PŘÍSPĚVEK K HODNOCENÍ ZMĚN LESNÍCH GEOBIOCENÓZ VÝCHODOSLOVENSKÉHO VIHORLATU MEZI LETY 1968 A 2016

CONTRIBUTION TO ASSESSMENT OF FOREST GEOBIOCOENOSES CHANGES BETWEEN 1968–2016 IN VIHORLAT MOUNTAIN RANGE, EAST SLOVAKIA

Jan Lacina[1], Petr Halas[1], Tomáš Koutecký[2], Jan Šebesta[2], Michal Friedl[2], Jiří Veska[3], Daniel Volařík[2]

lacina@geonika.cz[1], halas@geonika.cz[1], tomas.koutecky@mendelu.cz[2], jan.sebesta@mendelu.cz[2], michal.friedl@email.cz[2], jiri.veska@nature.cz[3], daniel.volarik@mendelu.cz[2]

[1]Ústav geoniky AV ČR, v.v.i., pob. Brno, Drobného 28, 602 00 Brno
[2]Ústav lesnické botaniky, dendrologie a geobiocenologie LDF MENDELU, Zemědělská 3, 61300 Brno
[3]Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Trocnovská 2, 702 00 Ostrava

ABSTRACT

In the years 1968-1970 a typological survey of forests in the western half of the Carpathian mountain range Vihorlat in Eastern Slovakia was carried out using units of natural potential vegetation in the sense of geobiocoenological school A. Zlatník. During the typological survey, 155 geobiocoenological research plots (including phytosociological relevé and in the most cases also soil profile) were established. In 2013-2016 (after 45-48 years) most of these plots were resurveyed. It was stated that the changes in the sites over the past 50 years are not so significant as to cause a change in potential forest vegetation. Recorded changes in herb layer structure studied on the 72 best-preserved plots were only soft, but statistically significant. Their main cause can be likely attributed to the impact of forest management. In studied area, there was also recorded a noticeable decline of old (sometimes almost virgin) forest stands. On the other hand, the maximal use of the natural regeneration of trees in forest management can be considered as positive.

Keywords: Vihorlat, geobiocoenological survey, vegetation changes, vegetation resurvey

ÚVOD

Zkoumání vlivů a důsledků současných změn krajiny na jednotlivé složky ekosystému může pomoci chápat procesy jejich vývoje v minulosti. Jejich poznání hraje důležitou úlohu při volbě optimální strategie hospodaření v krajině i v ochraně přírody (ROSS et al., 2010, BAKKER et al., 1996). V prostoru střední Evropy se za stěžejní považují zejména trendy směřující k acidifikaci a eutrofizaci prostředí, jejichž působení na vegetaci již bylo prokázáno v lesích nižších vegetačních stupňů (HÉDL et al., 2010), stejně jako v horských polohách (DURAK, 2010, ŠEBESTA et al., 2011, HRUŠKA et al., 2012). Pro detekci těchto procesů poskytují velmi cenný materiál opakovaná šetření na starších výzkumných plochách.

V letech 1968–1970 prováděli specialisté tehdejšího Ústavu pro hospodářskou úpravu vojenských lesů a statků ve Velké Bystřici u Olomouce stanovištní (typologický) průzkum ve vojenských lesích západní poloviny východoslovenského pohoří Vihorlat. Hlavním výstupem byly závěrečné zprávy obsahující typologické mapy v měřítku 1 : 25 000 pro celé tehdejší území Vojenského výcvikového prostoru Valaškovce (LACINA, 1968, 1969, 1970). V rámci výzkumu byly rovněž zakládány v terénu stabilizované výzkumné plochy (převážně ve starších porostech s přirozenou dřevinnou skladbou), na kterých byla studována fytocenóza a ve většině

případů také půdní poměry pomocí sond. Soubor získaných dat podléhal režimu utajení a nebyl proto publikován. V roce 2013 se prvnímu autorovi příspěvku podařilo získat původní mapy se zákresy ploch, což umožnilo realizovat opakované šetření, jehož první výsledky nyní předkládáme. V rámci našeho příspěvku jsme se pokusili s odstupem 45–48 let vyhodnotit změny v druhovém složení a diverzitě bylinné a dřevinné vegetace přirozených a přírodě blízkých lesů pohoří Vihorlat.

Výzkum flóry a vegetace Vihorlatu byl v minulosti méně intenzivní než v jiných částech Slovenska. Hlavní překážku představovalo omezení přístupu v důsledku zřízení VVP Valáškovce (založen již v roce 1933). Pozornost botaniků se tak soustředila zejména na okrajové části pohoří (VALACHOVIČ et al., 2014). Za základní botanické studie, pojednávající o zájmovém území lze dodnes považovat práce NOVÁKA (1925) a MICHALKA (1957), které podávají přehled vegetace, včetně floristických a fytogeografických specifik území. Teplomilná společenstva studoval MÁJOVSKÝ (1955), starší floristické údaje nedávno prezentoval KOLBEK (2014). Základ lesnického výzkumu položil RÉH (1958), který se zabýval původností dřevinné skladby. Diferenciaci lesních porostů do jednotek přírodní potenciální vegetace ve smyslu tehdejšího pojetí geobiocenologické typizace prof. A. ZLATNÍKA (1959a, 1959b) provedl na území vojenských lesů LACINA (1968, 1969, 1970), z části ve spolupráci s J. Vorlem a A. Bučkem. Komentovaný přehled mapovaných jednotek byl zveřejněn až v současnosti (LACINA, 2007). Klasifikaci podle lesnicko-typologického systému (HANČINSKÝ, 1972) představil VOLOŠČUK a TERRAY (1983). Pro pochopení postglaciálního vývoje vegetace oblasti jsou zásadní paleobotanické výzkumy KRIPPELA (1971, 1986).

