

# EKOLOGICKÁ CHARAKTERISTIKA EURÓPSKY VÝZNAMNÝCH DUBOVO-BUKOVÝCH SPOLOČENSTIEV V KRIVÁNSKEJ FATRE (ZÁPADNÉ KARPATY)

Ivan VOLOŠČUK<sup>1</sup>, Peter SABO<sup>2</sup>, Martina ŠKODOVÁ<sup>3</sup>, Juraj ŠVAJDA<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Tatranská Lomnica 66, e-mail: ivoloscuk@azet.sk

<sup>2</sup>Katedra biológie a ekológie, Fakulta prírodných vied, Univerzita Mateja Bela, Banská Bystrica, e-mail: peter.sabo@umb.sk, juraj.svajda@umb.sk

<sup>3</sup>Katedra geografie a geológie, Fakulta prírodných vied, Univerzita Mateja Bela, Banská Bystrica, e-mail: martina.skodova@umb.sk

**Abstract:** *On the southwestern foot of Malá Fatra Mts is the northernmost locality of the European important oak-beech habitat (Fagetum quercinum Zl. 59, Luzulo-Fagetum Br.Bl.) in the Slovak Republic. Slope on granite bedrock is 25° to 35° at an altitude of 350-550 m a.s.l. The paper presents an ecological analysis of this community according to Ellenberg ecological numbers of between 1974 and 2014 years. Succession changes over the past 40 years are reflected by a spatial arrangement of tree species. For mineral poor, medium deep to shallow oligotrophic Cambisol in tree species composition dominated by sessile oak (Quercus petraea). Less is represented by beech (Fagus sylvatica), birch (Betula pendula) and pine (Pinus sylvestris). A single occurrence of a solitary pine binds to the top of the granite cliffs where there are no conditions for the application of oak. Spatial composition of trees is the mosaic in small areas (gaps), depending on the depth of the soil and the surface stoniness. In the last 40 years, there has been no significant change of ecological characteristics in the herb layer, which reflects the relative good ecological stability of this European Important Habitat.*

**Key words:** *European Important Habitat, oak-beech community, Malá Fatra Mts, ecological succession, tree species spatial arrangement*

## Úvod

Prírodné lesy bez podstatného antropického vplyvu a lesníckeho využívania odrážajú na konkrétnom mieste komplex ekologických podmienok (Saniga 1999; Saniga et al., 2011). Geologické podložie, reliéf, klíma a vegetácia priamo ovplyvňujú pôdne podmienky. Rozdielne pôdne podmienky ovplyvňujú štruktúru prírodných lesov, zložených z drevín rozličných ekologických nárokov. Rozdiely v štruktúre drevinového zloženia prírodných lesov možno vysvetliť rozdielnymi ekologickými požiadavkami určitých druhov drevín, reagujúcich na zmeny v stave pôdy a mikroklimy. Striedanie, obmenu a kombináciu drevinového zloženia na určitom stanovišti možno vysvetliť tiež rozličnou životnou a vývojovou stratégiou drevín a ekologickými nárokmi určitých drevín reagujúcich na náhle významné zmeny v mikroklimatických podmienkach stanovišťa. Odlišné mikroklimatické a pôdne podmienky sú v konvexných a konkávných tvaroch reliéfu.

V dospelých prírodných lesoch niektoré dreviny sa v lesnom poraste vyskytujú roztrúsene (primiešané, rozptýlené). Podmienky stanovišťa, na ktorom sa vyskytujú, nie sú podstatne odlišné od podmienok stanovišť iných porastových drevín (Yamamoto, 2000). Roztrúsene (primiešané) dreviny sa vyskytujú v menšom počte, alebo sú mladšie a nie sú schopné prirodzeného obnovovania (zmladenia) v súčasných porastových podmienkach. Tieň neznášajúce dreviny (dub, breza, jarabina, osika, borovica) nedokážu sa obnoviť v zatienenom prostredí. V súlade s klasickou teóriou sukcesie (Odum, 1977) tieň neznášajúce dreviny môžu byť vytlačené z prírodných lesných spoločenstiev, ktoré sa nachádzajú v klimaxovom rovnovážnom stave, pretože len tieň znášajúce dreviny (buk, jedľa, jaseň, javor, lipa) dokážu v zatienenom lesnom prostredí sa obnoviť a rásť. Teória porastových medzier predpokladá, že tieň neznášajúce dreviny môžu sa zachovať v klimaxovom spoločenstve len vďaka tomu, že sa obnovia a rastú v porastových medzerách, vzniknutých následkom malých distribancií (Korpeľ, 1982, 1995).

