Field-Map s geopriestorovým elektronickým záznamom priamo v teréne. Pozornosť sa sústredila na niektoré špecifiká kalamít, ako stav obnovy lesa a odumretého dreva. Stred každej monitorovacej plochy sa stabilizoval železným kolíkom umožňujúcim presnú identifikáciu miesta aj po viacerých rokoch pomocou detektoru kovov. Základom bol konštantný kruh s výmerou 500 m² pre zisťovanie terénnych, stanovištných a porastových údajov. Nasledoval variabilný kruh s meranými údajmi o stromoch s hrúbkou nad 7 cm. Obnova lesa sa sledovala na tzv. satelite – štyroch obnovných kruhoch so stredmi vzdialenými 8 m od stredu monitorovacej plochy (obrázok 2).



Obrázok 2. Schéma monitorovacej plochy so satelitom obnovných kruhov

Výberové výsledky spracované matematicko-štatistickými metódami sa prezentujú so strednou chybou pri 95 %-nej spoľahlivosti. Tá udáva teoretický rámec, v ktorom by sa nachádzali výsledné hodnoty, ak by sa výberové zisťovanie v predmetnom území realizovalo s rôznym posunom, teda na ľubovoľne umiestnených MP (Šmelko 2008). Monitorovacia sieť sa pôvodne založila nielen na kalamitnej ploche, ale aj vo vetrom nepoškodenom okolí, hoci sa tu opakované merania doteraz nevykonali.

Predmetom príspevku je vyhodnotenie len z časti, kde sa nachádzala kalamitná plocha (obrázok 3). Zamerali sme sa na porovnanie spracovanej časti spojenej s prirodzenou a umelou obnovou a nespracovanej časti ponechanej na samovoľný vývoj. Výhodou systematickej siete je reprezentatívne zachytenie celého záujmového územia s výmerou vyše 10 tisíc hektárov. Naopak, nevýhodou je menší počet MP pre menej zastúpené kategórie. Medzi MP patrila aj nespracovaná časť kalamitiska, ktorej výmera bola do 800 hektárov a padlo tam len 9 MP (Šebeň, Bošeľa 2011). V roku 2010 sa preto v spolupráci s Výskumnou stanicou a múzeom Štátnych lesov TANAP-u zahustila sieť MP na nespracovanej časti na sieť 0,25 x 0,25 km tak, aby sa získali porovnateľné, štatisticky reprezentatívne, súbory (Šebeň et al. 2011).



Obrázok 3. Mapa záujmového územia s výberom monitorovacích plôch pre porovnanie stavu spracovanej a nespracovanej časti kalamitného územia

V roku 2019 sme urobili výber, zameraný na rovnaký počet MP (20), resp. obnovných kruhov (80) pre spracovanú a nespracovanú časť kalamitiska v približne rovnakých rastových podmienkach (obrázok 3). MP na spracovanej časti územia sa rozprestierajú v rozpätí nadmorských výšok od 865 až 1348 metrov, na nespracovanej časti v rozpätí 853 až 1388 metrov nad hladinou mora. Tento výber bude aj našim predmetom záujmu v tejto publikácii. Vyhodnocovali sme stav na úrovni obnovných kruhov.

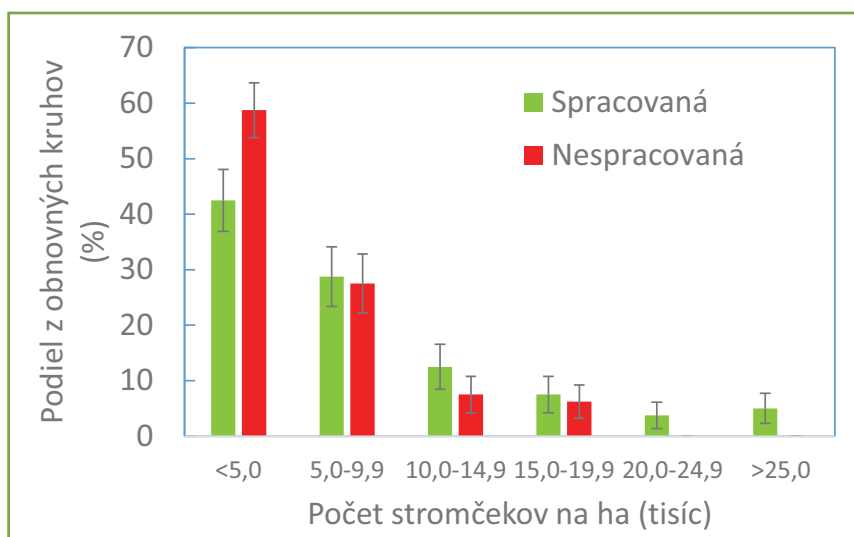
VÝSLEDKY – POROVNANIE STAVU MLADÝCH LESNÝCH PORASTOV PO 15 ROKOCH OD VZNIKU KALAMITY NA SPRACOVANEJ A NESPRACOVANEJ ČASTI KALAMITNEJ PLOCHY

Počty stromov a hustota mladých lesných porastov

Hustota mladých porastov sa objektívne vyjadrila cez počty odrastajúcich jedincov obnovy lesa. Len dostatočný počet stromov v porastoch zabezpečí úspešné plnenie funkcií lesa. V roku 2019 rástlo priemerne na celom kalamitisku $8,6 \pm 1,3$ tisíc jedincov na hektár, ktoré sa spolovice nachádzali v rastovom stupni mladina. Na porovnanie, v roku 2007 sa zistilo v priemere až $12,4 \pm 3,5$ tisíc jedincov na hektár kalamitiska, pričom polovicu z nich tvorili porasty v rastovom stupni nálet. Pokles je úplne prirodzený a vyplýva z kompetície najsilnejších prežívajúcich jedincov. Už prvé výsledky zisťovania za rok 2007 ukázali na väčšine MP bohatý potenciál obnovy lesných drevín. Treba však upozorniť, že medzi plochami bola veľká variabilita. Konkrétne pri prepočte počtu stromov

na hektár sa výsledky pohybovali rádovo medzi tisíckami až státisími jedincov. Vysoká variabilita počtov jedincov na úrovni monitorovacej plochy časom klesla zo 135 % v roku 2007 na približne polovicu v roku 2019.

Podrobnejšiu štruktúru v triedach hustoty agregovaných po 5-tisíc kusov na hektár na obnovných kruhoch prezentuje obrázok 4. Kým na nespracovanej časti takmer polovica obnovných kruhov nedosiahla viac ako 5 tisíc kusov na hektár, na spracovanej časti to bola len tretina. Niekoľko kruhov na spracovanej časti malo vysokú hustotu aj viac ako 20 tisíc kusov na hektár, kým na nespracovanej sa takéto vysoké hodnoty nezistili.

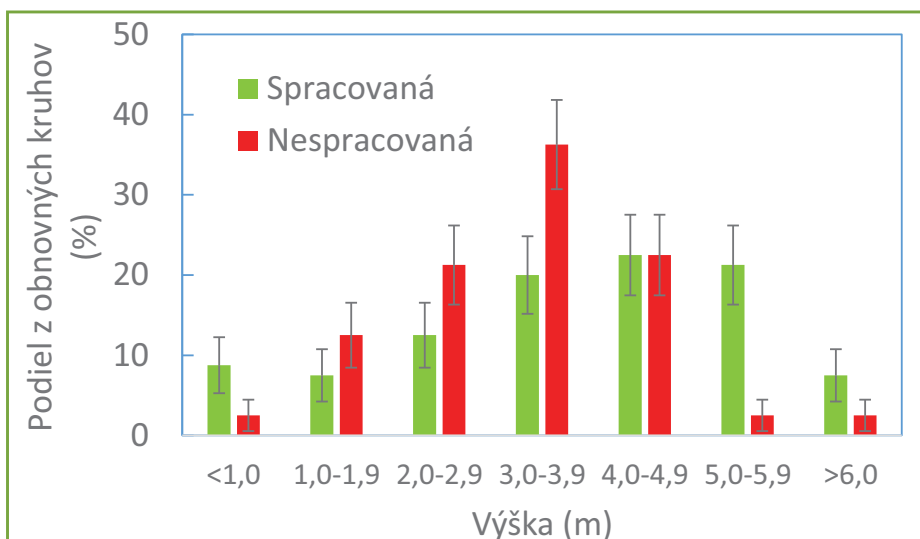


Obrázok 4. Podiel územia podľa hustoty mladých porastov na spracovanej a nespracovanej časti kalamitného územia

V celkovom priemere sa na spracovanej časti kalamitného územia po 15 rokoch od vzniku kalamity na rovnakej plošnej báze zistilo podstatne viac stromov, teda hustejšie porasty, ako na nespracovanej. Kým sa na spracovanej časti územia zistilo v roku 2019 priemerne $9,0 \pm 0,9$ tisíc jedincov obnovy na hektári lesa, na nespracovanej to bolo len $6,0 \pm 0,7$ tisíc jedincov obnovy. Je to asi o tretinu nižšia hodnota. V priemere teda bola hustota mladých porastov na nespracovanej časti kalamitného územia asi len 66 % z hustoty obnovených porastov na území so spracovanou kalamitnou hmotou.

Výška stromov a mladých lesných porastov

Spolu s hustotou je ďalším dôležitým znakom úspešného odrastania porastov rastová vyspelosť, ktorú reprezentuje výška stromov a stredná výška porastov. Pri počtoch stromov sme už spomenuli rastové stupne, ktoré slúžia na hrubú kategorizáciu. Pre presnejšie vyjadrenie sme pre každý obnovný kruh vypočítali strednú výšku porastu. Použili sme tzv. Loreyovu váženú priemernú výšku všetkých stromov, keď váhou bola kruhová základňa odvodená z hrúbky na báze kmeňa. Následne sme vypočítali aritmetický priemer stredných výšok z jednotlivých subplôch. Podrobnejší opis výškovej štruktúry Loreyových výšok na obnovných kruhoch ilustruje obrázok 5.



Obrázok 5. Podiely územia podľa strednej výšky mladých porastov na spracovanej a nespracovanej časti kalamitného územia

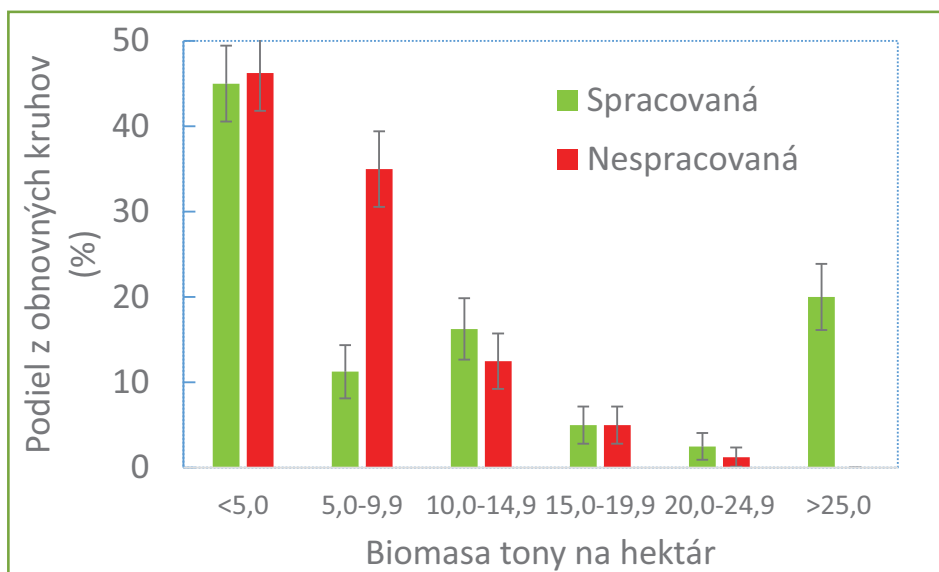
Na nespracovanej časti bola štruktúra menej variabilná, dosahovala normálne rozdelenie s najčastejšie sa vyskytujúcou strednou výškou od 3 do 4 metre. Strednú výšku nad 5 metrov na nespracovanej časti dosiahlo len málo obnovných kruhov, kým na spracovanej to bolo takmer 30 %. No na druhej strane sa tiež na spracovanej časti zistilo 15 rokov od vzniku kalamity niekoľko obnovných kruhov s nižšou strednou výškou ako 1 m.

V celkovom priemere tiež vyšli priaznivejšie výsledky v prospech spracovanej časti. Kým na spracovanej časti vyšla priemerná stredná výška odrastajúcich porastov $4,1 \pm 0,4$ metra, na nespracovanej časti bola $3,4 \pm 0,3$ metra. Priemerná výška stromov na nespracovanej časti dosiahla asi 83 % z výšky na spracovanej časti kalamitného územia.

Zásoba nadzemnej biomasy v mladých lesných porastoch

Zásoba nadzemnej biomasy odzrkadľuje naakumulované množstvo uhlíka v odrastajúcich porastoch po kalamite. Konkrétne, hmotnostný podiel uhlíka v biomase drevín je približne 50 %. Pod zásobou sme v našej práci rozumeli hmotnosť sušiny nadzemných častí stromu (koreňový systém sa pri tom nezohľadnil). Aktuálna kvantita biomasy a jej nárast súvisia aj so sekvestračným potenciálom lesných porastov. Zároveň je množstvo biomasy výsledkom porastovej hustoty a veľkosti stromov prítomných v poraste. Pri našich výpočtoch sme využili celoslovenské modely biomasy lesných drevín, ktoré sa na základe výšky stromu vytvorili v predošlom období (Pajtík, Konôpka, Šebeň 2017).

Podrobnejšiu štruktúru biomasy na obnovných kruhoch v agregovaných triedach prezentuje obrázok 6. Vyplýva z neho, že najväčší podiel ako na spracovanej, tak aj na nespracovanej časti kalamitiska dosiahli porasty s menej ako 5 tonami nadzemnej biomasy drevín na hektár.



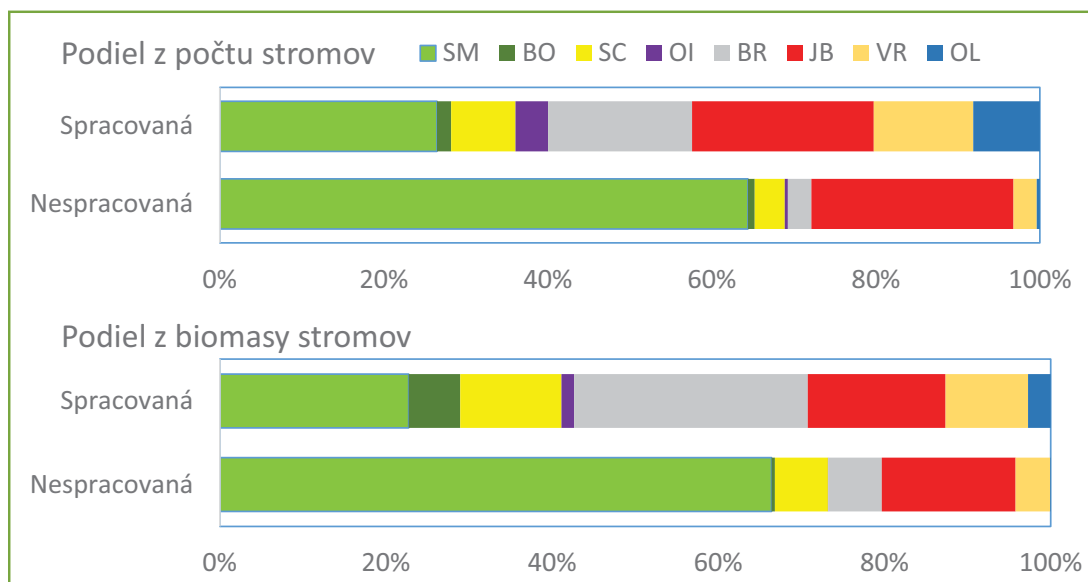
Obrázok 6. Podiely územia podľa biomasy mladých porastov na spracovanej a nespracovanej časti kalamitného územia

Na nespracovanej časti však vidíme trend poklesu až po maximum do 25 ton biomasy, kým na spracovanej časti už niektoré časti porastov dosiahli aj viac ako 25 ton nadzemnej biomasy na hektár, a to dokonca na podstatnej ploche s podielom 20 ± 3 %.

V celkovom priemere na spracovanej časti kalamitného územia vychádzala priemerná zásoba nadzemnej biomasy až $12,4 \pm 3,1$ tony na hektár, keď na nespracovanej časti vyšla priemerná hodnota iba $5,7 \pm 1,1$ tony nadzemnej biomasy na hektár. Nespracovaná časť kalamitného územia teda dosiahla výrazne menej, konkrétne len 45 % zo zásoby biomasy na spracovanej časti.

Drevinové zloženie mladých lesných porastov

Mladé lesné porasty dosahujú aktuálne vcelku pestré drevinové zloženie, čo je pozitívne z hľadiska biodiverzity. Nevznikali tak jednotvárne porasty tvorené jednou drevinou. Najzastúpenejšie dreviny na kalamitnom území od začiatku tvoria smrek obyčajný, breza previsnutá, jarabina vtáčia a vŕba rakytová. Celkový počet druhov na spracovanej časti kalamitiska bol 14, kým na nespracovanej sme zistili len 10 druhov. Pritom sa spolu na celom kalamitisku zistilo až 21 druhov drevín. Pre lepší prehľad sme druhy drevín zoskupili do 8 kategórií: smrek obyčajný, borovica sosna, smrekovec opadavý, ostatné ihličnaté, brezy, jarabina vtáčia, vŕba rakytová a ostatné listnaté. Z ostatných ihličnatých drevín sme zistili jedľu bielu, z ostatných listnatých jelšu sivú a lepkavú, javor horský, lipu malolistú, brezu plstnatú a topoľ osiku. Plochy bez spracovania pritom vykazovali nižšiu drevinovú diverzitu, dominoval na nich smrek a jarabina (obrázok 7).



Obrázok 7. Podiel jednotlivých drevín na počte stromov a na stromovej nadzemnej biomase na spracovanej a nespracovanej časti kalamitného územia

Výsledky vyjadrujú podiely z celkového množstva drevín na všetkých MP spolu, na výberové chyby vplývala variabilita a počet výberových jednotiek. Na nespracovanej časti územia dominoval smrek s podielom až 2/3 (o čosi viac z biomasy, $66 \pm 5\%$, ako z počtu stromov, $64 \pm 5\%$). Po ňom nasledovala jarabina s podielom $25 \pm 5\%$ z počtu stromov a $16 \pm 4\%$ z biomasy. Takže 80 až 90 % počtu stromov, resp. nadzemnej biomasy na nespracovanej časti kalamitného územia predstavovali len tieto dve dreviny. Z ostatných druhov drevín mali vyššie zastúpenie, predstavujúce ale len niekoľko percent, smrekovec ($6 \pm 3\%$), breza ($6 \pm 3\%$) a rakyta ($4 \pm 2\%$), vyšší podiel mali z biomasy ako z počtu. Nasledovala borovica s podielom $1 \pm 1\%$ a vtrúsene sa našli ešte osika, jedľa, jelša sivá a javor horský.