Z novějších prací je třeba zmínit alespoň studii zaměřenou na vegetaci vihorlatských rašelinišť (HÁBEROVÁ et al., 2002), nový paleoekologický výzkum na lokalitě Hypkaňa (PETR, 2015, JERMANOVÁ, 2015) a zejména příspěvek VALACHOVIČE et al. (2014), kteří provedli srovnání současné lesní vegetace se stavem, který zaznamenal MICHALKO (1957). Část materiálu, kterým se zabývá tento příspěvek, využil pro svou diplomovou práci STAŠKO (2016).

METODIKA

STUDOVANÉ ÚZEMÍ

Původní stanovištní průzkum (LACINA, 1968, 1969, 1970) byl zpracován pro 16748 ha lesů patřících pod Podnikové riaditelstvo Vojenských lesov a majetkov (PR VLM) Kamenica nad Cirochou. Zájmové území tak zaujímá většinu západní části pohoří Vihorlat, přibližně od Zemplínských Hámrov a Sninského Kameňa na východě po Porúbku na západě.

Vihorlat představuje rozsáhlý stratovulkán s pestrým reliéfem, ve kterém se střídají zejména široce klenuté hřbety s místy hlubokými údolními zářezy. Pro vrcholové partie je charakteristický výskyt izolovaných skalních bradel. Nadmořská výška se pohybuje v rozmezí 120–1076 m n. m. Horninový podklad budují převážně andezity a jejich pyroklastika (tufy a tufity), pouze do západních a severních okrajů zasahují vápnité slepence a pískovce súlovského typu a pískovce magurského flyše (LEŠKO, 1960). Převládajícími půdami jsou rozmanité subtypy a variety kambizemí. Pravděpodobně pouze na podloží propylitizovaných andezitů jsou vázány kryptopodzoly. Na vápnitých slepencích a pískovcích byly zjištěny rendziny, na plošinatém úpatí s náplavovými kužely semigleje a jejich rozmanité přechody k jiným půdním typům. Jen nepatrné zastoupení mají gleje a organozemě.

KONČEK (1980) diferencuje sledované území do tří klimatických oblastí. Jižní, západní a severní úpatí patří do teplé oblasti, okrsku teplého, mírně vlhkého s chladnou zimou. Převážná část je součástí mírně teplé oblasti, okrsku mírně teplého, vlhkého až velmi vlhkého. Pouze nejvyšší polohy (od 800 m n. m.) patří do chladné oblasti, okrsku mírně chladného vrchovinného. Průměrná roční teplota se pohybuje od 10 °C na jižním úpatí až po 4 °C ve vrcholových částech. Ve stejném směru se pohybuje průměrný roční úhrn srážek od 600 po

1000 mm. Plynulost klimatických gradientů s rostoucí nadmořskou výškou zde narušují některá hluboká údolí s inverzními jevy.

Z hlediska regionální fytogeografie se Vihorlat nachází na rozhraní západokarpatské a východokarpatské květeny, zastoupeny jsou však také vegetační prvky panonské. Fytogeografické zařazení se proto liší autor od autora. PAX (1898) přičlenil Vihorlat k východním Karpatům, kdežto NOVÁK (1925) zdůrazňuje absenci některých východokarpatkých prvků. DOMIN (1935) jej považuje (stejně jako další sopečná pohoří dále na východ na tehdejší Podkarpatské Rusi) za území panonské s prvky východokarpatskými a MICHALKO (1957) vymezuje Vihorlat jako samostatný floristický okres v rámci východokarpatské podoblasti. DOSTÁL (1966) pak stejně jako FUTÁK (1980) zařadili Vihorlat do oblasti západokarpatské květeny (*Carpaticum occidentale*), obvodu slovenské předkarpatské květeny. Souhrnně o problému pojednává KLIMENT (2003). Specifikem flóry pohoří je výskyt montánních druhů i v nižších polohách, než je běžné, nebývale nízko sestupují také společenstva bučin (VALACHOVIČ et al. (2014) uvádějí nadmořskou výšku 200 m n. m).

Vegetaci v pojetí ZLATNÍKA (1976) a BUČKA a LACINY (1999) tvoří geobiocenózy 1. až 6. vegetačního stupně, trofických řad a mezořad A, B, BC, C a CD a hydrické řady (HŘ) normální (3). V malé míře jsou také zastoupeny HŘ omezená až zakrslá (1–2) a střídavě zamokřená (4). Nejrozšířenějšími jednotkami jsou skupiny typů geobiocénů (STG): 3B3 typické dubové bučiny (*Querci-fageta typica*) a 4B3 holé a typické bučiny (*Fageta paupera* a *Fageta typica*). Pro Vihorlat je také typická častá účast „acerózních" společenstev, zejména 4–5BC3 bučiny s javorem (*Fageta aceris inf.* et *sup.*) a naopak jen malý až výjimečný výskyt společenstev acidofilních – např. 2–3A2 dubobučiny (*Fageta quercina*). Na jižním okraji řešeného území jsou zastoupena také teplomilná společenstva 1. a 2. VS – 1–2CD1–2 dřínové javořiny (*Corni-acereta inf.* et *sup.*) a 2B(2)–3 typické bukové doubravy (*Fagi-querceta typica*) (LACINA, 2007).

Aktuální dřevinná skladba se na většině plochy blíží potenciálnímu stavu. Výrazně tak převládají společenstva s dominancí buku. Koncem 60. let minulého století činil jeho podíl ve zkoumaném území téměř 80 %, necelou desetinu území zaujímaly dubové porosty s habrem (převážně výmladkového původu), významně zejména ve vrcholových partiích byly zastoupeny javory, především klen, místy jasan. Uměle zaváděné jehličnany (smrk, v menší míře borovice, modřín a zcela výjimečně jedle) se vyskytovaly jen na necelé desetině porostní půdy (LACINA, 2007).

