

Jozef Vladovič a kolektív

ŠTRUKTÚRA A DIVERZITA LESNÝCH EKOSYSTÉMOV NA SLOVENSKU

Jozef Vladovič a kolektív

**ŠTRUKTÚRA A DIVERZITA LESNÝCH
EKOSYSTÉMOV NA SLOVENSKU**



**NÁRODNÉ LESNÍCKE CENTRUM
NATIONAL FOREST CENTRE**

Národné lesnícke centrum - Lesnícky výskumný ústav Zvolen

Jozef Vladovič a kolektív



**ŠTRUKTÚRA A DIVERZITA
LESNÝCH EKOSYSTÉMOV NA SLOVENSKU**

Vedecká monografia

Národné lesnícke centrum Zvolen 2011

Recenzenti: doc. Ing. Eva Križová, PhD.
doc. Ing. Jozef Konópka, CSc.



AGENTÚRA
NA PODPORU
VÝSKUMU A VÝVOJA



Táto práca bola podporovaná Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe zmluvy č. APVV-0632-07 v rámci riešenia projektu „Výskum metód klasifikácie a štruktúrálnych modelov priaznivého stavu lesných ekosystémov Slovenska – Hodnotenie stavu a vývoja lesov v krajine s podporou DPZ“ a zmluvy č. APVT-27-009304 v rámci riešenia projektu „Reakcia diverzity lesných fytoocenóz na zmenu edaficko-klimatických podmienok Slovenska“.

- Názov: Štruktúra a diverzita lesných ekosystémov na Slovensku
vedecká monografia
- Autori: Jozef Vladovič a kolektív
Jozef Vladovič, Ivan Barka, Ivan Lupták, Tomáš Bucha, František Máliš,
Ján Merganič, Ladislav Kulla, Vladimír Šebeň, Katarína Merganičová,
Michal Bošela, Karol Ujházy
- Editor: Jozef Vladovič
- Vydal: Národné lesnícke centrum – Lesnícky výskumný ústav Zvolen
- Citácia: Vladovič J. et al., 2011: Štruktúra a diverzita lesných ekosystémov na Slovensku.
Zvolen, Národné lesnícke centrum – Lesnícky výskumný ústav, 252 s.

Copyright © Národné lesnícke centrum, Zvolen 2011
ISBN 978 - 80 - 8093 - 153 - 7

Autorský kolektív

Jozef Vladovič
vedúci autorského kolektívu

Ivan Barka

Ivan Lupták

Tomáš Bucha

František Máliš

Ján Merganič

Ladislav Kulla

Vladimír Šeben

Katarína Merganičová

Michal Bošela

Karol Ujházy



OBSAH

Predhovor	5
-----------------	---

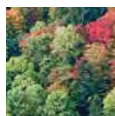


Kapitola 1.

Informačný systém a prehľady typologických jednotiek lesov Slovenska

[Ivan Lupták, Jozef Vladovič] 11

1.1. Integrovaný informačný systém v kontexte stavu, vývoja, štruktúry a diverzity lesných ekosystémov [Ivan Lupták, Jozef Vladovič]	13
---	----

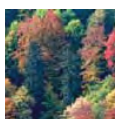


Kapitola 2.

Štruktúra lesa – inovatívne prístupy v tematickom mapovaní a klasifikácii

[Jozef Vladovič, Tomáš Bucha, Ivan Barka *et al.*] 37

2.1. Koncept hierarchickej typizácie porastových textúr z údajov diaľkového prieskumu Zeme (ako východisko pre optimalizáciu metód hodnotenia stavu a vývoja lesných ekosystémov v krajine) [Tomáš Bucha, Jozef Vladovič]	39
2.2. Tematické mapovanie a posudzovanie porastových štruktúr s uplatnením kombinácie distančných a pozemných metód [Jozef Vladovič, Tomáš Bucha, Ivan Lupták]	53
2.3. Tematické fyzickogeografické a typologické mapovanie [Ivan Barka, Jozef Vladovič, Ladislav Kulla]	73
2.4. Využitie historických máp a leteckých snímok pre hodnotenie stavu a vývoja lesov (na príklade vybraných lokalít v Nízkyh Tatrách) [Ivan Barka, Jozef Vladovič, Tomáš Bucha]	83



Kapitola 3.

Štruktúrne modely a poznatkové bázy pri posudzovaní stavu lesov

[Jozef Vladovič, Ivan Lupták, Ladislav Kulla *et al.*] 97

3.1. Individuálne štruktúrne modely v horských lesoch ako východiská pre posudzovanie ich priaznivého stavu [Jozef Vladovič, Ivan Lupták, Ivan Barka, Ján Merganič]	99
3.2. Individuálne štruktúrne modely v podhorských lesoch ako východiská pre posudzovanie ich priaznivého stavu [Jozef Vladovič, Ivan Lupták, Ivan Barka]	133

- 3.3. Poznatková báza vhodnosti drevinového zloženia pre skupiny lesných typov Slovenska [Ladislav Kulla, Jozef Vladovič] 159
- 3.4. Analýza vplyvu vegetačného stupňa a vývojového štádia lesa na vybrané indikátory v systéme výstavbových štrukturálnych schém priaznivého stavu jedlovo-bukových a bukovo-jedľových lesných spoločenstiev [Ján Merganič, Katarína Merganičová, Jozef Vladovič] 171



Kapitola 4.

Diverzita a vybrané indikátory stavu lesných ekosystémov

[František Máliš, Ján Merganič, Vladimír Šebeň *et al.*] 181

- 4.1. Validácia indikátorov prírode blízkeho stavu lesných ekosystémov na základe údajov z výskumných plôch [František Máliš, Michal Bošela, Ladislav Kulla, Ján Merganič] 183
- 4.2. Zásoba odumretého dreva v 5. až 8. vegetačnom stupni [Ján Merganič, Vladimír Šebeň, Katarína Merganičová] 193
- 4.3. Zásoba odumretého dreva v 1. až 4. vegetačnom stupni a v azonálnych spoločenstvách [Ján Merganič, Vladimír Šebeň, Katarína Merganičová] 207
- 4.4. Hodnotenie štruktúry lesných ekosystémov pomocou kvantifikácie tieňov na leteckých snímkach [Ivan Barka, František Máliš] 219
- 4.5. Floristická charakteristika jednotiek lesnickej typológie Slovenska na príklade slt *Abieto-Fagetum* vyšší stupeň [František Máliš, Karol Ujházy] 229
- Súhrn 237
- Summary 243
- Zoznam autorov 249
- Zoznam autorov fotografií 250

