

DRUHOVÁ BOHATOSŤ VEGETÁCIE LESOV SLOVENSKA ZISTENÁ V RÁMCI NÁRODNEJ INVENTARIZÁCIE A MONITORINGU LESOV SR

¹VLADIMÍR ŠEBEŇ, ^{2,3}JÁN MERAGNIČ, ¹MICHAL BOŠELA

¹Národné lesnícke centrum – Lesnícky výskumný ústav Zvolen,

T. G. Masaryka 22, SK–960 92 Zvolen

²FORIM, Výskum, inventarizácia a monitoring lesných ekosystémov,

Kpt. Nálepku 277/11, SK–073 01 Sobrance, ³Česká zemědělská univerzita v Praze,

Fakulta lesnická a dřevařská, Kamýcká 1176, CZ–165 21 Praha 6 – Suchdol,

seben@nlcsk.org, merganic@forim.sk, bosela@nlcsk.org

ŠEBEŇ, V., MERAGNIČ, J., BOŠELA, M.: Species richness of vegetation in Slovak forests determined by National forest inventory and monitoring in Slovakia. *Lesn. Čas.–Forestry Journal*, 54, Supplement, 1, 2008, p. 81–89.

The paper analyses the results of National Forest Inventory and Monitoring of Slovak Republic (NFIM SR) from the point of species richness of vegetation, which is considered to be an important element of biological diversity. Analysed data come from 1,419 inventory plots distributed over the whole area of Slovakia in 4×4 km square grid. Species richness and total number of species were assessed separately for forests located on forest and non-forest land, in individual altitudinal zones, and in integrated growth stages. The work presents the results with 95% confidence interval of the occurrence probability of species number in the groups of trees with diameter above 7 cm, shrubs, plants, and mosses. The results revealed valuable information about species richness of Slovak forests.

Key words: *species richness, National Forest Inventory and Monitoring in Slovakia, frequency analysis, vegetation*

Príspevok analyzuje výsledky Národnej inventarizácie a monitoringu lesov (NIML) Slovenskej republiky z hľadiska bohatosti rastlinných druhov ako významnej zložky biologickej diverzity. Empirický materiál pre analýzy pochádza z 1 419 inventarizačných plôch (IP) rozmiestnených po celom území Slovenska v pravidelnej sieti 4×4 km. Druhovú bohatosť sa zhodnotila pre lesy na lesných a nelesných pozemkoch, lesných vegetačných stupňoch a integrovaných rastových stupňoch. V triediacich kategóriách sa stanovil aj celkový počet druhov. Výsledky sa uvádzajú vrátane 95 % intervalov spoľahlivosti pravdepodobnosti výskytu počtu druhov pre stromy s hrúbkou nad 7 cm, krov, bylín a machov. Výsledky poukazujú na pomerne hodnotné zistenia druhovej bohatosti slovenských lesov.

Kľúčové slová: *druhovú bohatosť, národná inventarizácia a monitoring lesov SR, frekvenčná analýza, vegetácia*

1. Úvod a problematika

Biologická diverzita je prirodzená vlastnosť lesných ekosystémov. Termín je definovaný ako „rôznorodosť“ všetkých živých organizmov vrátane ich suchozemských, morských a ostatných vodných ekosystémov a ekologických komplexov, ktorých sú súčasťou (Dohovor o biologickej diverzite). Označuje teda nielen rôznorodosť v rámci druhov a medzi druhmi, ale aj rozmanitosť (diverzitu) ekosystémov (SIBL *et al.* 1996 *ex* MERGANIČ 2001). Hodnotenie diverzity lesného ekosystému sa v prevažnej miere zameriava na vyššie rastliny. Existuje veľké množstvo spôsobov, ktorými je možné diverzitu hodnotiť, ale v podstate každý z nich je založený minimálne na jednom z troch nasledujúcich znakov (BRUCIAMACCHIE 1996):

1. druhová bohatosť (najstaršie a najjednoduchšie poňatie diverzity vyjadrenej iba na základe počtu druhov);
2. druhová vyrovnanosť (miera rovnomernosti zastúpenia jednotlivých druhov v spoločenstve);
3. druhová heterogenita (charakteristika zahŕňajúca druhovú bohatosť a vyrovnanosť v jednom).

Cieľom príspevku je analyzovať druhovú bohatosť vegetácie (stromy s hrúbkou nad 7 cm, kry, byliny a machy) v rámci rôznych kategórií pozemkov, lesných vegetačných stupňov a integrovaných rastových stupňov.