Termín "medzery" (anglicky "gaps") znamená otvory alebo diery vzniknuté prírodnými činiteľmi v korunovom zápoji lesného porastu (odstránenie niekoľkých stromov). Malé otvory (do 5m<sup>2</sup>) nerátajú sa medzi korunové medzery. Priemerná veľkosť plochy medzier v lesoch mierneho pásma (temperátne lesy) je 30 – 140 m<sup>2</sup> (Yamamoto, 2000). Podmienky prostredia pod porastovými medzerami sú podstatne odlišné od podmienok pod plným korunovým zápojom. Premennivosť veľkosti porastového otvoru vplyva predovšetkým na premenlivosť svetelných a tým aj teplotných a vlhkosťných podmienok. Väčšie porastové medzery zvyšujú pravdepodobnosť regenerácie tieň neznášajúcich (svetlomilných) rastlinných druhov (Chapman, Reiss, 1999; Townsend et al., 2000).

Prírodné lesy bez podstatného ľudského vplyvu, ktoré sa zachovali v prírodných rezerváciách, poskytujú vhodné podmienky pre štúdium ekologických nárokov drevín a dynamiku porastovej štruktúry v závislosti na meniacich sa prírodných podmienkach stanovišť a stupňa zapojenia porastového korunového krytu.

## **Materiál a metodika**

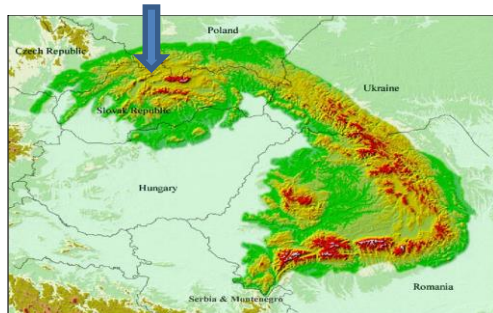
### *Charakteristika študovaného územia*

NPR Starý hrad s rozlohou 85,42 ha sa nachádza v JZ časti Krivánskej Fatry, na území Národného parku (NP) Malá Fatra, v katastrálnom území obce Nezbudská Lúčka (okres Žilina). NPR je situovaná na strmých južných granodioritových svahoch v oblasti chráneného Domašinskeho meandra Váhu vo výške 350 – 981m n. m. V západnej časti rezervácie porasty sa nachádzajú v tesnej blízkosti zrúcanín hradu, smerom na východ medzi zrúcaninou hradu a vrchom Plešiel (981 m n. m.) vyskytujú sa na strmých a bralnatých južne orientovaných úbočiach. Predmetom ochrany v NPR sú prirodzené lesné spoločenstvá dubovo-bukového a bukového lesného vegetačného stupňa (Vološčuk, 1971; Pagáč, Vološčuk et al., 1963).

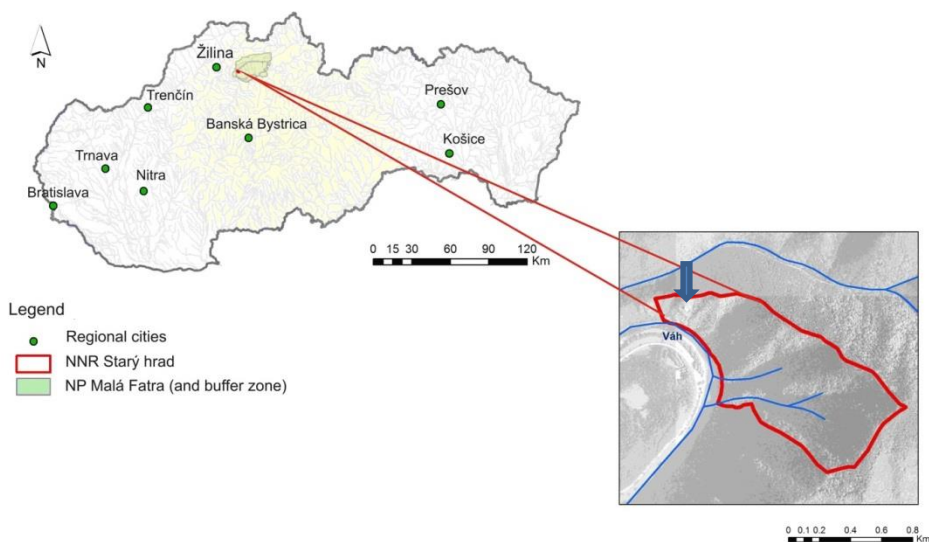
Lesné spoločenstvá, ktoré boli predmetom tejto práce, reprezentujú prirodzené spoločenstvá kyslých dubových bučín *Fagetum quercinum* Zl. 59, *Luzulo-Fagetum* Br.Bl., ktoré tu majú severnú hranicu svojho rozšírenia na Slovensku. Hodnotené spoločenstvá

sa nachádzajú v nadmorskej výške 350 – 550 m, na oligotrofnej kambizemi s podložími granitoidov. Sklon svahov je 30-35 stupňov, prevažujú vypuklé tvary reliéfu na južných expozíciách (Vološčuk, 1984).