Diverzita a vybrané indikátory stavu lesných ekosystémov

FRANTIŠEK MÁLIŠ • JÁN MERGANIČ • VLADIMÍR ŠEBEŇ *et al.*



- 1 Validácia indikátorov prírody blízkeho stavu lesných ekosystémov na základe údajov z výskumných plôch**
FRANTIŠEK MÁLIŠ, MICHAL BOŠEĽA, LADISLAV KULLA, JÁN MERGANIČ
[Pôvodná vedecká práca]
- 2 Zásoba odumretého dreva v 5. až 8. vegetačnom stupni**
JÁN MERGANIČ, VLADIMÍR ŠEBEŇ, KATARÍNA MERGANIČOVÁ
[Pôvodná vedecká práca]
- 3 Zásoba odumretého dreva v 1. až 4. vegetačnom stupni a v azonálnych spoločenstvách**
JÁN MERGANIČ, VLADIMÍR ŠEBEŇ, KATARÍNA MERGANIČOVÁ
[Pôvodná vedecká práca]
- 4 Hodnotenie štruktúry lesných ekosystémov pomocou kvantifikácie tieňov na leteckých snímkach**
IVAN BARKA, FRANTIŠEK MÁLIŠ
[Pôvodná vedecká práca]
- 5 Floristická charakteristika jednotiek lesnickej typológie Slovenska na príklade sít *Abieto-Fagetum* vyšší stupeň**
FRANTIŠEK MÁLIŠ, KAROL UJHÁZY
[Pôvodná vedecká práca]



VALIDÁCIA INDIKÁTOROV PRÍRODE BLÍZKEHO STAVU LESNÝCH EKOSYSTÉMOV NA ZÁKLADE ÚDAJOV Z VÝSKUMNÝCH PLOCH

FRANTIŠEK MÁLIŠ • MICHAL BOŠELA • LADISLAV KULLA • JÁN MERGANIČ

Používanie indikátorov môže byť vhodným prístupom pre hodnotenie prirodzenosti stavu lesných ekosystémov, pretože pri správnom výbere a kvantifikácii indikátorov je efektívne, presné a zároveň jednoduché. Problematika hodnotenia diverzity rôznych druhov ekosystémov je riešená v rámci viacerých medzinárodných a európskych projektov (BioAssess, BEAR, ForestBiota, ALTER-Net, SEBI 2010, DIVERSITAS, PEBLDS). Jedným z hlavných cieľov väčšiny z nich je návrh a výber vhodných indikátorov na hodnotenie stavu ekosystémov. V roku 2003 v rámci PEBLDS (*Pan European Biological and Landscape Diversity Strategy*) bola prijatá rezolúcia zahrňujúca kľúčové rozhodnutie vytvoriť jadrový súbor indikátorov biodiverzity a založiť celoeurópsku sieť pre monitorovanie a posúdenie stavu biodiverzity v spolupráci s MCPFE (*Ministerial Conference on the Protection of Forests in Europe*). Ďalšou iniciatívou, aktuálnou od roku 2004, je projekt SEBI2010 (*Streamlining European 2010 Biodiversity Indicators*), ktorého cieľom bolo zabezpečiť európsku koordináciu vývoja a implementácie indikátorov biodiverzity pre hodnotenie a podávanie správ v rámci plnenia dôležitého cieľa, zastaviť stratu biodiverzity do roku 2010 (*2010 Biodiversity Target of Convention on Biological Diversity*). V rámci tohto projektu bola vydaná správa obsahujúca návrh indikátorov (EEA, 2007). Doplňenie a úprava tejto správy pre potreby hodnotenia stavu lesných ekosystémov bola vypracovaná v roku 2007 (Pettriccione *et al.*, 2007).

Dôležitým dokumentom, ktorý je zameraný na problematiku kritérií a indikátorov hodnotenia priaznivého stavu ekosystémov, resp. biotopov, na národnej úrovni je práca Polák, Saxa (2005). Práca je vypracovaná pre európsky významné biotopy a nie je možné stotožniť jej výstupy s jednotkami lesníckej typológie. Koncept biotopov reprezentuje aktuálnu vegetáciu, kým lesnícka typológia klasifikuje lesy do jednotiek potenciálnej vegetácie. V osobitnej kapitole venovanej lesným biotopom je uvedený prehľad kritérií a indikátorov pre hodnotenie ich stavu. Pre jednotlivé lesné biotopy sú indikátory zároveň kvantifikované v priaznivom i nepriaznivom stave biotopu a navrhnutý je aj spôsob pre hodnotenie stavu využívajúci túto kvantifikáciu.

Optimalizácia a rozvoj sústavy kritérií a indikátorov je stále aktuálny a možný predovšetkým na základe reálneho empirického materiálu. Údaje z výskumných plôch sú vhodnou базou pre validáciu a spresnenie existujúcich indikátorov, prípadne pre návrh nových. Na základe analýz dostupných údajov z typologických reprezentatívnych plôch bolo v tejto práci overených viacero charakteristík vyjadrujúcich druhovú a štruktúrnu diverzitu vegetačnej zložky lesných ekosystémov v kontexte ich prirodzenosti. Cieľom je overiť exaktnosť a funkčnosť vybraných charakteristík pri indikácii prírode blízkeho stavu lesných ekosystémov. Vo všeobecnosti, porasty s prevažne diferencovanou štruktúrou (v závislosti od vývojového štádia a drevinového zloženia) sa chápu ako prirodzenejšie či prírode bližšie, oproti tým rovnovekým a výškovo nivelizovaným. Aj tu však treba pristupovať diferencovane, pretože aj výškovo nivelizovaný porast môže byť prirodzený (napr. smrekový les v 7. vs). Štruktúra porastu však závisí najmä na druho-

vom zložení porastu, bonite drevín a vývojovom štádiu porastu. Zo stanovištných faktorov sú to najmä nadmorská výška a pôdne vlastnosti, ktoré však do určitej miery odráža bonita dreviny. Vertikálna štruktúra porastov je v lesníckej praxi hodnotená na základe pomerne detailnej stupnice navrhutej profesorom Zlatníkom (Zlatník, 1959, 1976). Jej podrobnosť umožňuje využiť odhadované parametre príslušnosti drevín do vrstiev pre kvantifikáciu vertikálnej štruktúry. Ďalším parciálnym cieľom je porovnanie hodnotenia diverzity vertikálnej štruktúry na základe odhadovaných a presne meraných údajov. Jedným z dôležitých indikátorov je aj mŕtve ležiace drevo. Pritom je dôležité nie len množstvo odumretého dreva, ale aj jeho štruktúra. V prirodzených lesoch, kde sa striedajú štádiá prírodného lesa na tom istom mieste sa väčšinou nachádza odumreté drevo rôzneho stupňa rozkladu. Navyše, mŕtve drevo vplýva na druhovú diverzitu a výrazne ovplyvňuje druhové zloženie rastlinných spoločenstiev (Karjalainen *et al.*, 2002; Burrascano *et al.*, 2008; Humphrey *et al.*, 2002), pričom vysoký podiel na zvýšení druhovej diverzity zohráva veľkosť mŕtveho stromu (Ódor *et al.*, 2006; Norden *et al.*, 2004; Heilmann-Clausen & Christensen, 2004).