Drevinové zastúpenie na spracovanej časti kalamitného územia bolo podstatne pestrejšie a druhovo vyrovnannejšie. Z počtu stromov dosiahol najväčšie zastúpenie smrek ($26 \pm 5\%$), po ňom nasledovala jarabina s podielom $22 \pm 5\%$, breza $18 \pm 4\%$, rakyta $12 \pm 4\%$, smrekovec $8 \pm 3\%$, jedľa $4 \pm 2\%$, borovica $2 \pm 1\%$ a zvyšných $8 \pm 3\%$ tvorili ostatné listnáče (najmä jelša, javor horský, osika a vrbý). Zaujímavé je, že najvyšší podiel z biomasy netvoril smrek, ale breza s hodnotou až $28 \pm 5\%$, následne podiel smreka bol $23 \pm 5\%$, jarabiny $17 \pm 4\%$, smrekovca $12 \pm 4\%$, rakyty $10 \pm 3\%$ a borovice $6 \pm 3\%$. Zvyšné $4 \pm 2\%$ tvorili ostatné listnaté a ihličnaté dreviny.



Obrázok 8. Na veľkej časti spracovanej kalamity sa dnes vyskytuje pestré drevinové zloženie



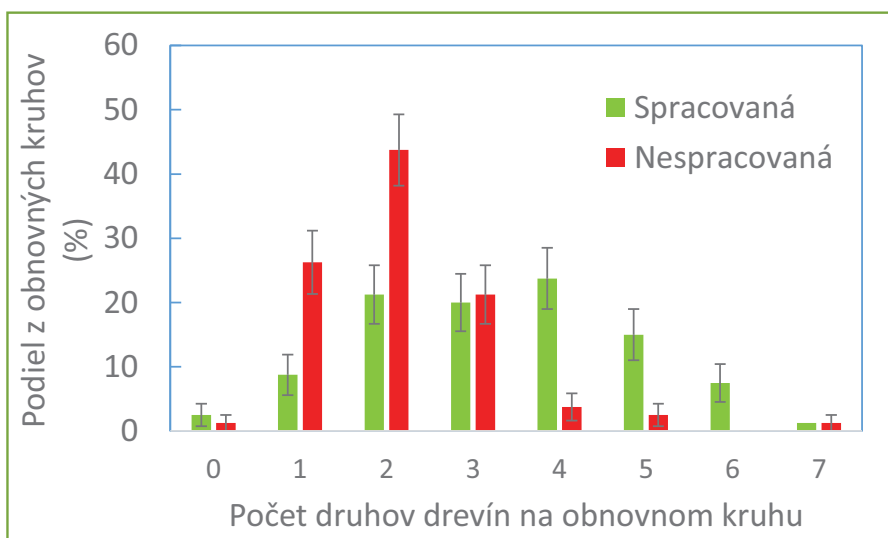
Obrázok 9. Časti ponechané bez zásahu sú tiež úspešne obnovené, prekvapením je však menšia diverzita a vysoká dominancia smreka

Výsledky drevinového zloženia teda jednoznačne svedčia o pestrejšom zastúpení na spracovanej než nespracovanej časti kalamitného územia.

Diverzita drevín alebo počet druhov na mikrolokalite

Diverzita druhov zjednodušene vyjadruje počet druhov na určitej plošnej jednotke alebo na vybranom území. Prirodzene výrazne závisí od výmery hodnoteného územia, so zvyšujúcou plochou sa nelineárne zvyšuje počet prítomných druhov. Ako sme už uviedli, na úrovni kalamitného územia dosahovala spracovaná časť 14 druhov, kým nespracovaná časť len 10. Pri výbere druhov s viac ako 10 jedincami to bolo 11 ku 6 v prospech spracovanej časti kalamitného územia.

Diverzitu sme osobitne vyhodnocovali na mikrolokalite – obnovnom kruhu s polomerom 3 m, teda výmerou 28,27 m². Na ňom sa maximálne zistilo 7 drevín. Podrobnejšiu štruktúru drevinovej diverzity na mikrolokalite prezentuje obrázok 10.



Obrázok 10. Podiely územia podľa diverzity na obnovných kruhoch na spracovanej a nespracovanej časti kalamitného územia

Z obrázku vyplýva zrejmy rozdiel medzi nespracovanou a spracovanou časťou. Nespracovaná sa nachádza viac v ľavej časti osi x s menšími hodnotami diverzity, pričom takmer polovicu prípadov reprezentujú iba 2 druhy. Spracovaná časť je vyrovnanejšia, posunutá viac doprava, pričom približne rovnaký podiel asi 20 % dosiahli obnovné kruhy s dvomi, tromi a štyrmi drevinami.

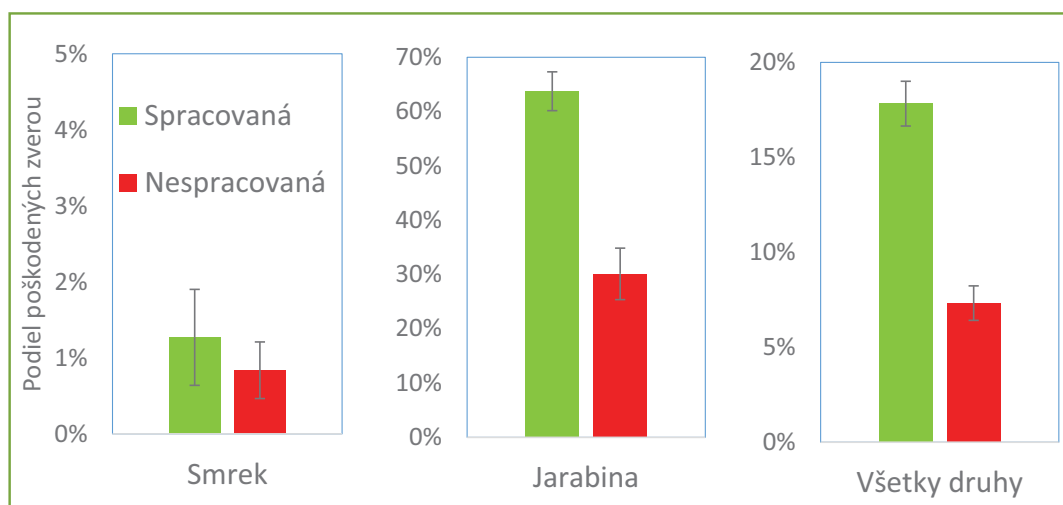
Uvedená štruktúra tak ovplyvnila aj celkové výsledky. Priemerný počet druhov na úrovni obnovného kruhu bol na spracovanej časti kalamitiska $3,4 \pm 0,3$, kým na nespracovanej časti územia len $2,1 \pm 0,2$. Na úrovni mikrolokality sa tak 15 rokov od vzniku kalamity zistila štatisticky významne vyššia diverzita na spracovanej časti, než na nespracovanej časti kalamitiska. Priemerný počet druhov mikrolokalite nespracovanej časti dosahoval asi 64 % zo spracovanej časti kalamitného územia.

Poškodenie lesných drevín zverou

Predchádzajúce charakteristiky vyjadrovali vlastnosti, či rastové podmienky mladých porastov. Dôležitý je však aj zdravotný stav, alebo poškodenie drevín spôsobené škodlivými činiteľmi, ktoré môže odrastajúce porasty výrazne tmiť v raste alebo úplne eliminovať. Za najzávažnejší škodlivý činiteľ mladých lesných porastov v súčasnosti považujeme zver. Táto spôsobuje poškodenie drevín v podobe odhryzu konárov, alebo obhryzom a lúpaním kôry. V rámci zisťovania stavu lesných

porastov sme preto na každom strome zaznamenávali znaky po pôsobení zveri. Nekvantifikovali sme pritom podrobný rozsah či intenzitu poškodenia na jednotlivom strome, čo by si na celom kalamitisku vyžadovalo náročnejšie zisťovanie.

Zver poškodila v priemere asi štvrtinu jedincov obnovy, pričom najčastejšie jarabinu, jedľu, javor horský, čremchu a rakytu. Najmenej zver poškodzovala smrek a smrekovec. Plochy bez spracovania kalamitnej hmoty pritom dosahovali o čosi nižšie priemerné poškodenie zverou, než plochy so spracovanou kalamitnou hmotou (obrázok 11). Najviac sa to prejavilo pri jarabine, ktorá vyšla ako drevina najviac poškodená zverou.



Obrázok 11. Poškodenie drevín zverou v sledovanom území – smrek, jarabina a všetky dreviny spolu na spracovanej a nespracovanej časti kalamitného územia

Kým v priemere bolo poškodených zo všetkých drevín spolu na spracovanej časti kalamitného územia 17 ± 1 %, na nespracovanej časti to bolo len 7 ± 1 %, teda dva a pol krát menej. Samozrejme sa zistili aj veľké rozdiely medzi drevinami. Na spracovanej časti kalamitného územia bolo až 64 ± 4 % jedincov jarabiny poškodených zverou. Na nespracovanej časti to bolo len 30 ± 5 %, čiže asi dvakrát nižší podiel. Naopak najmenej bol zverou poškodzovaný smrek. Na spracovanej časti kalamitného územia bolo zverou poškodených len $1,3 \pm 0,6$ % zo všetkých smrekov a na nespracovanej ešte menej, t. j. $0,8 \pm 0,4$ % zo všetkých smrekov.

Na rozdiel od produkčných parametrov, kde spracovaná časť kalamitného územia dosahovala všade priaznivejšie hodnoty, iba tu vyšla pozitívnejšie nespracovaná časť. Príčina spočíva aj v rôznej dostupnosti a priechodnosti pre zver. Obmedzenie pohybu prežúvavej raticovej zveri, najmä jelenej, v dôsledku prítomnosti ležaniny a následne menšie poškodenie lesných porastov naznačili aj zahraničné vedecké práce, napr. Milne-Rostkowska a kol. (2020). Treba však poznamenať, že medzidruhové rozdiely boli ešte výraznejšie ako samotný pokalamitný manažment, keď smrek bol poškodzovaný zverou niekoľko násobne menej ako napríklad jarabina. Vyššie poškodenie sme zaznamenali ešte pri rakyte, jedli a javore horskom, ktoré dosiahli hodnoty medzi 30 až 50 %. Vzhľadom na menší počet jedincov však výsledky nie sú dostatočne presné. Negatívny vplyv ohryzu zverou je zrejmý hlavne pri jarabine, ktorá sa postupne z pokalamitných porastov vo Vysokých Tatrách vytráca. Často sme nachádzali odrastené jarabiny, ktoré uhynuli v dôsledku intenzívneho ohryzu kôry a následného presychania kmeňa či ranových hubových ochorení.



Obrázok 12. Na spracovanej časti kalamitiska dosiahla vysoké zastúpenie breza, ktorej podiel z biomasy bol dokonca vyšší ako smreka



Obrázok 13. Ľahšie prístupná spracovaná časť je výrazne viac poškodzovaná ohryzom raticovej zveri ako nespracovaná

ZÁVER

Priebežné výsledky poukazujú na všeobecne priaznivý stav obnovy na kalamitnom území po 15 rokoch. Pritom jednoznačne ukázali, že z hľadiska druhovej pestrosti, produkcie, ako aj sekvestrácie uhlíka boli vo veku 15 rokov po vzniku kalamity efektívnejšie mladé porasty na spracovanej časti kalamitného územia. Dreviny na spracovanom území pritom dosahovali približne dvojnásobnú nadzemnú biomasu ako na nespracovanej časti.

Tu treba zdôrazniť, že na našich MP bol podiel umelej obnovy nízky, išlo o vyššie položené stanovištia v blízkosti nespracovaných lokalít. Preto bohatšie drevinové zloženie na spracovanej časti nemožno primárne pripisovať vnášaním niektorých drevín prostredníctvom zámernej výsadby. Pravdepodobne najviac prekvapujúcim výsledkom je výrazne vyšší podiel smreka na nespracovanej časti než spracovanej. Tento jav, okrem iných dôvodov, možno s určitou pravdepodobnosťou pripísať čiastočnému zničeniu rýchlo nastupujúcich smrekových semenáčikov pri vyťahovaní a spracovaní ležaniny (napr. Michalová a kol. 2017). Takto sa vytvoril rastový priestor aj pre iné druhy lesných drevín, najmä pre listnáče a smrekovec. Dreviny na spracovanom území dosahovali približne dvojnásobnú nadzemnú biomasu ako na nespracovanej časti.

Prezentované výsledky poukazujú na priaznivý stav obnovy na kalamitisku po 15 rokoch. Časti s rôznym manažmentom ukázali v priemere diferencované výsledky. Uvedené výstupy je možné zovšeobecniť na úroveň celého kalamitiska, hoci sa zaznamenala veľká variabilita. Znamená to, že priemerne vychádzajú územia s nespracovanou drevnou kalamitnou hmotou z pohľadu počtu jedincov obnovy, ale aj počtu druhov, priemerných výšok aj akumulovanej nadzemnej biomasy ako menšie, chudobnejšie, slabšie. Na druhej strane sme na spracovanej časti zistili vyššie poškodenie obnovy ako na časti s nespracovanou kalamitnou hmotou. Nespracovaná hmota pravdepodobne výrazne obmedzuje pohyb raticovej zveri.

Uvedené výstupy je možné zovšeobecniť na úroveň celého kalamitného územia v TANAP-e, hoci sa zaznamenala veľká variabilita. Znamená to, že priemerne v súčasnosti vychádzajú územia s nespracovanou drevnou hmotou z pohľadu počtu jedincov obnovy, ale aj počtu druhov, priemerných výšok aj akumulovanej nadzemnej biomasy ako horšie. Pozitívny výsledok v prospech nespracovanej časti kalamitného územia bol len v podiele stromov poškodených zverou, ktoré je oproti spracovanej časti až o polovicu nižšie. Na druhej strane vysoká variabilita zapríčiňuje horšiu možnosť zovšeobecnenia na úroveň konkrétnych lokalít, v ktorých sa mohli zistiť aj opačné výstupy. V rámci monitorovaného územia boli výnimkou pri nespracovanom dreve napríklad niektoré lokality v Tichej doline, kde sa zistili aj hodnoty prevažujúce 20 tisíc jedincov na ha. Obnovu tu ale dominantne tvorili trsy jarabiny, čo je zrejme aj z priemerných výstupov z celého kalamitiska.

Výsledky by mali v lesníckej praxi pomôcť pri výbere optimálneho návrhu manažmentu lesov v národných parkoch narúšaných veľkoplošnými disturbanciami. Výsledky sa zatiaľ týkajú krátkodobého obdobia 15 rokov. V monitoringu pokalamitného vývoja lesa máme záujem pokračovať, optimálne v 3-ročných, neskôr v 5 – 10 ročných intervaloch, aj v nasledujúcich rokoch. Pravidelné zisťovanie a vyhodnocovanie vhodnými vedeckými metódami zabezpečí relevantné a objektívne informácie, namiesto subjektívnych názorov a dojmov, ktoré sú dôležité pre optimálne nastavenie manažmentu na danom území.

Na záver chceme ešte zdôrazniť, že výsledky treba chápať ako priebežné. Vek porastov do 15 rokov reprezentuje len zlomok zo životnosti drevín, či lesných porastov. Výsledky sa vzťahujú na konkrétne obdobie a nemožno z nich robiť všeobecné závery, najmä čo sa týka ďalšieho dlhodobého vývoja porastov v TANAP-e. Napriek tomu veríme, že naše objektívne zistené údaje vyvrátia niektoré mýty týkajúce sa „rizika“ spracovania kalamitnej hmoty pre obnovu lesa, či jeho druhovú diverzitu. Pravdaže súhlasíme s názorom, že človek nemá zasahovať do prírodných ekosystémov nachádzajúcich sa v najvyššom stupni ochrany. Treba však hľadať optimálne riešenia manažmentu pre rozsiahle územia národných parkov pri zachovaní určitých proporcií bezzásahových zón a manažovaných lesov. Myslíme si, že dosť bolo nepodložených tvrdení z rôznych strán. Teraz treba už konečne pristúpiť ku konkrétnym riešeniam podopretých objektívnymi faktami a rozumnými argumentmi.

POUŽITÁ LITERATÚRA

1. Fleischer, P., Pichler, V., Fleischer, P., Holko, L., Máliš, F., Gömöryová, E. et al., 2017: Forest ecosystem services affected by natural disturbance, climate and land-use changes in the Tatra Mountains. *Climate Research*, 73:54–71.
2. Fleischer, P., Fleischer, P., Slameň, L., Rozkošný, J., 2020: Respirácia mŕtveho dreva – metodický postup a priebežné výsledky. *APOL*, 1:73–79.
3. Konôpka, B., Zach, P., Kulfan, J., 2016: Wind – An important ecological factor and destructive agent in forests. *Lesnícky časopis – Forestry Journal*, 62:123–130.
4. Koreň, M., 2005: Vetrová kalamita 19 novembra 2004: nové pohľady a konsekvencie. *Tatry, Špeciálne číslo*, 6–29
5. Kulla, L., Šmelko, Š., Šebeň, V., Rizman, I., Jankovič, J., 2007.: Monitoring poškodených lesných ekosystémov V. Tatry Metodika terénneho zberu údajov. Zvolen, Národné lesnícke centrum, 42 s
6. Michalová, Z., Morrissey, R., C., Wohlgemuth, T., Bače, R., Fleischer, P., Svoboda, M., 2017: Salvage-Logging after Windstorm Leads to Structural and Functional Homogenization of Understory Layer and Delay Spruce Tree Recovery in Tatra Mts., Slovakia. *Forests*, 8:88.
7. Milne-Rostkowska, F., Holeksa, J., Bogdziewicz, M., Piechnik, L., Seget, B., Kurek, P., Buda, J., Zywiec, M., 2020: Where can palatable young trees escape herbivore pressure in a protected forest? *Forest Ecology and Management*, 472:118–221.
8. Pajtík, J., Konôpka, B., Šebeň, V., 2017: Matematické modely pre biomasu mladých jedincov lesných drevín na území Západných Karpát. Zvolen, Národné lesnícke centrum – Lesnícky výskumný ústav, 89 s.
9. Šmelko, Š., 2008: Metodika spracovania údajov získaných v rámci monitoringu poškodenia lesných ekosystémov Vysoké Tatry 2007. Zvolen, Národné lesnícke centrum, 9 s.
10. Šebeň, V., Bošľa, M., 2011: Obnova lesa v Tatrách so spracovanou a nespracovanou kalamitou. In: *Aktuálne problémy v ochrane lesa 2011. Zborník referátov*, s. 76–82.
11. Šebeň, V., Homolová, Z., Fleischer, P., 2011: Vývoj obnovy lesa na plochách pokalamitného výskumu. In: *Štúdie o Tatranskom národnom parku. I10 (43): Monografická štúdia o dôsledkoch veternej kalamity z roku 2004 na prírodné prostredie Vysokých Tatier*. Tatranská Lomnica, Štátne lesy TANAP, s. 187–199.