2. Materiál a metodika

Hodnotenie počtu druhov sa vykonalo z databázy údajov NIML SR. Zber údajov sa uskutočnil v rokoch 2005 – 2006, pri výberovej reprezentatívnej metóde s komplexným zisťovaním informácií o lesoch (ŠMELKO *et al.* 2006). V rámci NIML bola založená sieť trvalých inventarizačných plôch (IP) v spone 4×4 km na celom území SR. Celkový počet IP bol 3 071 a z toho na 1 419 IP sa nachádzal les. Na uvedených IP bolo vykonané komplexné zisťovanie.

Druhovou bohatosť stromov s hrúbkou nad 7 cm je možné z databázy NIML SR analyzovať dvojakým spôsobom. Prvý spôsob je posudzovanie počtu druhov drevín na približne rovnakom počte jedincov nachádzajúcich sa najbližšie k stredu IP, ktorý bol v rámci NIML SR na podklade doterajších vedeckých poznatkov stanovený na 20 jedincov – stromov (MERGANIČ 2001, MERGANIČ *et al.* 2004). Druhý spôsob je posudzovanie druhovej bohatosti na rovnakej plošnej výmere. V predkladanom príspevku analyzujeme druhovú bohatosť stromov zisťovaných prvým spôsobom. Hodnotenie druhovej bohatosti krov, bylín a tráv, a machov je založené na podklade redukovaných fytoecologických zápisov (zisťovala sa len prítomnosť druhu a dominancia pri diferenciálnych druhoch). Plocha, na ktorej sa fytozápis robil, mala výmeru 500 m² a iba v prípadoch, že IP padla na rozhranie nelesného a lesného pozemku, mala menšiu výmeru (7,9 % prípadov).

Analýza druhovej bohatosti vegetácie sa vykonala v nadväznosti na základné výstupy z NIML osobitne pre nasledovné kategórie: *kategória pozemku*, kde rozlišujeme les na lesných pozemkoch a les na nelesných pozemkoch, 8 *lesných vegetačných stupňov* (Ivs) a 6 *integrovaných rastových stupňov* (1 – holina, nálet, nárast, kultúra, 2 – Mladina, žrdkovina, žrdovina, tenká kmeňovina, 3 – Stredná, hrubá a veľmi hrubá kmeňovina, 4 – Zmiešaný rastový stupeň (RS) nižší, 5 – Zmiešaný RS vyšší a 6 – Obnovované porasty). Pre každý triediaci znak sa stanovil celkový počet druhov.

Počty druhov na jednotlivých IP boli zatriedené do tried druhovej bohatosti, kde pre stromy s hrúbkou nad 7 cm, kry a machy rozlišujeme 6 tried (0, 1, 2–3, 4–5, 6–7 a 8 a viac druhov) a pre byliny 6 tried so širším intervalom t. j. 0, 1–10, 11–20, 21–30, 31–40 a 41 a viac druhov.

Analýza údajov je založená na frekvenčnej analýze. Pre každú hodnotu relatívneho podielu triedy druhovej bohatosti je kvantifikovaná jej výberová chyba a stanovený 95 % interval spoľahlivosti, v ktorom by sa mala nachádzať skutočná hodnota pravdepodobnosti výskytu konkrétneho počtu druhov. 95 % interval spoľahlivosti je vypočítaný zovšeobecnením teórie o normálnom a Studentovom rozdelení, pri ktorej sa ako kritická hodnota rozdelenia použila hodnota 1,96. Pri asymetrickom intervale (hodnoty spodného intervalu klesli pod 0 a hodnoty horného intervalu prekročili 1) sa aplikoval postup MERGANIČ – ŠMELKO 2004. Použili sa nasledovné vzťahy:

$$P_{trieda} = \frac{n_{trieda}}{n} \quad [1]$$

$$SE_{p_trieda} = \sqrt{\frac{P_{trieda} \cdot (1 - P_{trieda})}{n - 1}} \quad [2]$$

$$95\%IS = p_{trieda} \pm 1,96 \cdot SE_{p_trieda} \quad [3]$$

- P_{trieda} – podiel, frekvencia triedy druhovej bohatosti,
 n_{trieda} – počet IP v jednotlivých triedach druhovej bohatosti v rámci kategórie,
 n – celkový počet IP v kategórii,
 SE_{p_trieda} – stredná chyba podielu triedy druhovej bohatosti.

