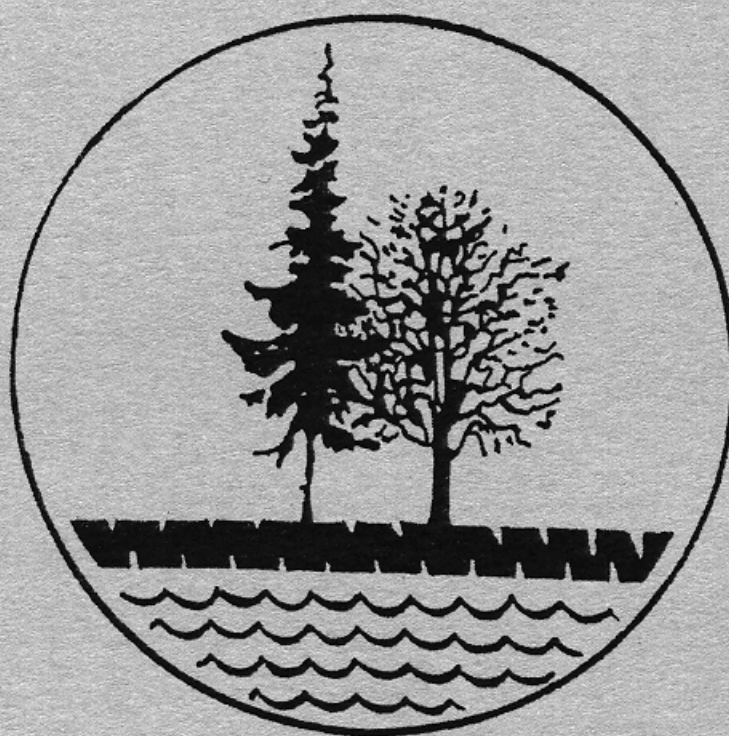


Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně
Lesnická a dřevařská fakulta

Beskydy

The Beskids Bulletin



18 * 2005

REAKCIA DRUHOVEJ BOHATOSTI A POKRYVNOSTI LESNÝCH FYTOCENÓZ NA ZMENU EDAFICKO-KLIMATICKÝCH PODMIENOK V SMREČINÁCH 6. VEGETAČNÉHO STUPŇA STREDNÝCH BESKÝD

J. Merganič, J. Ištoňa, K. Merganičová

Abstract

¹Merganič, J., ²Ištoňa, J., Merganičová, K. (¹FORIM – Forest research, inventory and monitoring, kpt. Nálepku 277/11, SK-073 01 Sobrance, Slovak Republic, ²Forest Research Institute, Department of ecology and biodiversity of forest ecosystems, T. G. Masaryka 22, SK-960 92 Zvolen, Slovak Republic), *Response of biodiversity and coverage of plant communities to changes of edaphic and climatic conditions in spruce forests of 6th altitudinal vegetation zone in the Central Beskids*, Beskydy, 2005 (18): 111-118

The presented work analyses the relationship between the changes in species richness of plant communities in spruce forests situated in 6th altitudinal vegetation zone over a period of 29 years and the corresponding temporal change in the coverage of the plant species that are sensitive to edaphic and climatic conditions. For the analysis 14 sample plots were used. The sample plots were established in 1972, and re-measured in 2001. They represent three different forest type groups: *Fagetum-abietino-piceosum*, *Abieto-Fagetum* a *Fageto-Abietum*. The results show that in the analysed forest type groups species richness is declining. The environment acidification was found to be the main factor causing this decline. The other analysed factors, i.e. temperature, humidity and continentality, have a significant positive effect on the coverage of the species that are indifferent to these factors. The increase of the coverage of the indifferent species can be induced by frequent changes of environment conditions due to the global climatic changes. In future, the expansion of such species may cause problems in the classification of site conditions based on phytocenological surveys.

Keywords: species richness, moisture, temperature, light, continentality, soil reaction, nitrogen, forest plant community, climate change, Ellenberg ecovalues

1. Úvod

V posledných desaťročiach došlo pod vplyvom zložitého synergicky pôsobiaceho komplexu človekom podmienených faktorov k veľmi výraznému ovplyvneniu životného prostredia na celej Zemi. Táto situácia podmienila rozvoj metód kvantifikácie a analýzy týchto zmien, ich možných príčin a sa stala predmetom mnohých prác. V minulom ročníku „Beskydy 2004“ sme oboznámili vedeckú verejnosť s prácou, ktorej predmetom bola analýza reakcie druhovej bohatosti a pokryvnosti na zmenu vlhkostných a teplotných podmienok. V tomto ročníku si kladieme za povinnosť dokončiť uvedenú analýzu v širšom, ale komplexnejšom kontexte. Vzhľadom k tomu zaberajú v predkladanej práci kapitoly výsledky a diskusia väčší priestor, kým v úvodných kapitolách podávame len stručnú informáciu.

