



Vztah medzi fytoocenózou a vývojovým štádiom smrekového prírodného lesa v supramontannom stupni NPR Babia Hora

J. Merganič, K. Merganičová, J. Vorčák, J. Ištoňa

Ing. Ján Merganič, PhD. – FORIM, Výskum, inventarizácia a monitoring lesných ekosystémov, Kpt. Nálepku 277/11, SK-073 01 Sobrance, Slovensko, www.forim.sk, E-mail: j.merganic@forim.sk, Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta lesnická a dřevařská, Kamýcká 1176, 165 21 Praha 6 - Suchbátka

Dr. Ing. Katarína Merganičová, FORIM – Výskum, inventarizácia a monitoring lesných ekosystémov, Kpt. Nálepku 277/11, SK-073 01 Sobrance, Slovensko, E-mail: k.merganicova@forim.sk

Ing. Ján Vorčák, PhD., SOU lesnícke v Tvrdošín, Medvedzie 135, 027 47 Tvrdošín, Slovensko, E-mail: vorcak@soultv.sk

Ing. Jozef Ištoňa, Národné lesnícke centrum – Lesnícky výskumný ústav, T.G. Masaryka 22, SK-96092 Zvolen, Slovensko, E-mail: jozef.istona@nlcsk.org

Abstract: Merganič, J., Merganičová, K., Vorčák, J., Ištoňa, J., 2008: Relationship between plant communities and developmental stage of natural spruce forest in the subalpine forest belt of National Nature Reserve of Babia hora. – *Beskydy*, 1 (2): 155–162

The work presents the results from the survey of plant communities in forest stands of national nature reserve Babia hora. The relevés were collected on 57 sample plots situated at an elevation ranging from 1,222 m to 1,503 m above sea level. The plots are equally divided between the three developmental stages of virgin forests. The analysis revealed that in the studied area no plant species can be accounted for the differentiation between the developmental stages. Our results indicate that in the conditions of Babia hora two types of cyclical changes of plant species occur: a small and a large cycle of plant communities. The analysis of the influence of developmental stage on the proportion coverage of plant species with the same Ellenberg's indicator value showed that environmental ecological conditions are not affected by the developmental stage of virgin forest. The status of forest stands (permanently released canopy) and specific climate conditions of Babia hora are preconditions for spatially homogenous plant communities.

Keywords: virgin forest, developmental stage, plant community, Ellenberg's indicator value, covariance analysis

Úvod a problematika

Pralesy predstavujú v Strednej Európe klimaxové štádium ekosystémov (Križová et al. 1992). Základnou črtou klimaxu je dynamická rovnováha medzi prijatou, t.j. fixovanou energiou a energiou spotrebovanou (Križová et al. 1992), čo z produkčného hľadiska znamená „nulový“ prírastok (Vacek 2003). Podľa Korpeľa (1995) sa v stredoeurópskych podmienkach takáto rovnováha dá dosiahnuť na ploche 30 až 60 ha v závislosti od geografického územia a lesného typu. Na menších plochách je možné pozorovať prirodzenú dynamiku vývoja

lesného ekosystému. Vývoj stredoeurópskych pralesov prebieha cez tzv. malý vývojový cyklus (Zukrigl et al. 1963, Mayer et al. 1972, Průša 1990, Korpeľ 1995 atď.), ktorý autori charakterizujú striedaním sa niekoľkých vývojových štádií. Korpeľ (1995) vylíčil tri štádiá vývojového cyklu: štádium dorastania, optima a rozpadu, pričom každé z nich definoval na základe vlastností drevinovej vrstvy lesného ekosystému. Cieľom predkladaného príspevku je na príklade smrekového prírodného lesa v NPR Babia Hora zistiť, či sa jednotlivé vývojové štádiá odlišujú aj v druhovom zložení fytoocenózy. V rámci tejto analýzy chceme tiež preveriť, či

existuje indikačný druh, ktorý by mohol slúžiť ako pomocný ukazovateľ pri vylišovaní vývojových štádií prírodného lesa v danej oblasti. Zároveň si kladieme za cieľ zhodnotiť vplyv vývojového štádia na ekologické podmienky indikované fytoocenózou v danej oblasti.