Pred vlastnou frekvenčnou analýzou sa vzhľadom na nerovnakú výmeru IP pri hodnotení druhovej bohatosti krov, bylín a machov analyzoval vzťah medzi počtom druhov a veľkosťou zostávajúcej časti IP. Vzťah medzi počtom druhov a výmerou plochy, na ktorej bol zisťovaný je teoretický známy a ovplyvňuje interpretáciu výsledkov (MERGANIČ 2001, KRIŽOVÁ 1995). Pomocou regresnej analýzy a základného logaritmického modelu ($f(x) = a + b \cdot \ln(x)$) sa štatisticky posudzovala tesnosť uvedeného vzťahu. V prípade, že tesnosť tohto vzťahu bola štatisticky významná (t-test, ŠMELKO 1998), bol počet druhov na IP s výmerou menšou ako 500 m² upravený podľa modelu. Uvedená analýza sa vykonala pre všetky analyzované veličiny a všetky kombinácie s triediacimi znakmi. Z hodnotených veličín sa štatisticky významný vzťah medzi počtom druhov a výmerou zistil len pri druhovej bohatosti machov v kategórii pozemku les na nelesných pozemkoch ($R_{xy} = 0,19$, t-test = 2,8, v 5. lvs ($R_{xy} = 0,13$, t-test = 2,2) a integrovanom rastovom stupni – Mladina, žrdkovina, žrdovina, tenká kmeňovina ($R_{xy} = 0,16$, t-test = 3,4). V ostatných prípadoch išlo o nesignifikantný vzťah.

3. Výsledky

Uvádzajú sa podiely jednotlivých tried počtu druhov podľa zvolených kategórií.

A) Druhová bohatosť stromov, krov, bylín, tráv a machov na lesných a nelesných pozemkoch