Cieľom práce je analýza zmeny druhovej bohatosti bylinnej synúzie lesných fytoocenóz za 29-ročnú periódu. Zmena v druhovej bohatosti sa posudzuje vzhľadom ku zmene výskytu fytoindikátorov reagujúcich na pH, kontinentalitu, svetlo a dusík, ale aj vzhľadom na zmenu v pokryvnosti druhov indiferentných voči týmto ekologickým faktorom. Záverečným čiastkovým cieľom je súborná analýza reakcie zmeny druhovej bohatosti na vplyv komplexu

6 ekofaktorov, t.j. vlhkosť, teplota, pH, kontinentalita, svetlo a dusík definovaných podľa ELLENBERGA et al. (1992).

2. Empirický materiál a metodika

Predmetom analýzy je 14 výskumných plôch založených v roku 1972 reprezentujúcich tri trofické rady, t.j. rad A so skupinou lesných typov (slt) *Fagetum-abietino-piceosum* (Fap), rad B so slt *Abieto-Fagetum* (AF) a medzirad A/B zastupuje hlavne slt *Fageto-Abietum* (FA) (Zlatník 1956, 1976, Hančinský 1972). Bližší popis je uvedený v Merganič, Ištoňa (2004).

2.1 Kvantifikácia druhovej bohatosti

Druhovú bohatosť bola kvantifikovaná tromi indexami, t.j. indexom *N0* (Hill 1973), *R1* (Margalef 1958) a *R2* (Menhinick 1964). Bližší popis je uvedený v Merganič, Ištoňa (2004).

2.2 Kvantifikácia ekologickej indikácie faktorov prostredia bylinnými druhmi

Hodnotenie zmien prostredia pomocou ekologickej analýzy spočíva v kvantifikácii ekočísela pre každý rastlinný druh vzhľadom na ekologický faktor definovaný podľa Ellenberga et al. (1992). Bližší popis je uvedený v Merganič, Ištoňa (2004).

3. Výsledky a diskusia

3.1 Analýza zmien vo fytoecologickej indikácii podmienok prostredia – pH reakcia

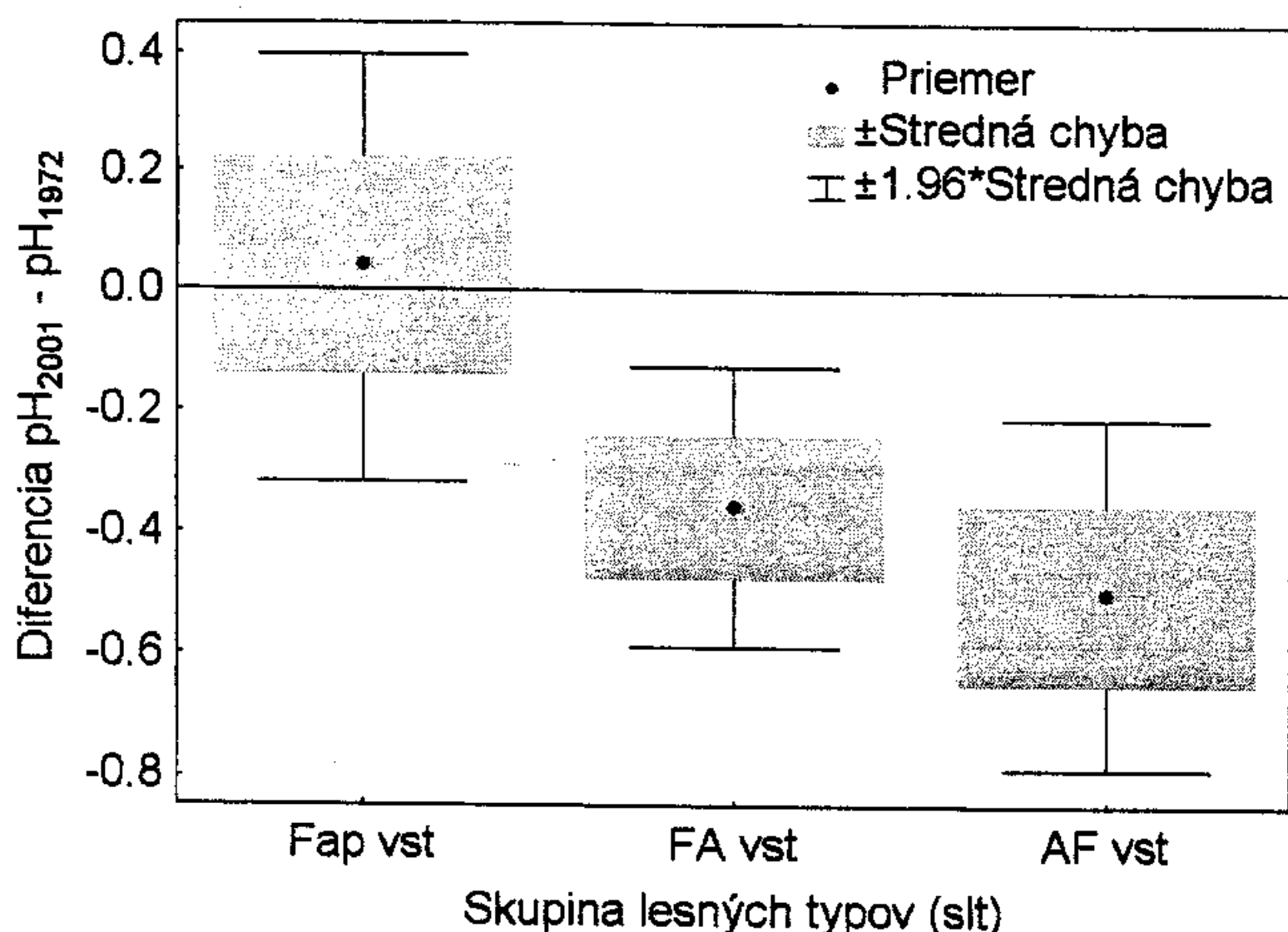
Úvodná analýza, ktorá čiastočne siaha nad rámec fytoindikačných analýz, je zameraná na zmenu v reakcii (pH) vrchnej vrstvy pôdy. Slúži pre porovnanie priebehu hodnôt charakterizujúcich reakciu fytoindikátorov (priemerná hodnota ekočísela) na zmenu veličiny, ktorá je predmetom fytoindikácie (priemerná hodnota pH). Z porovnania obrázkov 1 a 2A môžeme vidieť, že ich zmeny sú identické. Z obrázku 1 vyplýva, že za 29-ročnú periódu došlo v prechodnom trofickom rade (A/B) a v živnom rade (B) k štatisticky signifikantnému zakysleniu. Na túto skutočnosť reagovali aj fytoindikátory kyslosti a v FA vst a AF vst (obrázok 2A) zaznamenávame štatisticky preukázateľnú zmenu v priemerných hodnotách ekočísela. Z obrázku 2B, kde je znázornený priebeh priemerných diferencií v pokryvnosti indiferentných druhov, je vidieť takmer opačnú reakciu. Pokryvnosť týchto druhov v Fap vst klesá, kým v FA vst a AF vst stúpa. V dvoch prípadoch (Fap vst, AF vst) ide o výsledok štatisticky signifikantný na 68% spoľahlivosti. Štatisticky signifikantné zakyslenie v živnejších trofických radoch sa prejavilo zvýšenou pokryvnosťou druhov indiferentných k pH. V kyslom rade sa dominancia fytoindikátorov kyslosti ešte viac zvýraznila.