Často používaným spôsobom pre stanovenie ľudského ovplyvnenia rastlinných spoločenstiev je koncept hemeróbie (Sukopp, 1972; Blume & Sukopp, 1976; Kowarik, 1988; Jurko 1990; Grabherr *et al.*, 1995). Hemeróbia vyjadruje stupeň kultúrneho vplyvu človeka na ekosystémy. V prípade lesných spoločenstiev sa vyskytujú najmä druhy ahemeróbné, oligohemeróbné a mezohemeróbné. V práci je hodnotený vzťah medzi zastúpením týchto troch kategórií druhov a prirodzenosťou lesných porastov.

Materiál a metodika

Koncept tejto práce spočíva v porovnaní rôznorodých charakteristík lesného porastu v rámci jeho odlišných stavov prirodzenosti, resp. blízkosti voči prirodzenému stavu. Informácia o prirodzenosti bola čerpaná zo subjektívnych odhadov terénnych pracovníkov priamo na výskumnej ploche. Stupeň prirodzenosti bol hodnotený v zmysle práce Šmelko *et al.* (2006), ktorá vychádza z predchádzajúcich štúdií (Vladovič *et al.*, 1999; Vladovič, 2002).

Empirický materiál predstavujú údaje z typologických reprezentatívnych plôch (TRP). Celkový rozsah disponibilných údajov je uvedený v práci Vladovič *et al.* (2008). Analyzované boli údaje z 2 300 TRP, pričom dendrometrické veličiny charakteru (napr. objemy a hrúbky drevnej hmoty, výška stromu, nasadenie koruny a pod.) bolo možné extrahovať z 200 TRP s biometrickými meraniami.

Rozdielnosti vyplývajúce z odlišného subjektívneho vnímania prirodzenosti lesa jednotlivými pracovníkmi boli čiastočne eliminované modelom vytvoreným pomocou diskriminačnej analýzy. Cieľom diskriminačnej analýzy je na základe viacerých spojených premenných (objektívne určené veličiny meraní, výpočtom a pod.) klasifikovať objekt do jednej z n kategórií (nespojité premenné napr. stupne prirodzenosti lesa). Model bol postavený na výbere najvhodnejších diskriminátorov krokovou doprednou analýzou. Testovanými diskriminačnými premennými boli: podiel klimaxových listnáčov (KXL), podiel smreka (SM), podiel jedle (JD), počet drevín (NDR), horný vek porastu (VEKH), rôznovekosť porastu (VEKVAR), pôvod lesa z výmladkov (TVAR) a zápoj (ZAP). Diskriminačné premenné boli testované po jednotlivých vegetačných stupňoch resp. ich agregátoch. Agregácia vegetačných stupňov zohľadňuje dominantné zastúpenie drevín (dubové, bukové a jedľovo-bukové lesy). Výslednicou sú samostatné modely pre agregované vegetačné stupne, pričom každý z modelov využíva tie diskriminačné premenné, ktoré sú pre dané agregované vegetačné stupne štatisticky významné. Úspešnosť klasifikácie testovaná na analyzovanom súbore sa pohybovala od 60 do 90 % (tab. 4.1.1), najvyššia bola v najviac vyhraných okrajových vegetačných stupňoch.

Vytvoreným modelom sa verifikovalo hodnotenie na jednotlivých plochách a zároveň boli doplnené stupne prirodzenosti na plochách s chýbajúcou informáciou o stupni prirodzenosti. Pre účely vybraných analýz, najmä hodnotenia hemeróbie, boli stupne prirodzenosti agregované.

Prvá skupina (1) predstavovala prírode blízke ekosystémy so stupňom prirodzenosti 1 a 2, v druhej skupine (2) sa nachádzali lesné porasty výraznejšie ovplyvnené ľudskou činnosťou (stupne prirodzenosti 3, 4, 5). Pred samotnými analýzami sa urobila stratifikácia údajov podľa vegetačných stupňov. Vegetačné stupne sa vybrali z toho dôvodu, že sa významne podieľajú na celkovej variabilite skúmaných indikátorov. Pritom bola potreba stratifikovať súbor údajov aj podľa ďalších znakov (napr.

skupina lesných typov a vývojové štádium či fáza porastu), avšak pre tieto účely nebol dostatok výskumných plôch. Preto sa stratifikácia robila iba na úrovni vegetačných stupňov. V rámci vegetačných stupňov sa medzi porastmi v rôznom stupni prirodzenosti porovnávali rôznorodé ukazovatele druhovej a štruktúrálnej diverzity ako sú variabilita hrúbok, výšok, a korún stromov, charakteristiky rozdelenia početností hrúbok, výšok a korún stromov (šíkmosť), vybrané parametre ležiaceho mŕtveho dreva (priemerná hrúbka na hrubšom konci, variabilita hrúbok, zastúpenie stupňov rozkladu) a pre charakteristiky živej aj mŕtvej dendromasy boli vypočítané aj jednoduché indexy heterogenity a vyrovnanosti (Shannon-Wienerov index, Hillov a Simpsonov index, index vyrovnanosti E5). Ďalším, nemenej významným znakom definujúcim štruktúru porastov je aj rozdelenie hrúbkových početností. Známu je tzv. Liocourtova krivka, ktorá má negatívne exponenciálny tvar a porasty s takýmto rozdelením hrúbkových početností sú výberkového charakteru a teda sa považujú za prírode blízke. Pre tento účel sa tvar rozdelenia hrúbkových početností urobil pomocou štatistickej charakteristiky šikmosti, ktorá určuje či dané rozdelenie je voči normálnemu rozdeleniu posunuté doprava, resp. doľava. Pritom kladné hodnoty znamenajú, že rozdelenie je lavostranné a naopak záporné hodnoty naznačujú vyšší výskyt hrubších stromov. V kontexte prirodzenosti bola prostredníctvom indexov porovnaná aj diverzita bylinnej synúzie a vertikálnej štruktúry porastov vybraných skupín lesných typov (slt). Pre porovnanie a testovanie hodnôt ukazovateľov v rôznych kategóriách prirodzenosti bol použitý program Statistica 7.1 (Statsoft 2005) a metóda „nested ANOVA“. Hodnotený bol aj vzťah medzi ukazovateľmi diverzity (Shannon-Wienerov index, Simpsonov index) vypočítanými z odhadovaných parametrov vertikálnej štruktúry (pokryvnosť vertikálnych vrstiev porastu) a meraných parametrov (suma korunových projekcií drevín v rôznych vertikálnych vrstvách). Vertikálna štruktúra na plochách bola hodnotená podľa práce Zlatník (1976), ktorá sa používa v lesníckej praxi. Príslušnosť rastlinných druhov ku stupňom hemeróbie bola prevzatá z databázy BioFlor (Klotz & Kühn & Durka, 2002).