Materiál a metodika

Údaje použité v tejto práci pochádzajú z inventarizácie NPR Babia hora vykonanej v roku 2002 (Merganič et al. 2003). NPR Babia hora patrí orograficky do sústavy vonkajších Západných Karpát, časti Oravských Beskýd, do komplexu horského masívu Babej hory. Národná prírodná rezervácia zaberá celkovo 503.94 ha a je umiestnená na západných, južných a juhozápadných svahoch Babej hory v nadmorskej výške 1100 až 1725 m n. m. (Korpel 1989). Geologické podložie je tvorené zo súvrství nevápnitých flyšových pieskovcov. Hlavnými pôdnymi predstaviteľmi sú podzol a kambizem, len v malej miere litozem. Priemerné ročné teploty dosahujú vo vrcholových polohách 2 °C a 4 °C v nižších polohách a priemerný ročný úhrn zrážok je 1400 mm.

Lesné porasty sú tvorené prevažne smrekom obyčajným (*Picea abies* /L./ Karst.), vtrúsené sa vyskytujú jarabina vtáčia (*Sorbus aucuparia* L.), jedľa biela (*Abies alba* Mill.) a buk lesný (*Fagus sylvatica* L.). Les vystupuje približne do nadmorskej výšky 1500 m n. m. Nad touto hranicou lesa nastupuje pásmo kosodreviny vystriedané v najvyšších partiách NPR alpskými lúkami.

V rámci inventarizácie zalesneného územia NPR Babia hora bolo založených 57 kruhových skusných plôch o rozlohe 500 m² tak, aby boli plochy rovnomerne rozdelené medzi tri vývojové štádiá (dorastanie–optimum–rozpad podľa Korpela (1989)) a štyri výškové kategórie, t.j. do 1260 m, 1260–1360 m, 1360–1460 m a nad 1460 m n. m. V prvých troch výškových kategóriách sa v každom vývojovom štádiu založilo po 5 skusných plôch a v poslednej, najvyššej výškovej kategórii po 4 skusných plochách, pretože táto kategória tvorí plošne nepatrnú časť záujmovej oblasti.

Súčastou terénneho šetrenia boli aj fytoecologické zápisy bylinnej a krovinej vrstvy. Plocha fytoecologického zápisu bola lokalizovaná v strede skusnej plochy a zodpovedala požiadavke stanovitej a floristickej homogenity. Tvar plochy bol štvorcový a jej výmera mala 25 m², čo v daných lokalitách zodpovedá výmere minimálneho areálu a spadá do intervalov odporúčaných výmer fytoecologic-

kého zápisu podľa Mueller, Domboisa, Ellenberga (in Křížová 1995). Pokryvnosť druhov sa odhadovala v%. Na 57 skusných plochách bolo vykonaných 581 databázových záznamov a súhrnne sme zachytili 39 taxónov (*Adenostyles alliariae* (Gouan) A. Kern., *Athyrium distentifolium* Tausch ex Opiz, *Avenella flexuosa* (L.) Parl., *Bistorta major* Gray, *Calamagrostis arundinacea* (L.) Roth, *Calamagrostis villosa* (Chaix ex Vill.) J. F. Gmel, *Cardamine amara* L., *Dicranum scoparium* Hedw., *Dryopteris dilatata* (Hoffm.) A. Gray, *Eupatorium cannabinum* L., *Gentiana asclepiadea* L., *Homogyne alpina* (L.) Cass., *Hypnum cupressiforme* Hedw., *Galeobdolon luteum* Huds. emend. Holub, *Luzula sylvatica* (Huds.) Gaudin, *Lycopodium clavatum* L., *Maianthemum bifolium* (L.) F. W. Schmidt, *Plagiomnium affine* (Blandow ex Funck) T. J. Kop., *Moneses uniflora* (L.) A. Gray, *Myosotis sylvatica* subsp. *sylvatica*, *Nardus stricta* L., *Oxalis acetosella* L., *Phyteuma spicatum* L., *Pleurozium schreberi* (Brid.) Mitt., *Polytrichum formosum* Hedw., *Prenanthes purpurea* L., *Primula elatior* (L.) L., *Ranunculus platanifolius* L., *Rhytidadelphus triquetrus* (Hedw.) Warnst., *Rubus idaeus* L., *Acetosa arifolia* (All.) Schur, *Rumex alpinus* L. 1759 non L. 1753, *Senecio germanicus* Wallr., *Sphagnum girgensohnii* Russow, *Stellaria nemorum* L., *Vaccinium myrtillus* L., *Vaccinium vitis-idaea* L., *Veratrum album* subsp. *lobelianum* (Bernh.) Arcang., *Viola biflora* L.). Názvy druhov sú uvedené podľa Marholda et al. (1998).