SBĚR DAT

Základní materiál tvořilo 155 preferenčně založených typologických ploch z let 1968–1970, jejichž lokace v zájmovém území reflektovala rozmanitost ekotopů a dřevinné skladby. Plochy měly tvar kruhu o poloměru 15 m (cca 700 m^2) s označeným středovým stromem. Na každé ploše byl pořízen fytocenologický zápis s vyžitím Braun-Blanquetovy kombinované stupnice abundance/dominance upravené Zlatníkem a Zlatníkovy stupnice patrovitosti (AMBROS, 2003). Na většině ploch byla vykopána a popsána půdní sonda a odebrány vzorky ze všech půdních horizontů. Následné laboratorní zpracování zahrnovalo stanovení zrnitosti, pH a obsahů humusu, vápníku, dusíku a fosforu. Lokalizace typologických ploch byla zakreslena do (tehdy tajných) map v měřítku 1:25 000.

Opakovaný výzkum proběhl v letech 2013–2016, tedy po 45–48 letech. Primárně byly v terénu dohledávány označené středové stromy. Při jejich absenci jsme plochy umísťovali tak, aby co nejpřesněji odpovídaly zákresům v mapách, a také stanovištní charakteristice a záznamu vegetace v originálních zápisech. Tam, kde se původní porosty nedochovaly, byly plochy obnovovány i v následných porostech starších dvaceti let s vyvinutým bylinným patrem. K obnově ploch nebylo přistupováno v případě pasek a hustých zapojených mlazin, avšak pokud se v blízkosti vytěžené plochy vyskytoval stanovištně odpovídající starý porost, byla

v něm založena plocha analogická. Na každé obnovené ploše byl barvou vyznačen středový strom a odečteny souřadnice GPS.

Opakované fytocenologické snímkování navázalo na výchozí metodiku, přičemž byla maximální snaha provádět šetření co nejblíže kalendářnímu datu originálního zápisu. Půdní šetření bylo prozatím omezeno pouze na odběr směsného půdního vzorku z A horizontu (výsledky analýz nejsou předmětem tohoto příspěvku). Data byla sbírána pod vedením autora původní sady zápisů.

Celkem bylo v rámci výzkumu obnoveno 129 testovacích ploch, přičemž u 17 z nich se podařilo nalézt označený středový strom, 55 jich bylo obnoveno v původních porostech, ve kterých od posledního měření nedošlo k významným hospodářským zásahům, 19 porostů bylo ovlivněných probírkou, 20 ploch se nacházelo v následných mladých porostech, ve 20 případech byla založena analogická plocha v blízkém porostu mimo původní lokaci a 26 ploch obnoveno nebylo (paseky, mlaziny).

ANALÝZA DAT

V rámci tohoto příspěvku jsme pracovali pouze s plochami, které můžeme označit za permanentní a semi-permanentní, u nichž lze aplikovat zrcadlové srovnání mezi měřeními (KAPFER et al., 2017, KOPECKÝ a MACEK, 2015). Jednalo se o 72 spolehlivě dohledaných ploch, které zároveň nebyly od svého založení na přelomu 60. a 70. let zásadně ovlivněny lesním hospodařením (u několika s označeným středovým stromem byl mírně porušen zápoj). Cílem analýz bylo detekovat změny, ke kterým ve sledovaných porostech došlo během uplynulých 45–48 let.

Pro hodnocení změn druhové diverzity a nároků druhů na prostředí jsme aplikovali párový t-test zpracovaný v programu Microsoft Excel. Ekologické nároky druhů byly posuzovány pomocí průměrů Borhidiho indikačních hodnot (BORHIDI, 1995) pro každý fytocenologický snímek. Rozlišení rozdílů v druhovém spektru mezi původními a současnými snímky proběhlo pomocí výpočtu míry fidelity druhů k dané skupině s využitím synoptických tabulek v programu Juice (TICHÝ, 2002).

Pro interpretaci vegetačních dat nám dále posloužilo jejich zobrazení v ordinačním prostoru NMDS analýzy (non-metric multimensional scaling) založené na Bray-Curtisově matici nepodobnosti mezi snímky. Pokryvnosti druhů byly logaritmicky transformovány a data byla standardizována. Vliv a významnost faktorů prostředí byly jednak určeny „fitováním“ faktorů v ordinačním prostoru (maximální korelací korespondující s daným faktorem prostředí) s 999 permutacemi. Významnost pozice starých a nových snímků byla testována funkcí adonis (permutační MANOVA pro distanční matice) a anosim (permutační analýza podobnosti mezi zvolenými skupinami snímků). Změny v homogenitě vegetačních dat jsme testovali funkcí betadisper, což je analogie Levenova testu homogenity pro mnohorozměrná data založená na matici podobností mezi snímky. Změny v druhové diverzitě, v indikačních nárocích druhů na prostředí a rozdíly mezi faktory prostředí byly testovány párovým t-testem v programu R 3.0 (R CORE TEAM, 2016). Pro ordinace, vegetační analýzy a testování vlivu faktorů prostředí na vegetaci jsme použili balík vegan (OKSANEN et al., 2017).

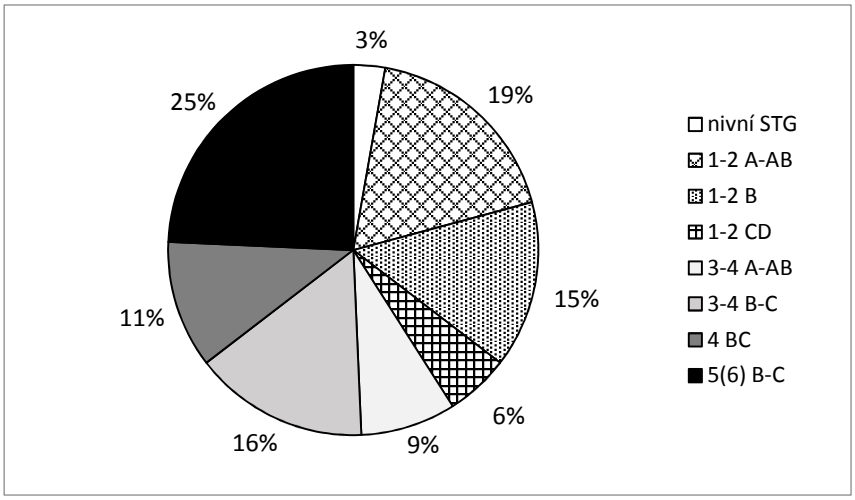
VÝSLEDKY

Základní představu o charakteru potenciální vegetace ve smyslu ZLATNÍKA (1976) a BUČKA a LACINY (1999) na analyzovaných plochách udává přehled zaznamenaných STG (tabulka 1), graf zastoupení vegetačních stupňů a trofických řad (obrázek 1) a geobiocenologický profil územím (obrázek 2). Celkem bylo vymezeno 17 skupin typů geobiocénů. Převažují společenstva různých typů bučin 3.–5. vegetačního stupně, přičemž nejhojnější jsou mezotrofní a acerózní typy. Geobiocenózy nižších vegetačních stupňů byly diferencovány přibližně na 40 % ploch, vyšší polohy Vihorlatu reprezentuje přibližně čtvrtina