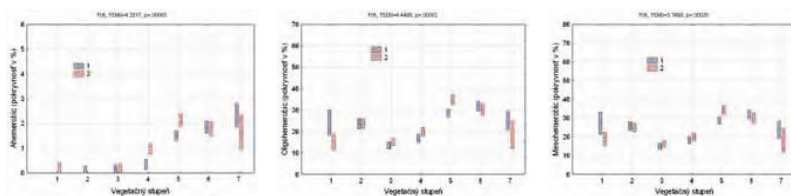
Tabuľka 4.1.1. Štatistiky významné diskriminátory (označnie X) a celková úspešnosť klasifikácie jednotlivých modelov

Diskriminátor	Model (AGVS)					
	0	1 – 2	3 – 4	5 – 6	7	8
KXL	×	×	×	×		
JD			×			×
SM				×		
NDR		×	×	×	×	×
TVAR						
VEKH		×	×	×	×	
VEKVAR			×			×
ZAP			×		×	
Úspešnosť klasifikácie	80,8 %	67,3 %	61,5 %	73,8 %	66,7 %	92,0 %

Výsledky a diskusia

Na základe diskriminačného modelu bolo možné doplniť chýbajúci stupeň prirodzenosti pre 752 TRP, ktoré boli vyhotovené ešte podľa metodiky nezahŕňajúcej určovanie prirodzenosti. V prípade 1 554 plôch, ktoré mali určený stupeň prirodzenosti, bolo možné validovať klasifikáciu do podsúborov plôch, resp. dvoch skupín plôch s rôznym odklonom od prirodzeného stavu: skupina porastov v prírode blízkom stave (1) a porasty s výraznejšie zmenenou druhovou skladbou a štruktúrou (2). Progressívna reklasifikácia (zo skupiny 2 do 1) bola modelom navrhnutá v prípade 263 plôch a regresívna reklasifikácia (zo skupiny 1 do 2) v prípade 23 plôch.

Podiely druhov v rôznych stupňoch hemeróbie v rámci dvoch podsúborov prirodzenosti lesných porastov neboli výrazne odlišné (obr. 4.1.1). Výskyt ahemeróbných druhov je viazaný najmä na vysoké horské polohy, čo dobre reflektuje nárast ich zastúpenia so zvyšujúcim sa vegetačným stupňom (vs). Štatisticky významne vyšší podiel týchto druhov v 4. a 5. vs. v intenzívnejšie ovplyvnených porastoch (kategória 2) môže byť spôsobený pozitívnym vplyvom smreka na výskyt niektorých druhov, ktoré sa bežne nachádzajú vo vyšších polohách. Práve smrečiny v 4. a 5. vs sú totiž klasifikované do kategórie 2. Druhy oligohemeróbné sú tie, ktoré by sa mali vyskytovať predovšetkým v takých porastoch, kde sa hospodári menej intenzívnymi spôsobmi. Zvýšený podiel mezohemeróbných druhov by mal indikovať razantnejšie hospodárske zásahy, ako napríklad holuby, občasné hnojenie, orbu.



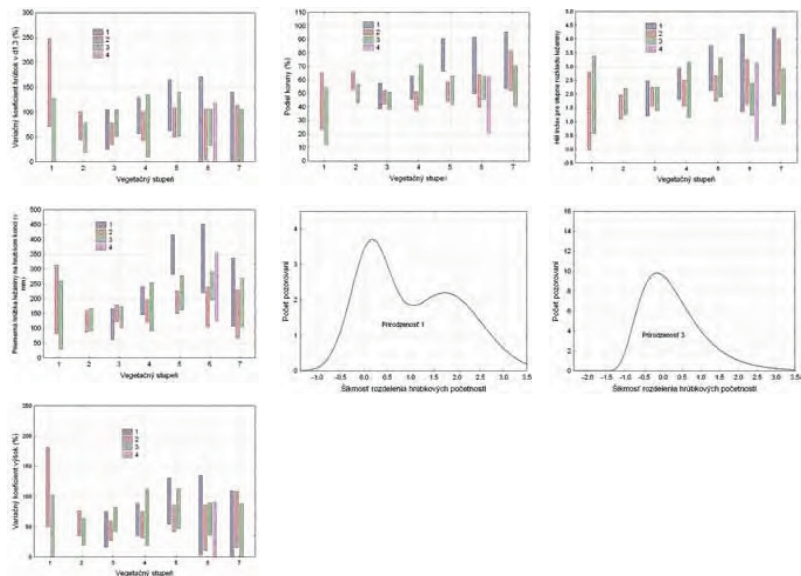
Obrázok 4.1.1. Porovnanie zastúpenia druhov ahemeróbných, oligohemeróbných a mezohemeróbných v rámci prírody blízkeho lesného porastu (1) a porastov výraznejšie ovplyvnených ľudskou činnosťou (2)

Rozdielna reakcia výskytu určitých druhov na ľudskú činnosť (koncept hemeróbie) sa ukázala ako nie celkom vhodný nástroj pre hodnotenie stavu lesa z pohľadu odklonu od prírody blízkeho stavu. Príčin je viacero, avšak jednou z najvýraznejších je odlišnosť metodického a teoretického pozadia obidvoch prístupov. Koncept hemeróbie je nevhodný pre posudzovanie prirodzenosti lesa. Nie je totiž dostatočne citlivý na nevýrazné zmeny v celkovej druhovej skladbe spôsobené takými hospodárskymi vplyvmi, ktoré už podmieňujú zaradenie lesného porastu do nižšieho stupňa prirodzenosti. V podsúbore prírody blízkeho lesa sa nachádzajú len tie porasty, ktoré spĺňajú prísne kritéria na prirodzenosť (pôvodnosť) druhového zloženia a čiastočne aj na štruktúru. Napríklad smrekové monokultúry na stanovištiach s neprirodzeným výskytom smreka boli určite klasifikované do druhého podsúboru. Pri hodnotení hemeróbie avšak stanovištná prirodzenosť druhov nie je implikovaná. Stanovištné nepôvodná drevina zároveň do istej miery zmení aj druhové zloženie bylinnej synúzie, avšak druhy, ktorých výskyt je podmienený práve prítomnosťou nepôvodnej dreveniny, môžu byť opäť také, ktoré sú v prevažnej miere viazané na les, teda z pohľadu hemeróbie na ľudskú činnosť neovplyvnené spoločnosťou.