Obr. 1: Umiestnenie Krivánskej Fatry v rámci Karpát



Obr. 2: Situovanie NPR Starý hrad v rámci Slovenska. Autor: M. Škodová



## Metodika

Vstupnými údajmi pre ekologické hodnotenie rastlinných spoločenstiev boli fytoocenologické zápisy z plôch s rozmermi 20x20 m, vyhotovené v rokoch 1974 a 2014. Zápisy boli uložené v databázovom programe TURBOWIN (Hennekens, Shaminée, 2001). Nomenklatura druhov vegetácie je zjednotená podľa práce Marhold, Hindák (1998). V roku 1974 rastlinstvo sme zapísali s použitím kombinovanej stupnice abundancie a dominancie Zlatníka (1959) a v roku 2014 podľa Braun-Blanqueta (1964), rozšírenej podľa van der Maarela (2007) prepočítanej na percentá. Kvôli jednotnému vyhodnoteniu ekologických podmienok sme typologické lesnícke fytoocenologické zápisy z roku 1974 transformovali do stupnice abundancie a dominancie podľa van der Maarela.

Na vyhodnotenie fytoocenologických zápisov sme použili programy JUICE (Tichý, 2002) a CANOCO (Ter Braak, Šmilauer, 2002). Vyhodnotené boli nielen z aspektu druhovej skladby, ale i vo vzťahu k hlavným gradientom prostredia (svetlo, teplota, kontinentalita, pôdna reakcia, obsah dusíka), ktoré sme interpretovali na základe Ellenbergových ekoindexov (Ellenberg et al., 1992). Na hodnotenie druhovej diverzity sme použili Shannonov index  $H'$  (Shannon, Weaver, 1949). Mapový výstup bol spracovaný v ArcMap 9.2. Fytozápisy 1 a 3 sú z plôch v roku 1974, fytozápisy 2 a 4 sú z rovnakých plôch v roku 2014. Fytozápisy 5, 6, 7 boli prevzaté z práce Šomšáka (1963).

## Výsledky

### Vegetačné pomery

Prvé výsledky floristického štúdia dubových spoločenstiev Národnej prírodnej rezervácie (NPR) Starý hrad publikoval Šomšák (1963). V rámci geobiocenologického výskumu lesných spoločenstiev boli v roku 1974 v NPR Starý hrad založené trvalé výskumné plochy. Výsledky geobiocenologického výskumu podľa metodiky Zlatníka (1959) publikoval Vološčuk (1984). V roku 2014 kolektív výskumných pracovníkov Univerzity Mateja Bela v Banskej Bystrici uskutočnil opakovaný výskum geobiocenóz NPR Starý hrad na tých istých stacionárnych plochách, ako v roku 1974.

Tab.1: Fytoocenologické zápisy spoločenstva *Fagetum quercinum* v NPR Starý hrad

Druhy	E	1	2	3	4	5	6	7
<i>Avenella flexuosa</i>	6	3	2	3	2	2	2	1
<i>Betula pubescens</i>	3	1	.	.	.	.	.	.
<i>Calluna vulgaris</i>	6	1	+	2	.	3	4	3
<i>Campanula persicifolia</i>	6	+	+	+	.	.	.	.
<i>Cytisus nigricans</i>	6	1	2	+	.	3	3	4
<i>Dianthus carthusianorum</i>	6	1	+	.	.	+	.	.
<i>Fagus sylvatica</i>	3	1	.	.	.	.	.	.
<i>Galeopsis pubescens</i>	6	+	.	.	+	.	.	.
<i>Galium schultesii</i>	6	+	.	.	2	.	.	+
<i>Hieracium bauhini</i>	6	+	1	.	.	.	.	.
<i>Hieracium bifidum</i>	6	r	.	.	.	.	.	.
<i>Hieracium murorum</i>	6	1	.	1	.	1	.	1
<i>Hieracium umbellatum</i>	6	+	1	1	1	1	1	1
<i>Luzula luzuloides</i>	6	2	.	2	2	2	2	.
<i>Melampyrum nemorosum</i>	6	4	5	3	2	1	1	1
<i>Melampyrum pratense</i>	6	+	.	.	.	+	1	1
<i>Polypodium vulgare</i>	6	+	+	.	.	.	.	.

