

REAKCIA DRUHOVEJ BOHATOSTI A POKRYVNOSTI LESNÝCH FYTOCENÓZ NA ZMENU VLHKOSTNÝCH A TEPLOTNÝCH PODMIENOK V SMREČINÁCH 6. VEGETAČNÉHO STUPŇA STREDNÝCH BESKÝD

J. Merganič, J. Ištoňa

Abstract

Merganič, J., Ištoňa, J. (Forest Research Institute, Department of ecology and biodiversity of forest ecosystems, T. G. Masaryka 22, SK-960 92 Zvolen, Slovak Republic), *Response of plant communities species richness and coverage - to changes in thermal and humidity conditions in spruce forests of 6th altitudinal vegetation zone in the Central Beskids*, Beskydy, 2004 (17): 65-72

The presented work analyses the relationship between the changes in species richness of plant communities in spruce forests situated in 6th altitudinal vegetation zone and the changes in coverage of the plant species that react to thermal and humidity conditions over a period of 29 years. For this analysis we used 14 sample plots established in 1972 within the frame of the national habitat type survey, which were re-measured in 2001. The plots represent three forest type groups: *Fagetum-abietino-piceosum*, *Abieto-Fagetum* a *Fageto-Abietum*. The results suggest that in the analysed forest type groups species richness is declining, which corresponds with the statistically significant increase in coverage of the plant species that are indifferent to thermal and humidity conditions.

Keywords: species richness, moisture, temperature, forest plant community, climate change

1. Úvod

Sotva sa v poslednom desaťročí trochu zlepšil zdravotný stav lesov, ktoré sa začali zotavovať z neúnosnej, kyslej imisnej záťaže a už nad nimi visí nová hrozba, hrozba z globálnej zmeny klímy i z narušenej ochrannej funkcie atmosféry. Očakáva sa, že zmena klímy bude nielen významná, ale tak rýchla, že časť jedincov v nich, ba aj niektoré druhy drevín, na väčšej časti terajších stanovišť nebudú schopné sa na ňu adaptovať a ustúpiť.

Lesné ekosystémy ako dôležitá zložka biosféry v nedávnej minulosti citlivo reagovali na neúnosnú imisnú záťaž. Ešte citlivejšiu reakciu očakávame pri zmene klímy, ktorá veľmi zúži existenciu najmä ihličnatých drevín, z nich hlavne smreka. Viac-menej podobné zmeny postihnú aj synúziu podrastu, ktorá je v silnej interakcii s inými biotickými zložkami ekosystému a mnohokrát sa využíva aj ako indikátor pre špecifické ciele.

Priebehy počasia za posledné dve decéna s častejšími výskytmi zosilňujúcich výkyvov extrémneho počasia nás presvedčajú, že sme svedkami už započatých klimatických zmien. Nakoniec i samotné klimatické merania potvrdzujú, že v tomto období priemerná teplota stúpla cca o jeden stupeň.

Problematikou zmien bylinnej zložky v lesných ekosystémoch sa venovalo viac autorov, napr. Fallkengren & Grerup (1986, 1987, 1989), Tyler (1987), Thimonier et al. (1992) a iní. Bylinnej synúzii ako indikátoru významných a dlhodobějších zmien v lesnom ekosystéme sa v našich podmienkach začali venovať až v 90-tych rokoch Ambros & Michal

(1992) Ambros et al. (1995), Križová(1994, 1996), Nič (1995, 1999), Vološčuk (2001) a Pavlenda & Ištoňa (2000).

Cieľom predkladanej práce je analýza zmeny druhovej bohatosti bylinnej synúzie lesných fytocenóz za 29-ročnú periódu. Zmena v druhovej bohatosti sa posudzuje jednak vzhľadom ku zmene výskytu teplomilných a vlhkomilných indikátorov a jednak vzhľadom na zmenu v pokryvnosti druhov indiferentných voči týmto ekologickým faktorom.