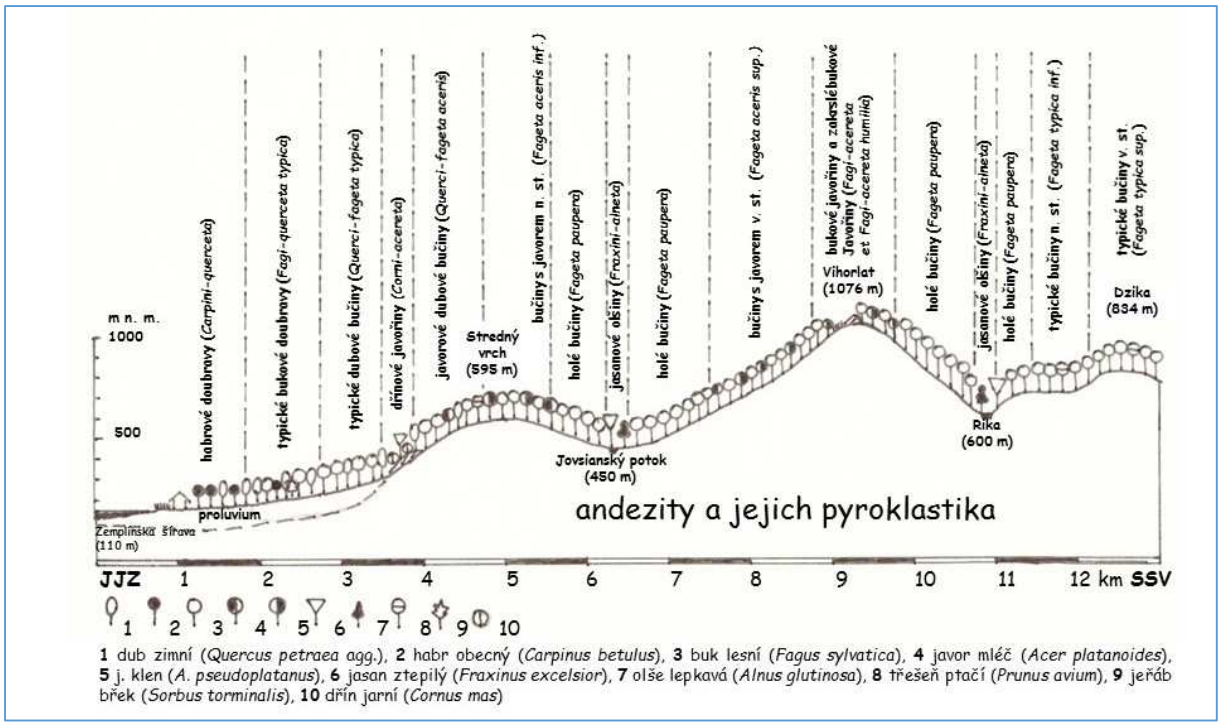
ploch. Geobiocenologická diferenciace nevykazuje oproti stavu na přelomu 60. a 70. let 20. století žádnou změnu.

název STG	**formule**	**%**
Carpini-querceta	1–2 B 3–4	7
Corni-acereta inf. et *sup.*	1–2 CD 1–2	6
Fagi-querceta typica	2 B (2)3	8
Fageta quercina inf.	2(3) A–AB 2–3	3
Querceta humilia sup.	2 AB–B 1(2)	16
Fraxini-alneta	3–4 BC–C 4–5	3
Tili-acereta	3–4 C 3	1
Fageta quercina	3–4 A–AB 2–3	9
Querci-fageta typica	3 B 3	11
Querci-fageta aceris	3 BC 3	3
Fageta aceris inf.	4 BC 3	9
Fageta typica sup.	5 B 3	3
Fageta aceris sup.	5 BC 3	4
Fagi-acereta, Fraxini-acereta, Ulmi-acereta	5 BC–C 3(4)	14
Fagi acereta humilia	5–6 BC–C 2	4

Tab. 1: Přehled zaznamenaných skupin typů geobiocénů (ZLATNÍK, 1976, BUČEK a LACINA, 1999) a jejich procentuální zastoupení v rámci analyzovaného datového souboru.



Obr. 1: Procentuální zastoupení 72 studovaných ploch v rámci vegetačních stupňů a trofických řad sensu (Zlatník, 1976, Buček a Lacina, 1999). Nivní stanoviště jsou vyčleněna zvlášť.



Obr. 2: Vegetační profil pohořím Vihorlat ve smyslu geobiocenologické typizace (ZLATNÍK, 1976, BUČEK a LACINA 1999) podle LACINY (2016).

Dále jsme se zaměřili na analýzu druhové diverzity a struktury vegetace. Celkově jsme na 72 vybraných plochách zaznamenali zvýšení druhové rozmanitosti, a to jak v případě nedřevnatého podrostu, tak i dřevin. V letech 1968–1970 bylo na plochách zaznamenáno celkem 213 druhů bylin a 37 druhů dřevin, kdežto při opakovaném snímkování v letech 2013–2016 se jednalo o 251 druhů bylin a 42 druhů dřevin. Zatímco zvýšení počtu druhů bylo statisticky významné, zvýšení Simpsonova i Shannon-Wienerova indexu diverzity nikoliv (tabulka 2).