Quercus petraea	3	5	.	.	.	.	.	.
Sedum montanum s.str.	6	+	2	.	.	.	.	.
Solidago virgaurea	6	2	+	.	2	.	.	.
Sorbus aucuparia	3	+	.	.	1	.	.	.
Vaccinium myrtillus	6	1	+	3	.	1	2	2
Asplenium viride	6	.	+	.	.	.	.	.
Bromus benekenii	6	.	+	.	.	.	.	.
Calamagrostis arundinacea	6	.	2	.	.	+	.	.
Campanula trachelium	6	.	+	.	.	.	.	.
Carpinus betulus	2	.	2	.	.	.	.	.
Carpinus betulus	5	.	2	.	.	.	.	.
Digitalis grandiflora	6	.	2	.	.	.	1	+
Luzula luzulina	6	.	2	.	.	.	.	.
Prenanthes purpurea	6	.	1	.	.	.	.	.
Quercus petraea	1	.	5	5	5	3	3	4
Quercus petraea	5	.	2	.	1	.	.	.
Sedum album	6	.	+	.	.	.	.	.
Hylotelephium maximum	6	.	+	.	1	+	.	.
Silene nutans s.lat.	6	.	2	.	.	.	.	.
Tilia cordata	1	.	+	.	.	.	.	.
Veronica chamaedrys	6	.	+	.	.	.	.	.
Vincetoxicum hirundinaria	6	.	+	.	.	+	.	.
Acer pseudoplatanus	5	.	.	+	.	.	.	.
Fagus sylvatica	1	.	.	2	2	.	.	.
Fagus sylvatica	5	.	.	1	.	.	.	.
Pinus sylvestris	1	.	.	2	.	.	.	.
Pinus sylvestris	5	.	.	+	.	.	.	.
Quercus petraea	5	.	.	1	.	.	.	.
Rubus idaeus	6	.	.	+	.	.	.	.
Tilia cordata	5	.	.	+	.	.	.	.
Abies alba	5	.	.	.	r	.	.	.
Carex baldensis	3	.	.	.	1	.	.	.
Carex digitata	6	.	.	.	+	.	.	.
Corylus avellana	5	.	.	.	2	.	.	.
Dryopteris filix-mas	6	.	.	.	+	.	.	.
Fagopyrum species	4	.	.	.	1	.	.	.
Mycelis muralis	6	.	.	.	+	.	.	.
Poa nemoralis	6	.	.	.	1	.	.	+
Populus tremula	4	.	.	.	1	.	.	.
Ribes petraeum	5	.	.	.	2	.	.	.
Rosa canina agg.	5	.	.	.	+	.	.	.

Sorbus aucuparia	5	.	.	.	1	.	.	.
Tilia cordata	2	.	.	.	1	.	.	.
Ulmus laevis	2	.	.	.	1	.	.	.
Betula pendula	1	.	.	.	.	1	.	+
Festuca rubra agg.	6	.	.	.	.	1	.	.
Jovibarba globifera	6	.	.	.	.	+	.	+
Pinus sylvestris	4	.	.	.	.	+	+	.
Quercus petraea	4	.	.	.	.	1	.	1
Quercus petraea	6	.	.	.	.	+	1	.
Cardaminopsis arenosa	6	.	.	.	.	.	1	+
Sorbus aucuparia	4	.	.	.	.	.	+	+
Veronica officinalis	6	.	.	.	.	.	+	.
Carpinus betulus	4	.	.	.	.	.	.	1
Convallaria majalis	6	.	.	.	.	.	.	1
Fagus sylvatica	4	.	.	.	.	.	.	+
Hieracium lachenalii	6	.	.	.	.	.	.	+
Hieracium pilosella	6	.	.	.	.	.	.	1
Steris viscaria	6	.	.	.	.	.	.	+

Zmenu základných ekologických faktorov v uplynulých 40 rokoch, vyjadrenú pomocou fytoindikácie s využitím ekologickej analýzy podľa Ellenberga, uvádza tabuľka 2.