2. Empirický materiál a metodika

Predmetom analýzy je 14 výskumných plôch založených v roku 1972 za účelom národného typologického prieskumu. Plochy sa nachádzajú v nadmorskej výške 800 až 1250 m n. m. v oblasti Pilska a Paráča, ktorú orograficky zatried'ujeme do Stredných Beskýd. Podlozie je možné charakterizovať ako nevápnitý flyšový pieskovec. Po typologickej stránke reprezentujú výskumné plochy v danej oblasti najrozšírenejšie lesné spoločenstvá 6. vegetačného stupňa. Z edaficko-trofickej (ekologickej) klasifikácie reprezentujú 3 plochy rad A so skupinou lesných typov (slt) *Fagetum-abietino-piceosum* (Fap), rad B so slt *Abieto-Fagetum* (AF) – 4 plochy a medzirad A/B zastupuje hlavne slt *Fageto-Abietum* (FA) – 7 plôch (Zlatník 1956, 1976, Hančinský 1972).

V roku 2001 sa na uvedených plochách vykonali opakované kompletne fytocenologické zápisy aj s odberom pôdnych vzoriek. Forma fytozápisov je urobená podľa zaužívaných metodík v zmysle školy Prof. Zlatníka.

Kvantifikácia druhovej bohatosti

Druhovú bohatosť je najstaršie a najjednoduchšie poňatie druhovej diverzity a vyjadruje sa na základe počtu druhov. Diverzita je tým väčšia, čím viac druhov sa v danom spoločenstve nachádza. Vo všeobecnosti sa označuje indexom $N0$.

Z ďalších indexov, ktoré kvantifikujú druhovú bohatosť a z historického hľadiska patria k najznámejším, sú indexy $R1$ a $R2$. Autori, ktorí tieto indexy zaviedli, sa snažili zohľadniť vplyv veľkosti skúmanej populácie tak, že k nej „relativizovali“ počet druhov.

Matematická formulácia vybraných indexov druhovej bohatosti je nasledovná:

$$N0 = S \quad \text{(HILL 1973)} \quad [1]$$

$$R1 = (S-1)/\ln(P) \quad \text{(MARGALEF 1958)} \quad [2]$$

$$R2 = S/\sqrt{P} \quad \text{(MENHINICK 1964)} \quad [3]$$

kde: S – počet druhov
 P – celková pokryvnosť bylinného krytu

Kvantifikácia ekologickej indikácie faktorov prostredia bylinnými druhmi

Ekologická analýza vybraných spoločenstiev vychádzala z kvalitatívnych a kvantitatívnych znakov fytocenózy (druhovú diverzita, abundancia a dominancia). Tie sú podľa Zlatníka (1976) výsledkom pôsobenia faktorov prostredia a sú rozhodujúcim indikátorom jeho vlastností. Hodnotenie zmien prostredia pomocou ekologickej analýzy spočíva v kvantifikácii ekočísła pre každý rastlinný druh vzhľadom na ekologický faktor definovaný podľa Ellenberga et al. (1992). Štandardným postupom (Križová & Nič 1997) a automatizovaným spracovaním (Jankovič et al. 1999) sa vypočítali priemerné ekohodnoty pre každý hodnotený faktor, pričom pre účely tejto práce sme použili výsledky viažuce sa k výskytu teplomilných a vlhkomilných indikátorov.