3.2 Kontinentalita

Toto ekočíslo vyjadruje reakciu rastlinných druhov na rozdiely v teplote a vzdušnej vlhkosti počas dňa a roka. Z obrázku 3A vyplýva, že v živnejších radoch došlo k štatisticky signifikantnému zvýšeniu priemeru ekohodnoty tohto faktora, t.j. zvýšil sa výskyt a pokryvnosť druhov znášajúcich kontinentálnejšiu klímu. Pri pohľade na pokryvnosť indiferentných druhov (obrázok 3B) k tomuto faktoru sme medzi hodnotenými obdobiami nezaznamenali výraznejšie rozdiely, čo je možné potvrdiť s 95% pravdepodobnosťou.

Obr. 1: Priebeh a testovanie zmeny priemerných pH hodnôt v závislosti od skupiny lesných typov

Fig. 1: Performance and statistical test of the change of average pH values in each examined forest type group



3.3 Svetlo

Ďalšie ekočíslo charakterizuje intenzitu osvetlenia, ktorá je pre rastliny počas vegetačného obdobia optimálna. Pri pohľade na zmenu hodnôt priemerných ekočísel (obrázok 4A) zisťujeme v živnejších radoch štatisticky silný (na 95% spoľahlivosti) kladný posun. V kyslom rade sa táto tendencia taktiež potvrdila, aj keď s nižšou pravdepodobnosťou (68%). Prezentované diferencie dokazujú zvýšenie prítomnosti druhov s vyššími nárokmi na svetlo. Jednou z možných analyzovaných príčin bola zmena v zakmenení (redukcia zápoja so zvyšujúcim sa vekom), ale vzťah k tejto zmene sa štatisticky nepotvrdil. Ide však o malý rozsah súboru, ktorý mohol spôsobiť nesignifikantnosť tohto výsledku.

Ako vidieť na obrázku 4B, druhov indiferentných k svetlu naopak ubudlo, resp. ich pokryvnosť sa znížila. Tento jav sa potvrdil vo všetkých troch hodnotených slt štatisticky signifikantne, aj keď pri rozdielnej spoľahlivosti (v Fap vst, FA vst na 68% a v AF vst na 95%). Pokles pokryvnosti indiferentných druhov logicky súvisí so zvýšeným výskytom svetlomilných druhov, čo dokumentujú zmeny priemerných ekočísel (obrázok 4A).