Tab. 2: Priemerné Ellenbergové ekočísla fytoecologických zápisov v NPR Starý hrad

Fytozápis	Svetlo	Teplota	Kontinentalita	Vlhkosť	Pôdna reakcia pH	Dusík, živiny
1 1974	6.0	5.4	3.8	4.5	4.6	3.0
2 2014	5.9	5.2	4.0	4.2	5.5	3.3
3 1974	5.5	5.6	4.3	4.7	4.1	3.7
4 2014	5.4	5.2	4.0	4.8	5.1	4.5
5 1963	6.4	5.4	4.3	4.1	4.4	2.9
6 1963	6.3	5.6	4.2	4.3	3.8	2.9
7 1963	5.8	5.4	3.8	4.4	4.5	2.8

Rastlinné spoločenstvá NPR Starý hrad patria do oblasti západokarpatskej flóry (*Carpaticum occidentale*), obvodu flóry vysokých Karpát (*Eucarpaticum*), okresu Fatra, podokresu Krivánska Malá Fatra (Pagáč, Vološčuk et. al., 1983). Pre túto oblasť je charakteristické vyznievanie vplyvu panónskej klímy zasahujúcej sem údolím Váhu. Vegetácia je ovplyvnená najmä členitosťou reliéfu na granitoidnom podloží. Strmé bralnaté svahy nad riekou Váh sú pokryté teplomilnými dubovými bučinami, sutinovými lipovo-javorovými lesmi a jedľovými bučinami. Na skalných stenách a hrebeňoch sa uplatňuje borovica lesná (*Pinus sylvestris*) a bylinné druhy s minimálnymi nárokmi na

pôdnu vlhkosť. Hlbšie ryhy a dolinky majú relatívne viac vzdušnej vlhkosti, v zime hrubšiu vrstvu snehu a pôdy sú najmä na jar premáčané. Dôležitým činiteľom, ktorý ovplyvňuje vzdušnú vlhkosť na území NPR je blízkosť vodného toku Váh a úzky Domašínský meander, v ktorom sa často vyskytujú hmly. Tento jav podmieňuje obohatenie vzduchu o vodné pary, ktoré v dolinkách alebo na pravidelných svahoch s hlbšou pôdou umožňujú v NPR uplatnenie drevín náročných na vlhkosť, ako je napríklad jedľa.

Do vývoja a zloženia lesných porastov NPR v minulosti výrazne zasiahol človek. Blízkosť opevnených hradísk (Starý hrad, Strečno) a okolitých obcí (Nezbúdka Lúčka, Varín) spôsobili, že lesy v dostupných polohách boli využívané pre potrebu hradných panstiev a domáceho obyvateľstva. Širšie okolie hradného vrchu Starého hradu bolo z bezpečnostných dôvodov v stredoveku takmer odlesnené. V okolí kóty Plešel (981 m n. m.) bol ešte v 50tych rokoch pravidelný salaš. Pôvodné drevinové zloženie sa zachovalo len v neprístupných južne exponovaných strmých a bralnatých polohách (Vološčuk, 1984).

Z drevín v spoločenstve *Fagetum quercinum* sú dominantnými druhmi dub zimný (*Quercus petraea*), buk lesný (*Fagus sylvatica*) a hrab obyčajný (*Carpinus betulus*). Primiešané sú v rozličnom zastúpení podľa stanovištných podmienok a stupňa zapojenia korunového krytu breza bradavičnatá (*Betula pubescens*). Buk mal v minulosti väčšie zastúpenie. Zaberá pravidelné svahy a širšie dolinky, kde bol kompetične silnejší ako dub. Naopak, na suchších lokalitách skalnatých hrebienkov prevládal dub zimný, primiešaná bola borovica lesná (*Pinus sylvestris*). V dôsledku krátkeho rubného veku však buk v minulosti na pomerne plytkej a kamenitej pôde ťažšie vytváral výmladky a preto na suchších miestach ustúpil dubu. Tento pestrý obraz lesných fytocenóz na pomerne malej rozlohe NPR predstavuje v Krivánskej Fatre jedinečný objekt na štúdium sukcesnej dynamiky prirodzených dubových lesných spoločenstiev na horninách kryštalinika (Vološčuk, 1984).

V Katalógu biotopov Slovenska (Stanová, Valachovič, 2002) sucho a kyslomilné dubové lesy sú zaradené medzi biotopy národného významu. V systéme EMERALD sú to *Acidophylous oak forests* a v sústave CORINE *Medio-European acidophylous oak forests*. Podľa Zlatníkovej geobiocenologickej klasifikácie sú to kyslé dubové bučiny *Fagetum quercinum* (Zlatník, 1959). Šomšák (1963) zaraďuje dubové spoločenstvá v NPR Starý hrad do zväzu *Genisto germanicae – Quercion* Neuhäusl et Neuhäuslová-Novotná 1967, prípadne *Luzulo albidae-Quercetum petraeae* Hiltzer 1932, alebo *Viscario-Quercetum* Stöcker 1965. Podľa Viceníkovej a Poláka (2003) kyslé bukové lesy *Luzulo-Fagetum* patria na Slovensku do skupiny európsky významných biotopov.