3. Výsledky a diskusia

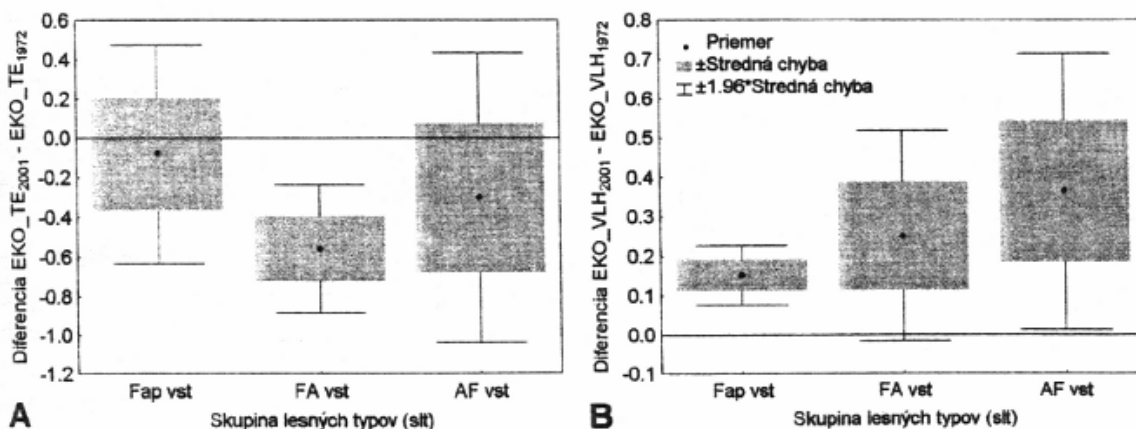
V prvom kroku sme analyzovali vplyv hustoty, veku porastu a celkovej pokrývnosti bylinného krytu na indexy druhovej bohatosti, ekočísla a pokrývnosť indiferentných druhov. Preukázanie vplyvu týchto faktorov je potrebné zohľadniť pri nasledovných analýzach. Je totiž známe, že zakmenenie významne koreluje s vyspelosťou lesného porastu, napr. s vekom a samozrejme ovplyvňuje celkovú pokrývnosť bylinného krytu. V súbore skúmaných dát predstavuje korelácia medzi zakmenením a pokrývnosťou bylinného krytu hodnotu -0.61 , teda pokrývnosť stúpa so znižujúcim sa zakmenením. Okrem zakmenenia vplyva vek porastu na pokrývnosť bylinného krytu aj inou formou. Napr. pri rovnakom zakmenení sú v mladých a starých porastoch iné podmienky pre existenciu bylinného krytu spôsobené polohou korún. Viacnásobnou regresnou analýzou sme preto otestovali, či existuje štatisticky významný vplyv týchto faktorov na hodnotené indexy druhovej bohatosti, ekočísla a pokrývnosť druhov indiferentných na teplo a vlhkosť. Ani v jednom prípade sa tento vplyv nepreukázal a preto je možné jednoduchým spôsobom testovať rozdiely (Studentov t test významnosti diferencie) skúmaných veličín vyplývajúce z vývoja fytoocenóz za 29-ročnú periódu.

Analýza zmien vo fytoocenologickej indikácii teplotných a vlhkosťných podmienok prostredia

Analýza vývoja ekočísel (Ellenberg et al. 1992) naznačuje, že dochádza k miernym zmenám v bylinných spoločenstvách v dôsledku meniacich sa ekologických podmienok. Na jednej strane ubúda teplomilných druhov, t.j. pokles ekočísel popisujúcich faktor teplo (obrázok 1A), na strane druhej pribúdajú druhy obľubujúce humídne stanovištia (obrázok 1B). Tento trend je možné pozorovať vo všetkých troch hodnotených sít. Výsledky analýzy korešponujú so všeobecne známymi poznatkami o tom, že s pribúdajúcou vlhkosťou klesá teplota. Pri druhoch indikujúcich teplo sa v sít FA vst tento výsledok potvrdil aj štatisticky s 95% spoľahlivosťou. Silnejšiu reakciu rastlinných druhov zaznamenávame pri hodnotení faktora vlhkosť, kde sme obdržali dva štatisticky signifikantné výsledky a to v sít Fap vst a AF.

Obr. 1: Priebeh a testovanie zmeny v hodnotách ekočísel charakterizujúcich reakciu bylinných druhov na teplo – *EKO_TE* (A) a vlhkosť – *EKO_VLH* (B) v závislosti od skupiny lesných typov

Fig. 1: Performance and statistical test of the change in eco-numbers (ELLENBERG et al. 1992) characterising the response of the plant species to thermal – *EKO_TE* (A) and humidity conditions – *EKO_VLH* (B) in each examined forest type group