Na obrázku 4.1.2 sú prezentované niektoré z výsledných analýz. Variáčny koeficient poukazuje na variabilitu skúmaného znaku a je predpoklad, že v prirodzených porastoch s bohatou štruktúrou sú variačné koeficienty najvyššie. Toto do určitej miery naznačujú aj výsledky tejto štúdie, keď variabilita hrúbok a výšok v porastoch postupne klesá so znižovaním sa stupňa pri-

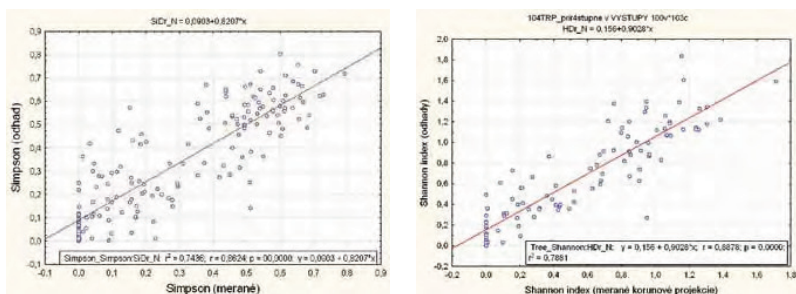
rodzenosti. Avšak rozdiely medzi jednotlivými stupňami nie sú štatisticky významné (pri 95 % spoľahlivosti). Podiel koruny k výške stromu (korunovosť) je najvyšší vo vyšších vegetačných stupňoch a v porastoch s najvyšším stupňom prirodzenosti. Dokonca v piatom vegetačnom stupni sú koruny stromov aj štatisticky významne dlhšie v prírode blízkejších lesoch (stupeň prirodzenosti 1). Obdobné výsledky zistili Moravčík (2005) a Vorčák *et al.* (2007). Korunovosť (podiel dĺžky koruny k výške stromu vyjadrený v percentách) ako vhodný indikátor prirodzenosti aplikovali Merganič, 2008; Moravčík *et al.*, 2010. Na obrázku 4.1.2 je uvedený príklad s rozdelením hodnôt šikmosti pre porasty s prirodzenosťou 1 a 3. Vidno, že porasty s vyšším stupňom prirodzenosti majú hrúbkovú štruktúru prevažne ľavostrannú a porasty v 3. stupni majú hrúbkovú početnosť prevažne normálne rozdelenú.

Výsledky porovnania rôznych charakteristík druhového zloženia a štruktúry väčšinou nedokazujú štatisticky významné rozdiely medzi porovnávanými stupňami prirodzenosti, avšak poukazujú na odlišnosti v rámci viacerých ukazovateľov, ktoré majú potenciál pre korektné a efektívne hodnotenie stavu lesných ekosystémov. Štatistická nevýznamnosť rozdielov medzi porastmi v rôznom stupni prirodzenosti je spôsobená vysokou variabilitou údajov v skúmaných kategóriách prirodzenosti. Tá môže byť čiastočne dôsledkom nedostatočného zohľadňovania štruktúry porastu pri hodnotení prirodzenosti alebo rôznorodosti vo vývojových štádiách (Merganič & Merganičová, 2010). Ďalším významným potenciálnym zdrojom vysokej variability štruktúrnych ukazovateľov môže byť nedostatočná výmera výskumných plôch (1 000 m²) pre účely hodnotenia, resp. zaznamenania štruktúry.



Obrázok 4.1.2. Porovnanie niektorých charakteristík štruktúry lesa na úrovni vegetačných stupňov v rámci neagregovaných kategórií prirodzenosti lesného porastu

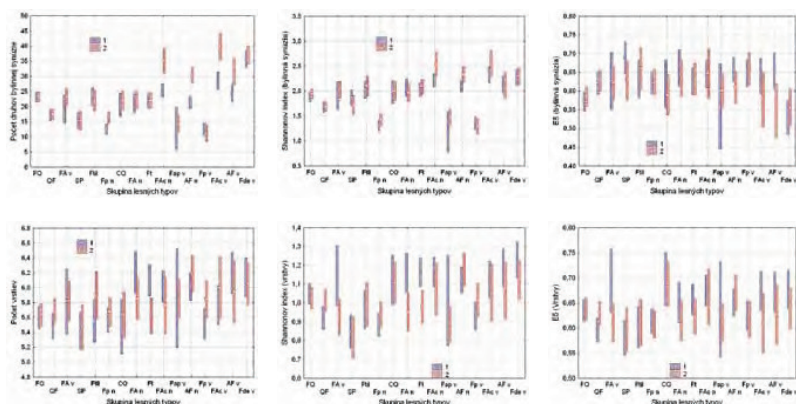
Porovnanie vertikálnej diverzity stanovenej na základe odhadovaných parametrov a meraných parametrov preukázalo pomerne tesnú závislosť hodnôt dvoch odlišných metód (obr. 4.1.3), na základe čoho je možné považovať subjektívne odhady pokrývnosti vertikálnych vrstiev porastu za dôveryhodný zdroj informácií pre hodnotenie vertikálnej štruktúry porastu. Týmto



Obrázok 4.1.3. Porovnanie vertikálnej diverzity porastov stanovenej dvoma odlišnými spôsobmi, odhadom pokrývnosti stromových vrstiev a meraním koronových projekcií drevín vo vertikálnych vrstvách

sa značne rozširujú možnosti pre korektné hodnotenie diverzity vertikálnej štruktúry porastov, pretože disponibilných údajov z plôch s odhadovanými parametrami je podstatne viac ako z plôch s dendrometrickými meraniami. Využitie týchto údajov je prezentované na obrázku 4.1.4.