Adresa autorov:

Ing. Vladimír Šebeň, PhD., doc. Dr. Ing. Bohdan Konôpka

Národné lesnícke centrum – Lesnícky výskumný ústav Zvolen

T. G. Masaryka 22, 960 01 Zvolen

e-mail: vladimir.seben@nlcsk.org

e-mail: bohdan.konopka@nlcsk.org

IDENTIFIKÁCIA, KVANTIFIKÁCIA A INVENTARIZÁCIA DREVNEJ BIOMASY MIMO LESNÝCH POZEMKOV POMOCOU KOMBINÁCIE RADAROVÝCH A MULTISPEKTRÁLNYCH SATELITNÝCH SNÍMOK

Tomáš Bucha, Ivan Barka, Ivan Sačkov, Jozef Pajtik, Maroš Sedliak

ÚVOD

Pustnutie kultúrnej poľnohospodárskej krajiny, zjavné najmä za ostatných 30 rokov, je fenomén výrazne vystupujúci v našej krajine ako novodobý spoločenský a krajinnoekologický problém. Postupná sukcesia – zarastania neobhospodarovaných, pustnúcich poľnohospodárskych pozemkov (ďalej len „PPP“) je najmä dôsledkom stagnácie poľnohospodárstva. Podľa [1] ide o nasledovné formy pustnutia krajiny:

- Postupné rozširovanie lesa na rozhraní dolného okraja lesa a plôch s trvalými trávnyymi porastami (ďalej len „TTP“). Tieto plochy majú charakter tzv. riedkeho lesa.
- Les na poľnohospodárskych pozemkoch s vekom nad 20 rokov, čo indikuje, že ide o problém nesúladi medzi skutočným stavom pozemku s jeho evidenciou v katastri ešte zo staršieho obdobia. Takéto územia sa označujú ako tzv. biele plochy.
- Nelesná stromová a krovitá vegetácia v podobe pásov. Najčastejšie ide o vegetáciu lemujúcu vodné toky, ktorá vytvára širšie brehové porasty, zarastajúce tzv. suché dolinky a medze, vetrolamy a aleje pozdĺž ciest ap.
- Lokality s veľmi fragmentovým výskytom nelesnej stromovej a krovitej vegetácie, ktorá vytvára mozaikovitú štruktúru krajiny. Takéto lokality majú už ráz lesa resp. riedkolesia, a vytvárajú formu rozptýlenej stromovej a krovitej vegetácie.

Súhrnne, v prípade pustnutia poľnohospodárskej krajiny môžeme konštatovať, že ide o problém nevyužívania krajiny veľkého rozsahu približne na ploche 420 – 450 tis. ha t. j. 17,5 % – 18,6 % z výmery 2 423 478 ha poľnohospodárskej pôdy [1, 2].

Po rokoch nezáujmu sa tieto plochy, najmä jej časť s výskytom drevnej vegetácie, stali predmetom celospoločenskej diskusie. Dôvodom je najmä ťažba dreva určeného na spaľovanie v biomasových zariadeniach. Táto ťažba vyplýva zo širších strategických rozhodnutí. EÚ vo svojej klimateckej a energetickej stratégii do roku 2030 vymedzila cieľ zvýšenie podielu výroby energie z obnoviteľných zdrojov (OZE) na 32 %. Slovenská republika sa zaviazala vyrobiť energiu z OZE v podiele 14 %.

Potreba poznania stavu drevnej biomasy na nelesných pozemkoch vyplýva aj zo záväzku precíznej inventarizácie emisií skleníkových plynov v sektore využitia krajiny a lesníctva (LULUCF) podľa článku 3 rozhodnutia Európskeho parlamentu a Rady EÚ č. 529/2013/EÚ a dodatku ku Kjótskemu protokolu.

SÚČASNÝ STAV ZISŤOVANIE DREVNEJ VEGETÁCIE NA NELESNÝCH POZEMKOCH

Drevná vegetácia mimo lesných pozemkov nie je podrobne inventarizovaná. Preto chýbajú presné informácie o jej výskyte, štruktúre a zásobe. K dispozícii nie sú ani alometrické modely pre určenie objemu krovinej biomasy. Čiastkové výsledky o stromovej vegetácii mimo lesných pozemkov sú k dispozícii z výberových meraní v sieti plôch 4 x 4 km z Národnej inventarizácie lesov (2005 – 2006 a 2015 – 2016). Pri týchto údajov môžeme definovať dva hlavné okruhy problémov:

- Odvodenie spoľahlivých údajov na nižšej ako celoslovenskej úrovni je problematické vzhľadom na uplatnenú intenzitu výberu.
- Vzhľadom na finančnú náročnosť je problematické zabezpečiť kontinuitu meraní v hustejšej sieti alebo v periódach kratších ako 10 rokov.

Takýto stav je nevyhovujúci tak z pohľadu racionálneho hospodárskeho využitia týchto plôch ale aj zachovania biodiverzity a estetických hodnôt krajiny. Riešenie načrtnutých problémov je možné cez:

- Integráciu existujúceho údajového spektra z terestrických zisťovaní s kontinuálne získavanými údajmi diaľkového prieskumu Zeme (ďalej len „DPZ“).
- Návrh nových metód a postupov identifikácie a kvantifikácie drevnej biomasy na nelesných pozemkoch a návrh adekvátnych modelov ich vyhodnotenia.

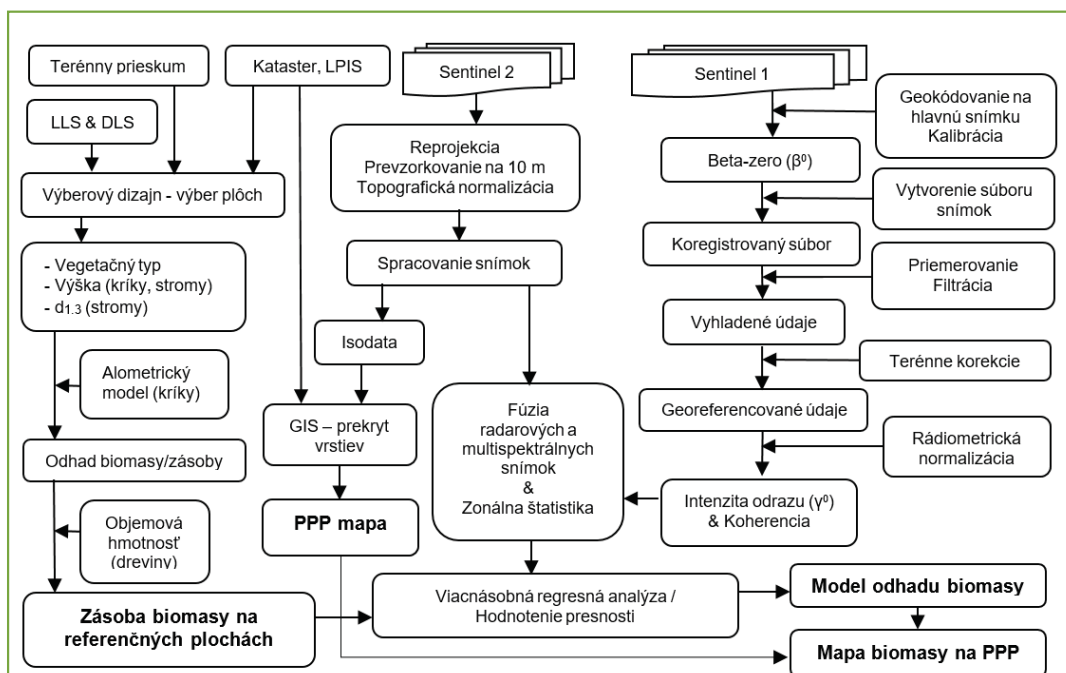
Vzhľadom na rozsiahle zarastanie poľnohospodárskych pozemkov je satelitný DPZ efektívnym spôsobom identifikácie a kvantifikácie nadzemnej drevnej biomasy (ďalej len „NDB“) na PPP. Porovnanie údajov z viacerých štúdií však ukázalo, že súčasné satelitné senzory (radarové a optické) nie sú vhodné pre presné stanovenie NDB nad cca 150 – 200 t.ha⁻¹. Dôvodom je saturácia signálu nad uvedenú hranicu. Pre dosiahnutie čo najvyššej presnosti pri kvantifikácii biomasy, väčšina štúdií rieši problém saturácie signálu a časovej variability údajov, integráciou viacfrekvenčných radarových dát z rôznych senzorov, kombináciou radarových a optických satelitných údajov, využitím priemerovaných časových údajov alebo s využitím nových alebo vylepšených algoritmov na odhad biomasy [3 – 5].

Návrh systému inventarizácie drevnej biomasy na pustnúcich poľnohospodárskych pozemkoch

Návrh systému inventarizácie NDB na PPP je založený na satelitných údajoch. Riešenie pozostáva z 3 čiastkových úloh:

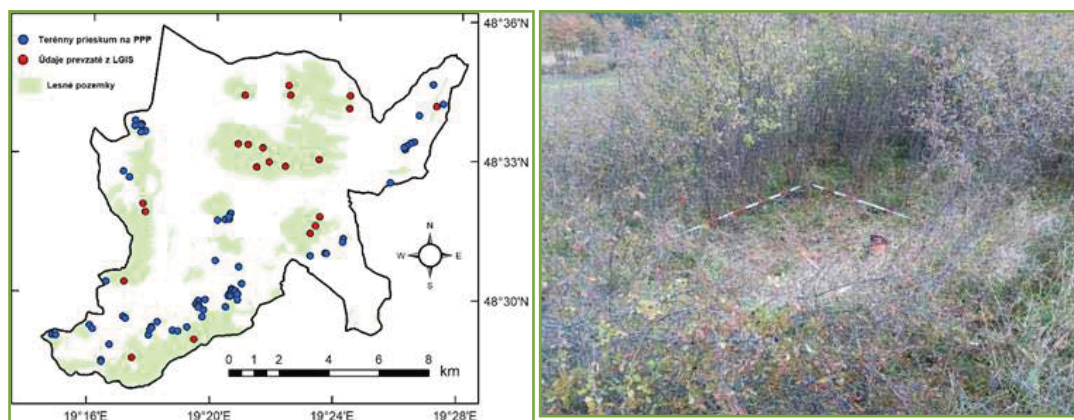
1. Identifikácia drevnej vegetácie na PPP s preferenciou použitia verejne dostupných a bezplatných údajov katastra, registra poľnohospodárskej pôdy (LPIS) a satelitných snímok Sentinel-2.
2. Odvodenie alometrického modelu pre odhad NDB krovín.
3. Kvantifikácia NDB na PPP: identifikácia vhodných kanálov radarových a multispektrálnych satelitných snímok Sentinel-1 a Sentinel-2, nájdenie optimálnej kombinácie kanálov a postupov ich spracovania a návrh matematicko-štatistických modelov pre odhad biomasy na PPP.

Koncept identifikácie a kvantifikácie NDB na PPP je vo forme vývojového diagramu zobrazený na obrázku 1.



Obrázok 1. Postup priestorovej identifikácie a odhadu nadzemnej drevnej biomasy na PPP. LPIS, register poľnohospodárskej pôdy; LLS, letecké laserové skenovanie; DLS, digitálne letecké snímkovanie

Navrhnutý koncept sme overili na území lesného hospodárskeho celku (LHC) Vígľaš. Študované územie má rozlohu 12518 ha, poľnohospodárske pozemky predstavujú 8477 ha, lesné pozemky 3214 ha. Nadmorská výška oblasti sa pohybuje od 320 do 944 metrov n. m.



a)

b)

Obrázok 2.

a) LHC Vígľaš, lokalizácia terénnych plôch na PPP (modré krúžky) a na lesných pozemkoch (červené krúžky).

b) Terénne zisťovanie – odber vzoriek pre odvodenie alometrického modelu krovinovej biomasy.

Predikcia NDB na PPP je založená na empirickom modelovaní s využitím satelitných údajov Sentinel-1 (intenzita spätného odrazu a koherencia) a Sentinel-2 (hodnoty odrazivosti DN). Referenčné údaje tvorí presne zistená NDB na 77 terénnych plochách (obrázok 2a). Pri výbere plôch a identifikácii typu vegetácie sa využili údaje z leteckého laserového skenovanie a digitálne letecké snímky.

Identifikácia drevnej vegetácie na pustnúcich poľnohospodárskych pozemkoch

Práca vychádza zo všeobecnej definície PPP: pôda bez akýchkoľvek činností spojených s poľnohospodárskou výrobou, zarastená inou ako poľnohospodárskou vegetáciou [4]. Pre účely výberu referenčných plôch pre odvodenie modelu NDB boli identifikované dve základné triedy PPP podľa fyziognómie zarastania rôznymi druhmi drevnej vegetácie, podľa ich výšky, hustoty a zhlukovania:

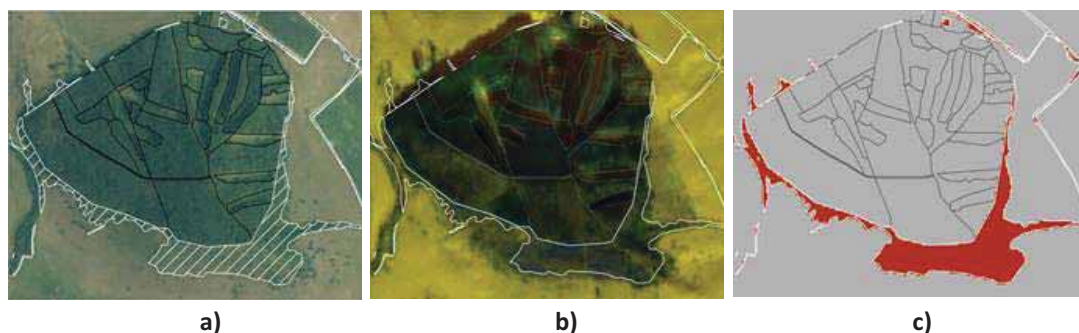
- PPP1: Opustená poľnohospodárska pôda zarastená kríkmi so zápojom > 20 % a s maximálnou výškou 3 m.
- PPP2: Opustená poľnohospodárska pôda zarastená stromovou vegetáciou so zápojom > 20 % a stromami vyššími ako 3 m.

Pri lokalizácii a identifikácii pustnúcich plôch sme vychádzali z predpokladu, že sa budú vyskytovať na tzv. ostatnej poľnohospodárskej pôde, čiže na plochách, ktoré nie sú registrované v LPIS (register poľnohospodárskej pôdy). Pri identifikácii PPP sme použili prístup založený na kombinácii dostupných údajov katastra, LPIS a snímok Sentinel-2.

Národný kataster je verejný pozemkový register a informačný systém obsahujúci okrem iného geometrické určenia a údaje o druhoch pozemkov. V štúdii boli použité katastrálne parcely kódované ako orná pôda, trvalé trávne porasty (lúky a pasienky) a ovocné sady (v zmysle §9 Druhu pozemkov zákona č. 162/1995 Katastrálny zákon), a to vo vektorovom formáte z roku 2018.

Identifikačný systém poľnohospodárskych pôd (ďalej len „LPIS“) je informačný systém poľnohospodárskych pozemkov používaných na kontrolu platieb uskutočňovaných v rámci Spoločnej poľnohospodárskej politiky EÚ. LPIS obsahuje vektorovú vrstvu poľnohospodárskych pozemkov a informácie o využívaní plodín a pôdy, ktoré sa používajú pri žiadostiach poľnohospodárov o dotácie. Predpokladáme, že také parcely predstavujú aktívne obhospodarovanú poľnohospodársku pôdu. Pri štúdii boli použité údaje vo vektorovom formáte shapefile z roku 2018.

Kompilácia údajov LPIS, národného katastra a satelitných snímok pre identifikáciu PPP: Vektorové hranice LPIS reprezentujúce aktívne obhospodarovanú poľnohospodársku pôdu (orná pôda, lúky a pasienky) a katastrálne parcely evidované ako poľnohospodárska pôda (rovnakého typu) boli prekryté, aby sa identifikovala pôda považovaná za neobrábanú. Tie katastrálne parcely, ktoré spadali mimo blokov LPIS, reprezentujú potenciálne pustnúcu poľnohospodársku pôdu (obrázok 3a). Pre identifikáciu drevnatej vegetácie je možné využiť satelitné snímky Sentinel-2 so snehovou pokrývkou. Pixely pokryté snehom reprezentujú ornú pôdu, lúky a pasienky (obrázok 3b). Po ich odfiltrovaní od potenciálnej PPP reprezentujú zvyšné oblasti PPP s drevnatou vegetáciou (obrázok 3c). Správnosť klasifikácie PPP je 89,8 %.



Obrázok 3. LHC Vígľaš – Lokalita Chvojno. Zarastajúce poľnohospodárske pozemky na južnom okraji komplexu lesných porastov

- Potenciálna PPP identifikovaná prekrytom údajov katastra a LPIS – polygóny s bielym šrafovaním.
- Satelitná snímky Sentinel-2 s 28.1.2017 – žltá farba reprezentuje snehovú pokrývku pokrývajúcu poľnohospodárske pozemky.
- PPP identifikovaná prekrytom potenciálnej PPP a snehom nepokrytých poľnohospodárskych pozemkov.

Odvodenie alometrického modelu pre krovinovú vegetáciu

Odvodenie alometrického modelu je nevyhnutné pre určenie nadzemnej biomasy krovin. Model je odvodený na základe empirického materiálu získaného z 20 trnkových porastov (*Prunus spinosa* L.) v LHC Vígľaš (obrázok 2b), ktoré tvoria asi 90 % všetkých kríkov. Model je založený na jednej nezávislej premennej (priemerná výška) a je vyjadrený ako sušina nadzemnej biomasy na 1 m² pri plnom zápoji.

Na výpočet biomasy sa použila nasledujúca alometrická rovnica: $m_{NDB} = b_0 h^{b_1}$ (1)

kde m je hmotnosť drevnej biomasy v kilogramoch na m², h je stredná výška v metroch a b_0 a b_1 sú regresné koeficienty.

Tabuľka 1. Alometrický model na kvantifikáciu nadzemnej drevnej biomasy krov: n – počet plôch; R^2 – koeficient determinácie; RMSE % – relatívna stredná chyba modelu

	Model	n	R^2	RMSE (%)	p -Hodnota
Trnka (<i>Prunus spinosa</i>)	$m_{NDB} = 1.2417 \times h^{1.45361}$	20	0.81	23.9	<0.001

Kvantifikácia biomasy na referenčných plochách

Precízne kvantifikovaná NDB na 77 referenčných plochách vstupuje ako závislá premenná do matematicko-štatistických modelov pre odhad biomasy zo satelitných snímok. Krovinová biomasa bola kvantifikovaná podľa odvodeného alometrického modelu (1). Stromová biomasa bola kvantifikovaná tromi rôznymi postupmi týkajúcimi sa 1) dospelých stromov, 2) pňov a 3) mladých stromov:

- Objem dospelých stromov (celá stromová časť s kôrou) bol stanovený podľa Systému česko-slovenských objemových tabuliek [6].
- Objem pňa sa vypočítal podľa [7] pomocou DBH a fixnej výšky pňa 0,3 m.
- Modely biomasy pre mladé stromy do 10 m boli prevzaté zo štúdie [8]. Modely počítajú suchú nadzemnú biomasu jednotlivých stromov na základe výšky a hrúbky stromu pri báze kmeňa.

Pri objeme zistenom v m^3 je potrebné vykonať prepočet na sušinu NDB v tonách na základe objemovej hmotnosti [9]. Vydeleníím NDB výmerou referenčnej plochy sme získali NDB na hektár ($\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$), ktorá vstupovala do ďalších analýz.