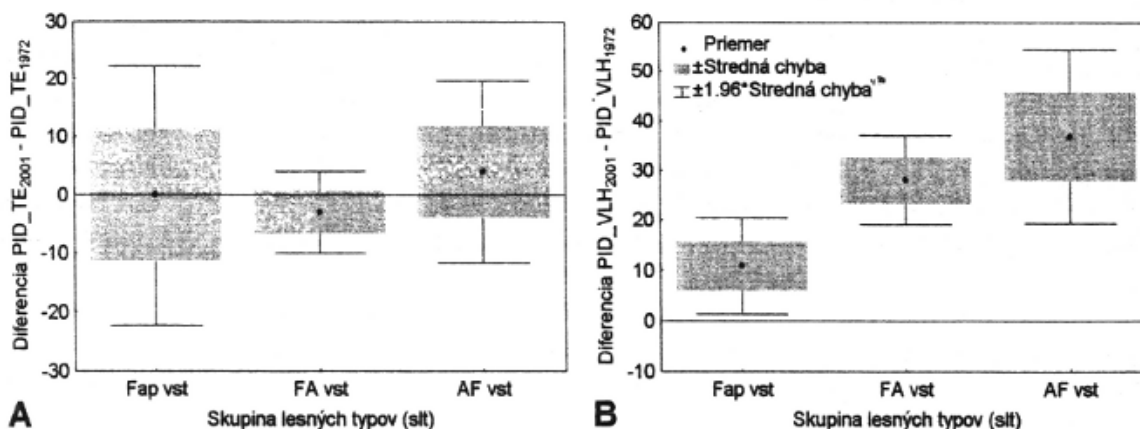


Zaujímavé poznatky priniesla aj ďalšia časť analýzy zameraná na zhodnotenie výskytu indiferentných druhov. Vzhľadom na teplo sa nezistila výrazná zmena pokryvnosti indiferentných druhov (obrázok 2A). V slt Fap vst sa pohybuje táto zmena okolo nuly, pričom je charakteristická veľmi vysokou variabilitou. V slt FA vst je náznak, že pokryvnosť indiferentných druhov v priemere ubudla a naopak v slt AF o niečo vzrástla. Ani jeden výsledok sa však nepotvrdil štatisticky.

Iná je situácia pri hodnotení zmeny v pokryvnosti indiferentných druhov s ohľadom na vlhkosť (obrázok 2B). Vo všetkých troch slt ich pokryvnosť výrazne stúpla, čo sa potvrdilo aj štatisticky na 95% spoľahlivosti. Rastúci trend v ich pokryvnosti môže indikovať to, že dochádza k pomerne častým výkyvom podmienok prostredia. V takýchto podmienkach ubúdajú druhy špecificky viazané na konkrétne podmienky, resp. klesá ich pokryvnosť, čím sa zákonite uvoľňuje priestor druhom so širokou ekologickou valenciou životaschopnosti. Nárast pokryvnosti takýchto druhov môže mať za dôsledok, že v budúcnosti bude problematické klasifikovať podmienky prostredia na základe fytoindikátorov.

Obr. 2: Priebeh a testovanie zmeny v pokryvnosti indiferentných druhov vzhľadom na teplo – *PID_TE* (A) a vlhkosť – *PID_VLH* (B) v závislosti od skupiny lesných typov

Fig. 2: Performance and statistical test of the change in coverage of the plant species that are indifferent to thermal – *PID_TE* (A) and humidity conditions – *PID_VLH* (B) in each examined forest type group



Analýza zmeny v druhovej bohatosti lesných fytoocenóz

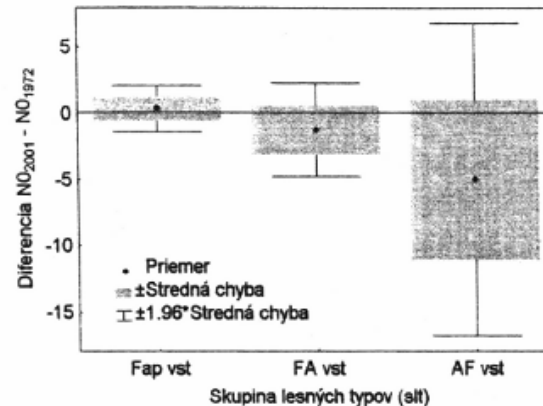
Ako už bolo uvedené, druhová bohatosť je hodnotená tromi indexami druhovej bohatosti *N0*, *R1* a *R2*. Z analýzy vyplýva, že k najväčšej zmene v počte druhov došlo za sledované obdobie 29 rokov v slt AF (obrázok 3). Táto zmena predstavuje v priemere o -5 druhov nižšiu početnosť v roku 2001 ako v roku 1972. V slt FA vst má táto zmena priemernú hodnotu -1.3 druhu. Najnižšiu zmenu sme zaznamenali v treťom hodnotenom slt Fap vst s priemernou hodnotou +0.3 druhu. Jedine v tomto slt došlo k zvýšeniu počtu druhov za sledované obdobie. Vo všeobecnosti je potrebné poznamenať, že ani jedna diferenciacia sa však nepreukázala štatisticky významne.