Porovnanie diverzity druhového zloženia bylinnej synúzie a vertikálnej štruktúry porastov v rámci dvoch agregovaných stupňov prirodzenosti bolo realizované v prípade tých skupín lešných typov, kde boli k dispozícii údaje minimálne zo 40 plôch (obr. 4.1.4). Podmienku splnilo 16 sít. Vo väčšine prípadov nie sú rozdiely v diverzite medzi porastmi prírode blízkymi a hospodársky intenzívne ovplyvnenými. Podobné konštatovanie uvádzajú aj Neumann a Starlinger (2001) z lesov Rakúska. Podľa ich výsledkov druhová diverzita drevín v stromových vrstvách a bylinnej synúzie nekoreluje s prirodzenosťou drevinového zloženia. Výrazne vyšší počet druhov v mezotrofných a hemitrofných fytocenózach 5. a 6. vs možno považovať za dôsledok pestovania smreka. Práve porasty 4. až 6. vs boli jednoznačne klasifikované do kategórie neprirodzených lesov v prípade hojného zastúpenia smreka. Pozitívny efekt prítomnosti smreka na druhovú diverzitu pritom potvrdzujú viaceré štúdie, hoci tejto jav nie je možné zovšeobecniť pre všetky stanovištné podmienky (Barbier *et al.*, 2008; Máliš *et al.*, 2010). Hoci počet druhov



Obrázok 4.1.4. Porovnanie diverzity druhového zloženia bylinnej synúzie a vertikálnej štruktúry porastov vybraných skupín lešných typov v rámci dvoch agregovaných kategórií prirodzenosti (1 – prírode blízke porasty, 2 – porasty intenzívne ovplyvnené hospodárskou činnosťou, ES – index vyrovnanosti)

v prípade porastov s prítomnosťou smreka je vyšší, vyrovnanosť druhového zastúpenia je tu nižšia ako v prirodzených porastoch. Znamená to teda, že smrek podporuje prítomnosť niektorých druhov, ktoré ale majú nízku pokrývnosť, kým v porastoch bez smreka tieto druhy chýbajú a pokrývnosť prítomných druhov je viac vyrovnaná (v pokrývnosti nie sú tak výrazné rozdiely). Prítomnosť smreka v porastoch, kde jeho výskyt nie je prirodzený, môže podmieňovať vyššiu druhovú diverzitu, avšak prirodzenosť takýchto porastov je prítomnosťou smreka znížená.

Pri porovnaní vertikálnej štruktúry je dôležitým najmä porovnanie vyrovnanosti zastúpenia vrstiev. Čím je hodnota indexu vyššia, tým má porast viac diferencovanú vertikálnu štruktúru, resp. jednotlivé vrstvy sú v poraste rovnomernejšie zastúpené. Rozdiely síce nie sú štatisticky významné, avšak vo väčšine analyzovaných vegetačných jednotiek je pozorovateľný trend ku priaznivejšej, diferencovanejšej štruktúre. V prípade porastov dubových bučín (*Querceto-Fagetum*) a nudaľných bučín (*Fagetum pauper*) sú naopak všetky ukazovatele diverzity vertikálnej štruktúry priemerne vyššie v kategórii neprirodzených porastov. Je to zrejme spôsobené tým, že hodnotitelia považovali za prirodzený taký stav porastu, ktorý bol charakteristický typickou uzatvorenou klenbou korún v hlavnej úrovni takmer bez prítomnosti nižších porastových vrstiev, čo je zároveň charakteristickým znakom týchto spoločenstiev ako dôsledok kompetičnej sily buka. Naopak zvýšený výskyt vrstevných a podúrovňových jedincov (pravdepodobne najmä hrabu *Carpinus betulus*) považovali za nepriaznivý.

Záver

Medzi hodnotami jednotlivých charakteristik štruktúry lesného porastu, ktoré majú potenciál indikovať prirodzený stav lesa, neboli vo väčšine prípadov štatisticky významné rozdiely v rámci rôznych stupňov prirodzenosti. Môže to ovplyvňovať viacero aspektov, z ktorých najdôležitejší je charakter disponibilných údajov a hodnotenie prirodzenosti porastu. Korektniejšia kvantifikácia a optimalizácia sústavy kritérií a indikátorov je možná na základe rozsiahlejšieho súboru údajov, ktorý bude možné detailnejšie stratifikovať a spracovať na podrobnejšej úrovni. Je potrebné zabezpečiť najmä údaje z takých porastov, ktoré budú slúžiť ako referenčná báza a budú reprezentovať prírodu blízke lesy. Nedostatok takýchto údajov je zjavný najmä v prípade nižších vegetačných stupňov s dominanciou druhov rodu *Quercus* a azonálnych spoločenstiev, ktorých existencia je podmienená špecifickým hydrickým režimom so zvýšenou pôdnou vlhkosťou (edaficko-hydrické rady). Zároveň je potrebné venovať zvýšenú pozornosť charakteru údajov, najmä metodickým aspektom ich ďalšieho zberu, aby sa odstránili nedostatky vyplývajúce pravdepodobne z výmery výskumných plôch a variability štruktúrálnych ukazovateľov v priestore a čase (vývojové štádiá). Pri hodnotení prirodzenosti stavu lesa by mala mať štruktúra porastu dostatočne vysokú váhu. Pomer medzi štruktúrou porastu a pôvodnosťou drevin, ako kľúčovými kritériami prirodzenosti stavu, by mal byť vyrovnanejší. Na základe dosiahnutej kvantifikácie štruktúrálnych ukazovateľov nie je možné stanoviť presné hranice, resp. limitné hodnoty jednotlivých kategórií prirodzenosti. Z toho dôvodu ani kvantifikácia ktorejkoľvek analyzovanej štruktúrálnej veličiny v lesnom poraste neumožní jeho jednoznačné zaradenie do stupňa prirodzenosti.

Hodnotenie zastúpenia rastlinných druhov klasifikovaných do rôznych stupňov hemeróbie nie je možné zmysluplne aplikovať pre potreby hodnotenia prirodzenosti lesných porastov. Hodnotenie hemeróbie je opodstatnené pri spoločenstvách omnoho intenzívnejšie ovplyvnených človekom, resp. existenciou ktorých je podmienená ľudskou činnosťou.

Sumárne je možné považovať za najlepšie indikátory prirodzenosti charakteristiky ako korunovosť, hrúbku ležaniny na hrubšom konci, pomerne vysoký potenciál sa potvrdil aj pri šikmosti rozdelenia početnosti hrúbok a výšok stromov a variačných koeficientoch hrúbok

a výšok stromov. Počet kusov ležaniny nie je možné považovať za funkčný indikátor, podobne počet stupňov rozkladu, avšak ak je počet stupňov rozkladu vážený objemom a vyjadrený Shannonovým indexom diverzity má dobrý potenciál pre indikovanie prirodzenosti. Vertikálna štruktúra vyjadrená subjektívnymi odhadmi je dôveryhodnou charakteristikou, ktorá má vysoký potenciál indikovať priaznivú vertikálnu štruktúru lesa. Druhovú početnosť bylinnej synúzie nie je vhodným indikátorom prirodzenosti, avšak pri využití údajov z prírody blízkych lesov ako referenčnej bázy pre stanovenie miery odklonenia sa od prirodzenej druhovej skladby (prostredníctvom indexov podobnosti) má druhové zloženie bylinnej synúzie vysoký potenciál.

