

PRÍSPEVOK K POZNANIU VZŤAHOV ŠTRUKTURÁLNEJ DIVERZITY STROMOVEJ A BYLINNEJ ZLOŽKY LESNÝCH EKOSYSTÉMOV

CONTRIBUTION TO THE KNOWLEDGE OF THE RELATIONS BETWEEN STRUCTURAL DIVERSITY OF THE TREE AND THE HERB LAYER OF THE FOREST ECOSYSTEMS

Michal Bošľa – Jozef Vladovič – Ján Merganič

Abstract

This paper examines the influence of tree layer and ecological factors to the change of herb layer diversity. The herb layer diversity was quantified by two diversity indices: Shannon index and E5 index characterizing equitability of herb species.

The analysis revealed that the stand age and the amount of soil nutrients have a significant influence on the diversity of herb layer, which can be explained by the species composition in plant community and ecological amplitude of species.

To a certain extent we can state that the richness of nutrients in soil and the age structure of tree stand have the highest influence on the equitability of the herb species.

Key words: structural diversity, species diversity index, species equitability index, tree layer, herb layer

ÚVOD A PROBLEMATIKA

Problematikou biologickej rozmanitosti (biodiverzity) sa začal výskum zaoberať v 20. storočí v súvislosti s intenzívnou činnosťou človeka a s tým spojenou zmenou štrukturálneho a druhového zloženia a fungovania lesných ekosystémov. Najmä v poslednom období sa termín biodiverzita stáva veľmi frekvencovaným v globálnom meradle. Za prelomový možno označiť rok 1992, kedy bol v rámci Konferencie OSN o životnom prostredí v Rio de Janeiro prijatý Dohovor o biologickej diverzite, Lesné princípy a Lesnícka kapitola Agendy 21. Potreba zaoberať sa biodiverzitou a jej ochranou v globálnom merítke vyplynula z poznania, že tradičné prístupy k ochrane biodiverzity, ktoré boli založené na izolovanej ochrane vybratých území a druhov, nie sú dostatočne efektívne (MERGANIČ *et al.* 2003).

Termín „biologická diverzita“, alebo „biodiverzita“ teda nie je nový. Rôzni autori sa pokúšali definovať a kvantifikovať biodiverzitu ako na teoretickej tak aj na praktickej úrovni. Existuje mnoho matematických výrazov, ktorými sa môže diverzita kvantifikovať, pochádzajúcich od rôznych autorov. Z hlavných predstaviteľov možno spomenúť: PEETA (1974), ŠEFFER (1998), WHITTAKER (1996), BRUCIAMACCHIE (1996), KAENNEL (1998) a ďalší.

Cieľom predkladanej práce je objasniť vplyv štrukturálnej diverzity stromovej zložky a ekologických faktorov na diverzitu bylinnej synúzie.

MATERIÁL A METODIKA

Objektom výskumu sú trvalé reprezentatívne plochy (TRP) zakladané v rámci fytoecologického prieskumu a v súčasnosti obnovované v rámci projektu Reakcia diverzity lesných fytoecenóz na zmenu edaficko-klimatických podmienok Slovenska (VLADOVIČ, MERGANIČ *et al.* 2005, 2006). V rámci projektu bolo doteraz obnovených 2250 fytoecologických plôch. Z tohto počtu sa na 200 TRP podrobne merali dendrometrické veličiny.

Dizajn TRP pri jej obnove pozostáva z dvoch sústredných plôch. Plocha pre popis fytoecenózy má výmeru 500 m² a plocha zakladaná za účelom hodnotenia a popisu stromovej a krovinej vrstvy má výmeru 1000 m².

Informačné spektrum pozostáva zo *základných údajov*: Lesná oblasť (VLADOVIČ 1994), JPRL a i.; *stanovištných a terénnych charakteristík*: lesný typ – lt (HANČINSKÝ 1972), skupina lesných typov – slt a novšie zaradenie podľa ZLATNÍKA (1976), reliéf terénu, nadmorská výška, expozícia a sklon; *porastových charakteristík*: zastúpenie dreviny, vek, zakmenenie, zápoj; *fytoecologických charakteristík*: pokryvnosť druhov podľa Zlatníkovej kombinovanej stupnice abundancie a dominancie; *pedologické charakteristiky a odbery pôdnych vzoriek*. Z *biometrických veličín stromovej etáže* sa na plochách zisťovali: výška stromu, hrúbka stromu, nasadenie koruny, korunová projekcia, druh dreviny.