	1968–1970	2013–2016	t-hodnota	p-hodnota
Počet druhů – byliny	**17.80**	**21.70**	**3.307**	**0.002**
SW byliny	1.79	1.92	1.729	0.088
Simp byliny	0.71	0.72	0.547	0.586
Počet druhů – byl. + juv.	**21.93**	**27.26**	**3.777**	**<0.001**
SW byliny + juvenily	1.97	2.11	1.98	0.052
Simp byliny + juvenily	0.75	0.76	0.822	0.414

Tab. 2: Změny v druhové diverzitě bylin, v druhové diverzitě bylinného patra a patra zmlazení (byliny + juvenily). SW = Shannon-Wienerův index diverzity, Simp = Simpsonův index diverzity. T-hodnota je hodnota testového kritéria párového t-testu, p-hodnota je zvolená hodnota významnosti, významné hodnoty jsou zvýrazněné.

V synusii podrostu zůstaly zachovány a většinou i vzrostla četnost původních dominant, jako jsou *Athyrium filix-femina*, *Carex pilosa*, *Dryopteris dilatata*, *Dryopteris filix-mas*, *Galeobdolon luteum*, *Galium odoratum, Rubus hirtus*. Jak ukazuje tabulka 3, největší snížení frekvence (z 8 výskytů na 2 nynější nálezy) bylo zaznamenáno u *Fragaria vesca*; což je jediný druh významně věrný původnímu snímkování 1968–1970. Naopak vidíme velký (i násobný) nárůst početnosti a vysokou věrnost novému snímkování z let 2013–2016 u řady druhů bylin: *Mycelis muralis*, *Moehringia trinervia*, *Fallopia convolvulus*, *Anemone nemorosa*, *Veronica montana*, *Rubus hirtus*, *Impatiens parviflora* a další. V opakovaných zápisech také vzrostla

frekvence některých juvenilních dřevin, nejvíce u *Fagus sylvatica, Fraxinus excelsior* a *Acer platanoides*.

		1968–1970		2013–2016	
	Vegetační patro	Fidelita	Četnost	Fidelita	Četnost
Fragaria vesca	6	**16.4**	8	---	2
Mycelis muralis	6	**---**	13	**33.7**	36
Moehringia trinervia	6	**---**	2	**25.0**	13
Fallopia convolvulus	6	**---**	2	**25.0**	13
Anemone nemorosa	6	**---**	12	**23.4**	27
Fagus sylvatica	7	**---**	41	**22.2**	56
Veronica montana	6	**---**	1	**21.9**	9
Rubus hirtus	6	**---**	30	**20.9**	45
Impatiens parviflora	6	**---**	0	20.9	6
Hedera helix	6	**---**	3	20.5	12
Hypericum perforatum	6	**---**	1	20.1	8
Prunus avium	7	**---**	11	19.6	23
Calamagrostis epigejos	6	**---**	0	19.0	5
Chaerophyllum temulum	6	**---**	0	19.0	5
Fraxinus excelsior	7	**---**	12	17.8	23
Acer platanoides	7	**---**	20	17.3	32

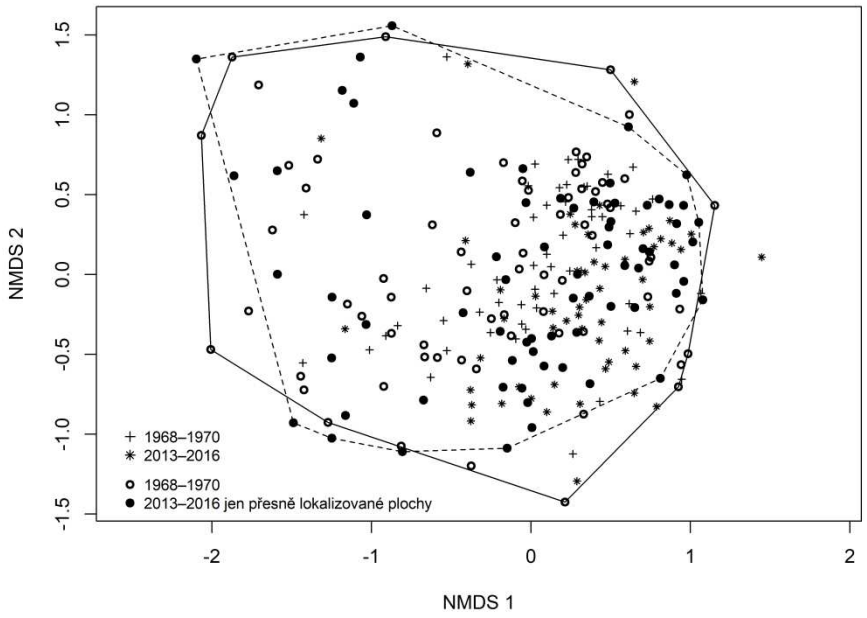
Tab. 3: přehled druhů s největší změnou jejich frekvence (Fisherův test, $p < 0,05$) podle roku pořízení snímků. Druhy jsou uspořádané podle koeficientu fidelity, zvýrazněné jsou ty druhy, u nichž je fidelita významná $p < 0,01$.

Všechny druhy rostlin, které nebyly opětovně nalezeny, měly původně jen 1 nebo 2 nálezy. Jedná se např. o *Phyteuma spicatum*, *Polygala major*, *Betonica officinalis*, *Cicerbita alpina*, *Huperzia selago*, *Inula salicina*, *Pyrola media*, *Scabiosa ochroleuca* nebo *Silaum silaus*. Podobně v sadě obnovených snímků není žádný nově nalezený druh s vyšší frekvencí (nejvyšší četnost má invazní *Impatiens parviflora* se šesti záznamy, ojediněle se pak vyskytovaly *Chaerophyllum temulum*, *Calamagrostis epigejos*, *Ajuga genevensis*, *Allium ursinum*, *Anthriscus nitidus*, *Cerastium sylvaticum*, *Erechtites hieraciifolius*, *Erigeron annuus* nebo *Stellaria media*).