Pri hodnotení druhovej bohatosti s ohľadom na rozsah pokryvnosti bylinného krytu (zohľadnenie veľkosti populácie), pričom podmienka rovnakej výmery fytoecologickej plochy je splnená, zisťujeme, že za sledované obdobie došlo k poklesu v druhovej diverzite vo všetkých hodnotených slt. Odrážajú to hodnoty indexov *R1* aj *R2* (obrázok 4A a 4B). Rozdiel v interpretácii týchto indexov spočíva v tom, že index *R1* silnejšie reaguje na plochy

s nižšími celkovými pokryvnosťami ako index $R2$ (Merganič 2001). Pri indexe $R1$ je zmena v druhovej bohatosti v slt Fap vst dokonca na hranici štatistickej významnosti a pri indexe $R2$ v tejto slt ide už o štatisticky významnú zmenu potvrdenú na 95% spoľahlivosti.

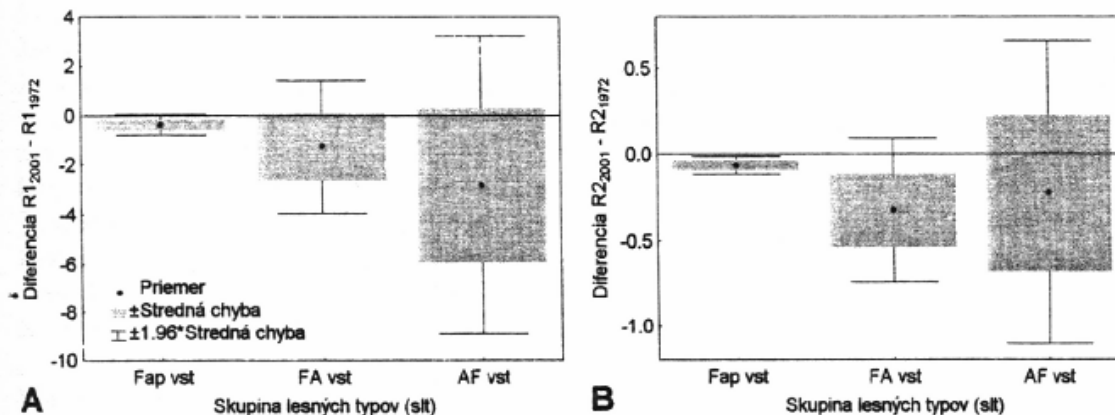
Obr. 3: Priebeh a testovanie zmeny druhovej bohatosti kvantifikovanej indexom $N0$ v závislosti od skupiny lesných typov

Fig. 3: Performance and statistical test of the change in species richness characterised by the index $N0$ in each examined forest type group



Obr. 4: Priebeh a testovanie zmeny v druhovej bohatosti kvantifikovanej indexom $R1$ (A) a $R2$ (B) v závislosti od skupiny lesných typov

Fig. 4: Performance and statistical test of the change in species richness characterised by the index $R1$ (A) and $R2$ (B) in each examined forest type group



Záverečná časť analýzy je zameraná na to, ako vyššie uvedené faktory prostredia indikované lesnou fytocenózou ovplyvňujú druhovú bohatosť. Je založená na jednoduchšej korelačnej a viacnásobnej regresnej analýze. Z výsledkov uvedených v tabuľke 1 vyplýva, že medzi zmenou v druhovej bohatosti a zmenou v pokryvnosti druhov indiferentných na teplo a vlhkosť existuje štatisticky významný vzťah. Obrázok 5 prezentuje ukážku vzťahu medzi diferenciami v absolútnom počte druhov (index $N0$) a diferenciami v pokryvnosti druhov indiferentných na vlhkosť.

Dotatočnou viacrozmernou regresnou analýzou však zisťujeme, že zmenu v druhovej bohatosti štatisticky významne ovplyvňuje iba zmena v pokryvnosti druhov indiferentných

na vlhkosť, ktorá v sebe pravdepodobne integruje aj zmeny vyplývajúce z reakcie lesnej fytoocenózy na zmeny v teplotných podmienkach.