Hodnotenie podmienok prostredia je založené na bioindikačných vlastnostiach rastlinných druhov definovaných podľa Ellenberga et al. (1992). Každému rastlinnému druhu do fytoecologickom zázname sa priradia indikačné čísla (ekočísla) 6 ekologických faktorov (svetlo, teplota, vlhkosť, kontinentalita, dusík, reakcia na pH, Ellenberg et al. 1992). Pre každý ekologický faktor sa vypočítajú percentuálne podiely pokryvnosti indikačných čísel, t.j. podiely súčtovej pokryvnosti druhov s rovnakou indikačnou hodnotou.

Pre analýzu vzťahov medzi vývojovým štádiom a fytoocenózou sme použili viacrozmernú regresnú analýzu a zmiešaný model analýzy kovariancie. Pre účely regresnej analýzy boli kategorické premenné (vývojové štádium) prevedené na „dummy“ premenné.

Výsledky a diskusia

Vplyv vývojového štádia prírodného lesa na pokryvnosť druhov fytoocenózy

Výsledky parciálnych korelačných koeficientov viacrozmernej lineárnej regresie medzi vý-

vojovým štádiom a pokryvnosťou konkrétneho druhu po eliminácii vplyvu nadmorskej výšky vo všeobecnosti naznačujú veľmi slabú závislosť pokryvnosti konkrétneho taxónu od vývojového štádia. V štádiu dorastania sa hodnoty parciálnych korelačných koeficientov pohybujú v rozmedzí hodnôt -0.25 do 0.30 , v štádiu optima v rozpätí -0.21 do 0.31 a v štádiu rozpadu od -0.23 do 0.19 . Najsilnejší a signifikantný vzťah sme zistili medzi pokryvnosťou *Polytrichum formosum* Hedw. a štádiom optima, kde dosiahol parciálny korelačný koeficient hodnotu 0.31 , čo znamená, že tento druh má v štádiu optima vyššiu pokryvnosť ako v ostatných dvoch štádiách. Veľmi podobnú tesnosť vzťahu sme zistili aj medzi *Dicranum scoparium* Hedw. a štádiom dorastania s hodnotou parciálneho korelačného koeficienta 0.30 . Tieto výsledky však nedávajú odpoveď na otázku, či je tieto dva druhy možné považovať za indikačné druhy vývojových štádií v danej oblasti. Pre tento účel sme použili dvojfaktorovú (vývojové štádium, druh) analýzu kovariancie, ktorou sme komplexnejšie testovali interakciu vplyvu faktorov na pokryvnosť druhov fytoocenózy. Kovariančnou premenou bola nadmorská výška, ktorá má nielen v danej oblasti ale i vo všeobecnosti výrazný vplyv na viacero ekologických charakteristík. Z výsledkov analýzy vyplýva, že interakcia vplyvu skúmaných faktorov je štatisticky nesignifikantná (tab. 1), t.j. že sa vo fytoocenóze v danej oblasti nenachádza druh, ktorého zvýšená alebo znížená pokryvnosť by poukazovala na príslušnosť k vývojovému štádiu prírodného smrekového lesa.

K podobným záverom dospeli v jedľovo-bukových pralesoch Ujházy et al. (2005) a Šamonil a Vrška (2007), ktorí zistili len veľmi slabý náznak zmeny druhov fytoocenózy v závislos-

ti od vývojového štádia. Kým nesignifikantné rozdiely vo fytoocenóze medzi štádiami jedľovo-bukového pralesa Šamonil a Vrška (2007) vysvetľujú výskytom malých medzier v poraste a teda nedostatočným priamym osvetlením podrastu, smrekové prírodné lesy v oblasti Babej hory sa naopak vyznačujú trvalo rozpojeným zápojom (Merganič et al. 2003). V oboch prípadoch sa však jedná o vyrovnané svetlostné a mikroklimatické podmienky, ktoré dávajú predpoklad, že počas vývojových štádií týchto ekosystémov dochádza vo fytoocenóze k minimálnym a štatisticky nesignifikantným zmenám.