KVANTIFIKÁCIA DREVNEJ BIOMASY ZO SATELITNÝCH SNÍMOK

Základná charakteristika satelitných snímok

Koncept kvantifikácie NDB na PPP je založený na bezplatných satelitných údajoch z misií Sentinel-1 a 2. Ich základná charakteristika je uvedená v tabuľke 2. Snímky možné stiahnuť cez Copernicus Open Access Hub (<https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home>), potrebné je však sa zaregistrovať.

Tabuľka 2. Základná charakteristika satelitné snímok použitých pri kvantifikácii biomasy na PPP

Satelit	Skener / kanál	Priestorové a časové rozlíšenie	Analyzované satelitné snímky
Sentinel-1A Sentinel-1B	Radar so syntetickou clonou (SAR). C-pásmo / VH, VV	Interferometrický mód snímania (IW): 5 × 20 m (250 km) 12 dní (6 dní pri dvoch satelitoch 1A a 1B)	60 snímok zo vzostupného preletu a 60 snímok zo zostupného preletu: 5. september 2017 až 30. september 2018
Sentinel-2A Sentinel-2B	Multispektrálny skener MSI: Výber 4 z 13 kanálov: B4, B5, B8, B11	10 a 20 m (290 km) 10 dní (5 dní pri 2 satelitoch 2A a 2B)	Sezóna vegetač. pokoja so snehom: 28. 1. 2017 Sezóna vegetač. pokoja bez snehu, 29. 3. 2017 Vrchol vegetačnej sezóny, 22. 6. 2016 Koniec vegetačnej sezóny, 30. 9. 2018

Radar (z angl. radio detection and ranging) je zariadenie, ktoré vysiela elektromagnetické vlny a následne sníma ich odraz od objektu, schopného tieto vlny odrážať. Radarové systémy so syntetickou clonou (SAR) sú aktívnymi senzormi a využívajú pásmo vlnových dĺžok v mikrovlnnej časti spektra. Aktívny senzor umožňuje snímanie počas dňa aj noci. Výhodou snímania v mikrovlnných dĺžkach je aj schopnosť prechádzať cez oblačnosť a zrážky. Radarový signál je vysielaný a prijímaný v horizontálnej (H) alebo vertikálnej (V) rovine.

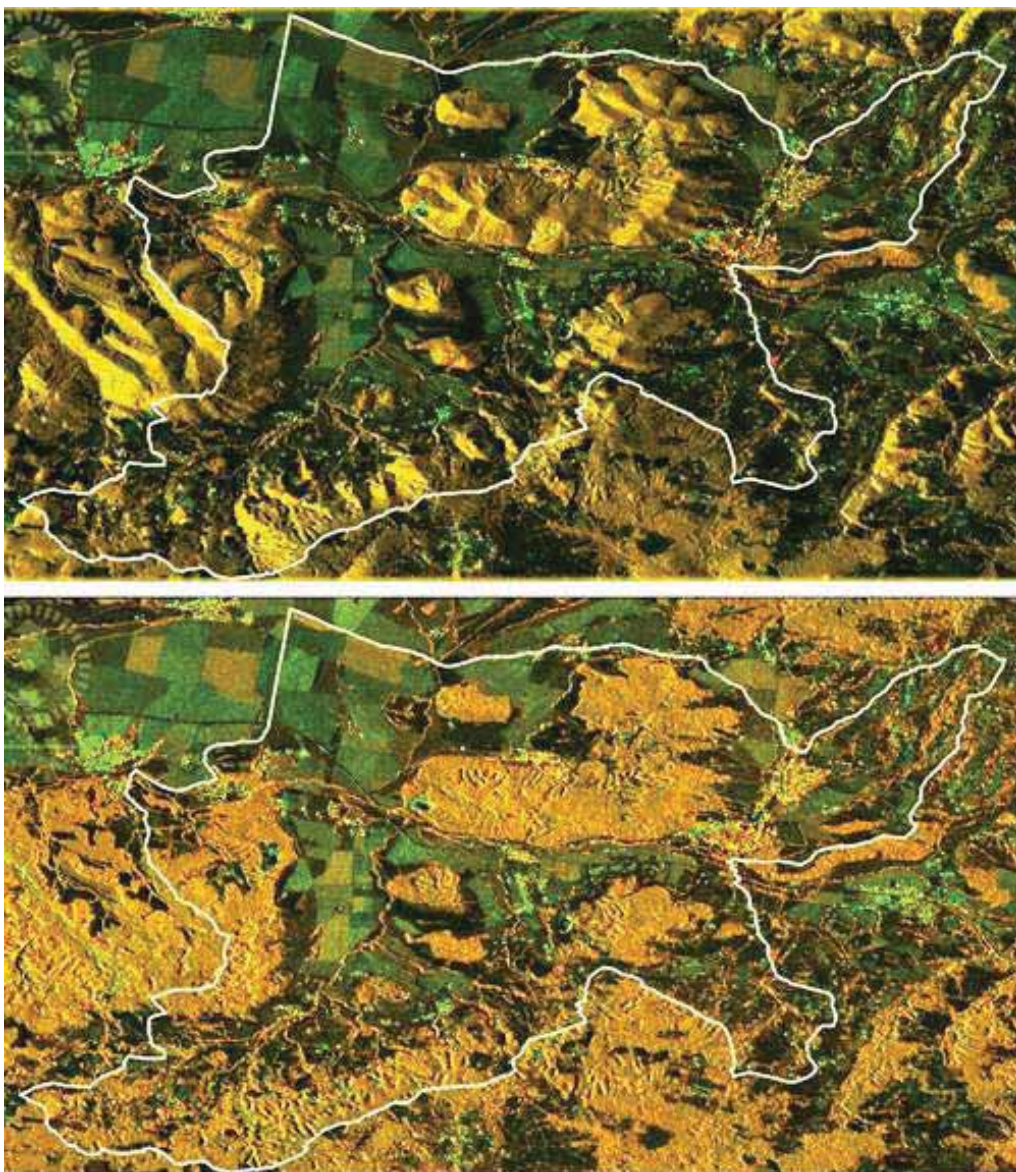
Sentinel-1 v interferometrickom móde snímania (IW) vysiela a prijíma nad pevninou signál v duálnej polarizácii VV, VH. Pre potreby kvantifikácie biomasy je vhodný IW mód v úrovni spracovania 1 (Single Look Complex (SLC)). Ide o režim, pri ktorom je zaznamenávaná fáza aj amplitúda odrazeného signálu vo forme komplexného čísla. Informácia o fáze signálu je dôležitá pri odvodení koherenčných obrazov. Informácia o amplitúde pri odvodení intenzity odrazu. Viaceré štúdie preukázali, že tak koherencia ako aj intenzita odrazu korelujú s NDB [5].

Spracovanie satelitných snímok

Radarové údaje Sentinel-1: Spracovanie radarových záznamov je podstatne komplikovanejšie ako bežných multispektrálnych leteckých alebo satelitných snímok. Je tomu tak z dôvodov rozdielnych princípov snímania, špecifických geometrických vlastností snímania, rozdielneho priestorového rozlíšenia v priečnom a pozdĺžnom smere. Pred samotnou interpretáciou alebo klasifikáciou radarových snímok je preto nevyhnuté rekonštruovať zaznamenaný radarový signál.

Všetky radarové záznamy Sentinel-1 (režimu IW, SLC) boli koregistrované na hlavnú snímku zo začiatku vegetačného obdobia, a to 3. apríla 2018 pre zostupný mód snímania (DSC – družica smeruje zo severu na juh, snímané územie je vľavo od družice) a 17. apríla 2018 pre vzostupný mód snímania (ASC – družica smeruje z juhu na sever, snímané je územie vpravo od družice). Tým sa zabezpečilo presné stotožnenie časového radu získaných snímok. Operáciou kalibrácia snímok bol odvodený koeficientu radarovej odrazivosti beta-nula (β^0). Ďalším krokom bolo vytvorenie dvoch podsúborov snímok pre DSC a ASC mód snímania a spriemerovaných produktov pre obe polarizácie VV a VH.

Ďalšie operácie zahŕňali odstránenie topografických skreslení pomocou digitálneho modelu terénu, filtrovanie šumu pomocou Lee filtra a elimináciu rádiometrickej variability β° spôsobenej topografiou t. j. vytvorenie koeficientu radarovej odrazivosti gama-nula (γ°).



Obrázok 4. LHC Viglaš. Porovnanie koeficientov radarovej odrazivosti Beta-nula (β°) a Gama-nula (γ°). Spriemerované a Lee filtrom upravené kompozície VH a VV polarizácií zo 60 snímok z ASC režimu snímania

Takto spracovaná databáza bola rozdelená do 3 skupín (vegetačné obdobie, mimo-vegetačné obdobie bez a so snehovou pokrývkou). Cieľom bolo nájsť najvhodnejšie obdobie pre odhad biomasy (tabuľka 3).

Interferometrická koherencia (ρ) bola vypočítaná z presne koregistrovaných snímok s veľkosťou okna 10 v priečnom a 3 v pozdĺžnom smere snímania. Koherencia reprezentuje mieru korelácie medzi dvoma zodpovedajúcimi si pixelmi dvoch SAR snímok a pohybuje sa od 0 do 1.

Tabuľka 3. Sentinel-1 odvodené produkty použité pre odhad biomasy na PPP

Senzor/Produkt	Názov premennej	Poznámka
Sentinel-1/ priemer za stratum	γ°_{VH} γ°_{VV}	Stratum 1: Vegetačné obdobie 5. September – 15. Október 2017 a 20. Apríl – 30. September 2018
		Stratum 2: Obdobie vegetačného pokoja so snehovou pokrývkou, 14. November 2017 – 22. Marec 2018
		Stratum 3 Obdobie vegetačného pokoja bez snehovej pokrývky, 17. Október – 14. November 2017 a 22. Marec – 19. Apríl 2018
Sentinel-1/ Koherencia	Coh_{VH} Coh_{VV}	26 koherenčných párov v 6-dňovom kroku odvodených z kombinácie S1A and S1B snímaní

Multispektrálne snímky Sentinel-2 sme získali na úrovni spracovanie Level-2A t. j. s eliminovaným vplyvom atmosféry na kvalitu snímky. Snímky sme získali zo 4 období (tabuľka 2), a to z vrcholu vegetačného obdobia, z jesenného obdobia a mimo-vegetačné obdobia so snehom a bez snehu. Dôvodom takéhoto výberu bolo nájsť optimálne obdobie pre určenie NDB. Do analýzy boli zahrnuté len pásma z červenej a infračervenej časti spektra: B4 (664,6 nm), B5 (704,1 nm), B8 (832,8 nm) a B11 (1613,7 nm centrálnej vlnovej dĺžky) s priestorovým rozlíšením 10 a 20 m. Pri týchto kanáloch očakávame najvyššiu koreláciu so NDB. Analyzovali sa hodnoty digitálneho čísla (DN), ktoré predstavujú odrazivosť vynásobenú 10 000.

Všetky snímky a z nich odvodené produkty boli transformované do kartografického referenčného systému WGS1984 UTM Zóna 34N s veľkosťou pixelu 10 × 10 m.

Výber premenných do modelu drevnej biomasy na PPP

Pre odhad NDB je potrebné identifikovať vhodné kanály radarových a multispektrálnych satelitných snímok resp. produkty z nich odvodených. Keďže tieto budú vstupovať do modelu pre odvodenie NDB, nazývame ich predikčné premenné a rozdelili sme ich do troch skupín: 1) spätný odraz, 2) koherencia a 3) hodnoty odrazivosti. Vhodnosť jednotlivých predikčných premenných sme posúdili na základe korelačného koeficienta s NDB.

V radarovom spätnom odraze Sentinel-1 sa pre každé stratum vypočítali priemery z multitemporálnych snímok, aby sa znížil šum jednotlivých snímok a identifikovalo sa vhodné obdobie na odhad NDB. Zistilo sa, že priemerné hodnoty γ°_{VH} a γ°_{VV} z obdobia bez asimilačných orgánov (AO) a bez snehovej pokrývky majú najvyššiu koreláciu s NDB ($r_{VH} = 0,79$ a $r_{VV} = 0,77$). Do predikčného modelu je vhodnejšie zahrnúť premennú vypočítanú ako priemer zo snímaní oboch satelitov S1A (vzostupný smer letu) a S1B (zostupného smer letu). Priemerovanie oboch pohľadov snímania redukuje problémy s artefaktami spôsobenými zhustením signálu (foreshortening), prekrytom (overlay) a tieňom (shadowing) – obrázok 6a.

Tabuľka 4. Korelačné koeficienty medzi NDB and γ^0 radarovým spätným odrazom podľa vegetačné obdobia (s asimilačnými orgánmi (AO), bez AO so snehovou pokrývkou, bez AO a bez snehovej pokrývky)

γ^0_{VH}	R	γ^0_{VV}	r
bez AO (des, s3)	0.79 ***	bez AO (des, s3)	0.77 ***
bez AO (asc_des, s3)	0.77 ***	bez AO (asc_des, s3)	0.77 ***
bez AO so snehom (des, s2)	0.76 ***	bez AO so snehom (des, s2)	0.75 ***
bez AO so snehom (asc_des, s2)	0.72 ***	bez AO so snehom (asc_dec, s2)	0.73 ***
Bez AO (asc, s3)	0.64 ***	s AO (des, s1)	0.66 ***
s AO (des, s1)	0.57 ***	s AO (asc, s1)	0.60 ***
bez AO so snehom (asc, s2)	0.57 ***	bez AO (asc, s3)	0.60 ***
s AO (asc, s1)	0.56 ***	bez AO so snehom (asc, s2)	0.54 ***
Celý výber	0.57 ***		0.66 ***

asc, vzostupný režim snímania; des, zostupný režim; asc_des, priemer vzostupných a zostupných snímok.

s1: obdobie s olistenou vegetáciou; s2: obdobie bez AO so snehom; s3: obdobie bez AO a bez snehu.

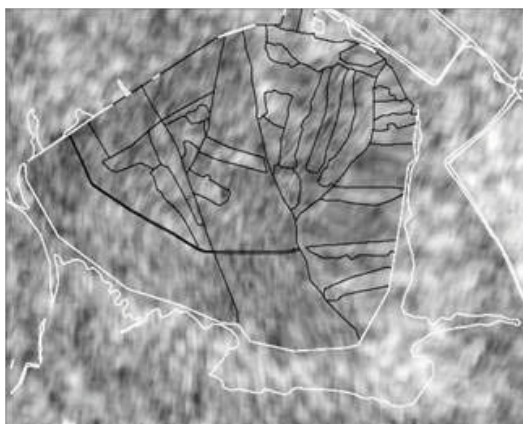
Hladina štatistickej významnosti: *** 0,001; ** 0,01; * 0.05 (kladná); *** 0,001; ** 0,01; * 0.05 (záporná);

° štatisticky nevýznamný vzťah

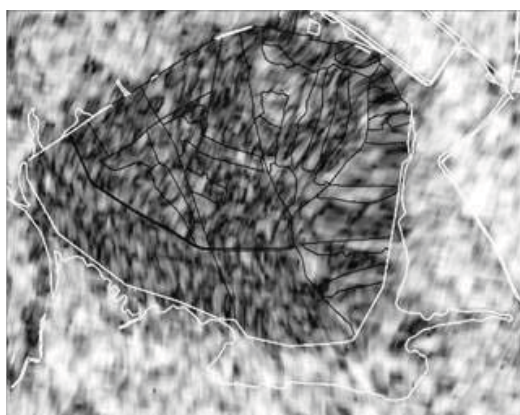
Údaje o koherencii sú druhou skupinou premenných významne korelujúcich s NDB. Analyzovali sme 26 koherenčných párov (tabuľka 3). Korelačné koeficienty medzi NDB a koherenciou sú negatívne, pretože s vyššími NDB koherencia klesá. Obdobie najvyšších korelácií sme identifikovali v zimnom období so snehovou pokrývkou (Deň v roku 40 až 92), s najvyššou $r_{VV} = -0,68$ a $r_{HV} = -0,64$ (obrázok 5a, 5b). Na základe týchto zistení boli pre odhad NDB odvodené dve predikčné premenné (Coh_{VV_avg} a Coh_{VH_avg}) spriemerovaním siedmich koherenčných párov s najvyššou koreláciou od 40. do 92. dňa v roku. Korelačný koeficient priemernej koherencie $r_{VV} = -0,77$ a $r_{HV} = -0,72$ (obrázok 5c, 5d) bola vyššia ako u jednotlivých párov a priemerná koherencia bola menej ovplyvnená koherentným šumom. To potvrdzuje dôležitosť spriemerovania koherentných párov.



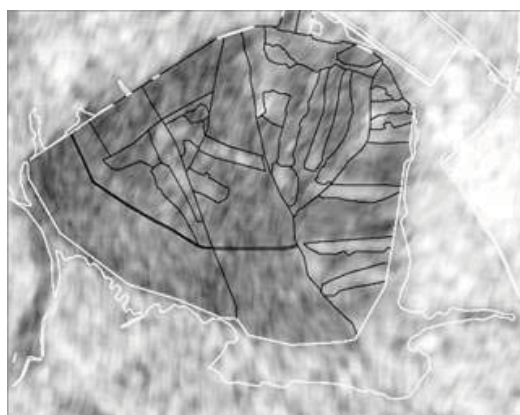
a)



c)



b)



d)

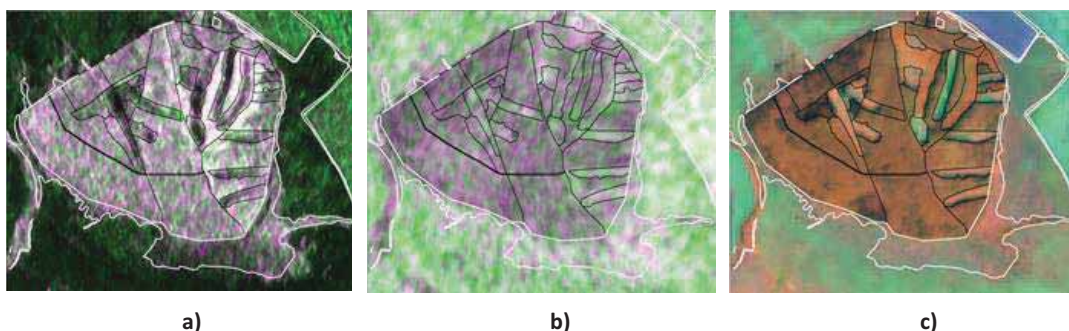
Obrázok 5. LHC Viglaš – Lokalita Chvojno. Porovnanie koherenčného páru z 19 – 26. februára 2018 (Obrázok a, b) s priemerom zo 7 koherenčných párov Coh_{VH_avg} a Coh_{VV_avg} zo 40. až 92. dňa v roku 2018 (obr c, d). a) c) VH polarizácia, b) d) VV polarizácia

V prípade tretej skupiny, DN hodnoty Sentinel-2, boli najvyššie korelácie s NDB pozorované v červenej časti spektra pri kanáli B5 ($r_{B5} = -0,85$) a B4 ($r_{B4} = -0,76$) z vrcholu vegetačného obdobia (snímka z 22. júna 2016). Kanály B4 a B5 všeobecne korelujú vyššie ako B8 (blízky infračervený kanál (NIR)), a B11 (krátkovlnný infračervený kanál (SWIR)). Pre analyzované spektrálne kanály Sentinel-2 bol vzťah medzi hodnotami NDB a DN záporný, t. j. so zvyšujúcim NDB klesá hodnota DN (tabuľka 5).