Pre naše analýzy sa súbor TRP stratifikoval podľa trofického radu B a tvorí ho 38 plôch z celého územia Slovenska. Z tohto trofického radu sú vybrané plochy zaradené do 8 skupín lesných typov (*Carpineto Quercetum* – 2 TRP, *Fageto Quercetum* – 11 TRP, *Querceto Fagetum* – 6 TRP, *Fagetum pauper* (nst – 4 TRP, vst – 1 TRP), *Fagetum typicum* – 3 TRP, *Abieto Fagetum* (nst – 4 TRP, vst – 7 TRP). Pôdny substrát tvoria andezit, granodiorit, hlina sprašová, pieskovec, rula, vápenec, spraš a tuf. Vyskytujú sa pôdne typy ako kambizem, andozem, luvizem a rendzina.

Indexy druhovej diverzity

Na hodnotenie diverzity bylinnej etáže sme vybrali zo skupiny indexov druhovej bohatosti: index N_0 (HILL 1973), popisujúci celkový počet druhov, *Shannonov index* H' (SHANNON & WEAVER 1949), *Simpsonov index* λ (SIMPSON 1949), *Hillov index* N_2 (HILL 1973). Tieto sa radia do kategórie indexov heterogenity. Ďalším použitým indexom je index vyrovnanosti $E5$ (HILL 1973). Tento index sa vyznačuje tým, že nie je citlivý na počet druhov, čo je jedna z podmienok kladených na indexy vyrovnanosti (MERGANIČ 2001, MERGANIČ 2003).

Matematická formulácia vybraných indexov diverzity je nasledovná:

$$\lambda = \sum_{i=1}^S p_i^2 \qquad H' = -\sum_{i=1}^S p_i \cdot \ln(p_i) \qquad N_0 = S$$

$$N_2 = \frac{\left(\sum_{i=1}^S p_i\right)^2}{\sum_{i=1}^S p_i^2} \qquad E5 = ((1/\lambda)-1)/(e^{H'}-1)$$

kde: p_i – relatívny podiel pokryvnosti i-teho druhu

S – počet druhov

Keďže analýzou vzájomných vzťahov sa ukázalo, že Shannonov, Simpsonov a Hillov index vzájomne úzko korelujú, do analýz sme vybrali celkový počet druhov bylinnej synúzie, Shannonov index a index $E5$.

Odvodenie charakteristík stromovej vrstvy

Z meraných veličín sme pre analýzy odvodili nasledovné veličiny: počet stromov, počet druhov drevnín, priemerná kruhová základňa, stredná hrúbka $d_{1,3}$, variačný koeficient hrúbok, variačný koeficient kruhovej základne, štihlostný koeficient, variačný koeficient štihlostného koeficientu, priemerná výška, variačný koeficient výšok, priemerný vek, horný vek (ŠMELKO 2000), kumulatívna výška, kumulatívna hrúbka, kumulatívna kruhová základňa, zápoj (vypočítaný), zápoj (odhadnutý), zavetvenie stromu, využitie disponibilného priestoru (ŠEBÍK, POLÁK 1990).

Štatistické analýzy

Pre analýzu empirického materiálu sa použili základné popisné štatistické charakteristiky (aritmetický priemer \bar{x} , smerodajná odchýlka S_x , variačný koeficient $S_{x\%}$ a stredná relatívna chyba $S_{\bar{x}}$).

Pre posudzovanie rozdielov v diverzite medzi vybranými kategorickými charakteristikami bola použitá analýza variancie.

Na analýzu vzťahov medzi štruktúrou stromovej vrstvy a druhovou diverzitou bylinnej synúzie bola použitá faktorová analýza s rotáciou typu normalizovaný *Varimax*, metóda hlavných komponentov, a viacnásobná regresná analýza. Analýzy sa vykonali v programe Statistica Cz 7.0 (StatSoft, Inc. 2004).