Napriek štatisticky nesignifikantným výsledkom sme pri podrobnejšej analýze mohli pri jednotlivých druhoch podobne ako Ujházy et al. (2005) a Šamonil a Vrška (2007) pozorovať určitý náznak cyklických zmien. V podmienkach Babej hory sú tieto zmeny dvojakeho charakteru. Zmeny v pokryvnosti *Polytrichum formosum* Hedw. a *Dicranum scoparium* Hedw. môžeme charakterizovať „veľkým cyklom“ (obr. 1, 2). Ich pokryvnosť je vysoká len v určitom vývojovom štádiu, kým v ďalších dvoch štádiách je výrazne nižšia ako vo vrcholovom štádiu, avšak v oboch štádiách zhruba na rovnakej úrovni. Zmeny prebiehajúce v „malom cykle“, pri ktorom sa pokryvnosť druhu kontinuálne mení, sme zistili v pokryvnosti taxónov *Avenella flexuosa* (L.) Parl., *Dryopteris dilatata* (Hoffm.) A. Gray, *Gentiana asclepiadea* L., *Hypnum cupressiforme* Hedw., *Oxalis acetosella* L., *Rubus idaeus* L., *Senecio germanicus* Wallr. a *Vaccinium myrtillus* L.. Napr. pokryvnosť taxónu *Oxalis acetosella* L. narastá od štádia dorastania k rozpadu (obr. 1). Naopak, taxón *Dryopteris dilatata* (Hoffm.) A. Gray (obr. 2) má najvyššiu po-

Tab. 1: Analýza kovariancie vplyvu vývojového štádia a druhu na pokryvnosť druhov fytoocenózy.

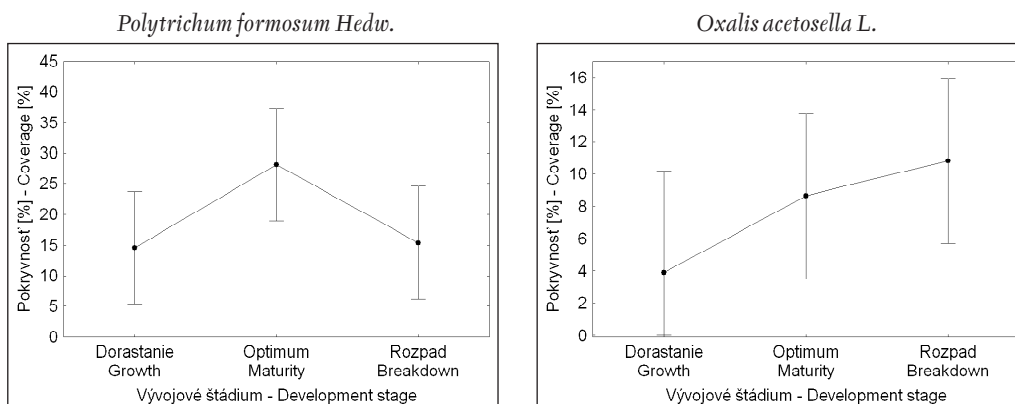
Tab. 1: Covariance analysis examining the influence of developmental stage and plant species on plant species coverage.

Faktor ¹	Povaha faktora ²	Počet stupňov voľnosti ³	Priemer štvorca odchýlok ⁴	Počet stupňov voľnosti pre reziduál ⁵ *	Priemer štvorca odchýlok reziduálu ⁵	F	Hladina spoľahlivosti ⁶
Štádium×Druh ⁷	Náhodný ⁸	76	74.29	2105	70.75	1.05	0.36

¹factor, ²nature of a factor, ³degrees of freedom, ⁴mean square error, ⁵mean square error of residual, ⁶significance level, ⁷developmental stage×plant species, ⁸random