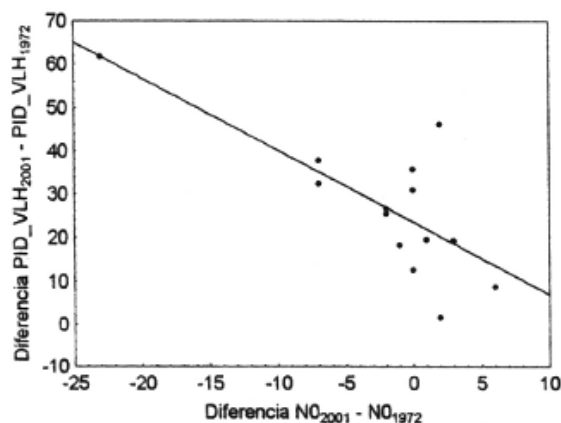
Tab. 1: Korelačná analýza vzťahu medzi zmenou druhovej bohatosti a zmenou pokryvnosti bylinného krytu indikujúceho teplotné a vlhkosťné podmienky prostredia (*95% a **99% hladina spoľahlivosti)

Tab. 1: Correlation analysis of the relationship between the changes in species richness and the changes in the coverage of plant species indicating thermal and humidity site conditions (significant relationships at *95% and **99% significance level)

Index	Ekologický faktor			
	Teplota		Vlhkosť	
	Pokryvnosť indiferentných druhov	Ekohodnota	Pokryvnosť indiferentných druhov	Ekohodnota
Korelačný koeficient (R_{xy})				
<i>NO</i>	-0.6921 **	0.1699	-0.7428 **	-0.4084
<i>R2</i>	-0.6311 *	0.1845	-0.5337 *	-0.4887
<i>R1</i>	-0.7168 **	0.0311	-0.6697 **	-0.4248

Obr. 5: Vzťah medzi diferenciami v absolútnom počte druhov (index *NO*) a diferenciami v pokryvnosti indiferentných druhov na vlhkosť.

Fig. 5: Relationship between the differences in absolute number of species (index *NO*) and the differences in the coverage of the species indifferent to humidity



4. Záver

V predkladanej práci je analyzovaný vzťah medzi zmenou druhovej bohatosti lesných fytoocenóz 6. lesného vegetačného stupňa a zmenou pokryvnosti bylinného krytu reagujúceho na teplotné a vlhkosťné podmienky za 29-ročnú periódu. Empirický materiál predstavuje 14 výskumných plôch založených v roku 1972 za účelom celonárodného typologického prieskumu. Plochy reprezentujú tri skupiny lesných typov a to *Fagetum-abietino-piceosum*, *Abieto-Fagetum* a *Fageto-Abietum*.

Z dosiahnutých výsledkov vyplýva, že v uvedených skupinách lesných typov dochádza k poklesu druhovej bohatosti, čo korešponduje so štatisticky preukázateľným

nárastom v pokryvnosti indiferentných druhov. Tento poznatok naznačuje, že globálne klimatické zmeny ovplyvňujú aj vývoj v lesných fytoocenózach. Rastúci trend v pokryvnosti indiferentných druhov môže indikovať to, že dochádza k pomerne častým výkyvom podmienok prostredia. V takýchto podmienkach ubúdajú druhy špecificky viazané na konkrétne podmienky, resp. klesá ich pokryvnosť, čím sa zákonite uvoľňuje priestor druhom so širokou ekologickou valenciou životaschopnosti. Nárast pokryvnosti takýchto druhov nesie so sebou aj riziko pre hospodársku úpravu lesov, pretože v budúcnosti bude problematické klasifikovať podmienky prostredia na základe fytoindikátorov. Tento predpoklad je však potrebné preveriť podrobnejšou analýzou zmien prítomnosti a zastúpenia diferenciálnych druhov, ktoré sú typickými predstaviteľmi konkrétnych súborov lesných typov.

PodĎakovanie

Práca vznikla v rámci riešenia projektu „Vplyv globálnej klimatickej zmeny na lesy Slovenska“.