Pre analýzu vplyvu stromovej zložky na diverzitu bylinnej synúzie bolo vybratých 23 biometrických veličín. Do analýz boli zahrnuté aj charakteristiky ako lesný vegetačný stupeň, expozícia, sklon, obsah uhlíka a dusíka v pôde a ich vzájomný pomer a pH_{H_2O} .

Za účelom jednoznačnejšej interpretácie vplyvu stanovištných faktorov, použila sa analýza ekologických faktorov pomocou ekočísel (ELLENBERG 1992). Postup výpočtu ekočísel sme prevzali z práce KRIŽOVÁ, NIČ (2002).

VÝSLEDKY

Druhá diverzita v trofickom rade B

Zo základného rozboru štatistických charakteristík vyplýva, že v trofickom rade B dosahuje počet druhov bylinnej synúzie v priemere 26 (tab. 1) a variabilita predstavuje 60%. Je to výsledkom rozrôznenosti stanovištných pomerov spolu s pôsobením ostatných faktorov. Jednotlivé indexy diverzity nedosahujú takú vysokú variabilitu v porovnaní s počtom druhov, pretože ich citlivosť na diverzitu stanovištných podmienok je pravdepodobne nižšia. Variabilita indexu vyrovnanosti E5 je nižšia ako variabilita ostatných indexov (okrem Simpsonovho indexu), z čoho možno usúdiť, že aj keď počet druhov na plochách veľmi varíruje ich vyrovnanosť zastúpenia je pomerne vysoká.

Vplyv štruktúrnej diverzity stromovej zložky na diverzitu bylinnej synúzie

Vzťah medzi diverzitou stromovej a bylinnej zložky je pomerne komplikovaný, pretože ho ovplyvňuje viacero faktorov. Faktorovou analýzou sme zo súboru meraných a odvodených veličín stromovej etáže a ekologických charakteristík odlišili 4 faktory (tab. 2).

Prvý faktor vykazuje vysokú pozitívnu koreláciu so strednou hrúbkou, priemernou kruhovou základňou a priemernou výškou, strednú pozitívnu koreláciu so sumou objemov korún a silnú negatívnu koreláciu s variačnými koeficientmi jednotlivých biometrických charakteristík, taktiež s počtom stromov a štihlостným koeficientom. Vysoké negatívne a pozitívne korelácie vyplývajú z toho, že so zvyšovaním strednej hrúbky, výšky a kruhovej základne klesá počet stromov a porasty prechádzajú do homogénnejšej štruktúry a ich štruktúrna diverzita je nižšia. Tento faktor sme nazvali ako faktor vospelosti porastu. Druhý faktor stredne koreluje s lesným vegetačným stupňom a silne s celkovým dusíkom a uhlíkom a uhlíkom organickým. Uvedené premenné sú charakteristikami prostredia a vlastností pôd, tento faktor sme nazvali stanovištné ukazovatele. Tretí faktor vykazuje vysokú koreláciu s kumulatívnou výškou, kumulatívnou hrúbkou a kumulatívnou kruhovou základňou. Všetky tieto premenné sú súčtovými charakteristikami biometrických veličín a preto sa nazvali faktorom hustoty porastu (do určitej miery odrážajú aj diferencovanosť porastu). Štvrtý faktor vysoko koreluje s priemerným vekom a stredne s horným vekom a preto sa nazvali faktorom veku porastu.

V tabuľke 3 je uvedený podiel faktorov na celkovej variabilite. Všetky faktory spolu vysvetlili skoro 70% celkovej variability. Tieto faktory boli ďalej použité ako vstupné premenné do viacnásobnej regresnej analýzy.

Výsledky viacnásobnej regresnej analýzy ukazujú štatisticky významný spoločný vplyv extrahovaných faktorov na index E5 (tab. 4). Parciálne korelácie poukazujú na významný vplyv stanovištných ukazovateľov a veku porastu. Z tohto možno usúdiť, že so zvyšujúcim sa vegetačným stupňom, zvyšovaním podielu celkového uhlíka a dusíka a dospievaním porastov (homogénnejšou štruktúrou) sa jednotlivé druhy bylinnej etáže približujú k vyrovnanému zastúpeniu. Analýzou sa vplyv týchto faktorov na

Tab. 1 Štatistické charakteristiky indexov diverzity bylinnej synúzie.