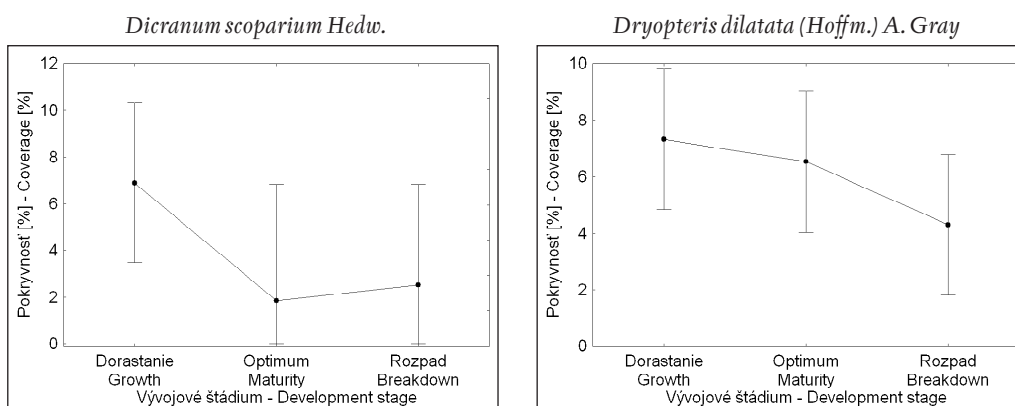
Poznámka: ♣ – počet stupňov voľnosti pre reziduál je počítaný použitím Satterthwait metódy; hladina spoľahlivosti – *95%, **99%

Note: ♣ – degrees of freedom for residual calculated by Satterthwait method; significance level – *95%, **99%



Obr. 1: Pokryvnosť taxónov *Polytrichum formosum* Hedw. („veľký cyklus“) a *Oxalis acetosella* L. („malý cyklus“) vo vývojových štádiách prírodného smrekového lesa v NPR Babia hora (● – aritmetický priemer, ± 1.96 · stredná chyba (IS 95 %)). Výsledky analýzy sú štandardizované na priemer nadmorskej výšky ako kovariančnej premennej 1352.7 m n.m.)

Fig. 1: Coverage of two species *Polytrichum formosum* Hedw. („large cycle“) and *Oxalis acetosella* L. („small cycle“) in the developmental stages of natural spruce forests in National Nature Reserve of Babia hora (● – average, ± 1.96 · mean error (95 % confidence interval)). The results of the analysis are standardised for an average of covariate variable elevation equal to 1,352.7 m above sea level)



Obr. 2: Pokryvnosť taxónov *Dicranum scoparium* Hedw. („veľký cyklus“) a *Dryopteris dilatata* (Hoffm.) A. Gray („malý cyklus“) vo vývojových štádiách prírodného smrekového lesa v NPR Babia hora (● – aritmetický priemer, ± 1.96 · stredná chyba (IS 95 %)). Výsledky analýzy sú štandardizované na priemer nadmorskej výšky ako kovariančnej premennej 1352.7 m n.m.)

Fig. 2: Coverage of *Dicranum scoparium* Hedw. („large cycle“) and *Dryopteris dilatata* (Hoffm.) A. Gray („small cycle“) in the developmental stages of natural spruce forests in National Nature Reserve of Babia hora (● – average, ± 1.96 · mean error (95 % confidence interval)). The results of the analysis are standardised for an average of covariate variable elevation equal to 1352.7 m above sea level)

kryvnosť v štádiu dorastania, ktorá postupne k štádiu rozpadu klesá. Taxón *Rubus idaeus* L. sa vyznačuje najnižšou pokryvnosťou v štádiu optima a najvyššou v štádiu rozpadu.

Vplyv vývojového štádia prírodného lesa na podiel druhov fytocenózy s rovnakou indikačnou hodnotou podmienok prostredia podľa Ellenberga et al. (1992)

Obdobným spôsobom ako v predošlom prípade sme pomocou viacrozmernej lineárnej regresie otestovali vplyv vývojového štádia na podiel druhov s rovnakou indikačnou hodnotou. Hodnoty parciálnych korelačných koefi-

Tab. 2: Analýza kovariancie vplyvu vývojového štádia, ekologického faktora a Ellenbergovho indikačného čísla na podiel pokryvnosti druhov s rovnakou indikačnou hodnotou.

Tab. 2: Covariance analysis examining the influence of developmental stage, ecological factor and Ellenberg's indicator value on the coverage proportion of plant species with the same indicator value.