Tabuľka 5. Korelačné koeficienty medzi NDB a Sentinel-2 kanálmi zo 4 období v zostupnom poradí

28 Január 2017		29 Marec 2017		22 Jún 2016		30 September 2018	
kanál	r	kanál	r	kanál	r	kanál	r
B5	-0.65 ***	B4	-0.65 ***	B5	-0.85 ***	B4	-0.74 ***
B4	-0.64 ***	B11	-0.65 ***	B4	-0.76 ***	B5	-0.63 ***
B8	-0.57 ***	B5	-0.62 ***	B11	-0.47 ***	B11	-0.56 ***
B11	0.07 °	B8	-0.49 ***	B8	0.01 °	B8	0.44 +++

Výberom najviac korelovaných premenných a vylúčením navzájom vysoko korelovaných kanálov sa dosiahne zníženie počtu modelov, ktoré je potrebné analyzovať. Podľa tohto pravidla boli z každej predikčnej skupiny vybrané premenné, ktoré najlepšie korelujú s NDB. Celkovo bolo do analýz zahrnutých päť premenných: $\gamma_{VH_bez_AO}^{\circ}$ a $\gamma_{VV_bez_AO}^{\circ}$ (priemer zo vzostupných a zostupných snímaní – obrázok 6a) a Coh_{VH_avg} a Coh_{VV_avg} (priemer siedmich najvyšších korelácií – obrázok 6b) a B5_{22vi} (kanál B5 z 22. júna 2016 – obrázok 6c).



Obrázok 6. LHC Vígľaš – Lokalita Chvojno

- a) Kompozícia $\gamma^{\circ}_{VH_bez_AO}$ a $\gamma^{\circ}_{VV_bez_AO}$ priemer zo vzostupných a zostupných snímaní – čierna a zelená farba reprezentuje nižšiu, bordová farba vyššiu zásobu biomasy.
- b) Koherencia: kompozícia Coh_{VH_avg} a Coh_{VV_avg} priemer siedmich najvyšších korelácií – zelená farba reprezentuje nižšiu, bordová farba vyššiu zásobu biomasy.
- c) Kompozícia kanálov B8/B11/B5 – zelená farba reprezentuje nižšiu, oranžovo-hnedá farba vyššiu zásobu biomasy.

Matematicko-štatistický model pre odhad biomasy na NDB

Pre výpočet biomasy bol využitý viacnásobný lineárny regresný (ďalej len „VLR“) model s krokovou spätnou regresiou pre nájdenie optimálnej kombinácie kanálov:

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_{1i} + \beta_2 x_{2i} + \beta_3 x_{3i} + \dots + \beta_n x_{ni} + \varepsilon_i$$

kde y_i je NDB na referenčnej ploche i , $x_{1i} - x_{ni}$ sú nezávislé premenné (priemerné hodnoty γ° , p alebo DN) na referenčnej ploche i , $\beta_1 - \beta_n$ sú regresné koeficienty modelu, ε_i je chyba modelu.

Pre každú referenčnú plochu boli vypočítané priemerná hodnota γ° a koherencie pre obe polarizácie a priemerné DN hodnoty pre kanály Sentinel-2. Na výpočet priemeru sa použila zónová štatistika GIS. Odhad biomasy je teda založený na informáciách pre jednotlivé objekty (referenčné plochy). Odvodený predikčný model je aplikovaný na úrovni pixelov, t. j. NDB je stanovená pre každý pixel.

Okrem 5 základných premenných vstupovali do modelu VLR dva ďalšie členy $Coh_{VH_avg} * B5_{22vi}$ a $\gamma^{\circ}_{VV_bez_AO} / B5_{22vi}$, vytvorené ako spoločná funkcia prediktívnych premenných (tabuľka 6).

Tabuľka 6. Významnosť regresných koeficientov v NDB modeli

Model	$B5_{22vi}$	$\gamma^{\circ}_{VH_bez_AO}$	$\gamma^{\circ}_{VV_bez_AO}$	Coh_{VH_avg}	Coh_{VV_avg}	$Coh_{VH_avg} * B5_{22vi}$	$\gamma^{\circ}_{VV_bez_AO} / B5_{22vi}$
VLR	***	n.s.	n.s.	***	n.s.	+++	+++

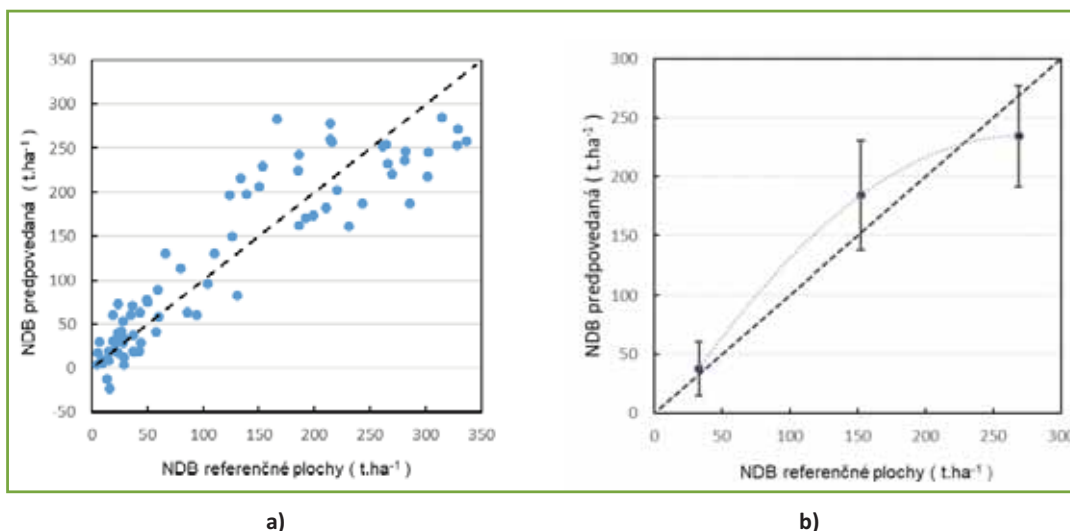
Štatistická významnosť na hladine významnosti 0,001: záporná ***, kladná +++; n.s. – štatisticky nevýznamný.

Výkonnosť modelu pre odhad biomasy na NDB

Použitím spätnej krokovej regresnej analýzy boli identifikované rozhodujúce premenné modelu pre odhad NDB, a to: $B5_{22vi}$, Coh_{VH_avg} , $Coh_{VH_avg} * B5_{22vi}$ a $\gamma^{\circ}_{VV_bez_AO} / B5_{22vi}$. Ostatné premenné boli

vylúčené ako štatisticky nevýznamné. Koeficient determinácie $R^2 = 0,84$ indikuje vysokú tesnosť vzťahu medzi NDB na 77 referenčných plochách a satelitnými údajmi, až 84 % variability NDB je možné vysvetliť pomocou vybraných predikčných premenných.

Stredná chyba s akou je pomocou VLR modelu možné odhadnúť nadzemnú drevnú biomasu je však pomerne vysoká $RMSE = 41,2 \text{ t.ha}^{-1}$. Napríklad, ak je modelom určená zásoba pre 100 t.ha^{-1} , tak sa v skutočnosti sa môže pohybovať v rozpätí od $58,8$ do $141,2 \text{ t.ha}^{-1}$ pri 68 % spoľahlivosti, resp. od $17,6$ do $182,4 \text{ t.ha}^{-1}$ pri 95 % spoľahlivosti. Uvedené platí pre referenčné plochy, pri odhade NDB na úrovni pixelov o veľkosti $10 \times 10 \text{ m}$ je možné očakávať ešte vyššie hodnoty rozptylu strednej chyby.



Obrázok 7.

a) Referenčné a predpovedané hodnoty NDB pre regresný model VLR.

b) Porovnanie referenčnej a predpovedanej NDB pre 3 referenčné rozsahy. Chybové úsečky označujú náhodnú chybu (SE) predpovedaného NDB pre daný referenčný rozsah. Bodkovaná čiara označuje vyrovnanú krivku (polynóm 3. rádu); prerušovaná čiara zodpovedá línii $y = x$. Ak chybová úsečka nepretína líniu $y = x$, je systematická chyba dominantnou chybou v danom rozsahu NDB.

Rozdelenie NDB do 3 referenčných rozsahov umožňuje lepšie pochopiť správanie sa modelu VLR (obrázok 6b). Vybrané rozsahy približne zodpovedajú NDB krovín ($4 - 100 \text{ t.ha}^{-1}$), krovino-stromových formácií ($100 - 200 \text{ t.ha}^{-1}$) a stromových formácií ($200 - 350 \text{ t.ha}^{-1}$). Posúdenie správania sa modelu v celom rozsahu od 0 do 350 t.ha^{-1} vychádza z kvantifikácii strednej chyby (RMSE) a jej dvoch zložiek: náhodnej a systematickej chyby v každom rozmedzí (obrázok 7, tabuľka 7).

Náhodná chyba je dominantná pre všetky rozsahy NDB. Existujú však zjavné rozdiely v podiele systematickej a náhodnej chyby na celkovej chybe (RMSE). Systematická zložka chyby je zjavná nad 100 t.ha^{-1} , pričom v strednom rozsahu ide o nadhodnotenie a v najvyššom rozsahu o podhodnotenie odhadu NDB. Uvedené súvisí so saturáciou signálu okolo hodnoty 230 t.ha^{-1} . Táto hodnota je vyššia ako v literatúre uvádzané hodnoty od 150 do 200 t.ha^{-1} , čo indikuje pozitívny efekt navrhnutého metodického postupu kvantifikácie NDB.

Tabuľka 7. Výkonnosť modelu podľa rozsahov NDB: počet referenčných plôch (N), stredná chyba (RMSE), relatívna RMSE (RMSE%), systematická chyba (Bias), náhodná chyba (SE) a variačný koeficient (CV) chyby (keď CV > 1, dominuje náhodná chyba; keď CV < 1, dominuje odchýlka)

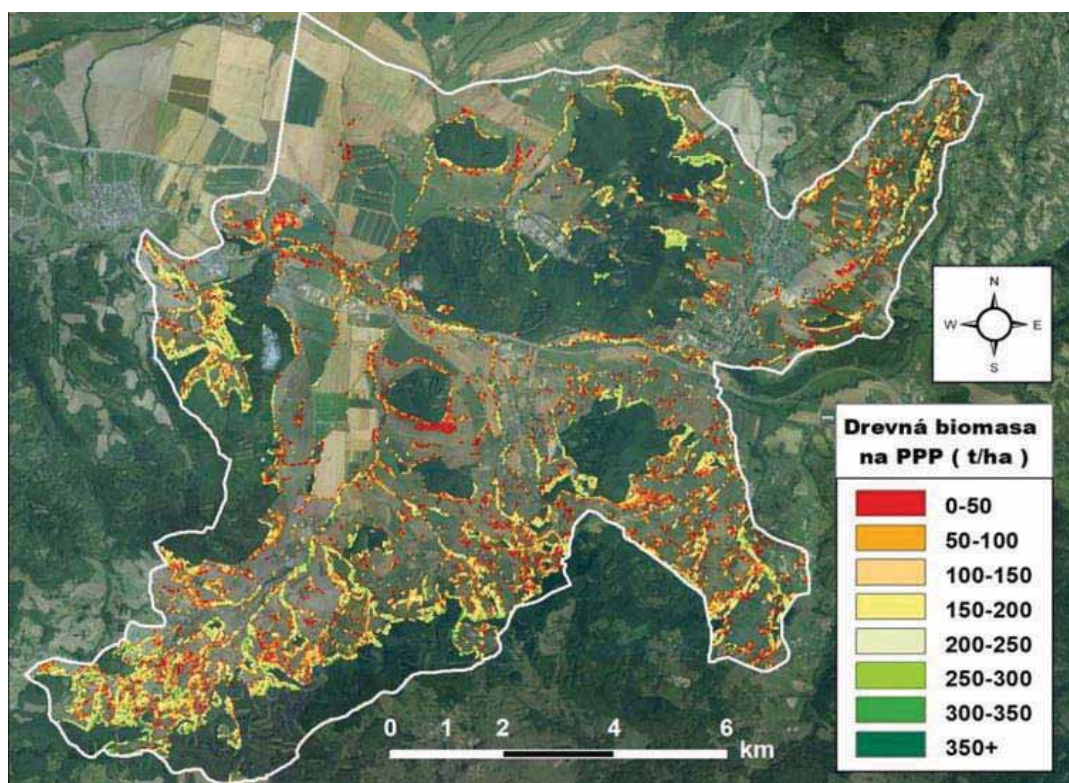
Model	Referenčné NDB (t.ha ⁻¹)	N	RMSE (t.ha ⁻¹)	RMSE %	BIAS (t.ha ⁻¹)	SE (t.ha ⁻¹)	CV
VLR	0 – 100	42	23.7	70.5	5.1	22.7	4.5
	100 – 200	15	56.4	37.0	31.6	46.7	1.5
	200 – 350	20	55.0	20.5	– 34.3	42.9	1.3
	Spolu	77	41.2	35.1	0.3	41.2	–

Štruktúra drevnej zásoby na pustnúcich poľnohospodárskych pozemkoch v LHC Vígľaš

Výsledky odhadu NDB zoskupené do deviatich tried v kroku po 50 t.ha⁻¹ sú uvedené v tabuľke 8 a v mapovej podobe na obrázku 8. Cieľom rozdelenia NDB do jednotlivých kategórií bolo zistiť štruktúru rozdelenia drevnej biomasy na PPP. Okrem 3214 hektárov lesných pozemkov na LHC Vígľaš sme identifikovali 992 ha krovínovej a stromovej vegetácie na PPP. Celková plocha pokrytá drevnou biomasou je potom 4206 ha. Podiel PPP pokrytých drevnou biomasou je v študovanej oblasti 23,6 %.

Tabuľka 8. Odhad NDB na LHC Vígľaš na pustnúcich poľnohospodárskych pozemkoch

Trieda	Plocha		NDB	
	ha	%	(t)	%
<0	47	5	0	0
0 – 50	194	20	4858	4
50 – 100	221	22	16590	14
100 – 150	183	18	22913	19
150 – 200	145	15	25410	21
200 – 250	104	10	23352	19
250 – 300	60	6	16401	13
300 – 350	26	3	8479	7
350+	46	1	4343	3
	992	100	122346	100



Obrázok 8. Mapa drevnej biomasy na pustnúčej poľnohospodárskej pôde v na LHC Vígľaš. Na zlepšenie vizuálneho vnímania bol počet pixelov zväčšený mediánovým filtrom o veľkosti okna 3×3 pixely

Celková zásoba nadzemnej drevnej biomasy na 992 ha identifikovaných pustnúčich poľnohospodárskych pozemkoch ≈ 122 tis. ton (tabuľka 8). Podľa údajov z Informačného systému lesného hospodárstva (ISLH) pre LHC Vígľaš je zásoba NDB na lesných pozemkoch ≈ 750 tis. ton. Celková zásoba NDB je potom ≈ 872 tis. ton na celej ploche LHC Vígľaš. Podiel NDB na PPP k celkovej zásobe je teda 14,0 %, čo je podstatne menej ako plošný podiel (23,6 %). To naznačuje nižšiu priemernú NDB na PPP ako na lesnej pôde. Skutočne, priemerná NDB na PPP je $123 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ na obhospodarovaných lesných pozemkoch $233 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$. Tento rozdiel vyplýva z veku porastov a cieľavedomej lesníckej činnosti v lesných porastoch.

Získané výsledky NDB na PPP podľa jednotlivých tried ukazujú na nerovnomerné zastúpenie (tabuľka 8). Prvé tri triedy s biomasou od 0 do $150 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ predstavujú až 60 % plochy. Výskyt tried s NDB nad $250 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ je iba 10 %. Prevala nízkych tried NDB naznačuje dominanciu krovinových formácií na PPP. Proces opustenia je zrejímavý v juhozápadnej, juhovýchodnej a severovýchodnej časti regiónu v odľahlých oblastiach s menej produktívnymi pôdami v nadmorskej výške nad 600 m (obrázok 8).

ZÁVER

Navrhnutý systém identifikácie a kvantifikácie drevnej biomasy na pustnúčich poľnohospodárskych pozemkoch umožňuje odvodiť aktuálne údaje o zásobách a štruktúre drevnej biomasy na týchto pozemkoch. Napriek nižšej presnosti odvodenia drevnej zásoby v porovnaní s metódami zisťovania zásob používanými v prácach HÚL, ide z časového aj finančného hľadiska o veľmi efektívny spôsob ako získať spoľahlivé informácie o zásobe a štruktúre drevnej biomase na nelesných pozemkoch na celoslovenskej úrovni v rozlíšení jednotlivých pixelov $10 \times 10 \text{ m}$. Spolu

s údajmi so zisťovaní na lesných pozemkoch je tak možné získať ucelenú informáciu o drevnej zásobe pre zvolené priestorové jednotky. Získané údaje sú využiteľné pre odvodenie ťažbových možností na PPP alebo pri spresnení systému inventarizácie emisií skleníkových plynov z ťažby dreva v rámci systému LULUCF.

Pre operatívne nasadenie metodiky je systém postavený na voľne dostupných údajoch Sentinel, národného katastra a registra parciel (LPIS). Problémy s potrebnou výpočtovou kapacitou, najmä pri spracovaní radarových dát je možné prekonať využitím technológie ako Google Earth Engine (GEE), ktorá umožňuje spustenie vlastných algoritmov na Google infraštruktúre založenej na cloudových riešeniach.

Limitujúcim faktorom zostáva saturácia signálu, ktorá neumožňuje uplatniť navrhnutú metódu pri vyšších zásobách. Saturácia signálu sa začína prejavovať cca od 230 t.ha⁻¹. Možným riešením je využitie radarových systémov SAR s dlhšou vlnovou dĺžkou, ako sú pásma L a P, ktoré sú však dostupné len komerčne. Spresnenie modelu je možné taktiež dosiahnuť uplatnením pokročilých metód spracovania radarových snímok akými sú polarimetrická interferometria a radarová tomografia a metód klasifikácie snímok akými sú napr. Random Forest alebo Support Vector Machines.