3.4 Dusík

Ekočíslo charakterizuje nároky druhov na dusík a vyjadruje závislosť ich výskytu od zásoby minerálneho dusíka v pôde počas vegetačnej doby. Priebeh priemerných diferencií ekočísel (obrázok 5A) má veľmi podobnú tendenciu ako priebeh diferencií pri analýze zaoberajúcou sa pH reakciou. V živnejších radoch (A/B, B), teda v FA vst a AF vst došlo k výraznej zápornej štatisticky signifikantnej zmene. Súvisí to s poklesom pH, čím dochádza k spomaleniu humifikačných procesov a mineralizácie dusíka, a tým k obmedzeniu jeho prístupnosti pre rastliny. Správanie sa pokryvnosti indiferentných druhov ukazuje (obrázok 5B), že v slt Fap vst (rad A) sa vplyvom nezmenenej reakcie pH ich pokryvnosť

veľmi nemení resp. je tu tendencia k ich poklesu. V prechodnom rade A/B (FA vst) a živnom rade B (AF vst) je naopak náznak k zvýšeniu ich pokrývnosti.

Tab. 1: Viacnásobná regresná analýza vplyvu šiestich ekofaktorov (*pH* – reakcia *pH*, *SV* – svetlo, *N* – dusík, *TE* – teplota, *VLH* – vlhkosť, *KO* – kontinentalita) kvantifikovaná ekočísлами (*EKO*) podľa ELLENBERGA et al. (1992) na reakciu druhovej bohatosti – index *N0* (*95% a **99% hladina spoľahlivosti)

Tab. 1: Multiple regression analysis of the influence of six ecofactors (*pH* value, light, nitrogen, temperature, humidity, continentality) quantified with ecovalues by ELLENBERG et al. (1992) on species richness (¹Ecofactor, ²Standardised regression coefficient, ³Partial correlation, ⁴Regression coefficient, ⁵Standard error of regression coefficient, ⁶Student's *t* value, ⁷Intercept, significant relationships at *95% and **99% significance level)

¹ Ekofaktor	² Štandardizovaný regresný koeficient	³ Parciálny korelačný koeficient	⁴ Regresný koeficient (<i>b</i>)	⁵ Stredná chyba <i>a, b</i> koeficienta	⁶ Studentova <i>t</i> štatistika
EKO_pH	1.081710	0.776185	10.04104	2.459268	4.082937 **
EKO_SV	0.593725	0.559869	4.79157	2.138112	2.241030 *
EKO_N	0.164031	0.213583			0.691360
EKO_TE	-0.110922	-0.149162			-0.477028
EKO_VLH	-0.094270	-0.113918			-0.362601
EKO_KO	-0.103992	-0.100703			-0.320077
⁷ Absolútny koeficient (<i>a</i>)			1.57829	2.191272	0.720263

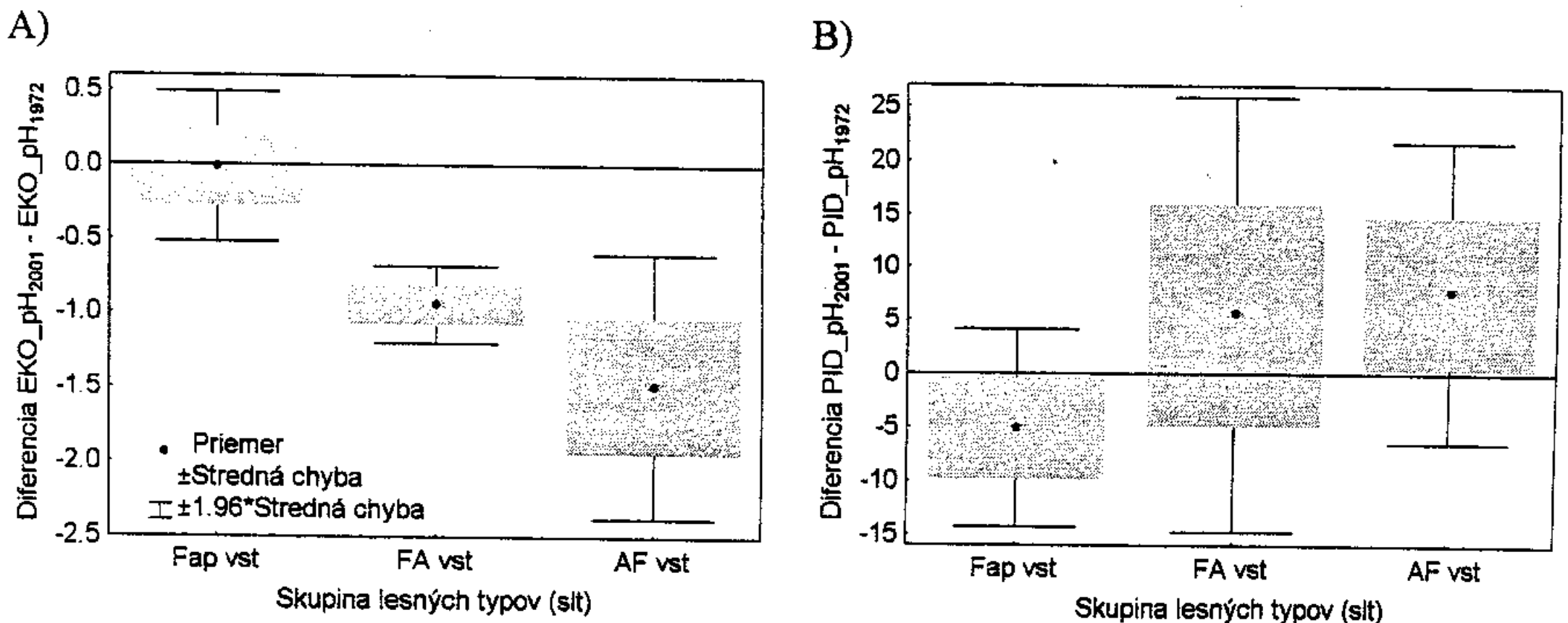
Tab. 2: Viacnásobná regresná analýza vplyvu šiestich ekofaktorov (*pH* – reakcia *pH*, *SV* – svetlo, *N* – dusík, *TE* – teplota, *VLH* – vlhkosť, *KO* – kontinentalita) kvantifikovaná pokrývnosťou indiferentných druhov (*PID*) na reakciu druhovej bohatosti – index *N0* (*95% a **99% hladina spoľahlivosti)