Faktor ¹	Povaha faktora ²	Počet stupňov voľnosti ³	Priemer štvorca odchyľok ⁴	Počet stupňov voľnosti pre reziduál [*]	Priemer štvorca odchyľok reziduálu ⁵	F	Hladina spoľahlivosti ⁶
Štádium×Ekofaktor×Ekočíslo ⁷	Náhodný ⁸	90	0.01	3401	0.01	0.88	0.78

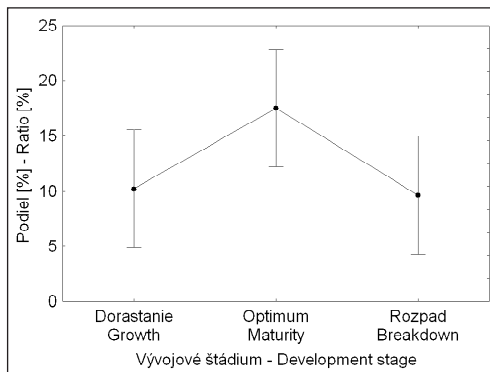
¹ factor, ² nature of a factor, ³ degrees of freedom, ⁴ mean square error, ⁵ mean square error of residual, ⁶ significance level, ⁷ developmental stage×ecological factor×Ellenberg's indicator value, ⁸ random

Poznámka: ♣ – počet stupňov voľnosti pre reziduál je počítaný použitím Satterthwait metódy; hladina spoľahlivosti – *95%, **99%

Note: ♣ – degrees of freedom for residual calculated by Satterthwait method; significance level – *95%, **99%

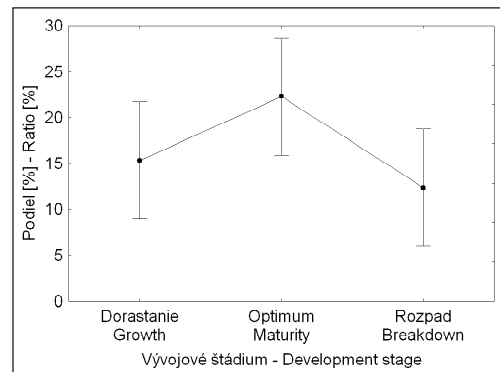
Faktor: Teplota
Factor: Temperature

Ellenbergove indikačné číslo: 2
Ellenberg's indicator value: 2
indikátory zimy až chladu (alpínske druhy)
coldness indicators (alpine species)



Faktor: Svetlo
Factor: Light

Ellenbergove indikačné číslo: 4
Ellenberg's indicator value: 4
tieňomilné až polotieňomilné druhy
sciophilous species



Obr. 3: Podiel pokryvnosti druhov s rovnakou indikačnou hodnotou vo vývojových štádiách prírodného smrekového lesa v NPR Babia hora (● – aritmetický priemer, $\pm 1,96 \cdot$ stredná chyba (IS 95 %)). Výsledky analýzy sú štandardizované na priemer nadmorskej výšky ako kovariančnej premennej 1352,7 m n.m.)

Fig. 3: Coverage proportion of plant species with the same Ellenberg's indicator value in developmental stages of natural spruce forests in National Nature Reserve of Babia hora (● – average, $\pm 1.96 \cdot$ mean error (95 % confidence interval)). The results of the analysis are standardised for an average of covariate variable elevation equal to 1.352.7 m above sea level)

cientov sa medzi podielom indikačného čísla a vývojovým štádiom pohybovali v štádiu dorastania od -0.24 do 0.27, v štádiu optima od -0.23 do 0.31 a v štádiu rozpadu v rozpätí hodnôt od -0.21 do 0.21. Signifikantné vzťahy sme zistili medzi podielom pokryvnosti indikáto-

rov zimy až chladu (alpínske druhy) a štádiom optima (s hodnotou parciálneho korelačného koeficienta 0.31), podielom pokryvnosti tieňomilných až polotieňomilných druhov opäť so štádiom optima (0.29) a podielom pokryvnosti druhov subkontinentálnych a štádia do-

rastania s hodnotou parciálneho korelačného koeficienta 0.27. Trojfaktorovou analýzou kovariancie sme komplexne otestovali vplyv faktorov: vývojové štádium, ekologický faktor a indikačné číslo na podiel pokryvnosti druhov s rovnakou indikačnou hodnotou. Z analýzy vyplýva, že v skúmanej oblasti sa ekologické podmienky indikované fytoocenózou v závislosti od vývojového štádia prírodného lesa štatisticky signifikantne nemenia (tab. 2, obr. 3).