Table 1 Statistical characteristics of the diversity indexes of herb layer.

Štatist. char.	N ₀	H'	λ	N ₂	E5
Priemer	25,74	1,94	0,73	5,47	0,58
Smerodaj. odchýlka	15,62	0,66	0,22	2,94	0,18
Variačný koeficient	60,69	34,13	29,70	53,82	30,78
Stredná chyba absol.	2,53	0,11	0,04	0,48	0,03
Stredná chyba rel.	9,85	5,54	4,82	8,73	4,99

Tab. 2 Výsledky faktorovej analýzy veličín stromovej etáže (PC metóda, rot. Varimax norm.).

Table 2 Result of the factor analysis of the tree layer values (PC method, rot. Varimax norm.).

premenná	Vospelosť porastu	Stanovištné ukazovatele	Hustota porastu	Vek porastu
dg	0,9328	0,1203	-0,1022	0,1744
PS	-0,8447	-0,1034	0,2710	0,1636
\bar{g}	0,8963	0,0977	-0,1045	0,2050
Sx%(dg)	-0,8747	0,1122	-0,0446	0,3185
SK	-0,8814	-0,0450	-0,0127	0,0805
Sx%(g)	-0,8460	0,0240	0,0572	0,4457
SOK	0,7467	-0,5029	0,0292	0,1788
\bar{h}	0,9422	0,0014	0,1262	-0,1292
Sx%(v)	-0,8901	0,0190	-0,0538	0,3514
VDP	0,7310	-0,5347	0,0204	0,0725
LVS	-0,0410	0,7135	0,1163	0,5470
NT	-0,0082	0,8969	-0,1492	0,1134
CT	0,0112	0,9185	-0,135	0,1018
Corg	0,0075	0,9168	-0,1418	0,1083
KV	-0,2623	-0,1493	0,8897	-0,2394
G	0,2330	0,0574	0,8024	0,3403
DBH(k)	-0,0291	-0,0865	0,9394	-0,1851
Vs	0,1194	0,0719	-0,0298	0,8463
Vh	-0,1890	0,0628	-0,0403	0,7950

dg – stredná hrúbka, PS – počet stromov, \bar{g} – priem. kruh.

základňa, Sx%(dg) – variačný koef. hrúbkok, SK – štihlостný koeficient, Sx%(g) – variačný koef. kruhovej základne, SOK – suma objemov korún, \bar{h} – priemerná výška, Sx%(v) – variačný koef. výšok, VDP – využitie disponibilného priestoru, LVS – vegetačný stupeň, NT, CT, Corg – celkový dusík, celkový uhlík, uhlík organický, KV – kumulatívna výška, G – kumulatívna kruhová základňa, DBH(k) – kumulatívna hrúbka, Vs – priemerný vek, Vh – horný vek

Tab. 3 Podiel faktorov na celkovej variabilite.
Table 3 Contribution of the factors to the total variability.

	vl. číslo	% celk. rozptylu	Kumulativ. vlastné číslo	Kumulativ.%
Vypelost' porastu	8,57	30,62	8,57	30,62
Stanovištné ukazovatele	4,80	17,14	13,37	47,76
Hustota porastu	3,24	11,56	16,61	59,32
Vek porastu	2,71	9,68	19,32	69,00

Tab. 4 Výsledky viacnásobnej regresnej analýzy (závislá premenná: E5).

Table 4 Result of the multiregression analysis (dependent variable: E5).

	R	R ²	Úroveň p
Viacnásobná korelácia	0,569	0,324	0,000***
Vypelost' porastu	0,200	0,040	0,185
Stanovištné ukazovatele	0,363	0,132	0,020*
Hustota porastu	0,030	0,001	0,841
Vek porastu	0,388	0,151	0,013*

Tab. 5 Výsledky viacnásobnej regresnej analýzy (závislá premenná: N0).

Table 5 Result of the multiregression analysis (dependent variable: N0).