Tab. 2: Multiple regression analysis of the influence of six ecofactors (*pH* value, light, nitrogen, temperature, humidity, continentality) quantified with the coverage of indifferent plant species (¹Ecofactor, ²Standardised regression coefficient, ³Partial correlation, ⁴Regression coefficient, ⁵Standard error of regression coefficient, ⁶Student's *t* value, ⁷Intercept, significant relationships at *95% and **99% significance level)

¹ Ekofaktor	² Štandardizovaný regresný koeficient	³ Parciálny korelačný koeficient	⁴ Regresný koeficient (<i>b</i>)	⁵ Stredná chyba <i>a, b</i> koeficienta	⁶ Studentova <i>t</i> štatistika
PID_pH	0.411230	0.722187	0.138289	0.044150	3.13224 *
PID_TE	-0.426089	-0.674071	-0.228976	0.083639	-2.73765 *
PID_KO	-0.374875	-0.649277	-0.404109	0.157789	-2.56107 *
PID_VLH	-0.381895	-0.606905	-0.170640	0.074487	-2.29086 *
PID_SV	0.128597	0.315420			0.940135
PID_N	-0.097409	-0.180269			-0.518369
⁷ Absolútny koeficient (<i>a</i>)			2.667358	2.116314	1.26038

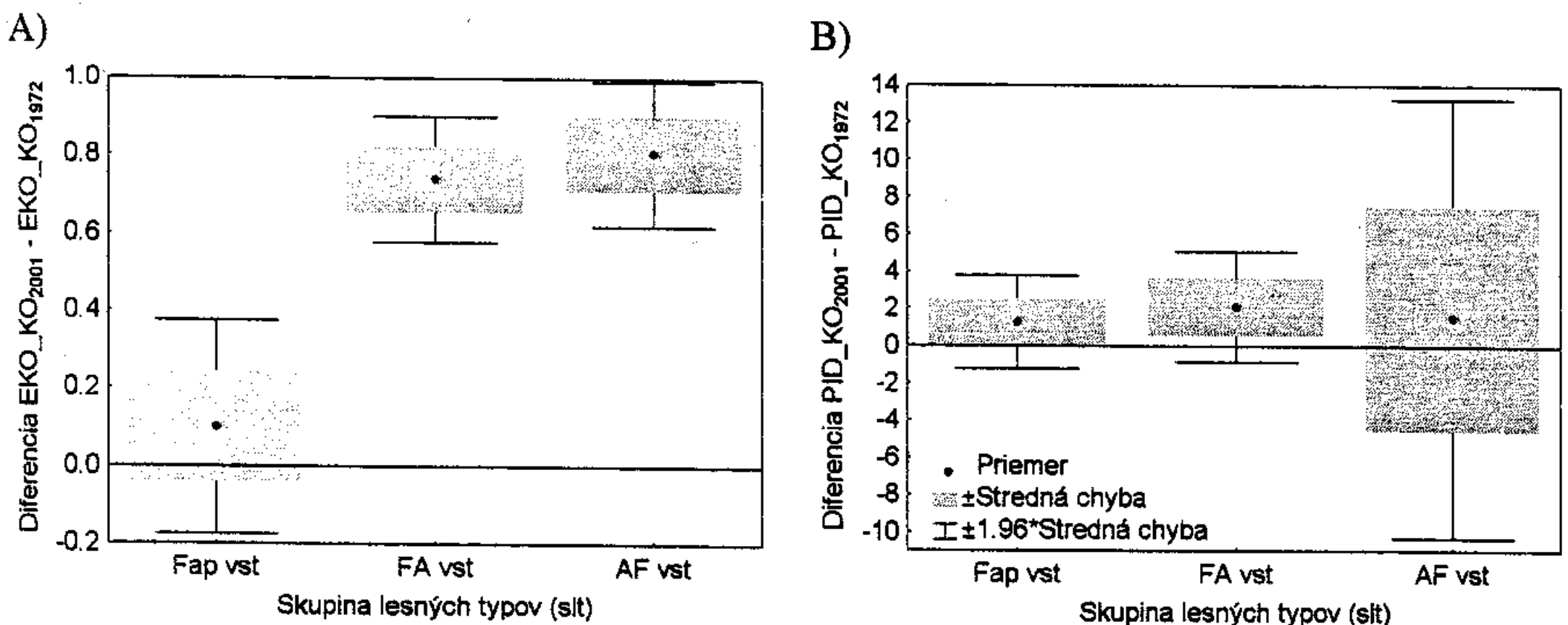
Obr. 2: Priebeh a testovanie zmeny v hodnotách ekočísel charakterizujúcich reakciu bylinných druhov na reakciu pH – *EKO_pH* (A) a priebeh a testovanie zmeny v pokryvnosti indiferentných druhov vzhľadom na reakciu pH – *PID_pH* (B) v závislosti od skupiny lesných typov