Podobnú analýzu vykonali v jedľovo-bukových pralesoch Salajka a Razula aj Šamonil a Vrška (2007), ktorí medzi vývojovými štádiami zistili štatisticky signifikantné rozdiely v pôdnej reakcii pH a pôdnom dusíku indikovaných fytoocenózou.

Záver

V predkladanej práci analyzujeme vplyv vývojového štádia prírodného lesa na fytoocenózu. Analýza bola zameraná na preukázanie existencie diferenciačných druhov viažucich sa na vývojové štádiá ako aj skupiny druhov s rovnakou indikačnou hodnotou podmienok prostredia v zmysle Ellenberga et al. (1992). Z výsledkov analýzy vyplýva, že sa vo fytoocenóze v danej oblasti nenachádza druh, ktorého zvýšená alebo znížená pokryvnosť by poukázala na príslušnosť k vývojovému štádiu prí-

rodného smrekového lesa. Najsilnejší a signifikantný vzťah sme zistili medzi pokryvnosťou *Polytrichum formosum* Hedw. a štádiom optima a medzi *Dicranum scoparium* Hedw. a štádiom dorastania. Zmeny v pokryvnosti týchto druhov môžeme charakterizovať „veľkým cyklom“. Ich pokryvnosť je vysoká len v určitom vývojovom štádiu, kým v ďalších dvoch štádiách je výrazne nižšia, avšak v oboch štádiách zhruba na rovnakej úrovni. Určitý, aj keď štatisticky nesignifikantný náznak cyklických zmien („malý cyklus“) sme zistili aj v pokryvnosti taxónov *Avenella flexuosa* (L.) Parl., *Dryopteris dilatata* (Hoffm.) A. Gray, *Gentiana asclepiadea* L., *Hypnum cupressiforme* Hedw., *Oxalis acetosella* L., *Rubus idaeus* L., *Senecio germanicus* Wallr. a *Vaccinium myrtillus* L., pri ktorých sa pokryvnosť kontinuálne mení.

Z analýzy vplyvu vývojového štádia prírodného lesa na podiel druhov fytoocenózy s rovnakou indikačnou hodnotou podmienok prostredia podľa Ellenberga et al. (1992) vyplýva, že v skúmanej oblasti sa ekologické podmienky indikované fytoocenózou v závislosti od vývojového štádia prírodného lesa štatisticky signifikantne nemenia. Stav porastov v danej oblasti (trvalo rozpojený zápoj) a špeciálne klimatické podmienky vytvárajú predpoklady priestorovo homogénnej fytoocenózy, teda stavu, ktorý je podobný klimaxu.

PodĎakovanie

Ďakujeme Ministerstvu životného prostredia Slovenskej republiky za finančnú podporu poskytnutú pre riešenie tejto práce.

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.
- KORPEL, Š. 1989: Pralesy Slovenska [Virgin forests of Slovakia]. Veda, SAV, Bratislava, 332 pp., ISBN 80-224-0031-9.
- KRIŽOVÁ, E. 1995: Fytoocenológia a lesnícka typológia [Phytoceneology and forest typology]. Technická Univerzita Zvolen, 203 pp.
- KRIŽOVÁ, E., KROPIL, R., ČABOUN, V., MIDRIAK, R. 1992. Všeobecná ekológia [General ecology]. TU Zvolen. 180 pp.
- MARHOLD, K., HINDÁK, F., PIŠÚT, I., KUBINSKÁ, A. 1998: Zoznam nižších a vyšších rastlín Slovenska [List of lower and higher herbs of Slovakia]. Vydavateľstvo akadémie vied, Bratislava, 688 pp.
- MAYER, H., SCHENKER, S., ZUKRIGL, K. 1972: Der Urwaldrest Neuwald beim Lahnsattel. Cbl. Ges. Forstwesen 89 (3): 147–190.
- MERGANIČ, J., VORČÁK, J., MERGANIČOVÁ, K., ĎURSKÝ, J., MIKOVÁ, A., ŠKVARENINA, J., TUČEK, J., MINĐÁŠ, J. 2003: Monitoring diverzity horských lesov severnej Oravy [Diversity monitoring of mountainous forests of northern Orava]. EFRA, Tvrdošín, 200 pp. <http://www.efrazv.sk/projekt.php?w=d&pr=2>
- PRŮŠA, E. 1990: Přírodní lesy České republiky [Natural forests of the Czech republic]. Praha, SZN, 246 pp., ISBN 80-209-0095-0
- ŠAMONIL, P., VRŠKA, T. 2007: Trends and cyclical changes in natural fir-beech forests at the north-western edge of the Carpathians. *Folia Geobotanica*, 42: 337–361.