	R	R ²	Úroveň p
Viacnásobná korelácia	0,563	0,317	0,000***
Štruktúrna diverzita	0,196	0,038	0,196
Stanovištné ukazovatele	-0,471	0,222	0,003**
Hustota porastu	0,236	0,056	0,122
Vypelost'	0,025	0,001	0,865

Podiel stromov v spodnej etáži je malý a preto je prísun svetla dobrý. TRP 4H (obr. 2, vpravo), kde bola zistená najnižšia hodnota indexu E5 má skoro celý svoj disponibilný priestor vyplnený stromami (najmä však v strednej vrstve) a preto aj prísun svetla je nižší. Tieto skutočnosti potvrdzujú, že vypelost' porastu a jeho štruktúra majú pomerne vysoký vplyv na vyrovnanosť a druhovú diverzitu bylinnej etáže.

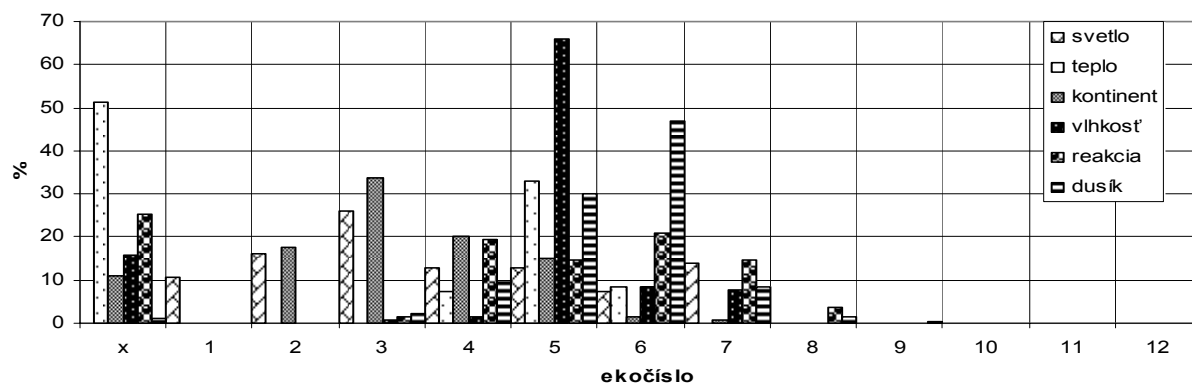
Pomocou analýzy variancie sa skúmal aj vplyv zmeny edifikátora (dominantný druh dreviny, ktorý určuje hlavný tok energie a kolobeh minerálnych látok a vytvára špecifické mikroklimatické podmienky) na zmenu indexu H' (obr. 3, vľavo). Výsledky nepotvrdili signifikantný vplyv. Podobne sa skúmal aj vplyv edifikátora na zmenu indexu E5 (obr. 2, vpravo), no ani v tomto prípade sa nepotvrdil významný vplyv tohto faktora.

Shannonov index druhovej diverzity nepotvrdil.

Viacnásobnou regresnou analýzou sa skúmal vplyv extrahovaných faktorov na index N₀. Spoločný vplyv faktorov vysvetlil 32% variability tohto indexu (tab. 5). Parciálne korelácie ukazujú, že so zvyšujúcou sa nadmorskou výškou, stúpajúcim množstvom celkového uhlíka a dusíka, s dospievaním porastov a so zvyšujúcou sa vypelost'ou porastu stúpa počet druhov bylinnej synúzie.

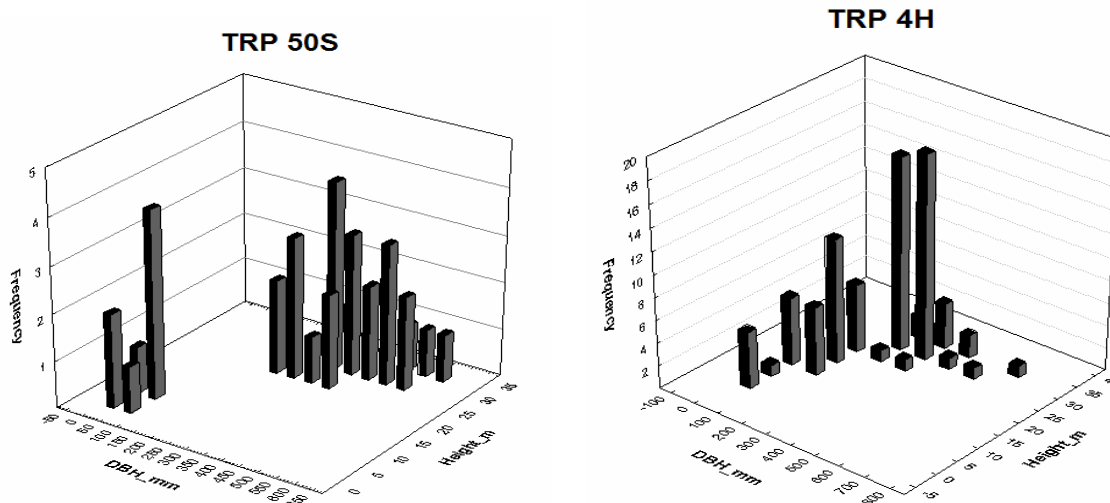
Z analýzy ekologickej náročnosti druhov (obr. 1) vyplýva, že najviac druhov je viazaných na čerstvo vlhké a stredne bohaté až bohaté pôdy. Pokiaľ ide o druhy náročné na svetlo, prevládajú druhy tieňomilné až polotieňomilné. Pokiaľ ide o reakciu pôdy, prevládajú druhy indiferentné.