Fig. 2: Performance and statistical test of the change in the ecovalues (ELLENBERG et al. 1992) characterising the response of the plant species to pH – *EKO_pH* (A) and performance and statistical test of the change in coverage of the plant species that indifferent to pH – *PID_pH* (B) in each examined forest type group



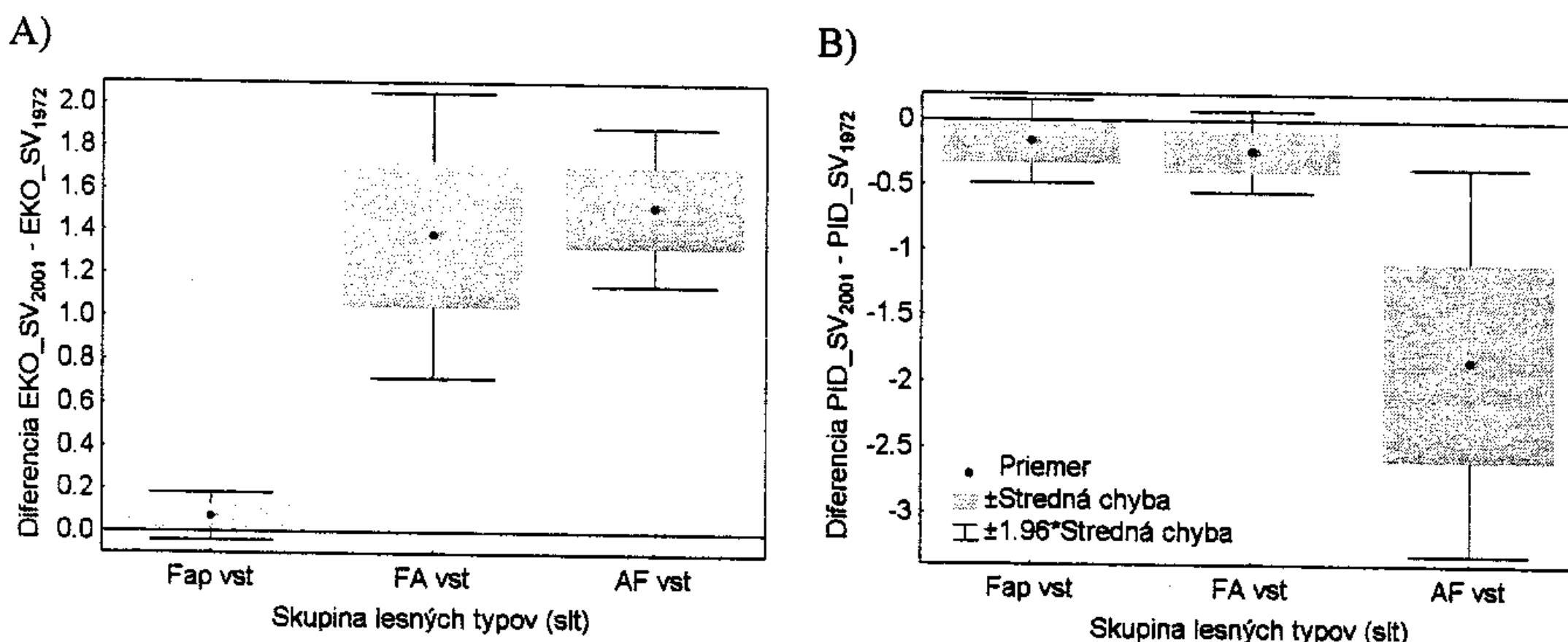
Obr. 3: Priebeh a testovanie zmeny v hodnotách ekočísel charakterizujúcich reakciu bylinných druhov na kontinentalitu – *EKO_KO* (A) a priebeh a testovanie zmeny v pokryvnosti indiferentných druhov vzhľadom na kontinentalitu – *PID_KO* (B) v závislosti od skupiny lesných typov

Fig. 3: Performance and statistical test of the change in the ecovalues (ELLENBERG et al. 1992) characterising the response of the plant species to continentality – *EKO_KO* (A) and performance and statistical test of the change in coverage of the plant species that are indifferent to continentality – *PID_KO* (B) in each examined forest type group