Literatúra

- Ambros, Z., Grék, J., Míchal, J.** 1995: Analýza zmien vegetace v biosférické rezervaci Pořana, Lesnictví - Forestry, 41 (8): 379-388
- Ambros, Z., Míchal, J.** 1992: Phytoindication of changes in natural forests the Moravian - Silesian Beskids in the course of the years 1952-1986. *Ekologia (ČSFR)*, 4: 355-367.
- Ellenberg, H., Weber, H.E., Düll, R., Wirth, V., Werner, W., Paulissen, D.** 1992: Indicator values of plants in central Europe. *Scripta geobotanica*, Verlag E. Goltze KG, Göttingen, 258 pp.
- Falkengren-Grerup, U.** 1989: Soil acidification and its impact on ground vegetation. *Ambio*, 18 (3): 179-183.
- Hančinský, L.** 1972: Lesné typy Slovenska. *Príroda*, Bratislava 307 s.
- Hill, M.O.** 1973: Diversity and Evenness: a unifying notation and its consequences. *Ecology* 54/2: 427-432
- Jankovič, J., Longaver, R., Pacalaj, M., Krajmerová, D., Paule, L., Gömöry, D., Ištoňa, J., Čaboun, V., Vladovič, J., Šomšák, L., Križová, E., Ujházy, K., Cibul'a, R.** 1999: Hodnotenie stavu biodiverzity lesov. Záverečná správa čiastkového vedecko-technického projektu, LVU Zvolen, 153 s.
- Križová, E.** 1994: Odras zmenených ekologických podmienok v zložení a produkcii lesných fytoocenóz ŠPR "Pod Latiborskou hoľou". *Acta Facultatis Forestalis, Zvolen*, 36: 63-73.
- Križová, E.** 1996: Dynamika lesných fytoocenóz v zmenených ekologických podmienkach. *Vedecké štúdie 14/1996/A. TU vo Zvolene*, 52 s.
- Križová, E., Nič, J.** 1997: Fytoocenológia a lesnícka typológia. *Návody na cvičenia. TU Zvolen*, 106 s.
- Margalef, R.** 1958: Information theory in ecology. *General Systematics* 3: 36-71
- Menhinick, C.F.** 1964: A comparison of some species – individuals diversity indices applied to samples of field insects. *Ecology* 45: 859-861
- Merganič, J.** 2001: Regionálna inventarizácia lesa s dôrazom na kvantifikáciu biodiverzity. *Dizertačná práca. TU vo Zvolene*, 176 s.
- Nič, J.** 1995: Zmeny ekologických podmienok a faktorov vo vrcholových smrečinách na Pořane. *Acta Facultatis Forestalis, Zvolen*, 37: 31-38.
- Nič, J.** 1999: Dynamika lesných fytoocenóz 7, lesného vegetačného stupňa v zmenených ekologických podmienkach. *Habilitačná práca, TU vo Zvolene, LF*, 89 s.
- Pavlenďa, P., Ištoňa, J.** 2000: (in Moravčík, M.: Výskum metód obhospodarovania horských lesov na princípe trvalo udržateľného rozvoja. *Priebežná správa. LVÚ Zvolen*), s. 5-9.

- Thimonier, A., Dupouey, J.L., Timbal, J.** 1992: Floristic changes in the herb-layer vegetation of a deciduous forest in the Lorraine plain under the influence of atmospheric deposition. INRA-CRF, Laboratoire de Phytoecologie
- Tyler, G.** 1987: Probable effects of soil acidification and nitrogen deposition on the floristic composition of oak (*Quercus robur* L.) forest. *Flora*, 179: 165-170
- Vološčuk, I.** 2001: Dynamika sukcesných a vývojových štádií bylinnej vrstvy lesných ekosystémov. In : Zborník referátov z medzinárodného seminára „Ekológia a produktivita bylinnej vrstvy lesných ekosystémov“ usporiadaného 13.-15.11. 2001 vo Východnej. ÚKE SAV a SES pri SAV, Bratislava, s. 82-87.
- Zlatník, A.** 1959: Přehled slovenských lesů podle skupin lesních typů. Spisy Vědecké laboratoře biogeocenologie a typologie lesa. LF-VŠZ Brno, č. 3: 178 s.
- Zlatník, A.** 1976: Lesnická fytoecologie. Státní zemědělské nakladatelství Praha, 495 s.

Adresa autorov:

Ing. Ján Merganič, PhD., Ing. Jozef Ištoňa, Lesnícky výskumný ústav, T. G. Masaryka 22, SK-960 92 Zvolen, Slovensko, E-mail: merganic@fris.sk, E-mail: istona@fris.sk