Podakovanie

Táto práca bola podporovaná Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe zmluvy č. APVV-0632-07 v rámci riešenia projektu „Výskum metód klasifikácie a štruktúrálnych modelov priaznivého stavu lesných ekosystémov Slovenska – Hodnotenie stavu a vývoja lesov v krajine s podporou DPZ“ a zmluvy č. APVT-27-009304 v rámci riešenia projektu „Reakcia diverzity lesných fytocenóz na zmenu edaficko-klimatických podmienok Slovenska“.

Literatúra

- Blume P., Sukopp H., 1976. Ökologische Bedeutung anthropogener Bodenveränderungen. Schriftenreihe Vegetationskunde, 10: 7-89.
- Burrascano S., Lombardi F., Marchetti M., 2008. Old-growth forest structure and deadwood: Are they indicators of plant species composition? A case study from central Italy, *Plant Biosystems*, **142**(2): 313-323.
- European Environment Agency, 2007. Halting the loss of biodiversity by 2010: proposal for a first set of indicators to monitor progress in Europe, Technical report No. 11/2007, Copenhagen, 182.
- Grabherr G., Koch G., Kirchmeier H., Reiter K., 1995. Hemerobie österreichischer Waldökosysteme – Vorstellung eines Forschungsvorhabens im Rahmen des österreichischen Beitrages zum MAB-Programm der UNESCO. Zeitschrift für Ökologie und Naturschutz. Gustav Fischer-Verlag, p. 105-110.
- Heilmann-Clausen J., Christensen M., 2004. Does size matter? On the importance of various dead wood fractions for fungal diversity in Danish beech forests. *For. Ecol. Manage.*, 201, p. 105-119.
- Humphrey J.W., Davey S., Peace A.J., Ferris R., Harding K., 2002. Lichens and bryophyte communities of planted and semi-natural forests in Britain: the influence of site type, stand structure and deadwood. *Biol. Conserv.*, 107, p. 165-180.
- Jurko A., 1990. Ekologické a socioekonomické hodnotenie vegetácie. Bratislava : Príroda, 195 s.
- Karjalainen L., Kuuluvainen T., 2002. Amount and diversity of coarse woody debris within a boreal forest landscape dominated by *Pinus sylvestris* in Vienansalo wilderness, eastern Fennoscandia. *Silva Fennica*, **36**(1): 147-167.
- Kowarik I., 1988. Zum menschlichen Einfluss auf Flora und Vegetation – Theoretische Konzepte und ein Quantifizierungsansatz am Beispiel von Berlin (West). *Landschaftsentwicklung und Umweltforschung*, Schriftenreihe des Fachbereichs Landschaftsentwicklung der TU Berlin S6, p. 1-280.

- Máliš F., Vladovič J., Čaboun V., Vodálová A., 2010. The influence of *Picea abies* on herb vegetation in forest plant communities of Veporské vrchy Mts. *Journal of Forest Science*, **56**, p. 58-67.
- Merganič J., 2008. Návrh a odvodenie integrovaného indikátora prirodzenosti lesa a vypracovanie klasifikačného modelu stupňa prirodzenosti lesa. Čiastková správa riešenia projektu „Výskum, klasifikácia a uplatňovanie funkcií lesov v krajine“. FORIM, 13 s., dostupné na internete: <http://www.forim.sk> [cit. online 19. 5. 2011].
- Merganič J., Merganičová K., 2010. Analýza možnosti vytvorenia modelových porovnávacích štruktúrnych schém priaznivého stavu jedľovo-bukových a bukovo-jedľových lesných spoločenstiev. In: Pirchala M., Máliš F., Vaško L. (eds.). *Lesnícka typológia a zisťovanie stavu lesa*, zborník zo seminára 8. 12. 2010, Zvolen : NLC, 39 s.
- Moravčík M. (ed.), 2005. Zásady a postupy hospodárskej úpravy a obhospodarovania horských lesov smrekového vegetačného stupňa. *Lesnícke štúdie č. 58*, Zvolen : LVÚ Zvolen, 143 s.
- Moravčík M., Sarvašová Z., Merganič J., Schwarz M., 2010. Forest naturalness – criterion for decision support in designation and management of protected forest areas. *Environmental Management*, **46**(6): 908-919.
- Neumann M., Starlinger F., 2001. The significance of different indices for stand structure and diversity in forests. *Forest Ecology and Management*, **145**(1–2): 91-106
- Norden B., Ryberg M., Gotmark F., Olausson B., 2004. Relative importance of coarse and fine woody debris for the diversity of wood-inhabiting fungi in temperate broadleaf forests. *Biol. Conserv.*, **117**, p. 1-10.
- Ódor P., Heilmann-Clausen J., Christensen M., Aude E., Dort vKW, Piltaver A., Siller I., Veerkamp M.T., Standovář T., Hees vAFM, Kosec J., Matocec N., Kraigher H., Grebenc T., 2006. Diversity of dead wood inhabiting fungi and bryophytes in semi-natural beech forests in Europe. *Biological Conservation*, **131**(1): 58-71.
- Petriccione B., Cindolo C., Cocciuffa C., Ferlazzo S., Parisi G., 2007. Development and harmonization of a Forest Status Indicator (FSI), Italian Forest Service, Roma, 50 p.
- Polák P., Saxa A. (eds.), 2005. Priaznivý stav biotopov a druhov európskeho významu. Banská Bystrica : ŠOP SR, 736 s.
- StatSoft, Inc., 2005. *Statistica 7.1*, StatSoft Inc., Tulsa.
- Sukopp H., 1972. Wandel von Flora und Vegetation in Mitteleuropa unter dem Einfluß des Menschen. *Berichte über Landwirtschaft*, **50**: 112-139.
- Šmelco Š., Merganič J., Šebeň V., Raši R., Jankovič J., 2006. Národná inventarizácia lesov Slovenskej republiky 2005–2006. Metodika terénneho zberu údajov. Zvolen : NLC, 130 s.
- Vladovič J., 2002. Posudzovanie porastových štruktúr smrekového vegetačného stupňa ako východisko pri hodnotení stavu a vývoja horských lesov. In: *Zborník z konferencie HÚL*, Polana.
- Vladovič J., et al., 1999: Ekologická stabilita lesných spoločenstiev. Záverečná správa ČVTP 514-74-07 Zvolen : LVÚ Zvolen, 201 s.
- Vladovič J., Merganič J., Máliš F., Križová E., Ujházy K. (eds.), 2008. Reakcia diverzity lesných fytoocenóz na zmenu edaficko-klimatických podmienok Slovenska. Záverečná správa projektu APVV-27-009304, Zvolen : NLC, 292 s. + DVD.
- Vorčák J., Merganič J., Merganičová K., 2007. Ekologická stabilita lesných porastov v NPR Babia hora. *Beskydy* **20**, p. 275-282.
- Zlatník A., 1959. Přehled slovenských lešů podle skupin lesních typů. *Spisy Vědecké laboratoře biocenologie a typologie lesa*, **3**: 1-195.
- Zlatník A., 1976. *Lesnícká fytoecologie*. Praha : SZN, 495 s.