Za pozornost stojí výskyt některých druhů, které se podařilo opětovně zaznamenat právě na místech svých původních výskytů, ač jsou jen velmi málo frekventované nebo spíše vzácné. Většinou se jedná o druhy se silnou vazbou na vyhraněná stanoviště. Tímto nás zaujal výskyt např. *Antennaria dioica*, *Aconitum moldavicum*, *Allium senescens* ssp. *montanum*, *Anthericum ramosum*, *Aposeris foetida*, *Carex montana*, *Centaurea montana*, *Jovibarba globifera*, *Hepatica nobilis*, *Homogyne alpina*, *Laser trilobum*, *Molinia arundinacea*, *Potentilla erecta*, *Seseli osseum*, *Serratula tinctoria* a *Teucrium chamaedrys.*

Určitou změnu v druhovém složení dokládá obrázek 3, kde je v ordinačním diagramu NMDS analýzy patrný určitý posun daný rokem pořízení geobiocenologických zápisů. Uvedený posun se zdá poměrně malý, což jsme i statisticky ověřili testováním (fitováním všech faktorů s uspořádáním ordinace) faktorů prostředí. Největší vliv na variabilitu druhového složení má jednoznačně nadmořská výška (46,9 %), dále je to orientace svahu (16,5 %) a pokryvnost stromového patra (7,3 %). Datum pořízení zápisu (starý vs. nový) není fitováním statisticky významné. Analýzou nepodobnosti skupin starých a nových snímků (anosim) anebo použitím MANOVy (adonis) je datum pořízení zápisu statisticky významné, nicméně

vysvětluje jen 6,7 %, resp. 2,8 % variability dat. Dále se ukázalo, že se oproti původní variabilitě vegetace nezměnila její homogenita a to jak u bylin, tak u juvenilních dřevin.



Obr. 3: NMDS ordinační diagram pro staré a nové geobiocenologické snímky. Obálky jsou vytvořeny jen pro přesně lokalizované plochy v zachovalých nebo málo narušených porostech.

Pomocí analýzy Borhidiho indikačních hodnot (BIH) (Tabulka 4) jsme se pokusili o fytoindikaci možných změn ekotopu. Zaznamenali jsme statisticky významné snížení průměrných indikačních hodnot pro teplotu a půdní reakci, ostatní změny BIH nejsou statisticky významné.

		1968–1970	2013–2016	t-hodnota	p-hodnota
Borhidiho indikační hodnoty	Světlo	4.41	4.42	-0.252	0.802
	Teplota	**5.14**	**5.04**	**-4.359**	**<0.001**
	Vlhkost	5.54	5.50	1.448	0.152
	pH půdy	**6.24**	**6.16**	**-2.499**	**0.015**
	Živiny	5.46	5.47	0.265	0.792

Tab. 4: Změny průměrů Borhidiho indikačních hodnot nároků druhů na prostředí mezi původním a opakovaným šetřením. T-hodnota je hodnota testového kritéria párového t-testu, p-hodnota je zvolená hodnota významnosti, významné hodnoty jsou zvýrazněné.

DISKUZE A ZÁVĚR

Většina studií zabývajících se opakováním snímků v lesní vegetaci v Karpatech udává druhové ochuzování, homogenizaci, zjednodušení struktury, nárůst generalistů a úbytek specialistů (např. DURAK, 2010, ŠEBESTA et al., 2011, DURAK a HOLEKSA 2015). V našich datech jsme uvedené trendy nezaregistrovali. Na studovaných plochách mezi lety 1968–1970 a 2013–2016 vzrostla celková druhová bohatost i průměrná druhová diverzita bylin a dřevin. Vzhledem k tomu, že nedošlo ke změně Simpsonova a Shannon-Wienerova indexu diverzity, zaznamenané rozdíly v druhové diverzitě se týkají především nárůstu/úbytku málo četných druhů. Stejný obrázek o změnách dává celkový přehled „ztrát a nálezů“ – nebyly nalezeny pouze druhy s původními jedním či dvěma záznamy, podobně nové druhy mají nyní také jen jeden až tři záznamy. Nově zaznamenané druhy se navíc mnohdy vyskytují společně.

Dominantní druhy podrostu zůstaly zachovány nebo narůstá jejich četnost a řada vzácných a specializovaných druhů byla opětovně nalezena v místech svých původních výskytů. Změna v druhovém složení vegetace daná rokem pořízení zápisu je sice statisticky významná, ale má na vegetaci řádově nižší vliv než další faktory prostředí. Za hlavní příčinu rozdílů tak lze zřejmě považovat (přirozené nebo i umělé) narušení zápoje stromového patra některých ploch, o čemž svědčí i fakt, že v našich výsledcích sice vidíme nárůst počtu druhů, ale zpravidla se nejedná o specialisty. Jde o nepůvodní druhy (*Erechtites hieraciifolius*, *Erigeron annuus*, zajímavý je doklad pokračující invaze *Impatiens parviflora*) anebo druhy pasekové, případně vázané na narušenou nebo antropogenní vegetaci (příkladem jsou *Calamagrostis epigejos*, *Chaerophyllum temulum*, *Cerastium sylvaticum*, *Fallopia convolvulus*, *Stellaria media*). Můžeme také uvažovat i o vlivu přirozených změn podmíněných vyspíváním (stárnutím) porostů, jejich rozpadem a přirozeným narušováním půdního povrchu. Tento efekt by se ale zřejmě projevil plošně a měl by mít dopad na změnu v indikačních hodnotách pro světlo a živiny, což jsme nezaznamenali. Podstatnou souvislost lesního hospodaření na dlouhodobou změnu vegetace uvádí také (DURAK, 2010, ŠEBESTA et al., 2011). Zajímavý závěr přináší studie VALACHOVIČE et al. (2014) která ukazuje, že změny v druhovém složení se podstatně liší podle typu vegetace. Největší rozdíly vykazovala společenstva nižších vegetačních stupňů, ve kterých došlo k opuštění tradičního managementu.