POUŽITÁ LITERATÚRA

1. Zaušková, Ľ., Midriak, R.: Pustnutie poľnohospodárskej krajiny. Životné prostredie 2016, 50(4), 45–51.
2. Sviček, M.: Expertný systém identifikácie zanedbaných pôd prostredníctvom vlastníckych a užívateľských vzťahov. In: Zaušková, Ľ. (ed.): Pustnutie krajiny – ochrana pôdy – krajinná ekológia. Banská Bystrica: Ústav vedy a výskumu Univerzity Mateja Bela v Banskej Bystrici, 2009, 155–162.
3. Rodríguez-Veiga, P., Quegan, S., Carreiras, J., Persson, H. J., Fransson, J. E. E., Hoscilo, A., et al.: Forest biomass retrieval approaches from earth observation in different biomes. Int. J. Appl. Earth Obs. Geoinf. 2019, 77, 53–68.
4. Goga, T., Feranec, J., Bucha, T., Rusnák, M., Sačkov, I., Barka, I., Kopecká, M., Papčo, J., Ořahel, J., Szatmári, D., Pazúr, R., Sedliak, M., Pajtk, J., Vladovič, J.: A Review of the Application of Remote Sensing Data for Abandoned Agricultural Land Identification with Focus on Central and Eastern Europe. Remote Sens. 2019, 11, 2759.
5. Sinha, S., Jeganathan, C., Sharma, L. K., Nathawat, M. S.: A review of radar remote sensing for biomass estimation. Int. J. Environ. Sci. Technol. 2015, 12, 1779–1792.
6. Petráš, R., Pajtk, J.: Sústava česko-slovenských objemových tabuliek drevin. Lesnícky časopis 1991, 37(1), 49–56.
7. Šmelko, Š.: Nové metodické postupy na kvantifikáciu mŕtveho dreva a jeho zložiek v lesných ekosystémoch. Lesnícky časopis – Forestry Journal 2010, 56(2), 155–175.
8. Pajtk, J., Konôpka, B., Šebeň, V.: Mathematical biomass models for young individuals of forest tree species in the region of the Western Carpathians. Publisher: National Forest Centre, Slovak Republic, 2018; pp. 22–68.
9. Požgaj, A., Chovanec, D., Kurjatko, S., Babjak, M.: Štruktúra a vlastnosti dreva. Publisher: Bratislava, Priroda, Slovak Republic, 2003; 463 s.

Adresa autorov:

Dr. Ing. Tomáš Bucha, Mgr. Ivan Barka, PhD., Ing. Ivan Sačkov, PhD., Ing. Jozef Pajtk, PhD.

Ing. Maroš Sedliak, PhD.

Národné lesnícke centrum – Lesnícky výskumný ústav

T. G. Masaryka 22, 960 01 Zvolen

e-mail: tomas.bucha@nlcsk.org

e-mail: ivan.barka@nlcsk.org

e-mail: ivan.sackov@nlcsk.org

e-mail: jozef.pajtk@nlcsk.org

e-mail: maros.sedliak@nlcsk.org

LESNÍCKA TYPOLOGIA A JEJ VÝZNAM PRI PLÁNOVANÍ DREVINOVÉHO ZLOŽENIE LESOV SLOVENSKA

Ludovít Vaško, Marek Garčár

ÚVOD

Základným princípom trvalo udržateľného lesného hospodárstva je diferencovať starostlivosť o lesné ekosystémy v súlade s prírodnými podmienkami a nárokmi jednotlivých drevín. V tejto koncepcii má významné postavenie lesnícka typológia, ktorá je nositeľkou týchto zásad opierajúcich sa o poznanie prírodných podmienok prirodzených ekosystémov lesa, ich klasifikáciu a využitie pri obhospodarovaní lesa.

Myšlienka, resp. potreba diferencovaného pestovania a starostlivosti o lesné porasty nie je na Slovensku nová. Už v 50. rokoch minulého storočia v rámci štátnej taxácie vzniklo stanovištné oddelenie, ktorého hlavnou úlohou bolo poskytnúť lesnej prevádzke podklady o prírodných podmienkach lesov v snahe predísť hrubým chybám pri hospodárení v lesoch najmä v dôsledku pestovania drevín na nevhodných stanovištiach. Tým sa začalo typologické mapovanie lesov Slovenska, ktoré je dnes zastrešené v rámci Komplexného zisťovania stavu lesa (ďalej len „KZSL“). V súčasnosti vďaka typologickému prieskumu máme podrobne zmapované a klasifikované prírodné podmienky na celej porastovej ploche lesných pozemkov. Cez modely hospodárenia a kategorizáciu lesa v rámci tvorby Programov starostlivosti o lesy sa typológia stala základným nástrojom pre diferencované obhospodarovanie lesov.

V príspevku sa podrobnejšie zaoberáme základnou sumarizáciou výsledkov typologického mapovania a významom lesníckej typológie najmä vo vzťahu k drevinovému zloženiu lesov.

TYOLOGICKÝ SYSTÉM

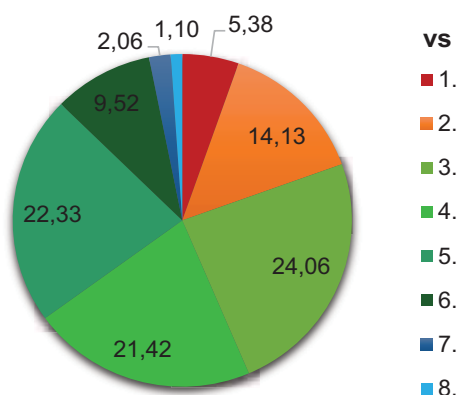
Lesnícky typologický systém používaný na Slovensku je založený na geobiocenologickej škole Aloisa Zlatníka. Zlatník pri tvorbe systému vychádzal z klasifikácie prirodzených lesov na základe drevinovej skladby, špecifickej druhovej kombinácie synúzie podrastu a trvalých podmienok prostredia. Na rozdiel od Zürišsko-Montpelliérskeho systému, ktorý mapuje len reálnu vegetáciu, lesnícky typologický systém je postavený na rekonštrukčnom princípe. To znamená, že aj v zmenených lesných spoločenstvách a mladých porastoch vieme na základe poznania trvalých podmienok a faktorov prostredia určiť, aký typ prirodzenej lesnej vegetácie by sa vyskytoval na danom stanovišti.

Základnou jednotkou typologického systému je **lesný typ**, ktorý predstavuje typ trvalých ekologických podmienok, čiže stanovištný typ. ZLATNÍK (1976) definuje lesný typ ako súbor typu *prírodnej geobiocenózy* a všetkých od neho vývojovo pochádzajúcich, rôznym spôsobom a do rôzneho stupňa zmenených *geobiocenóz* a *geobiocenoidov* a ich *vývojových štádií* na stanovištiach pôvodnej prírodnej geobiocenózy. V súčasnom typologickom systéme je vytvorených 366 lesných typov (HANČINSKÝ 1972, HANČINSKÝ *et al.* 1990). Zoznam lesných typov zaradených do vyšších typologických jednotiek s uvedením podmienok pre zaradenie do ochranných lesov je uvedený v publikácii LESOPROJEKT 2000: Prehľad typologických jednotiek za lesy Slovenska.

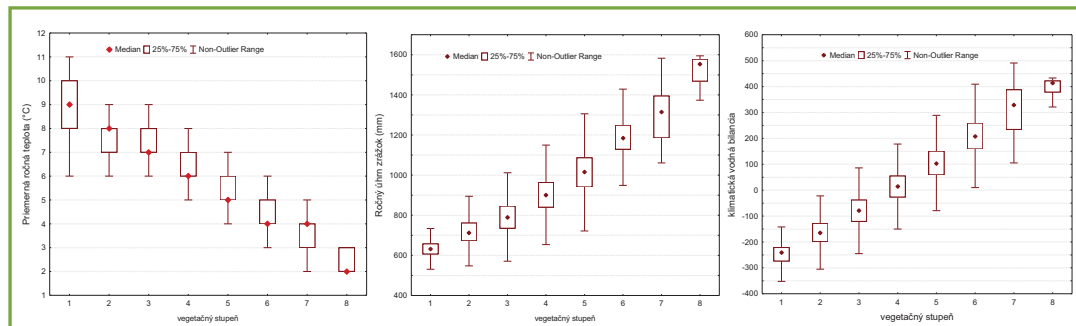
Pre praktickú aplikáciu sú lesné typy veľmi podrobná jednotka, preto na základe rôznych kritérií a požiadaviek sú združované do nadstavbových typologických jednotiek:

Vegetačné stupne (ďalej len „vs“)

Vegetačné stupne sú nadstavbovou jednotkou, ktorá vyjadruje súvislosť sledu rozdielov prirodzenej vegetácie podmienenej zmenou klimatických podmienok vplyvom výškovej (nadmorská výška) a expozičnej klímy. Diferencujú sa na základe prirodzeného rozšírenia drevín. V rámci územia Slovenska je vymedzených 8 lesných vegetačných stupňov (a jeden nelesný – 9. alpínsky). Zastúpenie vegetačných stupňov v lesoch Slovenska je zobrazené na obrázku 1 a základná charakteristika vegetačných stupňov vo vzťahu ku klimatickým faktorom je uvedená na obrázku 2. Rozšírenie vegetačných stupňov v rámci lesných porastov je zobrazené na obrázku 5.



Obrázok 1. Relatívne (%) zastúpenie vegetačných stupňov v lesných porastoch



Obrázok 2. Rozšírenie vegetačných stupňov podľa mapy lesných typov v závislosti na hlavných klimatických faktoroch (obdobie 1951 – 1980)

a – priemerná ročná teplota, b – priemerný ročný úhrn zrážok, c – klimatická vodná bilancia

Prehľad a stručná charakteristika vegetačných stupňov:

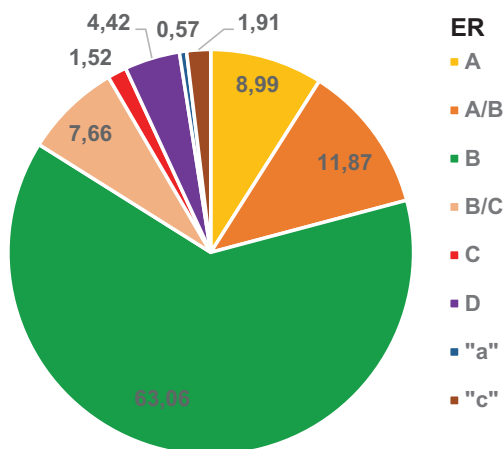
1. **Dubový** – rozšírený je v najteplejších a najsuchších oblastiach Slovenska. Vyznačuje sa dominantným zastúpením dubov (najmä *Quercus petraea* agg., *Quercus robur* agg. a *Q. cerris*) a neúčastou buka (*Fagus sylvatica*). Na mezofilnejších stanovištiach býva v podúrovni hojný hrab (*Carpinus betulus*) a rôzne krovité druhy.
2. **Bukovo-dubový** – rozšírený je najmä v teplých, suchých až mierne vlhkých pahorkatinách južného Slovenska. Charakterizovaný je dominanciou duba (prevažne *Quercus petraea* agg.) a spoluúčastou vitálneho buka (*Fagus sylvatica*), väčšinou rastúceho v podúrovni spolu s hrabom.
3. **Dubovo-bukový** – vyskytuje sa hlavne vo vyššie položených pahorkatinách, kde vlhkostné a teplotné pomery ešte umožňujú výskyt duba zimného popri hojnom až dominantnom výskyte

buka. Dub tu síce nachádza vhodné rastové podmienky (jeho vzrast je tu často lepší než v 2.lvs a výškou sa vyrovná buku), má tu však výrazné problémy s prirodzenou obnovou – svetlomilný nálet duba je silne kompetične utláčaný bukom.

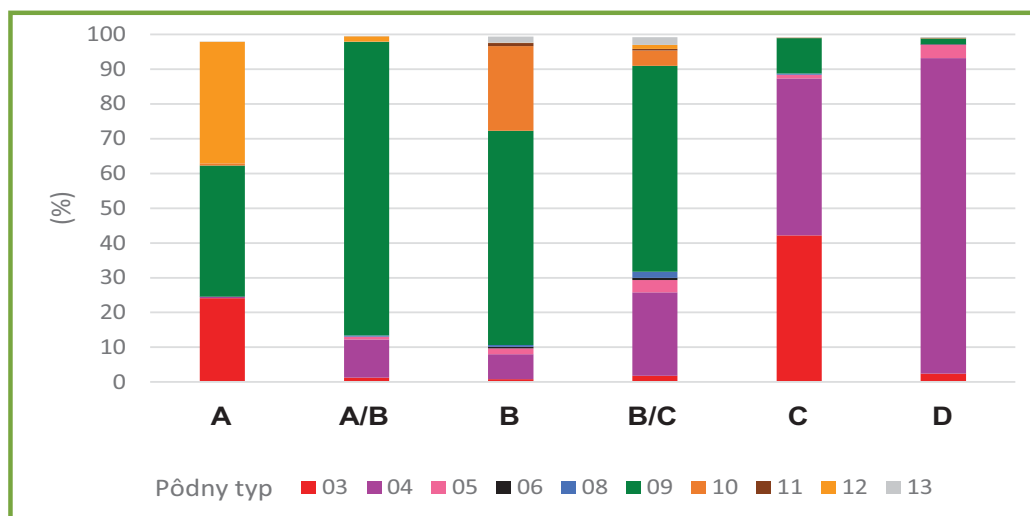
4. **Bukový** – rozšírený je vo vyšších pahorkatinách a nižších hornatinách teplejších oblastí. Charakterizovaný je dominantným zastúpením buka (*Fagus sylvatica*), ktorý svojou vitalitou *znemožňuje významnejšiu účasť ďalších drevín*. Prirodzene vznikajú čisté homogénne bučiny (slt. *Fagetum pauper*). Doznieva výskyt duba zimného a vo vyšších polohách začína pristupovať jedľa (*Abies alba*).
5. **Jedľovo-bukový** – vyskytuje sa vo vrchovinách a nižších hornatinách. V pôvodných porastoch stále prevládal buk s hojnou účasťou jedle. Na kyslých acidofilných stanovištiach sa začína prirodzene vyskytovať smrek (*Picea abies*).
6. **Jedľovo-bukovo-smrekový** – vyskytuje sa v chladných klimatických oblastiach. Je charakterizovaný spoludominanciou buka, jedle a smreka. Na kyslých stanovištiach (rad A – acidofilný) prevláda jedľa so smrekom.
7. **Smrekový** – vyskytuje sa v najvyšších pohoriach Slovenska. Charakterizovaný je úplnou dominanciou smreka (*Picea abies*), s hojnou účasťou jarabiny vtácej (*Sorbus aucuparia*). V oblasti Tatier je hojne rozšírená limba (*Pinus cembra*) a smrekovec (*Larix decidua*). Na spodnom okraji môže ešte pristupovať buk, jedľa, javor horský (*Acer pseudoplatanus*), ktorých vitalita a vzrast sú vplyvom extrémnych klimatických podmienok výrazne znížené. Na hornej hranici sa začína uplatňovať kosodrevina (*Pinus mugo*).
8. **Kosodrevinový** – Tento vegetačný stupeň je charakterizovaný úplnou dominanciou kosodreviny. V spodnej časti vegetačného stupňa pristupuje ešte smrek, jarabina vtáčia, v oblasti Tatier aj limba, smrekovec, prípadne breza karpatská (*Betula carpatica*), ktoré ale už netvorí zapojené porasty, schopné konkurovať kosodrevine.

Edaficko-trofické rady

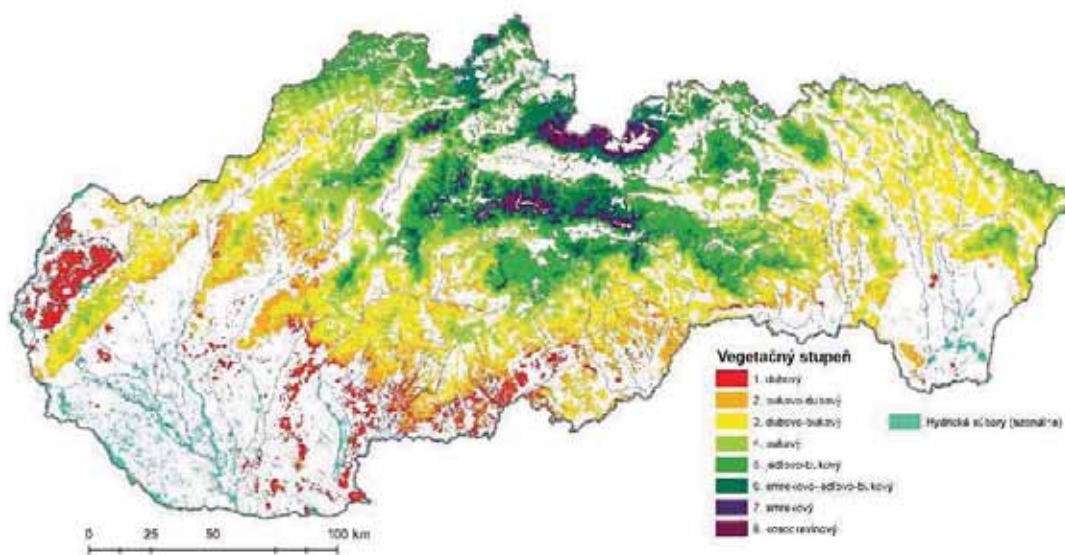
sú nadstavbovou typologickou jednotkou, ktorou sa vyjadruje povaha pôdneho prostredia na pôdach normálne zásobených vodou najmä vo vzťahu k trofnosti (obsah dostupných živín), pôdnej reakcii, priebehu humifikácie, resp. humusovej formy. Na pôdach silne ovplyvnených podzemnou vodou, prúdiacou alebo stagnujúcou, sú vymedzené hydrické súbory. Pôdne prostredie svojou povahou rôznou mierou ovplyvňuje kompetičné vlastnosti drevín a tým modifikuje rozšírenie drevín v rámci vegetačných stupňov. Na území Slovenska je vymedzených v zmysle Zlatník (1958), Hančinský (1972) šesť edaficko-trofických radov a medziradov a dva hydrické súbory.