So stúpajúcim vekom a výškovou a hrúbkovou vyrovnanosťou (tab. 2) sa zvyšuje prísun svetla a prejavujú sa druhy polotieňomilné až poloslnné. Na obr. 2 (vľavo) je znázornená štruktúra porastu s najvyšším indexom diverzity E5. Je zrejmé, že porast je vyspelejší, jeho horný vek je 140 rokov.



Obr. 1 Podiel druhov bylinnej synúzie podľa ekologickej náročnosti.

Fig. 1 Composition of the herb species according to requirements to the ecological factors.



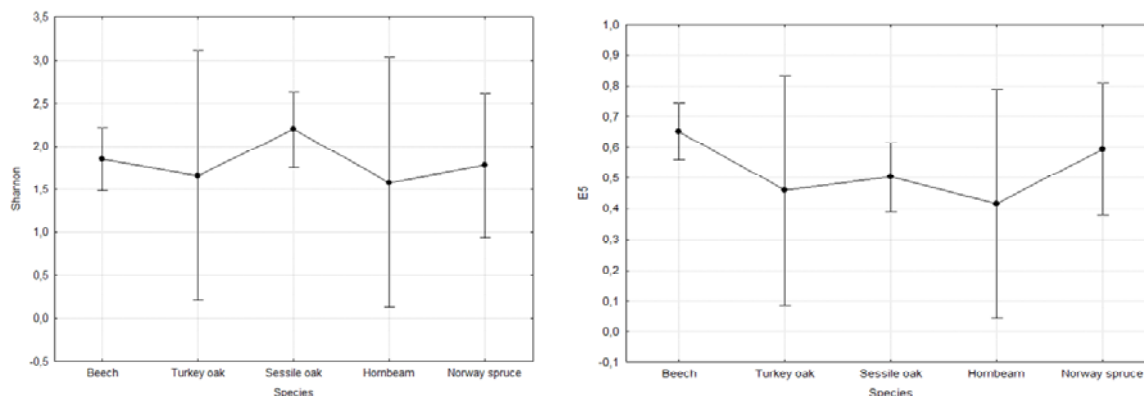
Obr. 2 Hrúbková a výšková štruktúra porastov (vľavo – najvyššia hodnota indexu E5, LO:Slovenský kras, slt: Fp inf., vek: 110 – 140r.; vpravo – najnižšia hodnota indexu E5, LO: Revúcka vrchovina, slt: QF, vek: 95 – 110 r.).

Fig. 2 DBH and height structure of the forest stand (on the left – highest value of the E5 index, Forest region: Slovenský kras, forest type grup: Fagetum pauper nst, age: 110 – 140 years; on the right – minimum value of the E5 index, forest region: Revúcka vrchovina, forest type grup: Querceto Fagetum, age: 95 – 110 years).