Otázkou zůstává, zda se na vegetaci Vihorlatu projevuje z okolních pohoří dokladovaný trend acidifikace (ŠEBESTA et al., 2011, HRUŠKA et al., 2012). V našich datech jsme zaznamenali signifikantní snížení průměrné indikační hodnoty pro půdní reakci. Jeho příčinou však nemusí být antropogenní depozice imisí a polutantů (ŠEBESTA et al., 2011), ale i přirozeně podmíněné okyselování svrchních horizontů půd v bučinách vlivem pomalého rozkladu chudého bukového opadu. Acidifikaci podporuje také začleňování živin do biomasy rostoucích stromů (např. DURAK, 2010). Výše uvedená otázka proto vyžaduje další studium, zejména půdní analýzy zaměřené na změny chemizmu půd.

Naše výsledky tak ukazují, že největší vliv na změnu vegetace (byť malou) mají spíše lokální faktory, jako jsou disturbance způsobené lesním hospodařením.

Smutným faktem je, že současný rozsah mýtní těžby ve sledovaném území zřejmě již neumožní další opakování výzkumu v původních porostech. Dobrou představu o její intenzitě dává fakt, že jsme pro účely analýz snímků z málo narušených lesních porostů museli vyloučit více než polovinu ploch a další zřejmě budou v krátkém časovém horizontu také odtěženy. Staré, někdy až pralesovité porosty tak postupně mizí, případně jsou značně fragmentovány. Vihorlat tím ztrácí jednu ze svých největších přírodovědných hodnot a bezesporu se jedná o nejsilnější a pro ochranu přírody nejzásadnější změnu lesních geobiocenóz mezi lety 1968 a 2016, kterou jsme zaznamenali. Za pozitivum lze naopak považovat maximální využívání přirozené obnovy při zalesňování, čímž je i do budoucna zajištěna dřevinná skladba blízká potenciální vegetaci.

PODĚKOVÁNÍ

Je naší milou povinností poděkovat ředitelství podniku Vojenské lesy a majetky SR, š. p. za zaslání originálů map stanovištního průzkumu, Karolovi Ujházymu, Františku Málišovi a Janu Staškovi za pomoc při sběru dat, pracovníkům lesních správ VLM Kamienka a Jovsa za vstřícnost a poskytnutí zázemí a také Peterovi Kellerovi za dlouhotrvající podporu našeho geobiocenologického týmu, díky které jsme schopni pracovat v trvale dobré náladě.

LITERATURA

AMBROS, Z. (2003): Praktikum geobiocenologie. Skriptum, MZLU, Brno, 97 s.

BAKKER, J. P., OLFF, H., WILLEMS, J. H., ZOBEL, M. (1996): Why do we need permanent plots in the study of long-term vegetation dynamics? *Journal of Vegetation Science* 7: 147–156.

BORHIDI, A. (1995): Social behaviour types, the naturalness and relative ecological indicator values of the higher plants in the Hungarian flora. *Acta Botanica Hungarica*, 39(1–2): 97–181.

BUČEK, A., LACINA, J. (1999): Geobiocenologie II. MZLU, Brno, 249 s.

DOMIN, K. (1935): Vegetace I. In: Atlas republiky Československé, list 13. Vydala Česká akademie věd a umění, Orbis, Praha.

DOSTÁL, J. (1966): Fytogeografické členění. In: Atlas ČSSR, list 23. – Ústřední správa geodézie a kartografie, Praha.

DURAK, T. (2010): Long-term trends in vegetation changes of managed versus unmanaged Eastern Carpathian beech forests. *For. Ecol. Manage*., 260 (2010): 1333–1344.

DURAK, T., HOLEKSA, J. (2015): Biotic homogenisation and differentiation along a habitat gradient resulting from the ageing of managed beech stands. *Forest Ecology and Management* 351: 47–56.

FUTÁK, J. (1980): Fytogeografické členenie. In: Atlas Slovenskej socialistickej republiky, list VII/14. – Bratislava, SAV a Slovenský úrad geodézie a kartografie.

HÁBEROVÁ, I., PALKO, L., TERRAY, J. (2002): Rastlinné spoločenstvá rašelinísk CHKO Vihorlat. Ochr. Prír. 21: 5–13.

HANČINSKÝ, L. (1972): Lesné typy Slovenska. Príroda, Bratislava. 307 s.

HÉDL, R., KOPECKÝ, M., KOMÁREK, J. (2010): Half a century of succession in a temperate oakwood: from species-rich community to mesic forest. *Diversity and Distributions* 16: 267–276.

HRUŠKA, J., OULEHLE, F., ŠAMONIL, P., ŠEBESTA, J., TAHOVSKÁ, K., HLEB, R., HOUŠKA, J., ŠIKL, J. (2012): Long-term forest soil acidification, nutrient leaching and vegetation development: Linking modelling and surveys of a primeval spruce forest in the Ukrainian Transcarpathian Mts. *Ecological Modelling* 244: 28–37.

JERMANOVÁ, Z. (2015): Holocenní vývoj kyselého rašeliniště ve vnitřních Západních Karpatech rekonstruovaný za pomoci analýzy fosilních krytenek. Dipl. práce, Masarykova univerzita v Brně, Brno.

KAPFER, J., HÉDL, R., JURASINSKI, G., KOPECKÝ, M., SCHEI, F. H., GRYTNES, J. A. (2017): Resurveying historical vegetation data – opportunities and challenges. *Applied Vegetation Science* 20: 164–171.

KLIMENT, J. (2003): Zamyslenie sa nad (súčasným) fytogeografickým členením Slovenska (poznámky k vybraným fytochoriónom). *Bull. Slov. Bot. Spoločn.* 25: 199–224.

KOLBEK, J. (2014): Několik starších floristických dat ze Slovenska. *Bull. Slov. Bot. Spoločn*. 36 (2): 159–166.

KONČEK, M. (1980): Klimatické oblasti. In: Atlas Slovenskej socialistickej republiky, list V/42. – Bratislava, SAV a Slovesnký úrad geodézie a kartografie.