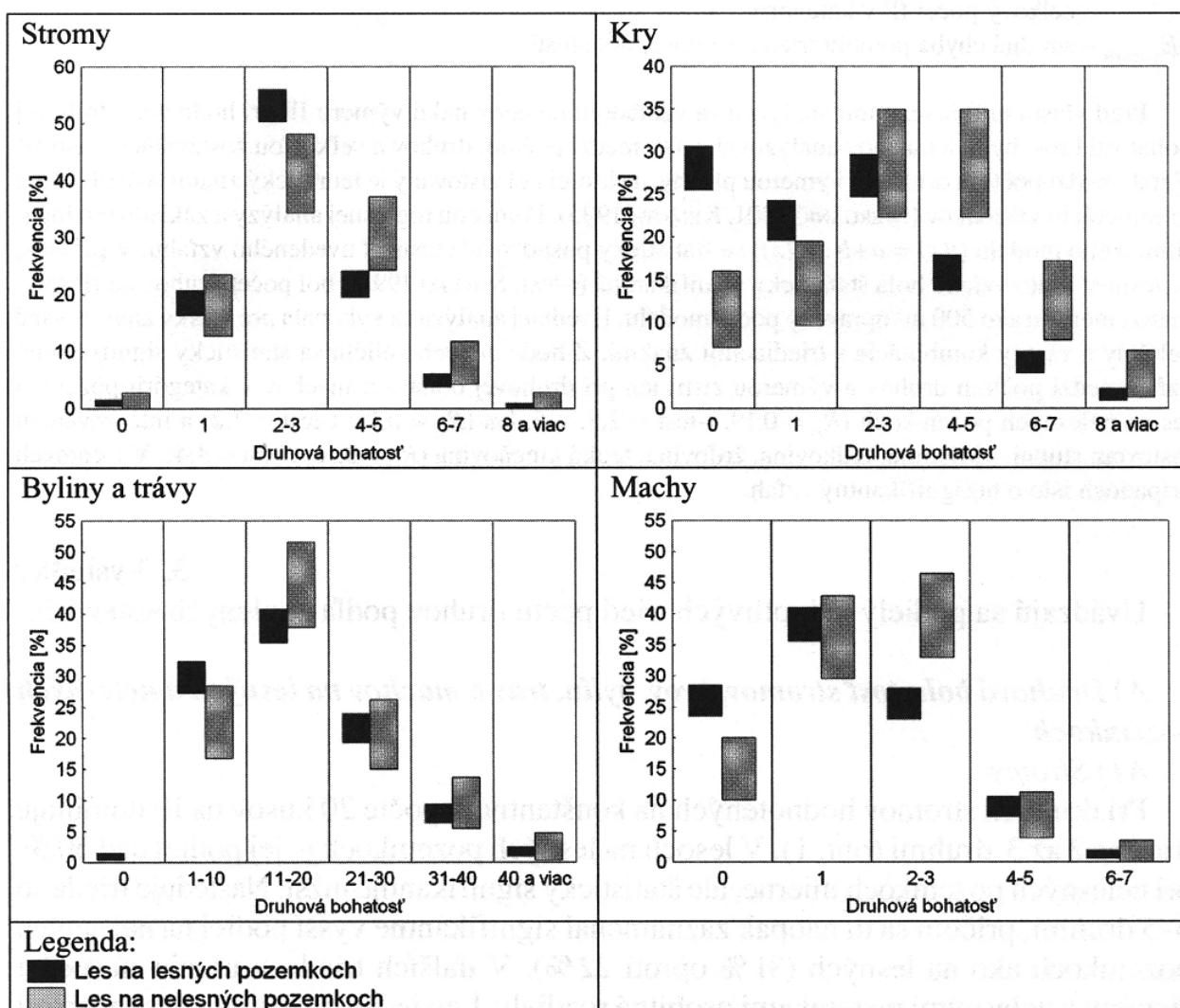
A1) Stromy

Pri druhoch stromov hodnotených na konštantnom počte 20 kusov na IP dominuje trieda s 2 až 3 druhmi (obr. 1). V lesoch na lesných pozemkoch je jej podiel nad 50 %, pri nelesných pozemkoch mierne, ale štatisticky významne nižší. Nasleduje trieda so 4–5 druhmi, pričom sa tu naopak zaznamenal významne vyšší podiel na nelesných pozemkoch ako na lesných (31 % oproti 22 %). V ďalších triedach už nie sú medzi lesnými a nelesnými pozemkami osobitné rozdiely. Len jeden druh dreveniny sa zachytil na menej ako 20 % IP, trieda so 6 až 7 druhmi zaberá podiel od 5 do 10 % a viac ako

8 druhov netvorí vyšší podiel ako 1 %. Žiadne druhy sa nezaznamenali na holinách, resp. mladších rastových stupňoch, ktoré tvoria menej ako 1%-ný podiel. Celkovo sa potvrdila druhová rozmanitosť a bohatosť drevín v lesoch. Spolu sa zaznamenalo 55 druhov stromov, z toho na lesných pozemkoch 54 a na nelesných 44. Informácie o súhrnnej počte druhov sú však len informatívne, nedovoľujú porovnanie, pretože výmera lesov na nelesných pozemkoch je takmer 7-násobne menšia.

A2) Kry

Triedenie podľa kategórie pozemku pri kroch ukázalo výrazné rozdiely v počte druhov. V lesoch na nelesných pozemkoch s približne rovnakými hodnotami dominujú triedy s 2–3 a 4–5 druhmi (obr. 1), spolu zaberajú asi 2/3 všetkých IP. S odstupom nasleduje trieda s jedným druhom (okolo 15 %), porovnateľný podiel zaberá trieda bez výskytu krov a s výskytom 6–7 druhov krov. Najnižší podiel (4 %) sa zistil pri druhovo



Obr. 1 95%-ný interval spoľahlivosti podielu tried druhových početností a ich porovnanie podľa kategórií pozemkov

najbohatšej triede s 8 a viac druhmi krov. Kry tvoria prirodzenú súčasť štruktúry lesov na nelesných pozemkoch a uplatňujú sa nielen ako ochranná zložka sukcesných vývojových štádií pri klíčení a odrastaní stromovitých drevín, ale zotrávajú aj v ďalších vývojových štádiách.

V lesoch na lesných pozemkoch je naopak najzastúpenejšia trieda bez krov (takmer 30 %), nasledujú s mierne nižším podielom 2–3 druhy a 1 druh (viac ako 20 %). Od triedy so 4 a viac druhmi ich podiel výrazne klesá až po asi 2 % s 8 a viac druhmi krov. Okrem odstraňovania krov hospodárskymi opatreniami od obnovy cez výchovu porastov má na nízke zastúpenie krov vplyv aj vertikálna výstavba a spravidla hustý zápoj korún stromov zamedzujúci optimálny vývoj krov.

Priemerný počet krov na IP na lesných pozemkoch bol 2, na nelesných takmer 4. Celkovo sa zaznamenalo na lesných pozemkoch 50 druhov krov, na nelesných 30.