Podľa Vladoviča et al. (2012) pre spoločenstvo *Fagetum quercinum* v celoslovenskom rámci diagnostickými druhmi sú *Melampyrum pratense*, *Quercus petraea*, *Melampyrum nemorosum*, *Hieracium sabaudum*, *Hieracium umbellatum*. Stálymi druhmi sú *Luzula luzuloides*, *Quercus petraea* *Avenella flexuosa*, *Hieracium umbellatum*, *Vaccinium myrtillus*, *Calluna vulgaris*. Dominantnými druhmi sú *Quercus petraea*, *Melampyrum nemorosum*, *Luzula luzuloides*, *Avenella flexuosa*.

Podľa Vladoviča et al. (2012) priemerné ekočísła pre spoločenstvo *Fagetum quercinum* z celoslovenského hodnotenia typologických zápisov sú nasledovné: v rokoch 1973 a 2007 pre dusík 3,44 a 3,45, pre kontinentalitu 3,79 a 3,60, pre pôdnu reakciu pH 3,06 a 3,00, pre svetlo 5,08 a 4,88, pre teplotu 4,36 a 4,88, pre vlhkosť 4,78 a 4,88. V prípade dusíka, teploty a vlhkosti v rokoch 1973 až 2007 došlo k negatívnej diferencii. Ekočísła ostatných faktorov prostredia v uvedenom období boli mierne pozitívne, avšak rozdiely neboli signifikantné.

Nami vypočítané priemerné ekočísła uvedené v tabuľke 2 pre európsky významný biotop *Fagetum quercinum* v NPR Starý hrad ukazujú, že v období rokov 1974 – 2014 nedošlo k signifikantným zmenám vo vzťahu k faktorom svetlo, vlhkosť, kontinentalita, pôdna reakcia a dusíka. V dôsledku celoslovenského trendu zvyšovania eutrofizácie prostredia došlo aj v spoločenstvách NPR Starý hrad k miernemu ústupu druhov chudobných až stredne bohatých pôd, k nárastu druhov oceánických až suboceánických, k zvýšeniu účasti druhov kontinentálne ladených.

Z pohľadu pôdnej reakcie nastal posun ťažiska k druhom stredne kyslých pôd. Priaznivý vplyv na mikroklimu s postupným zvyšovaním korunového krytu najmä v podúrovňovej vrstve lesného porastu sa prejavil v miernom posune k druhom menej náročným na svetlo a mierne náročným na vlhkosť.

Celkové hodnotenie ekologických faktorov prostredia spoločenstva *Fagetum quercinum* v NPR Starý hrad pomocou Ellenbergových ekologických čísel ukazuje, že európsky významné acidofilné dubiny v NPR Starý hrad možno hodnotiť ako pomerne stabilné, smerujúce vo vývoji ku lesnému klimaxu. Na miesta odumretých jednotlivých starých stromov duba (vek 120 – 150 rokov) na ploche pod porastovými medzerami nastupuje skupinové zmladenie brezy a hraba. Takéto vývojové štádium lesného porastu spoločenstva *Fagetum quercinum* v zmysle Korpela (1995) možno hodnotiť ako mozaikovitité štádium dorastania.

### **Predpoklad vplyvu klimatických zmien na vegetáciu NPR Starý hrad**

Od roku 1963 sa na Slovensku pomerne významne menila klíma (Melo et al., 2009, 2013). Na severnom Slovensku mierne stúpli teploty a zrážky. Predpokladá sa, že extrémne klimatické udalosti môžu viesť k mortalite niektorých citlivejších rastlinných druhov (Švarenina, 2006). Niektoré scenáre predpokladajú v dôsledku globálnych klimatických zmien a trvajúceho skleníkového efektu posun lesných vegetačných stupňov z nižších do vyšších polôh, pričom vplyv klimatických zmien bude viac viditeľný v nižších nadmorských výškach, v dubovom až bukovo-dubovom vegetačnom stupni (Mindáš, Lapin, Škvarenina, 1996; Mindáš, Škvarenina, 2000; Čaboun, Zúbrik, 2008; NLC, 2015). Podľa niektorých autorov efekt klimatických zmien bude viac viditeľný mimo lesných ekosystémov (Gottfried et al., 2012). V lesných ekosystémoch sa efekt klimatických zmien nepotvrzuje jednoznačne, skôr sú tu protichodné názory (Lenoir et al., 2008, 2010, 2013; Crimmins et al., 2011; Zhu et al., 2012). Možno to vysvetliť tlmivým vplyvom dynamicky vyrovnanej lesnej mikroklimy pod korunovým krytom lesného porastu (Lenoir et al., 2013; De Frenne et al., 2013).