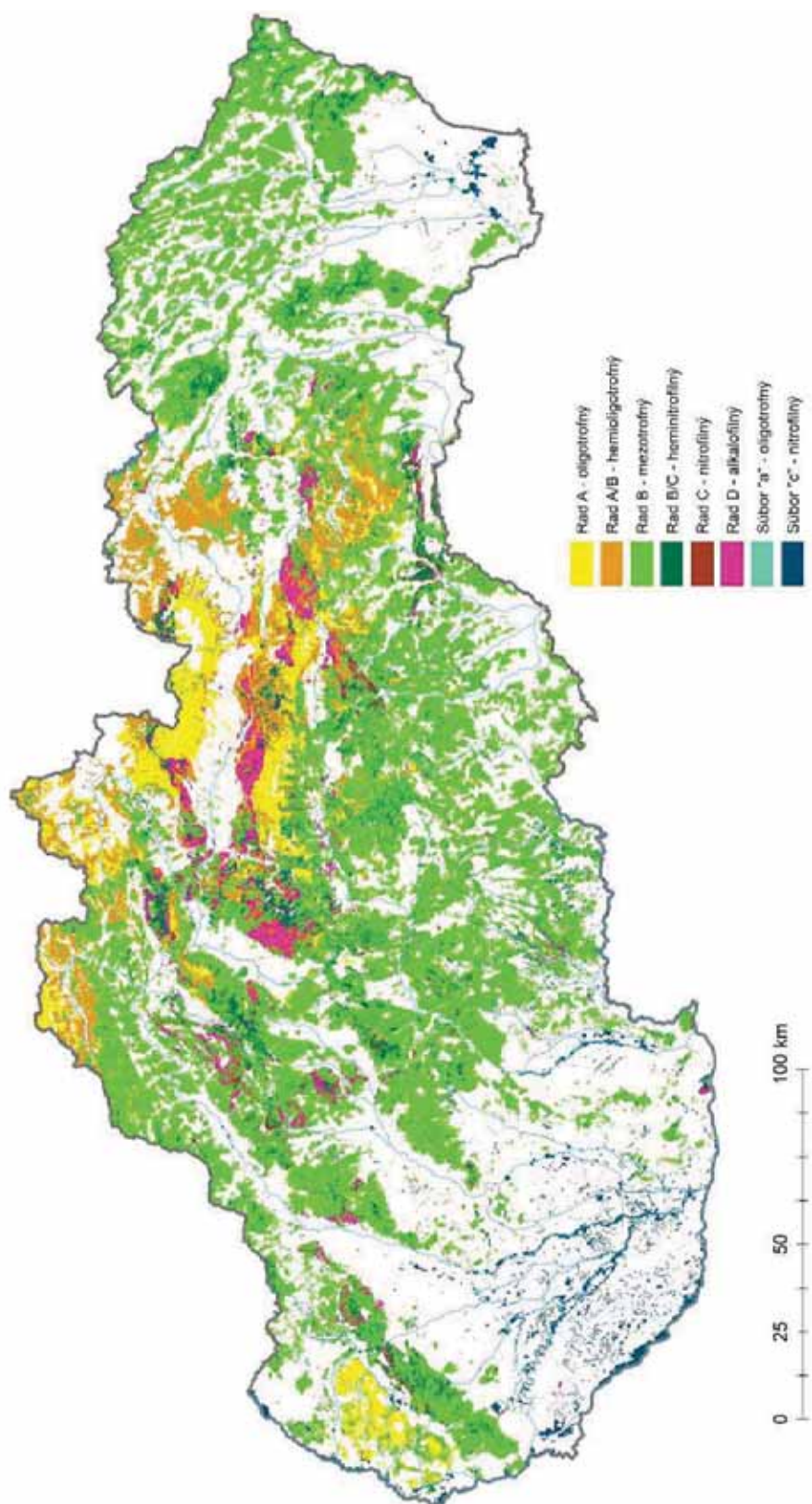
Obrázok 3. Relatívne (%) zastúpenie edaficko-trofických radov a hydrických súborov



Obrázok 4. Porovnanie relatívneho zastúpenia pôdných typov v rámci edaficko-trofických radov (03-Rankrová pôda; 04-Rendzina, 05-Pararendzina, 06-Černoze, 08-Andosol, 09-Hnedá lesná pôda, 10-Ilimerizovaná pôda, 11-Hnedozem, 12-Podzol, 13-Terra fusca)



Obrázok 5. Rozšírenie vegetačných stupňov v lesných porastoch Slovenska (stav mapovania k 1. 1. 2020)



Obrázok 6. Rozšírenie edaficko-trofických radov a edaficko-hydrických súborov v lesných porastoch Slovenska (stav mapovania k 1. 1. 2020)

Tabuľka 1. Ekologická mriežka lesov Slovenska (Výmery typologických jednotiek stav k 1.1.2020. Tučným čiernym písmom sú zobrazené základné skupiny lesných typov, sivým písmom geografické varianty.)

Vegetačný stupeň	Edaficko-trofické rady a medzirady/ skupiny lesných typov					
	A	A/B	B	B/C	C	D alkalofilný (vápencový)
Dubový (102 540,3 ha)	oligotrofný (175 677,3 ha)	hemioligotrofný (231 807,8 ha)	mezotrofný (1 231 616,4 ha)	nitrofilný (149 680,1 ha)	nitrofilný (29 687,7 ha)	D alkalofilný (86 313,0 ha)
	<i>Pineto-Quercetum</i> (7811 ha) <i>Quercetum</i> (17375 ha)		<i>Carpineto-Quercetum</i> (66140 ha)	<i>Carpineto-Quercetum</i> <i>acerosum</i> (3526 ha)	<i>Carpineto-Aceretum nst</i> (60 ha)	<i>Corneto-Quercetum nst</i> (7628 ha)
Bukovo-dubový (269 230,5 ha)	<i>Fagetum quercinum</i> <i>nst</i> (5762 ha)		<i>Fageto-Quercetum</i> (243291 ha)	<i>Fageto-Quercetum</i> <i>acerosum</i> (10841 ha)	<i>Carpineto-Aceretum vst</i> (2985 ha)	<i>Corneto-Quercetum vst</i> (4422 ha) <i>Pinetum dealpinum nst</i> (48 ha) <i>Fageto-Quercetum</i> <i>dealpinum</i> (1860 ha)
Dubovo-bukový (458 209,4 ha)	<i>Querceto-Pinetum nst</i> (134 ha) <i>Fagetum quercinum vst</i> (9976 ha)		<i>Querceto-Fagetum</i> (242733 ha) <i>Fagetum pauper vst</i> (160742 ha) <i>Piceeto-Pinetum nst</i> (784 ha)	<i>Querceto-Fagetum</i> <i>tiliosum</i> (24845 ha)	<i>Tilio-Aceretum nst</i> (9511 ha)	<i>Pinetum dealpinum</i> <i>vst</i> (1488 ha) <i>Corneto-Fagetum</i> (3059 ha) <i>Querceto-Fagetum</i> <i>dealpinum</i> (4938 ha)
Bukový (406 932,7 ha)	<i>Querceto-Pinetum vst</i> (294 ha) <i>Fagetum</i> <i>quercino-abietinum</i> (9401 ha) <i>Fageto abietinum</i> (4582 ha) <i>Abieto quercinum</i> (26 ha)	<i>Abieto-Querceto-Fagetum</i> (3480 ha)	<i>Fagetum pauper vst</i> (134916 ha) <i>Fagetum typicum</i> (185324 ha) <i>Piceeto-Pinetum vst</i> (3384 ha) <i>Abieto-Quercetum</i> (1931 ha)	<i>Fagetum tiliosum</i> (38589 ha) <i>Abieto-Quercetum</i> <i>tiliosum</i> (358 ha)	<i>Tilio-Aceretum vst</i> (9799 ha)	<i>Fagetum dealpinum nst</i> (15988 ha)

Vegetačný stupeň	Edaficko-trofické rady a medzirady/ skupiny lesných typov					
	A oligotrofný (175 677,3 ha)	A/B hemioligotrofný (231 807,8 ha)	B mezotrofný (1 231 616,4 ha)	B/C nitrofilný (149 680,1 ha)	C nitrofilný (29 687,7 ha)	D alkalofilný (vápencový) (86 313,0 ha)
Jedľovo-bukový (425 246,7 ha)	<i>Fagetum</i> <i>abietino-piceosum</i> nst (24416 ha)	<i>Fageto-Abietum</i> nst (145253 ha)	<i>Abieto-Fagetum</i> nst (168488 ha)	<i>Fageto-Aceretum</i> (38860 ha)	<i>Fraxineto-Aceretum</i> nst (5221 ha)	<i>Fageto dealpinum</i> vst (26278 ha)
	<i>Piceetum abietinum</i> nst (5650 ha)	<i>Fagetum humile</i> nst (512 ha)	<i>Acereto-Abietum</i> nst (11 ha)	<i>Fageto-Aceretum humile</i> (1365 ha)		<i>Piceeto-Pinetum</i> <i>dealpinum</i> (878 ha)
	<i>Pineto-Piceetum</i> nst (1238 ha)	<i>Piceeto-Abietum</i> nst (6737 ha)		<i>Abieto-Aceretum</i> nst (45 ha)		<i>Piceeto-Abietum</i> <i>dealpinum</i> (95 ha)
	<i>Fagetum acidophilum</i> nst (138 ha)					<i>Piceetum acerosum</i> nst (64 ha)
Smrekovo- bukovo-jedľový (181 387,9 ha)	<i>Fagetum</i> <i>abietino-piceosum</i> vst (25347 ha)	<i>Fageto-Abietum</i> vst (68008 ha)	<i>Abieto-Fagetum</i> vst (23829 ha)	<i>Fageto-Aceretum</i> (18156 ha)	<i>Fraxineto-Aceretum</i> vst (2102 ha)	<i>Fageto-Piceetum</i> (12274 ha)
	<i>Piceetum abietinum</i> vst (10414 ha)	<i>Fagetum humile</i> vst (2044 ha)	<i>Acereto-Abietum</i> vst (43 ha)	<i>Fageto-Aceretum humile</i> 4107 ha)		<i>Piceetum acerosum</i> vst (2117 ha)
	<i>Fagetum acidophilum</i> vst (17 ha)	<i>Piceeto-Abietum</i> vst (5774 ha)		<i>Acereto-Piceetum</i> (31 ha)		<i>Pineto-Laricetum</i> (1415 ha)
	<i>Lariceto-Piceetum</i> nst (2085 ha)			<i>Abieto-Aceretum</i> nst (27 ha)		
	<i>Pineto-Piceetum</i> (82 ha)					
Smrekový (39 202,48 ha)	<i>Fagetum</i> <i>abietino-piceosum</i> hum (3506 ha)					
	<i>Sorbetto-Piceetum</i> (25402 ha)			<i>Acereto-Piceetum</i> (8272 ha)		<i>Fageto-Piceetum</i> vst (2446 ha)
	<i>Lariceto-Piceetum</i> (1719 ha) <i>Cembreto-Piceetum</i> (1089 ha)					<i>Pineto-Laricetum</i> (276 ha)

Edaficko-trofické rady a medzirady/ skupiny lesných typov						
Vegetačný stupeň	A oligotrofný (175 677,3 ha)	A/B hemioligotrofný (231 807,8 ha)	B mezotrofný (1 231 616,4 ha)	B/C nitrofilný (149 680,1 ha)	C nitrofilný (29 687,7 ha)	D alkalofilný (vápencový) (86 313,0 ha)
Kosodrevinový (20 892,87 ha)	<i>Mughetum acidophilum</i> (13058 ha) <i>Cembreto-Mughetum</i> (2952 ha) <i>Piceeto-Mughetum</i> (3184 ha)			<i>Ribeto-Mughetum</i> (660 ha)		<i>Mughetum calcicolum</i> (1040 ha)
Hydrický súbor	Skupina lesných typov					
„A“ – oligotrofný (11 061,0 ha; 0,57 %)	<i>Betuleto-Quercetum</i> (4523 ha)	<i>Betuleto-Alnetum</i> (2468 ha)	<i>Abieto-Piceetum</i> (3606 ha)	<i>Pinetum ledosum</i> (464 ha)		
„C“ – nitrofilný (37 278,2 Ha; 1,91 %)						
Hydrický súbor	Skupina lesných typov					
„A“ – oligotrofný (11 061,0 ha; 0,57 %)	<i>Betuleto-Quercetum</i> (4523 ha)	<i>Betuleto-Alnetum</i> (2468 ha)	<i>Abieto-Piceetum</i> (3606 ha)	<i>Pinetum ledosum</i> (464 ha)		
„C“ – nitrofilný (37 278,2 Ha; 1,91 %)	<i>Alnetum incanae</i> (1459 ha)	<i>Saliceto-Alnetum</i> (2981 ha)	<i>Querceto-Fraxinetum</i> (3938 ha)	<i>Ulmeto-Fraxinetum</i> (23 169 ha)	<i>Saliceto fragilis</i> (99 ha)	

Skupina lesných typov (ďalej len „slt“)

je nadstavbovou jednotkou združujúcou ekologicky podobné lesné typy, podľa podobnosti v stanovištných podmienkach a druhovom zložení fytocenóz. Ich názov je odvodený z kombinácie dominantných drevín v prírodnej fytocenóze. SLT je jednotkou prirodzeného rozšírenia drevín v rámci ich areálu na našom území a porovnaním so súčasným stavom poukazuje na ich premeny v minulosti (Križová 1995).

Základný aktuálny prehľad skupín lesných typov a tým zároveň aj stanovištne-ekologických podmienok lesov Slovenska je zobrazený formou tzv. ekologickej mriežky (tabuľka 1). Uvádzame v nej plošné podiely všetkých skupín lesných typov mapovaných k 1. 1. 2020 zoradených podľa vegetačných stupňov a edaficko-trofických radov a hydrických súborov.

Hospodársky súbor lesných typov (ďalej len „HSLT“)

je súbornou jednotkou združujúcou hospodársky podobné lesné typy ako ich bezprostredne nadradená jednotka. Hospodárska príbuznosť znamená rámcovo podobné stanovištne podmienky (klíma, zásobenosť živinami, skeletnosť pôd, iné významné pôdne vlastnosti, hydrický vzťah a vodný režim) a rámcovo podobné prirodzené zastúpenie hlavných drevín, ktorých výsledkom sú podobné požiadavky na *cieľové hospodárenie*. Súčasný systém zahŕňa 187 HSLT, z toho 98 je ochranných a 89 hospodárskych.

TYPOLOGICKÝ PRIESKUM LESEV SLOVENSKA

Typologický prieskum na Slovensku začal v r. 1951 v rámci *Všeobecného stanovištného prieskumu* (1951 – 1955), pri ktorom bolo územie lesov Slovenska zmapované na skupiny lesných typov. Počnúc rokom 1956 sa začal *Podrobný typologický prieskum* (1956 – 1976), na ktorý nadviazala *Revízia a aktualizácia typologického prieskumu* (1976 – 1991). Touto etapou bol ukončený celoplošný typologický prieskum v lesoch pod gesciou Ministerstva pôdohospodárstva a rozvoja vidieka a jeho predchodcov. V súčasnom období typologický prieskum zastrešuje v rámci *Komplexného zisťovania stavu lesov* Národné lesnícke centrum – Ústav pre hospodársku úpravu lesov. Nevykonáva sa už celoplošný prieskum, ale je zameraný na preverovanie požiadaviek obhospodarovateľov lesov a OLH na zmenu kategorizácie lesov, typologické mapovanie delimitácii do lesných pozemkov a odstraňovanie nezrovnalostí mapových vrstiev lesníckej typológie a pedológie.

Odlíšny vývoj prebiehal v lesoch Ministerstva obrany SR, kde typologické mapovanie podľa metodiky a systematiky používanej v rámci KZSL prebehlo až v rokoch 2008 – 2019.

Hlavným výstupom typologického mapovania je rozdelenie lesov na stanovištne jednotky lesníckej typológie – Mapy lesných a pôdných typov M1:10 000, mapy hospodárskych súborov lesných typov a kategórií lesov. Pôvodné originálne typologické mapy vytvorené pre každé LHC v M 1:10 000 boli zdigitalizované a prevedené do vektorovej spojitaj digitálnej celoslovenskej vrstvy.

Obsahová náplň mapy lesných typov:

- **Lesný typ** – je základná mapovaná jednotka. Označuje sa štvormiestnym číselným kódom, v ktorom prvá číslica označuje vegetačný stupeň (1 až 8, 0 znamená, že ide o zamokrený azonálny typ), druhá číslica označuje edaficko-trofický rad (1 – rad A, 2 – rad A/B, 3 – rad B, 4 – B/C, 5 – C, 6 – D, 0 – súbor a, 9 – súbor c) a záverečné dvojčísle predstavuje poradové (jedinečné) číslo lesného typu v rámci skupiny lesných typov. Pokiaľ to bolo možné, rozdielne SLT sú odlíšené na úrovni desiatok.
- **Kategória** – vyjadruje charakter stanovišťa vo vzťahu ku kategorizácii lesov, t.j. či stanovište má ochranný (O) alebo hospodársky (H) charakter.
- **Vegetačný stupeň**
- **Edaficko-trofický rad**
- **Hospodársky súbor lesných typov**

- **Špecifikum** – slúži na bližšiu špecifikáciu dôvodu zaradenia plochy lesného typu do kategórie lesov ochranných, ktorý by inak mal patriť do lesov hospodárskych (napr. v – výmole, z – zosuvy, p – poddolované územie...)

Obsahová náplň mapy pôdných typov:

- **Pôdny typ** – použitá je systematika ÚHÚL (Lesoprojekt, 1988). Pôdny typ sa označuje 7 miestnym číselným kódom.
- **Materská hornina** – uvádza sa kód horniny, ktorá sa podieľala na tvorbe pôdy.

PRIRODZENOSŤ DREVINOVÉHO ZLOŽENIA

Ako už bolo spomínané skôr, lesnícka typológia je postavená na rekonštrukčnom princípe a preto niektoré typologické jednotky (lesný typ, skupina lesných typov) sú zároveň aj jednotkami potenciálnej vegetácie na našom území. Na ich základe si vieme vytvoriť predstavu, ako vyzerali naše prírodné lesy, t. j. aké bolo pôvodné drevinové zloženie a štruktúra lesných ekosystémov.

Vo vzťahu k pôvodnosti drevinového zloženia sa môžeme stretnúť s nasledovnými pojmami, ktoré nepredstavujú synonymá a niekedy sa aj nesprávne používajú.

Pôvodné drevinové zloženie – predstavuje také zastúpenie drevín v poraste, ktoré vzniklo čisto na základe prírodných zákonitostí a existovalo pred začatím pôsobenia zvoleného faktora alebo skupiny faktorov, čiže k určitej časovej hladine. Najčastejšie sa ním myslí drevinové zloženie pred začatím vplyvu človeka na daný lesný porast. Ide o klimaxové lesné spoločenstvá, v ktorých je zastúpenie drevín odrazom stanovištných podmienok, ekologických nárokov, kompetičných vzťahov drevín a ich šírenia v postglaciáli. Pôvodné drevinové zloženie je možné rekonštruovať s rôznou presnosťou na základe archívnych materiálov (historický prieskum lesov), peľových analýz, zvyškov dreva a pod.

Prirodzené drevinové zloženie je výsledkom prírodných zákonitostí, ale na rozdiel od pôvodného drevinového zloženia sa jedná o dynamickú veličinu. Môže sa meniť v čase, pokiaľ sa zmenia napr. abiotické podmienky. Označuje klimaxové zastúpenie drevín, ktoré by sa prirodzene vyvinulo v prírodných lesoch momentálne (pri súčasnej klíme) ako výsledok pôsobenia celého komplexu prírodných abiotických a biotických faktorov na lesný porast a kompetičných vzťahov medzi drevinami. Prirodzené drevinové zloženie môžeme dnes nájsť napr. v pralesoch a prírodných lesoch, ale zachovalo sa aj vo veľkej časti hospodársky využívaných lesov (obrázok 7).

Odhady prirodzeného, resp. pôvodného drevinového zloženia pre typologické jednotky môžeme nájsť vo viacerých prácach. Pre skupiny lesných typov ich uvádza FAITH *et al.* 1974, VLADOVIČ 2003, pre lesné typy VOLOŠČUK 2001, RIZMAN *et al.* 2007.

Prirodzené drevinové zloženie lesov Slovenska podľa modelu RIZMAN *et al.* 2007 vypočítané na základe aktuálnych výmer lesných typov z typologickej mapy je uvedené v tabuľke 2.

Tabuľka 2. Prirodzené zastúpenie drevín v lesoch Slovenska.