A3) Byliny a trávy

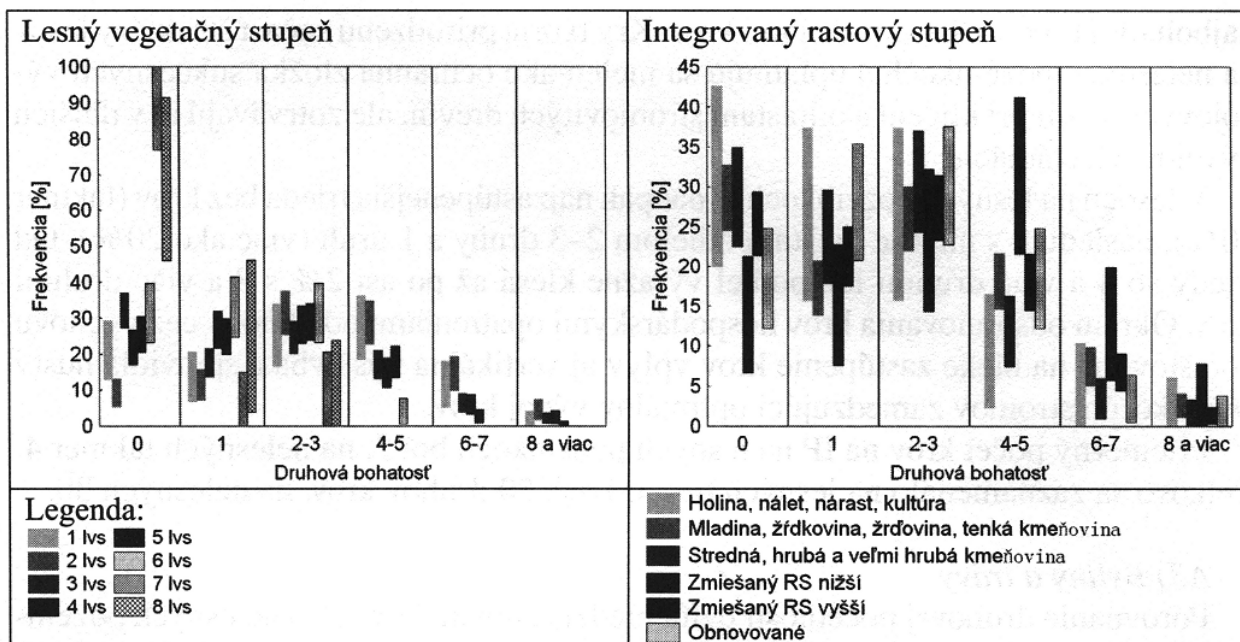
Porovnanie druhovej početnosti bylín medzi lesmi na lesných a nelesných pozemkoch neprinieslo výrazné rozdiely. Najväčší podiel zaberá trieda s 11 až 20 druhmi, pri lesoch na lesných pozemkoch okolo 40 %, pri nelesných sa blíži k 45 %. Mierne vyšší podiel má trieda 1–10 druhov na lesných ako na nelesných pozemkoch. Triedy 31–40 druhov tvoria podiel okolo 10 %, nad 40 druhov menej ako 5 %. Priemerný počet druhov bol na lesných pozemkoch takmer 16, na nelesných 18. Podiel plôch bez vegetácie dosahuje menej ako 1 %, na nelesných pozemkoch sa takéto prípady vôbec nenašli. Spolu sa zaznamenalo 449 druhov bylín a 95 druhov tráv, z toho na lesných pozemkoch 426 druhov bylín a 90 druhov tráv, na nelesných pozemkoch 327 druhov bylín a 64 druhov tráv.

A4) Machy

Početnosť druhov machov je spomedzi ostatnej vegetácie výrazne najnižšia. Zrejmý je rozdiel medzi lesnými a nelesnými pozemkami, nelesné sú o čosi bohatšie (podiel triedy 2–3 druhov je okolo 40 % oproti asi 26 % a naopak podiel triedy bez výskytu machov je okolo 15 % voči asi 26 % na lesných pozemkoch. Spolu sa na lesných pozemkoch zaevidovalo 38 druhov machov a na nelesných pozemkoch 24 druhov.

B) Druhová bohatosť krov v lesných vegetačných stupňoch a integrovaných rastových stupňoch

Porovnaním početnosti druhov krov podľa lesných vegetačných stupňov (obr. 2) sme zachytili výrazné rozdiely medzi 1. až 6. a 7. a 8. lvs. V posledných dvoch lvs dominuje trieda bez výskytu krov, nasleduje trieda s výskytom 1 druhu. Triedy s viac ako 4 druhmi sa v týchto lvs vôbec nevyskytli. Vo všetkých nižších lvs prevažuje trieda s 2–3 druhmi krov. Po nej nasleduje v prvom a druhom lvs početnejšia trieda 4–5 druhov, kým v treťom až šiestom lvs je to trieda s 1 druhom. Trieda bez výskytu krov však zaberá tiež výrazný, 10 až 30 % podiel. Trieda nad 8 druhov krov bez rozdielu lvs nezaberá viac ako 5 %.