Zoznam autorov

	<i>Kapitoly</i>
Ing. Jozef Vladovič, PhD. <i>Národné lesnícke centrum - Lesnícky výskumný ústav Zvolen, T. G. Masaryka 22, 960 92 Zvolen, e-mail: vladovic@nlcsk.org</i>	1.1, 2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 3.1, 3.2, 3.3, 3.4
Mgr. Ivan Barka, PhD. <i>Národné lesnícke centrum - Lesnícky výskumný ústav Zvolen, T. G. Masaryka 22, 960 92 Zvolen, e-mail: barka@nlcsk.org</i>	2.3, 2.4, 3.1, 3.2, 4.4
Ing. Ivan Lupták <i>Národné lesnícke centrum - Lesnícky výskumný ústav Zvolen, T. G. Masaryka 22, 960 92 Zvolen, e-mail: luptak@nlcsk.org</i>	1.1, 2.2, 3.1, 3.2
Dr. Ing. Tomáš Bucha <i>Národné lesnícke centrum - Lesnícky výskumný ústav Zvolen, T. G. Masaryka 22, 960 92 Zvolen, e-mail: bucha@nlcsk.org</i>	2.1, 2.2., 2.4
Ing. František Máliš, PhD. <i>Národné lesnícke centrum - Lesnícky výskumný ústav Zvolen, T. G. Masaryka 22, 960 92 Zvolen, e-mail: malis@nlcsk.org</i>	4.1, 4.4, 4.5
Doc. Ing. Ján Merganič, PhD. <i>Výskum, inventarizácia a monitoring lesných ekosystémov (FORIM), Huta 14, 962 34 Železná Breznica, e-mail: j.merganic@forim.sk Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta lesnická a dřevařská, Kamýčká 129, 165 21 Praha 6 - Suchbátka, e-mail: merganic@fld.czu.cz</i>	3.1, 3.4, 4.1, 4.2, 4.3
Ing. Ladislav Kulla, PhD. <i>Národné lesnícke centrum - Lesnícky výskumný ústav Zvolen, T. G. Masaryka 22, 960 92 Zvolen, e-mail: kulla@nlcsk.org</i>	2.3, 3.3, 4.1
Ing. Vladimír Šebeň, PhD. <i>Národné lesnícke centrum - Lesnícky výskumný ústav Zvolen, T. G. Masaryka 22, 960 92 Zvolen, e-mail: seben@nlcsk.org</i>	4.2, 4.3
Dr. nat. techn. Ing. Katarína Merganičová <i>Technická univerzita vo Zvolene, Lesnícka fakulta, T. G. Masaryka 24, 960 53 Zvolen, e-mail: merganicova@vsld.tuzvo.sk</i>	3.4, 4.2, 4.3
Ing. Michal Bošela, PhD. <i>Národné lesnícke centrum - Lesnícky výskumný ústav Zvolen, T. G. Masaryka 22, 960 92 Zvolen, e-mail: bosela@nlcsk.org</i>	4.1
Doc. Ing. Karol Ujházy, PhD. <i>Technická univerzita vo Zvolene, Lesnícka fakulta, T. G. Masaryka 24, 960 53 Zvolen, e-mail: ujhazy@vsld.tuzvo.sk</i>	4.5

Autori fotografií

Ing. Jozef Vladovič, PhD.

Obrázky: 2.2.4, 2.2.15, 2.2.24, 2.2.26, 2.2.28, 2.2.33,
3.1.1, 3.1.4a, 3.1.6, 3.1.7, 3.1.10, 3.1.11, 3.1.14b,
3.1.17, 3.1.18, 3.1.20b, 3.1.24, 3.2.1b, 3.2.3,
3.2.4, 3.2.6, 3.2.7, 3.2.8, 3.2.10b, 3.2.11, 3.2.16, 3.2.19

Ilustračné zábery na strane: 11, 12, 38, 39, 53, 73, 98, 99, 159, 171, 181, 182, 207, 219

Ľuboš Frič

Obrázky: 2.2.10, 2.2.12, 2.2.13, 2.2.17, 2.2.19, 2.2.20,
2.2.27, 2.2.34, 3.1.9, 3.1.15, 3.1.16, 3.1.22, 3.2.1a, 3.2.10a

Ilustračné zábery na strane: 13, 37, 97, 229

Bc. Roman Vladovič

Obrázky: 2.2.18, 2.2.22, 3.1.4b, 3.1.5, 3.1.14a, 3.1.20a, 3.2.2, 3.2.17

Ilustračné zábery na strane: 83, 133

Ing. Ivan Lupták

Obrázky: 2.2.3, 2.2.5, 3.2.20, 3.2.21

Ing. František Máliš, PhD.

Obrázky: 2.2.11, 2.2.21, 2.2.23, 3.2.5

Ilustračné zábery na strane: 183

Milan Meňuš

Obrázok: 2.2.16, 3.1.8, 3.1.23, 3.2.18

Ilustračné zábery na strane: 193

Ing. Jozef Vladovič, PhD. a kolektív

Postery na strane: 72, 82, 132, 158, 170, 192, 206, 218, 228, 235



ŠTRUKTÚRA A DIVERZITA LESNÝCH EKOSYSTÉMOV NA SLOVENSKU

.....
Autorský kolektív:

Ing. Jozef Vladovič, PhD., Mgr. Ivan Barka, PhD., Ing. Ivan Lupták,
Dr. Ing. Tomáš Bucha, Ing. František Máliš, PhD.,
doc. Ing. Ján Merganič, PhD., Ing. Ladislav Kulla, PhD.,
Ing. Vladimír Šebeň, PhD., Dr. nat. techn. Ing. Katarína Merganičová,
Ing. Michal Bošela, PhD., doc. Ing. Karol Ujházy, PhD.

Editor:

Ing. Jozef Vladovič, PhD.

Grafická úprava a sadzba:

Ľubica Pilná, Ing. Marcel Dubec, Ľuboš Frič

Obálka:

Ing. Jozef Vladovič, PhD., Ľuboš Frič

Fotografie na obálke:

Ing. Jozef Vladovič, PhD.

Vydanie:

Prvé

Vydal:

Národné lesnícke centrum – Lesnícky výskumný ústav Zvolen

Rok:

2011

Počet strán:

252 strán

Náklad:

350 kusov

ISBN 978 - 80 - 8093 - 153 - 7



ISBN 978-80-8093-153-7



9 788080 193153 7

Národné lesnícke centrum