DISKUSIA A ZÁVER

Porovnaním priemerných hodnôt indexu diverzity podľa Shannona medzi jednotlivými SLT sme zistili, že medzi nimi nie je signifikantný rozdiel (vzhľadom na nedostatočné množstvo plôch v jednotlivých slt sme do príspevku analýzu rozdielov priemerných hodnôt indexov diverzity medzi slt nezahrnuli). Zaujímavé je vysoké rozpätie hodnôt indexov v SLT Fagetum pauper. IŠTOŇA (2000) pri hodnotení fyto-diverzity lesných spoločenstiev modelového územia Magura zistil rozpätie indexov podľa Shannona pre Fagetum pauper od 0,02 do 0,76, čo je v porovnaní s našim zistením úzke rozpätie hodnôt. Možno to vysvetliť rôznou vekovou štruktúrou (priemerný vek je od 95 do 150 rokov), kde pri mladších porastoch je pomerne hustá stredná vrstva, čo obmedzuje prísun svetla na bylennú synúziu a vtedy sa prejavujú druhy tieňomilné a naopak vo vyspelých porastoch (obr. 2) sa zvyšuje zastúpenie druhov náročnejších na svetlo a aj ich vyrovnanosť je vyššia. Podobne aj slt AF dosahuje pomerne vysoké hodnoty Shannonovho indexu (maximum je 2,7). IŠTOŇA (2000) zistil maximálnu hodnotu indexu 0,57. Podobne ako u slt Fp aj pri slt AF je to výsledkom vekovej štruktúry a vyspelosti porastu, keď na jeho plochách dosahovali porasty maximálne 3. vekovú triedu (čiže išlo o relatívne mladé porasty) a na druhej strane my sme evidovali porasty s priemerným vekom od 50 do 200 rokov. To znamená, že aj v tomto prípade sa prejavil vplyv vyspelosti porastu spolu s ďalšími faktormi ako porastovými tak aj ekologickými.

Výsledky regresnej analýzy ukázali významný vplyv stanovištných ukazovateľov a veku porastu



Obr. 3 Rozdiely priemerných hodnôt Shannonovho indexu H' (vľavo) a E5 (vpravo) podľa edifikátora.

Fig. 3 Differences of the average values of the Shannon index H' (on the left) and E5 (on the right) according to an edifier species.

na hodnoty indexu E5. Spoločný vplyv faktorov je signifikantný pri korelácii 0,569, čo znamená, že faktory spoločne objasnili 32% variability hodnôt tohto indexu. Pri indexe E5 je viacnásobná korelácia 0,563, no parciálne korelácie poukazujú na významný vplyv najmä stanovištných ukazovateľov. Faktory spolu objasnili 32% variability hodnôt indexu E5. PITKANEN (1997) zistil silnú koreláciu medzi zmenou v bylinnej synúzii a vekom porastu a úrodnosťou stanovišťa. Ďalšie dôležité faktory boli kruhová základňa, druhové zloženie porastu a korunový zápoj. Najvyšší index druhovej diverzity zistil v mladých porastoch a na úrodných stanovištiach. BORCHSENIUS, NIELSEN, LAWESSON (2004) zistili signifikantný vplyv pôdnej vlhkosti na distribúciu druhov bylinnej synúzie. Takisto pH gradient vykazoval úzky vzťah s druhovou bohatosťou. Štruktúra porastu mala malý vplyv na bohatosť prízemnej vegetácie.

Významný vplyv zmeny edifikátora na zmenu druhovej diverzity a druhovej vyrovnanosti sa nepotvrdil, no vzhľadom na to, že našou analýzou sa potvrdil významný vplyv stanovištných ukazovateľov a teda vplyv vegetačného stupňa, rozdielnych zásob uhlíka, dusíka a ich vzájomného pomeru, možno povedať, že nepriamo a spolu s množstvom ďalších faktorov má významný vplyv aj druhové zloženie porastu a druh edifikátora. Takisto schopnosť prepúšťať svetlo korunami je rôzna nielen podľa veku porastu a jeho štruktúry ale aj podľa druhu dreviny (VYSKOT *et al.* 1971).

Na záver možno skonštatovať, že na druhovú diverzitu a vyrovnanosť bylinnej synúzie vplyva množstvo faktorov, ozrejmienie ktorých sa podarilo len z časti, z čoho vyplýva, že je potrebné sa danou problematikou naďalej zaoberať.

PodĎakovanie:

Táto práca bola podporovaná Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe zmluvy č. APVT- 27-009304.