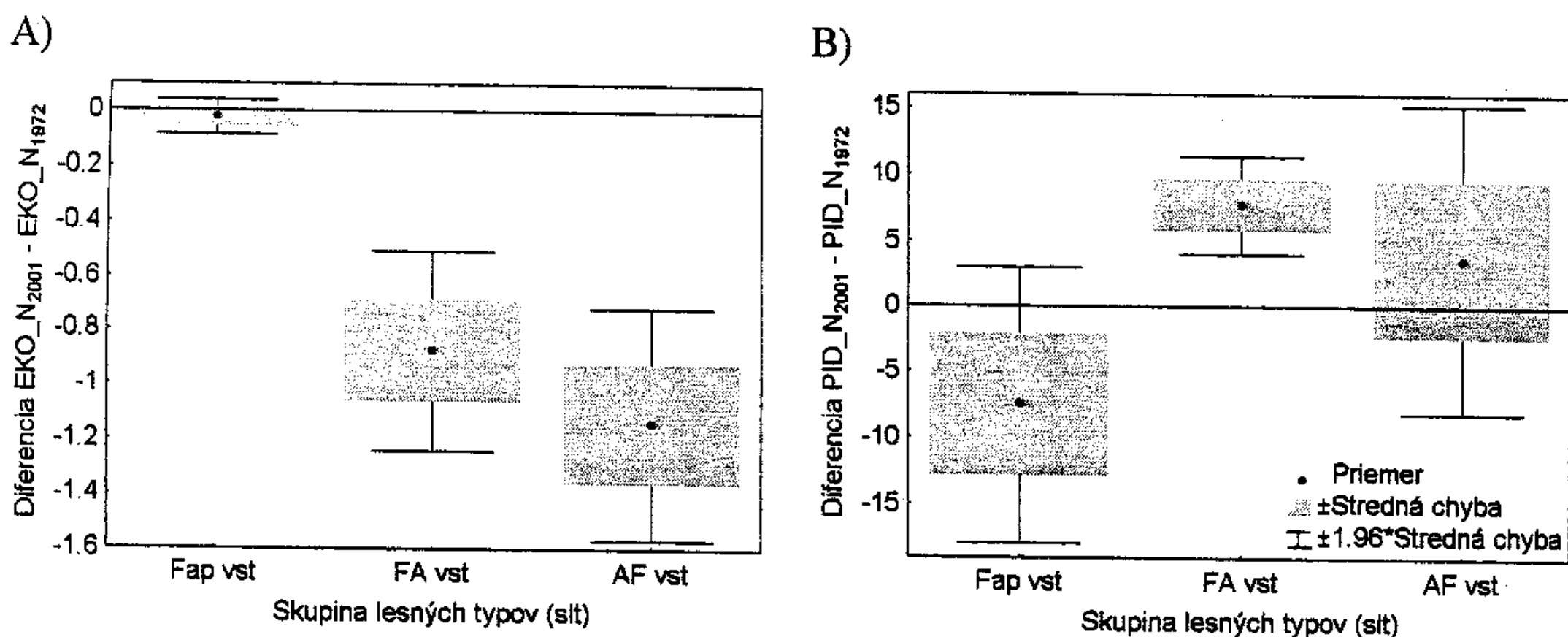
Obr. 4: Priebeh a testovanie zmeny v hodnotách ekočísel charakterizujúcich reakciu bylenných druhov na svetlo – *EKO_SV* (A) a priebeh a testovanie zmeny v pokryvnosti indiferentných druhov vzhľadom na svetlo – *PID_SV* (B) v závislosti od skupiny lesných typov

Fig. 4: Performance and statistical test of the change in the ecovalues (ELLENBERG et al. 1992) characterising the response of the plant species to light – *EKO_SV* (A) and performance and statistical test of the change in coverage of the plant species that are indifferent to light – *PID_SV* (B) in each examined forest type group



Obr. 5 Priebeh a testovanie zmeny v hodnotách ekočísel charakterizujúcich reakciu bylenných druhov na dusík – *EKO_N* (A) a priebeh a testovanie zmeny v pokryvnosti indiferentných druhov vzhľadom na dusík – *PID_N* (B) v závislosti od skupiny lesných typov

Fig. 5 Performance and statistical test of the change the in the ecovalues (ELLENBERG et al. 1992) characterising the response of the plant species to nitrogen – *EKO_N* (A) and performance and statistical test of the change in coverage of the plant species that are indifferent to nitrogen – *PID_N* (B) in each examined forest type group



3.5 Integrovaný vplyv skúmaných faktorov na druhovú bohatosť

Súborný vplyv hodnotených ekofaktorov na druhovú bohatosť ($N0$, $R1$, $R2$) sme testovali viacnásobnou regresnou analýzou samostatne prostredníctvom hodnôt ekočísel a pokryvnosti indiferentných druhov. Tento vzťah bol analyzovaný na všetkých plochách spolu bez ohľadu na skupiny lesných typov z dôvodu malého rozsahu dát. V tabuľke 1 uvádzame jej výsledky pre hodnoty ekočísel a vzhľadom k indexu $N0$. Z nej vyplýva, že najtesnejší vzťah k zmene v počte druhov (index $N0$) má ekofaktor pH. Svedčí o tom najvyššia hodnota Studentovej t štatistiky ako aj hodnota parciálneho koeficienta, ktorý udáva tesnosť korelácie medzi hodnotenými veličinami pri vylúčení vplyvu ostatných ekofaktorov. Druhým ekofaktorom, ktorý výrazne vplýva na zmenu v druhovej bohatosti, je ekofaktor svetlo. Jeho významnosť sa potvrdila s 95% pravdepodobnosťou. Ostatné ekofaktory vyšli z analýzy ako nevýznamné. Výsledky tejto analýzy potvrdzujú doteraz známe tendencie v zakysľovaní prostredia vplyvom jeho značného znečistenia.