Hoci lesné ekosystémy v NPR Starý hrad jednoznačne neindikujú recentné zmeny klímy, pomerne jasný efekt na druhové zloženie rastlinstva mala acidifikácia a eutrofizácia prostredia v dôsledku depozícií vzdušných polutantov a zmeny spôsobu využívania lesov (Vladovič et al., 2012).

## PodĎakovanie

*Vyslovujeme poďakovanie vedeckej grantovej agentúre VEGA za finančnú podporu pri riešení projektu č. 1/0255/14 „Dynamika krajinnej štruktúry, diverzity fytoocenóz a indikácia rozptylu slnečnej energie vo vybraných ekosystémoch Národného parku Malá Fatra“, v rámci ktorého vznikol prezentovaný príspevok.*

## Literatúra

BRAUN - BLANQUET, J., 1964: Pflanzensociologie. Grundzüge der Vegetationskunde. Ed. 3. Springer-Verlag, Wien, New York, 865 pp.

CRIMMINS, S., DOBROWSKI, S., GREENBERG, J., ABATZOGLOU, J., MYNSBERGE A. R., 2011: Changes in Climatic Water Balance Drive Downhill Shifts in Plant Species' Optimum Elevations - Science 331, p. 324 – 327.

DE FRENNE, P., RODRÍGUEZ-SÁNCHEZ, F., COOMES, D. A., 2013: Microclimate moderates plant responses to macroclimate warming - Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 110, p. 18561 – 18565.

ELLENBERG, H., WEBER, H. E., DÜLL, R., WIRTH, W., WERNER, W., PAULIŠEN, D., 1992: Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa (2nd ed.). Scr. Geobot. 18: p. 1 – 258.

GOTTFRIED, M., PAULI, H., FUTSCHIK, A., 2012: Continent-wide response of Mountain vegetation to climate change - Nature Climate Change, 2, p. 111 – 115.

HENNEKENS, S. M., SCHAMINÉE, J. H. J., 2001: TURBOVEG, a comprehensive data base management system for vegetation data. J. Veg. Sci. 12: 589 – 591.

CHAPMAN, J. L., REISS, M. J., 1999: Ecology: principles and applications. Second Edition - Cambridge University Press, Cambridge, UK, 330 pp. ISBN 0-521-58802-2.

KORPEL', Š., 1982: Degree of equilibrium and dynamical changes of the forest on example of natural forests of Slovakia. Acta Facultatis Forestalis Zvolen XXIV, 24:9 p. 9 – 30.

KORPEL', Š., 1995: Die urwalder der Westcarpaten. Gustav Fischer Verlag. Stuttgart, 310 pp.

LENOIR, J., GÉGOUT, J. C., MARQUET, P., DE RUFFRAY, P., BRISSE, H., 2008: A significant upward shift in plant species optimum elevation during the 20th century. Science 320, 1768 – 1771.