Obr. 2 95 %-ný interval spoľahlivosti podielu tried druhových početností krov a ich porovnanie podľa lvs a integrovaného RS

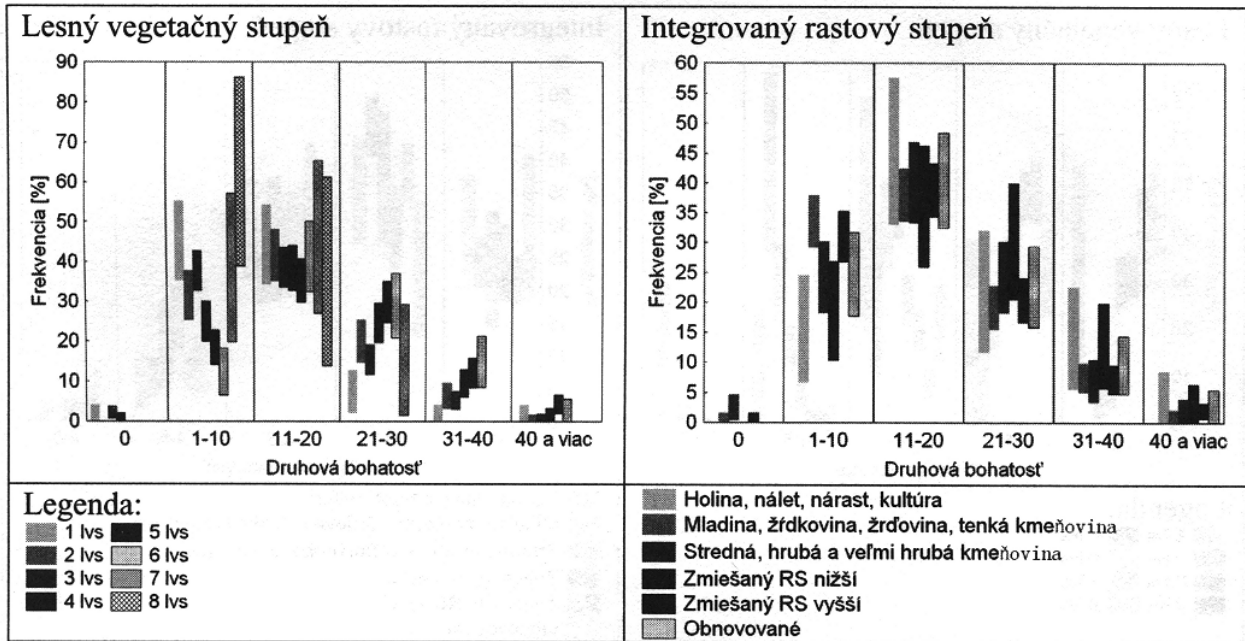
Zreteľne sa tu črtá tendencia klesania druhovej bohatosti krov so stúpajúcim lvs (na kry najbohatší je prvý a druhý lvs, nasledujú tretí, štvrtý, piaty a šiesty, najmenej druhov krov sa zaznamenalo v siedmom a ôsmom lvs).

Pri analýze početnosti druhov krov podľa **integrovaných rastových stupňov** (obr. 2) zisťujeme, že najnižšie počty početnosti druhov krov sa nachádzajú v mladých jednoetážových porastoch (holina, nálet, nárast), pri ktorých najväčší podiel zaberá trieda bez výskytu krov. So zvyšujúcim sa rastovým stupňom pozorujeme stúpajúci trend počtu druhov (maximum je dosiahnuté v zmiešanom RS vyššom). Pomerne veľkú druhovú bohatosť zaznamenávame aj v zmiešanom RS nižšom a v obnovovaných porastoch.

C) Druhovú bohatosť bylín a tráv v lesných vegetačných stupňoch a integrovaných rastových stupňoch

Pri **vegetačnej stupňovitosti** a početnosti bylinných a trávovitých druhov sa tiež prejavili zreteľné trendy (obr. 3). Druhovo najchudobnejší je 8., 7. a 1. lvs (takmer polovicu výskytu v nich tvorí trieda 1–10 druhov a druhú polovicu kategória 11–20 druhov). Trieda 1–10 druhov s rastúcim lvs vykazuje klesanie podielu a naopak viditeľne narastajú triedy s 21–30 druhmi, 31–40 druhmi a mierne aj 40 a viac druhmi. Tento trend končí pri 6. lvs a zvyšné dva lvs majú podobnú, resp. chudobnejšiu druhovú štruktúru bylín ako 1. lvs. Na druhy najbohatšie sú teda šiesty, piaty a štvrtý lvs.