Pri sledovaní vplyvu ekofaktorov na zmenu v druhovej bohatosti kvantifikovanú indexami $R1$ a $R2$ sme dospeli k obdobnému výsledku s tým rozdielom, že najvýznamnejším a jediným štatisticky vplyvným ekofaktorom bola reakcia pH.

Výsledky druhej časti súhrnnej analýzy zameranej na preukázanie vplyvu hodnotených ekofaktorov na druhovú bohatosť (index $N0$) prostredníctvom fytoindikácie zmien v pokryvnosti indiferentných druhov sú uvedené v tabuľke 2. Z nej vyplýva, že pokles druhovej bohatosti je spôsobený zvyšovaním pokryvnosti resp. výskytom druhov indiferentných voči štyrom ekofaktorom a to pH reakcii, teplote, kontinentalite a vlhkosti. Z nich najsilnejší vplyv má pokryvnosť druhov indiferentných voči pH reakcii.

Pri sledovaní vplyvu týchto ekofaktorov na reakciu druhovej bohatosti kvantifikovanú indexami $R1$ a $R2$ sa štatisticky signifikantne preukázal iba jediný ekofaktor a to teplota.

4. Záver

V predkladanej práci je analyzovaný vzťah medzi zmenou druhovej bohatosti lesných fytocenóz 6. lesného vegetačného stupňa a zmenou ekologických podmienok. Druhová bohatosť je kvantifikovaná tromi indexami $N0$ (Hill 1973), $R1$ (Margalef 1958) a $R2$ (Menhinick 1964). Zmena ekologických podmienok je stanovená fytoindikáciou druhov voči šiestim ekologickým faktorom (vlhkosť, teplota, pH reakcia, kontinentalita, svetlo a dusík) definovaným podľa Ellenberga et al. (1992) za 29-ročnú periódu. Empirický materiál predstavuje 14 výskumných plôch z oblasti Stredných Beskýd 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 došlo za uvedenú periódu k poklesu druhovej bohatosti. Za najväznejší faktor môžeme považovať zakysľovanie prostredia pravdepodobne spôsobené znečistením ovzdušia. Ďalšími významnými faktormi, ktoré ovplyvňujú druhovú bohatosť hodnotených lokalít, sú teplota, vlhkosť a kontinentalita. Uvedené ekofaktory štatisticky preukázateľne spôsobujú nárast v pokryvnosti druhov indiferentných k daným ekofaktorom. Rastúci trend v pokryvnosti indiferentných druhov môže indikovať to, že dochádza k pomerne častým výkyvom podmienok prostredia, čo úzko súvisí v súčasnosti s veľmi frekventovaným javom globálnych klimatických zmien. V takýchto podmienkach ubúdajú druhy špecificky viazané na konkrétne podmienky, resp. klesá ich pokryvnosť, čím sa zákonite uvoľňuje priestor druhom so širokou ekologickou valenciou. Výskyt a rozširovanie sa takýchto druhov môže v budúcnosti spôsobiť problémy typológii pri klasifikácii podmienok prostredia, avšak túto hypotézu je potrebné preveriť podrobnejšou analýzou na rozsiahlejšom empirickom materiáli.

Pod'akovanie

Táto práca bola podporovaná Agentúrou na podporu vedy a techniky na základe Zmluvy č. APVT- 27-009304.

This work was supported by Science and Technology Assistance Agency under the contract No. APVT-27-009304.

Literatúra

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.

Hančinský, L. 1972: Lesné typy Slovenska. *Príroda*, Bratislava 307 pp.

Hill, M.O. 1973: Diversity and Evenness: a unifying notation and its consequences. *Ecology* 54/2: 427-432.

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., Ištoňa, J. 2004: Reakcia druhovej bohatosti a pokryvnosti lesných fytoocenóz na zmenu vlhkostných a teplotných podmienok v smrečinách 6. vegetačného stupňa stredných Beskýd. *Beskydy*, 17, MZLU Brno, p. 65-72

Zlatník, A. 1959: Přehled slovenských lesů podle skupin lesních typů. *Spisy Vědecké laboratoře biogeocenologie a typologie lesa*. LF-VŠZ Brno, 3: 178.

Zlatník, A. 1976: Lesnická fytoocenologie. SZN Praha, 495 pp.

Adresy autorov:

Ing. Ján Merganič, PhD. – FORIM, Výskum, inventarizácia a monitoring lesných ekosystémov, Kpt. Nálepku 277/11, SK-073 01 Sobrance, Slovensko, E-mail: j.merganic@stonline.sk

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

Dr. Ing. Katarína Merganičová, Kpt. Nálepku 277/11, SK-073 01 Sobrance, Slovensko