KOPECKÝ, M., MACEK, M. (2015): Vegetation resurvey is robust to plot location uncertainty. *Diversity and Distributions* 21: 322–330.

KRIPPEL, E. (1971): Postglaciálny vývoj vegetácie Východného Slovenska. *Geogr. časopis* 23 (3): 225–241.

KRIPPEL, E. (1986): Postglaciálný vývoj vegetácie Slovenska. Veda, Bratislava, 312 s.

LACINA, J. (1968): Zpráva o generelním typologickém průzkumu LHC Kamenica nad Cirochou. – ÚHÚ VLS Velká Bystřice u Ol., 160 s. + 1 mapa v měř. 1 : 25 000.

LACINA, J. (1969): Zpráva o generelním typologickém průzkumu LHC Kamienka. - ÚHÚ VLS Velká Bystřice u Ol., 120 s. + 1 mapa v měř. 1 : 25 000.

LACINA, J. (1970): Zpráva o generelním typologickém průzkumu LHC Jovsa. – ÚHÚ VLS Velká Bystřice u Ol., 160 s. + 1 mapa v měř. 1 : 25 000.

LACINA, J. (2007): Geobiocenologická typizace Vihorlatu před téměř 40 lety – výzva k návratu. In: Hrubá, V. a Štykar, J., eds.: Geobiocenologie a její aplikace. Geobiocenologické spisy sv. 11. – MZLU v Brně, s. 53–62.

LACINA, J., HALAS, P., KOUTECKÝ, T., ŠEBESTA, J. VESKA, J. (2016): Příspěvek k hodnocení změn lesní krajiny východoslovenského Vihorlatu v uplynulých 50 letech. Fyzickogeografický sborník 14, Fyzická geografie a krajinná ekologie: výzkum a vzdělávání. Masarykova univerzita, 2017, 33. výroční konference Fyzickogeografické sekce České geografické společnosti konané 16. a 17. února 2016 v Brně, s. 37–43.

LEŠKO, B. (red.) (1960): Geologická mapa ČSSR, list M-34-XXIX Snina, 1 : 200 000. Ústřední geologický úřad a Ústřední ústav geologický Praha.

MÁJOVSKÝ, J., 1955: Asociácia *Festuca pseudodalmatica-Potentilla arenaria* na východnom Slovensku. *Biológia* 10 (6): s. 659–677.

MICHALKO, J. (1957): Geobotanické pomery pohoria Vihorlat. – Vydavatelstvo Slovenskej akadémie vied, Bratislava, 196 s.

NOVÁK, F. A. (1925): Vegetace trachytového Vihorlatu. – Spisy vydávané Přírodovědeckou fakultou Karlovy univerzity č. 31, Praha, 29 s.

OKSANEN, F., BLANCHET, G., FRIENDLY, M., KINDT, R., LEGENDRE, P., MCGLINN, D., MINCHIN, P. R., O'HARA, B., SIMPSON, G. L., SOLYMOS, P., STEVENS, H. H., SZOECS, E., WAGNER, H. (2017): Vegan: Community Ecology Package. R package version 2.4-5. https://CRAN.R-project.org/package=vegan

PAX, F. (1898): Grundzüge der Pflanzenverbreitung in den Karpathen. I. Band. Leipzig. 270 pp.

PETR, L. (2015): Paleolimnologické lokality Západních Karpat a jejich význam pro rekonstrukci životního prostředí pozdního glaciálu a holocénu. Zprávy Čes. Bot. Společ. 50/2: 247–266.

R CORE TEAM (2016): R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. https://www.R-project.org/

RÉH, J. (1958): Príspevok k otázke pôvodnosti ihličnatých útvarov v pohorí Vihorlat. – *Biológia* (5): 389 – 391.

ROSS, L. C, WOODIN, S. J., HESTER, A., THOMPSON, DES B. A., BIRKS, H. J. B. (2010): How important is plot relocation accuracy when interpreting re-survey studies of vegetation change? *Plant Ecology & Diversity* 3(1):1–8.

STAŠKO, J. (206): Zmeny lesnej vegetácie s odstupom niekoľkých desaťročí – opakované záznamy na starých typologických plochách. Diplomová práce. TU, Zvolen.

ŠEBESTA, J., ŠAMONIL, P., LACINA, J., OULEHLE, F., HOUŠKA, J., BUČEK, A. (2011): Acidification of primeval forests in the Ukraine Carpathians: Vegetation and soil changes over six decades. *For. Ecol. Manage*., 262: 1265–1279

TICHÝ, L. (2002): JUICE, software for vegetation classification. *J. Veg. Sci.* 13: 451–453.

VALACHOVIČ, M., HEGEDUŠOVÁ, K., KANKA, R., KLIMENT, J., KOLLÁR, J., MÁLIŠ, F., PISCOVÁ, V., SENKO, D., SLEZÁK, M., UJHÁZY, K., UJHÁZYOVÁ, M., ŽARNOVIČAN, H. (2014): Forest communities of the Vihorlat Mts. (Eastern Slovakia). *Phytopedon (Bratislava)*, Vol. 13, 2014/1, p. 13–41.

VOLOŠČUK, I., TERRAY, J. (1987): Chránená krajinná oblasť Vihorlat. Príroda, Bratislava, 287 s.

ZLATNÍK, A. (1959a): Přehled slovenských lesů podle skupin lesních typů. Spisy vědecké laboratoře biogeocenologie a typologie lesa Lesnické fakulty VŠZ v Brně, č. 3, 195 s.

ZLATNÍK, A. (1959b): Skupiny lesných typov Slovenska. – Slovenské vydavatelstvo pôdohospodarskej literatúry, Bratislava, 145 s.

ZLATNÍK, A. (1976): Přehled skupin typů geobiocénů původně lesních a křovinných v ČSSR. (Předběžné sdělení.) – Zprávy Geografického ústavu ČSAV v Brně, 13, č. 3/4, s. 55–64 + 1 tab. v příloze.