- LENOIR, J., GÉGOUT, J. C., DUPOUEY, J. L., BERT, D., SVENNING, J. C., 2010: Forest plant community changes during 1989 – 2007 in response to climate warming in the Jura Mountains (France and Switzerland). *Journal of Vegetation Science* 21, 949 – 964.
- LENOIR, J., GRAAE, B. J., AARRESTAD, P. A., ALSOS, I. G., ARMBRUSTER, W. S., AUSTRHEIM, G. et al., 2013: Local temperatures inferred from plant communities suggest strong spatial buffering of climate warming across Northern Europe. *Global Change Biology* 19 (5), 1470 – 1481.
- MARHOLD, K., HINDÁK, F. (eds.), 1998: Zoznam nižších a vyšších rastlín Slovenska. Veda, Bratislava, 687 pp.
- MELO, M., LAPIN, M., KAPOLKOVÁ, H., PECHO, J., KRUŽICOVÁ, A., 2013: Climate trends in the Slovak part of the Carpathians – In: Kozak, J. et al. (eds.) 2013: *The Carpathians: Integrating Nature and Society Towards Sustainability*, Springer Verlag Berlin Heidelberg, 131–150.
- MINĐAŠ, J., ŠKVARENINA, J., 2000. Klimatické zmeny a lesné ekosystémy Slovenska. *Životné prostredie*, Vol. 34, No 2, p. 84 – 88.
- NLC, 2015: Klimatické zmeny. Forest Portál o lesoch Slovenska. Dostupné na <http://www.forestportal.sk/les-pre-verejnost/stranky/klimaticke-zmeny.aspx>.
- ODUM, E. P., 1977: *Ekologie*. Acaemia Praha, 736 pp.
- PAGÁČ, J., VOLOŠČUK, I. et al., 1983: Malá Fatra, chránená krajinná oblasť. *Príroda Bratislava*, 356 pp.
- SANIGA, M., 1999: Structure, production conditions and regenerative processes in the Badin virgin forest *J. For Sci* 45:121 – 130.
- SANIGA, M., BALANDA, M., KUCBEL, S., JALOVIAR, P., 2011: Cyclic changes in tree species composition of mixed species forest in Western Carpathians: role of disturbance and tree regeneration. *Polish Journal of Ecology*, 59, 4: 699 – 708.
- SHANNON C.E., WEAVER W., 1963: *The mathematical theory of communication* – Univ. Of Illinois Press, 117 pp.
- STANOVÁ, V., VALACHOVIČ, M. (eds.), 2002: Katalóg biotopov Slovenska. DAPHNE – Inštitút aplikovanej ekológie, Bratislava, 225 pp. ISBN 80-89133-00-2.
- ŠKVARENINA, J., 2006: Impact of the climate change on the water balance of altitudinal vegetation zones and changed critical loads in forest ecosystems in Slovakia. *Lesnícky časopis – Forest Journal* 52: 49 – 59.
- ŠOMŠÁK, L., 1963: Dubiny južnej časti Malej Fatry a ich ochrana. *Československá ochrana prírody* 1:146 – 164.

- TER BRAAK, C. J. F., ŠMILAUER, P., 2002: CANOCO Reference manual and CanoDraw for Windows User's guide. Software for Canonical Community Ordination (version 4.5). Microcomputer Power, Ithaca, NY.
- TICHÝ, L., 2002: JUICE, software for vegetation classification. *J. Veg. Sci.* 13: 451 – 453.
- TOWNSEND, C. R., HARPER, J. L., BEGON, M., 2000: *Essential of Ecology* - Blackwell Science, Oxford, UK, 552 pp. ISBN 0-632-04348-2.
- VAN DER MAAREL, E., 2007: Transformation of cover-abundance values for appropriate numerical treatment – Alternatives to the proposals by Prodan. *J. Veg. Sci.*, 18, 767 – 770.
- VICENÍKOVÁ, A., POLÁK, P., 2003: *Európsky významné biotopy na Slovensku. Štátna ochrana prírody SR, Banská Bystrica*, 159 pp.
- VOLOŠČUK, I., 1971: Vegetačná stupňovitost' Kriváňskej Malej Fatry. *Acta ecologica natur. region.*, č. 3, 4, TERPLÁN Praha, p. 53 – 61.
- VOLOŠČUK, I., 1984: Vegetácia lesov štátnej prírodnej rezervácie Starý hrad. *Pôdne pomery štátnej prírodnej rezervácie Starý hrad. Ochrana prírody* 5, p. 213 – 247.
- VLADOVIČ, J., MERGANIČ, J., MÁLIŠ, F., KRIŽOVÁ, E., UJHÁZY, K., VODÁLOVÁ, A., PÔBIŠ, I., BOŠEĽA, M., PAVLENDÁ, P., 2012: Reakcia diverzity lesných fytoocenóz na zmenu edaficko-klimatických podmienok Slovenska. *Technická univerzita vo Zvolene*.
- YAMOMOTO, S. I., 2000: Forest Gap Dynamics and Tree Regeneration. *J. For. Res.* 5:223 – 229.
- ZHU, K., WOODALL, CH. W., CLARK, J. S., 2012: Failure to migrate: lack of tree range expansion in response to climate change - *Global Change Biology* (2012) 18: 1045-1052. doi:10.1111/j.1365-2486.2011.0257.x.
- ZLATNÍK, A., 1959: *Přehled slovenských lesů podle skupin lesních typů. Spisy věd. lab. geobiocenol. a typol. lesa Lesnické fakulty VŠZ v Brne*, č. 3, 195 pp.
- ZLATNÍK, A., 1976: *Lesnická fytoecologie. Státní zemědělské nakladatelství Praha*, 495 pp.