Spolu sa najmenej druhov zachytilo v 8. lvs (48 bylín + 4 tráv), v 7. lvs (73 bylín + 6 tráv) a 1. lvs (194 bylín a 25 tráv). Ostatné lvs sú pomerne vyrovnané s celkový-



Obr. 3 95 %-ný interval spoľahlivosti podielu tried druhových početností bylín a ich porovnanie podľa lvs a integrovaného RS

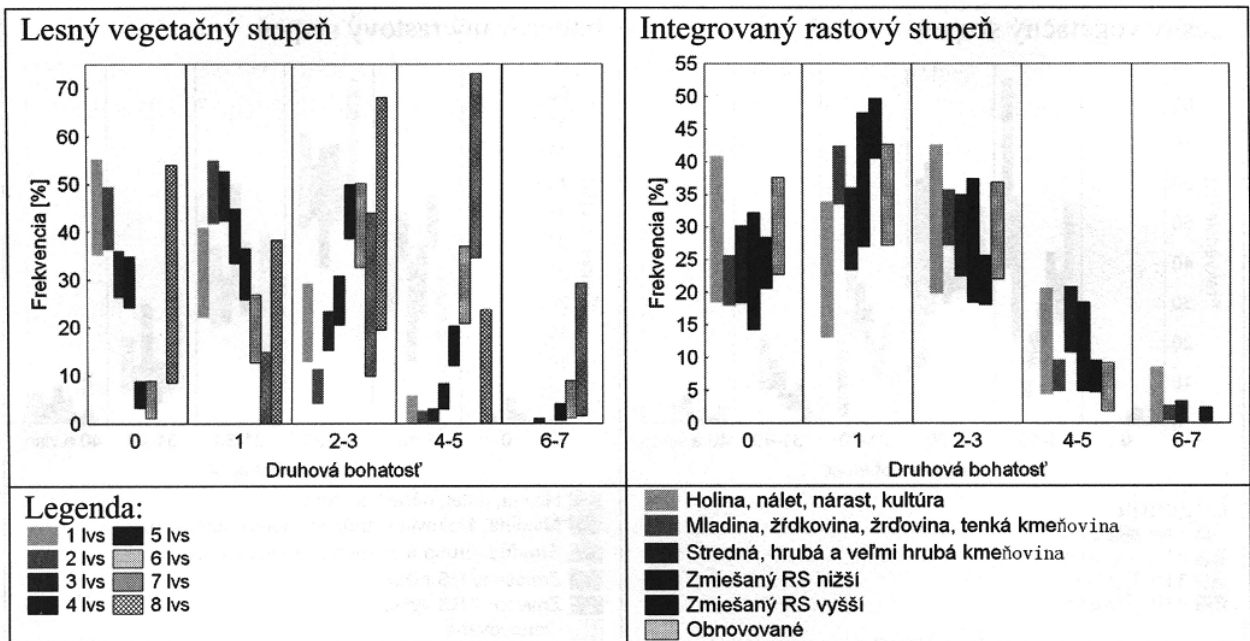
mi počtami bylín od 215 do 298 druhov a tráv od 19 po 36 druhov (pri porovnávaní sumárnych údajov je potrebné vziať v úvahu, že nie sú viazané na rovnakú plošnú výmeru).

Z hľadiska vývoja (**integrovaného rastového stupňa**) porastu sa v celku neprejavili rozdiely (obr. 3). Najzastúpenejšia trieda 11–20 druhov dosahuje asi 40 % podiel bez ohľadu na rastový stupeň (rozdielna je len dĺžka intervalu spôsobená menším či väčším počtom prípadov). Mierne vyššiu bohatosť bylinných druhov pozorujeme pri nižšom zmiešanom RS a mladých porastoch (holina, nálet, nárast, kultúra), triedy 21–30, 31–40 a 40 a viac). Naopak, mierne nižšia bohatosť sa zistila pri mladinách, žrdkovinách a tenkých kmeňovinách (vysoký podiel triedy 1–10), ale okrem tejto kategórie rozdiel nie je štatisticky signifikantný.

Najvyšší počet druhov sme zaznamenali v 2. agregovanom rastovom stupni (mladina až tenká kmeňovina) s 380 druhmi bylín a 84 druhmi tráv, najmenej v prvom agregovanom rastovom stupni (holina, nálet, nárast, kultúra) s 219 druhmi bylín a 51 druhmi tráv.