- UJHÁZY, K., KRIŽOVÁ, E., VANČO, M., FREŇÁKOVÁ, E., ONDRUŠ, M. 2005: Herb layer dynamics of primeval fir-beech forests in central Slovakia. In: COMMARMOT, B., HAMOR, F.D. (eds.): *Natural forests in the temperate zone of Europe – values and utilisation*. Swiss Federal Research Institute WSL, Birmensdorf & Carpathian Biosphere Reserve, Rakhiv, pp.193–202.
- VACEK, S. 2003: Minimum area of forests left to spontaneous development in protected areas. *Journal of Forest Science*, 49 (8): 349–358.
- ZUKRIGL, K., ECKHART, G., NATHER, J. 1963: Standortkundliche und waldbauliche Untersuchungen in Urwaldresten der niederösterreichischen Kalkalpen. *Mitteilungen der forstlichen Bundes-Versuchsanstalt Maria-brunn* 62: 245 S.

Summary

The presented paper analyses the effect of the developmental stages of virgin forests on their plant communities. For the analysis, we used the data from the survey of plant communities in the forest stands of national nature reserve Babia hora performed in 2002 as a part of forest inventory. The relevés were collected on 57 sample plots situated at an elevation ranging from 1,222 m to 1,503 m above sea level. The plots are equally divided between the three developmental stages of virgin forests: stage of growth, maturity, and breakdown as defined by Korpel (1989).

The analysis was aimed at examining if any of the recorded plant species or a group of species with the same indication value of environmental conditions according to Ellenberg et al. (1992) can be used for differentiating between the developmental stages of virgin forests.

The relationship between plant communities and developmental stages was examined using multiple regression analysis and a mixed model of covariance analysis, while for the purposes of regression analysis the categorical variables (developmental stage) were transformed into dummy variables.

The results revealed that in the studied area no plant species can be accounted for differentiating between the developmental stages. The significant relationships were found between the coverage proportion of *Polytrichum formosum* Hedw. and stage of maturity, and between *Dicranum scoparium* Hedw. and stage of growth. The changes in the coverage proportion of these two plant species can be characterised by a „large cycle“. Their coverage is high in one developmental stage, while in the other two stages their coverage is markedly lower, though in both stages at a similar level. A trend toward cyclical changes, which was however not found significant, was also observed in the coverage of *Avenella flexuosa* (L.) Parl., *Dryopteris dilatata* (Hoffm.) A. Gray, *Gentiana asclepiadea* L., *Hypnum cupressiforme* Hedw., *Oxalis acetosella* L., *Rubus idaeus* L., *Senecio germanicus* Wallr. a *Vaccinium myrtillus* L. Unlike for the two above mentioned species, the coverage of these species is changing continually characterising a „small cycle“.

The environmental conditions were assessed indirectly using Ellenberg's indicator values of six ecological factors: light, temperature, humidity, continentality, nitrogen, and soil reaction (Ellenberg et al. 1992). For each ecological factor, percentage coverage proportions of indicator values, i.e. the proportions of cumulative coverage of species with the same indicator value, were calculated. The analysis of the influence of developmental stages on the proportion coverage of plant species with the same Ellenberg's indicator value showed that environmental ecological conditions are not affected by the developmental stage of virgin forest. The status of forest stands (permanently released canopy) and specific climate conditions of Babia hora are preconditions for spatially homogenous plant communities.