LITERATÚRA

- BORCHSENIUS, F., NIELSEN, P.K., LAWESSON, J.E. 2004: Vegetation structure and diversity of an ancient temperate deciduous forest in SW Denmark. *Plant Ecology*, 175(1): p.121-135
- ELLENBERG, H. *et al.* 1992: Zeigerwerte von in Mitteleuropa. 2. Auflage. *Scripta Geobotanica* 18:258 pp
- HANČINSKÝ, L. 1972: Lesné typy Slovenska. Bratislava: Príroda, 307 pp.
- HILL, M.O. 1973: Diversity and Evenness: a unifying notation and its consequences. *Ecology* 54/2, p. 427 - 432
- IŠTOŇA, J. 2000: Fytocenologická charakteristika a zhodnotenie fyto-diverzity lesných spoločenstiev modelového územia Magura. *Lesn. Čas. – Forestry Journal*, 46(3): p 237 – 255
- JANKOVIČ, J. *et al.* 1999: Hodnotenie stavu biodiverzity lesov. ZS ČVTP, LVÚ, 154 pp
- KRIŽOVÁ, E. 1995: Fytocenológia a lesnícka typológia. TU Zvolen. 203 pp
- KRIŽOVÁ, E., NIČ, J. 2002: Fytocenológia a lesnícka typológia, návody na cvičenia. TU Zvolen, 106 pp
- MELOUN, M., MILITKÝ, J., HILL, M. 2005: Počítačová analýza vícerozmerných dat v príkladoch. Praha: Academia, 449 pp
- MERGANIČ, J. 2001: Regionálna inventarizácia lesa s dôrazom na kvantifikáciu biodiverzity. Dizertačná práca, TU Zvolen, 116 pp
- MERGANIČ, J. *et al.* 2003: Monitoring diverzity horských lesov severnej Oravy, Projekt EFRA, 200 pp
- PITKANEN, S. 1997: Correlation between stand structure and ground vegetation: an analytical approach. *Plant-Ecology*, 131(1) p. 109-126
- StatSoft, Inc. (2004): STATISTICA Cz [Softwarový systém na analýzu dat], verze 7. www.StatSoft.Cz
- SHANNON, C., WEAVER, W. 1949: *The Mathematical Theory of Communication*. University of Illinois Press. Urbana. Illinois
- SIMPSON, E.H. 1949: Measurement of diversity. *Nature* 163, p. 688
- ŠEBÍK, L., POLÁK, L. 1990: *Náuka o produkcii dreva*. Príroda Bratislava, 322 pp
- ŠMELKO, Š. 1991: *Štatistické metódy v lesníctve*. Skriptá TU LF, Zvolen, 276 pp
- ŠMELKO, Š. 2000: *Dendrometria*. TU Zvolen, 399 pp
- VLADOVIČ, J. *et al.* 1994: *Lesné oblasti Slovenska*. Zvolen: Lesoprojekt, 500 pp
- VLADOVIČ, J., MERGANIČ, J. 2005: Reakcia diverzity lesných fytoocenóz na zmenu edaficko-klimatických podmienok Slovenska. Ročná správa APVV-27-009304 + CD. Zvolen: NLC-LVU, 84 pp.
- VLADOVIČ, J., MERGANIČ, J. 2006: Reakcia diverzity lesných fytoocenóz na zmenu edaficko-klimatických podmienok Slovenska. Ročná správa APVV-27-009304 + CD. Zvolen: NLC-LVU, 85 pp.
- VYSKOT, M. *et al.* 1971: *Základy rústu a produkcie lesů*. Státní Zemědělské Nakladatelství, Praha, 440 pp
- ZLATNÍK, A. 1976: *Lesnícka fytoocenologie*. Praha: SZN, 495 pp.

Adresy autorov:

Ing. Michal Bošela
National Forest Centre
Forest Research Institute Zvolen
T.G. Masaryka 22
960 92 Zvolen, Slovakia
bosela@nlcsk.org

Ing. Jozef Vladovič, PhD.
National Forest Centre – Forest
Research Institute Zvolen
T.G. Masaryka 22
960 92 Zvolen, Slovakia
vladovic@nlcsk.org

Ing. Ján Merganič, PhD.
FORIM
Kpt. Nálepku 277/11
073 01 Sobrance, Slovakia
j.merganic@forim.sk