D) Druhová bohatosť machov v lesných vegetačných stupňoch a integrovaných rastových stupňoch

Pri **vegetačnej stupňovitosti** možno poukázať na postupný stúpajúci trend v početnosti druhov machov so stúpajúcou nadmorskou výškou (obr. 4). V nižších lvs prevažujú triedy s 0, resp. len jedným druhom machu, kým v siedmom a ôsmom sú to naopak bohatšie triedy so 4–5, resp. 2–3 druhmi. V stredných polohách okolo tretieho až štvrtého lvs je podiel vyrovnanější, s miernym maximom v triede 2–3



Obr. 4 95 %-ný interval spoľahlivosti podielu tried druhových početností machov a ich porovnanie podľa lvs a integrovaného RS

druhov. Z obrázku 4 je zrejماً vyššia početnosť druhov machov so stúpajúcim lesným vegetačným stupňom s maximom v smrekovom lvs.

V rámci porovnania **početnosti druhov machov podľa rastového stupňa** porastu sa výraznejšie rozdiely neukázali (obr. 4). Najzastúpenejšia trieda všeobecne je 1 druh machu, v náletoch, nárastoch a kultúrach mierne vyšší podiel dosiahla trieda s 2–3 druhmi. Po nich nasleduje opäť vyrovnané pri všetkých rastových stupňoch podiel bez výskytu machov. Pri počte 4–5 druhov sa štatisticky významne líšia žrdoviny s malým podielom od hrubších kmeňovín.

4. Záver

Výsledky inventarizácie potvrdili druhovú rozmanitosť a bohatosť našich lesov. Na druhy najbohatšia skupina vegetácie, trávky a byliny, dosiahla priemerný počet 16 druhov na jednu IP (500 m²). Pri tejto skupine sa prejavil stúpajúci trend druhovej bohatosti vzhľadom na lvs s maximom v 6. lvs. Naopak pri rastovom stupni ani kategórii pozemku sme nezistili výrazné spojitosti k počtu druhov.

Pri stromoch s hrúbkou nad 7 cm sa zistila väčšia druhová bohatosť na nelesných pozemkoch.

Analýza druhovej bohatosti krov priniesla obdobné výsledky ako pri stromoch t. j. zistili sme výraznejšie vyššiu druhovú bohatosť na nelesných pozemkoch.

Druhovo najchudobnejšou skupinou sú machy, pri ktorých sa mierne prejavil vyšší počet druhov na nelesných pozemkoch ako na lesných. So stúpajúcim lesným vegetačným stupňom sa zaznamenal zrejماً trend rastu počtu druhov machov. Počet druhov machov v rôznych integrovaných RS nepreukázal väčšie spojitosti.

Priemerne sa na jednu IP (500 m²) vyskytlo 3,8 druhov stromov, 2,4 druhov krov, 2,7 druhov tráv a 14 druhov bylín a 1,5 druhu machov alebo lišajníkov.

Druhovú bohatosť je dôležitou zložkou biodiverzity a výsledky analýz poukazujú na jej priaznivé hodnoty v lesoch Slovenska.

Literatúra

1. BRUCIAMACCHIE M., 1996: Comparison between indices of species diversity. Munich 3/96 14 s. – 2. KRÍŽOVÁ E., 1995: Fytocenológia a lesnícka typológia. Učebné texty, TU Zvolen, 182 s. – 3. MERGANIČ J., ŠMELKO Š. 2004: Quantification of tree species diversity in forest stands – model BIODIVERSS. Eur. J. Forest Res., 123: 157 – 165. – 4. MERGANIČ J., 2001: Regionálna inventarizácia lesa s dôrazom na kvantifikáciu biodiverzity. Dizertačná práca, TU Zvolen, 176 s. – 5. MERGANIČ J., QUEDNAU H.D., ŠMELKO Š., 2004: Influence of Morphometrical Characteristics of Georelief on Species Diversity of Forest Ecosystems and its Regionalisation. European J. of Forest Research, 123, p. 75 – 85. – 5. ŠMELKO Š., 1998: Štatistické metódy v lesníctve. Učebné texty, TU Zvolen, 276 s. – 6. ŠMELKO Š., MERGANIČ J., ŠEBEŇ V., RAŠI R. JANKOVIČ J., 2006: Národná inventarizácia a monitoring lesov Slovenskej republiky 2005–2006. Metodika terénneho zberu údajov, NLC Zvolen, 130 s. – 7. ŠMELKO Š., ŠEBEŇ V., BOŠELA M., MERGANIČ J., JANKOVIČ J., 2006: Národná inventarizácia a monitoring lesov Slovenskej republiky 2005–2006. Základná koncepcia a výber zo súhrnných informácií, NLC Zvolen, 16 s.