Druh	sm	jd	bo + sc	ks	lb	bk	db+cr	hb	CL	OL
%	6,2	11,2	1,5	0,9	0,1	46,6	17,6	3,1	10,7	2,4

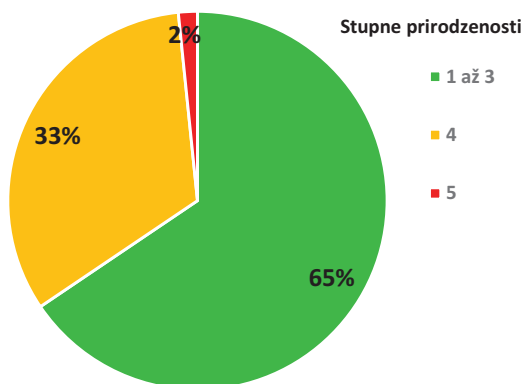
Vysvetlivky k tabuľke:

sm – *Picea abies*, jd – *Abies alba*, bo – *Pinus sylvestris*, sc – *Larix decidua*, ks – *Pinus mugo*, lb – *Pinus cembra*, bk – *Fagus sylvatica*, db – *Quercus petraea* agg. a *Q. robur* agg., cr – *Quercus cerris*, hb – *Carpinus betulus*, CL – cenné listnáče rodov *Acer*, *Tilia*, *Ulmus*, *Fraxinus*; OL – ostatné listnaté stromy rodov *Alnus*, *Salix*, *Populus*, *Sorbus*, *Betula* a ďalších

Na základe porovnania skutočného drevinového zloženia zachyteného v opise porastov v programoch starostlivosti o lesy (stav k 6. 3. 2019) a lesných typov z typologickej mapy a ich prirodzeného drevinového zloženia podľa *Poznatkovej bázy o zastúpení drevín v lesných typoch Slovenska* (RIZMAN et al. 2007) bola vypočítaná prirodzenosť drevinového zloženia v lesných porastoch Slovenska (obrázok 7).

Stupne prirodzenosti sú definované podľa *Metodiky mapovania lesných biotopov* (ŠOP SR 2013) a pre potreby porovnania z údajov PSL sú upravené nasledovne:

- prevažne prirodzený les – zahŕňa stupne prirodzenosti 1 – 3 (prírodný les/prales, prirodzený les, prevažne prirodzený les), ktoré sa na základe údajov PSL nedajú odlišiť, s minimálne 70 % zastúpením pôvodných drevín, žiadnym alebo nízkym zastúpením invázných druhov, prirodzenou až zmenenou štruktúrou,
- zmenený les – stupeň prirodzenosti 4, výraznejšie zmenené drevinové zloženie (menej ako 70 % pôvodných drevín), možný je významnejší podiel invázných druhov. Patria sem aj neprirodzené monokultúry drevín, ak boli tieto dreviny identifikované ako pôvodné v danom spoločenstve.
- premenený les – stupeň prirodzenosti 5, porasty tvorené nepôvodnými, exotickými alebo inváznymi druhmi a neprirodzené monokultúry smreka, borovice alebo smrekovca (ak tieto dreviny neboli identifikované ako pôvodné).



Obrázok 7. Zastúpenie stupňov prirodzenosti drevinového zloženia v lesoch Slovenska

MODELÝ HOSPODÁRENIA A DREVINOVÉ ZLOŽENIE

Súčasťou vyhotovenia programov starostlivosti o lesy je rámcové plánovanie a tvorba modelov hospodárenia, ktoré obsahujú aj návrh cieľového a obnovného drevinového zloženia pre každú jednotku priestorového rozdelenia lesa (ďalej len „JPRL“).

Cieľové drevinové zloženie je definované ako optimálne zastúpenie stanovištné vhodných drevín v rubnej dobe zodpovedajúcej prírodným podmienkam. Treba si uvedomiť, že stanovištné vhodné dreviny nemusia vždy zodpovedať len prirodzenému drevinovému zloženiu. Ekologické amplitúdy jednotlivých druhov sú väčšinou omnoho širšie, než by sa zdalo z prirodzeného rozšírenia. Príčiny chýbania druhov v určitých spoločenstvách (slt, vs) sú veľmi rôzne a často vyplývajú z vlastností a kompetičnej sily ostatných drevín. Príkladom je smrek obyčajný, ktorý svoje ekologické optimum má v 7. vs, ale fyziologické optimum (najväčšie prírastky a produkcia) dosahuje v 5. vs.

Ako identifikátor stanovištných pomerov vstupuje do modelov HSLT, ako identifikátor súčasného drevinového zloženia a zmiešania združený hospodársky súbor porastových typov (zjednodušene „porastový typ“). Cieľové aj obnovné zastúpenia sa uvádza dvojmiestnym kódom s intervalom (minimum a maximum) ich zastúpenia. Drevina, ktorej maximum je väčšie alebo rovné 10 % sa

nazýva hlavná drevina, drevina ktorej maximum je menšie ako 10 % sa nazýva vedľajšia drevina. Vo vyhláške č. 453/2006 Z. z. o hospodárskej úprave lesov a o ochrane v znení neskorších predpisov podľa § 26 sa definuje, že za zabezpečený porast sa považuje taký, v ktorom najmenej 50 % posudzovanej plochy je porastenej hlavnými drevinami cieľového drevinového zloženia podľa príslušného modelu hospodárenia, pričom za hlavné dreviny cieľového drevinového zloženia sa považujú dreviny, ktorých zastúpenie v príslušnom modeli hospodárenia dosahuje aspoň 10 %. Lesný hospodár by sa nemal zamerať len na hlavné dreviny, ale mal by sa snažiť dodržať aj odporúčané zastúpenie vedľajších drevín, ktoré majú tiež veľký význam pre plnenie funkcií lesa, či už ako melioračné dreviny, alebo produkciou cenných sortimentov dreva, či z hľadiska zachovania pôvodnej biodiverzity.

Voľba cieľového a obnovného drevinového zloženia v modeloch hospodárenia vychádza predovšetkým z poznatkovej bázy o zastúpení drevín (RIZMAN *et al.* 2007), súčasného stavu porastov a špecifických požiadaviek vyplývajúcich z plnenia rôznych funkcií lesa. Základom návrhu drevinového zloženia je (takmer) vždy prirodzené drevinové zloženie konkrétnej typologickej jednotky, prípadne doplnené o stanovištne vhodné dreviny vzhľadom na funkčné poslanie daného porastu. Ostatné identifikátory modelov znamenajú spravidla len modifikáciu tohto drevinového zloženia (SCHWARZ 1999).

V hospodárskych lesoch sa dlhodobu popri plnení celospoločenských funkcií lesa preferuje drevoprodukčná funkcia a ekonomické zhodnotenie produkcie. Prechod na čisto výnosové hospodárenie na veľkých plochách v posledných cca 200 rokoch s pestovaním často nepôvodných monokultúr (smrek, borovica) alebo cudzokrajných drevín ukazuje v posledných desaťročiach svoje nedostatky. Dlhodobou snahou rámcového plánovania a tvorby modelov hospodárenia je nájdenie rovnováhy medzi prírodnými podmienkami na pestovanie lesa a nárokmi (požiadavkami) obhospodarovateľa na úžitky z lesa. Navrhované drevinové zloženie okrem pôvodných drevín pripúšťa účasť nepôvodných drevín, ktoré považuje za „ekonomickú prímes“. To však musí byť v súlade s dlhodobou bezpečnosťou produkcie a teda so zabezpečením ekologickej stability lesa. Okrem neprekročenia únosného podielu (20 až 30 %) je dôležité aj plošné (jednotlivé až hlúčikovité) rozmiestnenie stromov takejto prímеси. Pri návrate od nepôvodných monokultúr k prirodzenému drevinovému zloženiu lesov, ako aj pri obnove kalamitných plôch, je vhodné využiť aj pozitívny vplyv tzv. pionierskych alebo prípravných drevín.

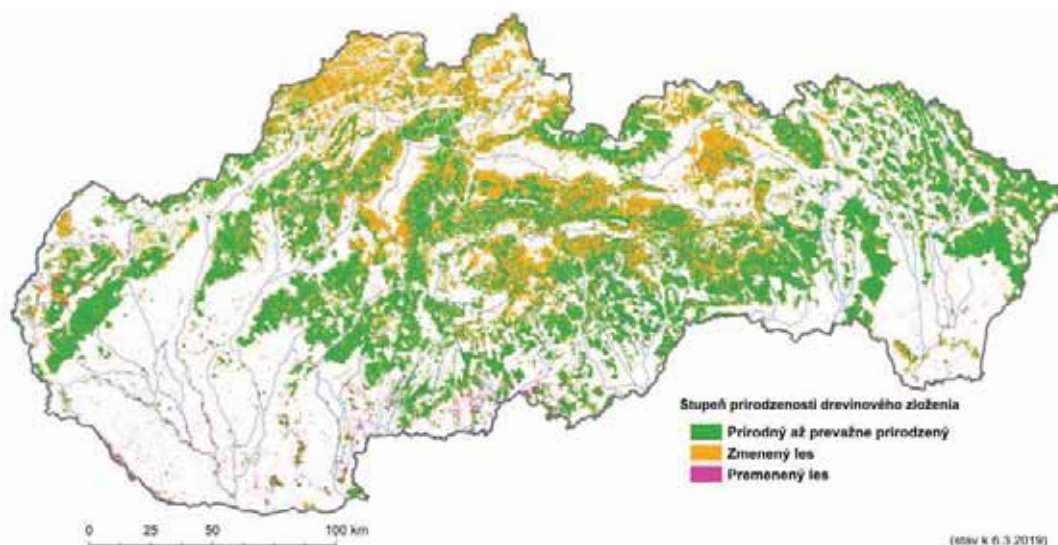
V ochranných lesoch je prioritou plnenie ekologických funkcií lesa – ochrana pôdy, vody, ochrana stanovišťa alebo okolitých pozemkov pred rôznymi nežiadúcimi vplyvmi. Tu je najvhodnejšie použiť pôvodné dreviny, ktoré sú stanovištu najlepšie prispôsobené a tieto požiadavky vedia zabezpečiť. Kde je to nevyhnutné, vo výnimočných prípadoch sa pripúšťajú aj nepôvodné dreviny, ak nie je možné v krátkej dobe ich nahradiť pôvodnými (napr. agát na stanovištiach s výmolmi). Ich podiel sa však úmyselne nezvyšuje.

V lesoch osobitného určenia návrh cieľového aj obnovného drevinového zloženia závisí od preferovaných funkcií lesa. Zásady úpravy drevinového zloženia podľa subkategórie lesov osobitného určenia sú uvedené v tabuľke 3.

Tabuľka 3. Modifikácia cieľového drevinového zloženia vzhľadom na funkčné poslanie lesov (spracované a doplnené podľa RIZMAN 2018)

Kat. lesa	Subkategória	Úprava drevinového zloženia oproti bežnému obhospodarovaniu
U	a Lesy v ochranných pásmach vodárenských zdrojov	Bez zmien, okrem pásma okolo vodárenských nádrží, kde sa preferuje vyššie zastúpenie ihličnatých drevín, ale treba zohľadniť aj stabilitu porastu.
	b Lesy v ochr. pásmach prírod.liečiv.zdrojov a kúpeľné lesy	Pripúšťa sa vyššie zastúpenie nepôvodných a cudzokrajných drevín a zohľadňujú sa návrhy uvedené v špeciálnych dokumentoch.
	c Prímestské lesy	Pripúšťa sa vyššie zastúpenie nepôvodných a cudzokrajných drevín a zohľadňujú sa návrhy uvedené v špeciálnych dokumentoch
	d Lesy vo zverniciach a bažantniciach	Umožniť vyšší podiel plodonosných drevín, prípadne krov, zohľadniť zámer uvedený v zriaďovacích dokumentoch.
	e Lesy v chránených územiach	Vyžaduje sa prirodzené zastúpenie drevín.
	f Lesy v zriadených génových základniach lesných drevín	Preferuje sa zastúpenie a obnova dreviny, pre ktorú bola základňa zriadená (pozor na stabilitu).
	g Lesy určené na lesnícky výskum a lesnícku výučbu	Zohľadňuje sa zámer, pre ktorý je objekt určený.
	h Lesy vo vojenských obvodoch	Zohľadňuje sa zámer pre ktorý je objekt určený, dopadové plochy a pod.
	i Lesy v lesnícky významnom území s výskytom pralesa	Ponecháva sa na prirodzený vývoj.

Pri plánovaní drevinového zloženia a obnove porastov treba zohľadniť aj požiadavky ochrany prírody vyplývajúce zo zmien v zákone č. 543/2002 Z.z. o ochrane prírody a krajiny v znení neskorších predpisov účinných od 1. 1. 2020, kde podľa ustanovení §7 (ochrana prirodzeného druhového zloženia ekosystémov) *sa vyžaduje súhlas orgánu ochrany prírody na výsadbu a/alebo pestovanie nepôvodných druhov rastlín za hranicami zastavaného územia obce* a podľa §14 *je zakázané vysádzať alebo pestovať nepôvodné druhy rastlín*. Za nepôvodné druhy sa považujú jednak cudzokrajné (introdukované) dreviny, ale aj domáce dreviny mimo oblasť svojho prirodzeného rozšírenia alebo s nadmerným zastúpením v oblasti prirodzeného rozšírenia. Informáciu o pôvodnom rozšírení drevín v typologických jednotkách (lesný typ, hospodársky súbor lesných typov) drevín môže lesný hospodár nájsť v RIZMAN. I., et al 2007: *Poznatková báza o zastúpení drevín v lesných typoch Slovenska*, zverejnenej na webovej stránke <https://lestypo.tuzvo.sk/ramcove-modely-hospodarenia/>



Obrázok 8. Prírodnosť drevinového zloženia lesných porastov Slovenska vypočítaná na základe údajov PSL a vrstvy lesných typov

Ukážka uvedenej poznatkovej bázy:

1. Všeobecné údaje a dominantné – určujúce druhy drevín v danom lesnom type a HSLT

Kateg	HSLT	LT	Doba zabezpečenia	Výstavba	Prir. zakmenenie	Dominantné dreviny s uvedeným minimálnym zastúpením v cieľovom poraste								
						Dr 1	stred	min	Dr 2	stred	min	Dr 3	stred	min
H	511	5301	5	2,3		Bk	60	45	Jd	25	5			
H	505	5105	5	2,3		Bk	50	25	Jd	30	15			
H	323	0901	7	1,2		Jl,Jx	65	30	Js	25	10			
O	517	5502	12	V		Bk	30	10	Jh, Js, Bh, Jm, Lm, Lv	50	20	Jd	10	10

2. Ostatné pôvodné dreviny alebo ich skupiny, pri rizikových ale pôvodných druhoch aj s limitmi ich pestovania

HSLT	LT	Ostatné pôvodné dreviny, rizikové s uvedením maximálneho zastúpenia v cieľovom poraste a limitným spôsobom zmiešania určeným max plochy momokultúry danej dreviny															
		Dr 3	stred	max	plocha	Dr 4	stred	max	plocha	Dr 5	stred	max	plocha	Dr 6	stred	max	plocha
511	5301	Jh, Js, Bh, Jm, Lm, Lv	10			Sm	5	45	o								
505	5105	Sm	15	50	o	Jh, Bh	4			Jb, Br, Os	1			Sc, Bo		30	o

Model hospodárenia sa k JPRL priraduje podľa najzastúpenejšieho HSLT, pričom v skutočnosti sa v danej JPRL môžu vyskytovať oveľa pestrejšie stanovištné podmienky. Preto pri podrobnom plánovaní pri tvorbe PSL, ale aj následne lesný hospodár pri obnove by mal brať do úvahy stanovištnú rôznorodosť každého porastu.

ZÁVER

Základným cieľom aplikovanej lesníckej typológie je zachytiť variabilitu prírodných pomerov a poskytnúť lesnému hospodárovi podklady pre plánovanie a realizáciu hospodárskych opatrení v súlade s prírodnými podmienkami a pre plnenie všetkých funkcií lesa. Zvlášť významnú úlohu majú informácie o stanovištne vhodnom drevinovom zložení obsiahnuté v modeloch hospodárenia v obnovnom a cieľovom drevinovom zložení.

Údaje o typologických pomeroch sú lesnej prevádzke poskytované cez modely hospodárenia v rámci tvorby PSL a tiež sú zahrnuté v opise porastov. V súčasnosti je na Slovensku dostupná celoplošná mapa lesných a pôdnych typov, ktorej zverejnenie pre potreby lesného hospodára sa pripravuje.

Na záver chceme odporučiť lesníckej praxi vzhľadom na prebiehajúce klimatické zmeny, ale aj vysoký podiel náhodných ťažieb, čo najväčšie priblíženie k prirodzenému drevinovému zloženiu, ktoré v daných stanovištných podmienkach zjavne zabezpečuje stabilnejšie porasty, nižšie riziko náhodných ťažieb a spolu s prírodou blízky pestovaním lesa umožňuje trvalo udržateľné využívanie lesov.

POUŽITÁ LITERATÚRA

1. Faith et al. 1974: Faith J. et al. 1974. Odvodenie cieľového zastúpenia drevín pre oblasť smreka, jedle a buka. Zvolen, VÚLH: 134 s. Lesnícke štúdie č. 20.
2. Hančinský, L. 1972: Lesné typy Slovenska. Príroda, Bratislava, Príroda.
3. Hančinský, L. 1977: Lesnícka typológia v prevádzkovej praxi. Príroda, Bratislava.
4. Hančinský et al. 1990: Lesné typy Slovenska. Príloha. ÚHÚL, Zvolen.
5. Križová, E., Ujházy, K., Nič, J. 2010: Fytocenológia a lesnícka typológia. Vydavateľstvo TU vo Zvolene, Zvolen.
6. Lesoprojekt, 2000: Prehľad typologických jednotiek za lesy Slovenska. Lesoprojekt, Zvolen.
7. Rizman, I. et al., 2007: Poznatková báza o zastúpení drevín v lesných typoch Slovenska, základný podklad pre tvorbu modelov TUOL. In: RIZMAN, I. (ed): Lesnícka typológia a zisťovanie stavu lesa vo väzbe na trvalo udržateľné obhospodarovanie lesov. Zborník príspevkov zo seminára na CD-ROM. NLC-ÚLZI Zvolen. ISBN: 978–80– 8093–033– 2., s. 36–37.
8. Rizman, I., 2018: MODELÝ HOSPODÁRENIA Poslanie, štruktúra, nová obsahová náplň, podrobnosť. Nепublikované. 9. Lesoprojekt 1988: Príručka pre prieskum lesných pôd 2. doplnené vydanie. Zvolen, Lesoprojekt, ÚHÚL.
9. Schwarz, M. 1999: rámcové plánovanie a modely hospodárenia. Spravodajca Lesoprojektu 4, ročník 31. Lesoprojekt Zvolen.
10. Vladovič, J. 2003: Oblastné východiská a princípy hodnotenia drevinového zloženia a ekologickej stability lesov Slovenska. Príroda, Bratislava, 160 pp.
11. Vološčuk, I. 2001: Teoretické a praktické problémy ekologickej stability lesných ekosystémov. Technická univerzita vo Zvolene, 89 pp.
12. Zlatník, A. 1959: Přehled slovenských lesů podle skupin lesních typů. Spisy Vědecké laboratoře biocenologie a typologie lesa LF VŠZ v Brně, č.3, Brno.
13. Zlatník, A. 1978: Lesnická fytocenologie. SZN, Praha.
14. Zlatník, A. 1978: Lesnická fytocenologie. SZN, Praha.

Adresa autorov:

Ing. Ľudovít Vaško, PhD., Ing. Marek Garčár

Národné lesnícke centrum – Ústav pre hospodársku úpravu lesov Zvolen

T. G. Masaryka 22, 960 01 Zvolen

e-mail: ludovit.vasko@nlcsk.org; e-mail: marek.garcar@nlcsk.org



ISBN 978 - 80 - 8093 - 324 - 1



9 788080 933241