

TEORÉMA VPLYVU KLIMATICKÝCH ZMIEN NA LESNÉ VEGETAČNÉ STUPNE KRIVÁNSKEJ FATRY

Ivan VOLOŠČUK¹, Peter SABO², Martina ŠKODOVÁ³, Juraj ŠVAJDA²

¹Tatranská Lomnica 66, e-mail: ivoloscuk@azet.sk

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

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

Abstract: *Theorem of climate change impact on forest vegetation zones of Krivánska Fatra Mts. The aim of this paper is to analyze change of the ecological conditions of forest vegetation zones of Krivánska Fatra Mts and evaluate the response of vegetation to climate change for the period 1974 – 2015. Phytocenological relevés in the vegetation zones of Krivánska Fatra Mts were realized in 1974 and re-entries were realized in the permanent study / stationary areas of the national nature reserves Rozsutec and Chleb between 2014 and 2016. Impact of climate change on vegetation in the past 40 years was assessed using the Ellenberg ecological indices and diversity indexes of the assessed communities. The values of ecological indices computed from 99 phytosociological records done in 1974 in the forest vegetation zones of Krivánska Fatra Mts were compared with nation-wide values of the indices in the same forest vegetation zones. The differences of average values of the ecological indices between 1974 and 2015 were not statistically significant. Also the tree species composition in the repeated phytocenological entries realized the past 45 years, revealed no significant changes. To summarize, ecological analyzes of forest phytocenoses in the forest vegetation zones of Krivánska Fatra Mts did not confirm the theorem of recent climate change impact on the forest vegetation zones of these mountains. This can be explained by the strong buffer effect of the forest cover, esp. by maintaining relatively stable forest microclimate (light, temperature, moisture) under the forest canopy. However, the species composition of forest ecosystems has been partly influenced by acidification and eutrophication of the environment in the second half of the 20th century.*

Key words: *climate change, forest vegetation zones, Krivánska Fatra Mts, repeated phytocenological records, Ellenberg ecological indices*

Úvodné poznámky

Problematika vplyvu klimatických zmien na lesné ekosystémy je veľmi aktuálna už niekoľko desaťročí (Mindáš, Lapin, Škvarenina, 1996, Čaboun, Zúbrik, 2008). Globálne otepľovanie našej planéty, ktoré sa označuje ako „klimatické zmeny“, zapríčiňujú antropogénne a prirodzené faktory, ktoré podmieňujú zosilňovanie skleníkového efektu

atmosféry. Zosilnenie skleníkového efektu v 20. storočí spôsobuje stále narastajúca koncentrácia skleníkových plynov v atmosfére (CO₂, CH₄, N₂O, freóny), čo následne vyvoláva zmenu klímy. Antropogénne znečisťovanie atmosféry pochádza hlavne zo spaľovania fosílnych palív (ropa, uhlie).

Na Zemi sa skleníkový efekt vyskytuje prirodzene už od jej vzniku. Väčšina vedcov považuje vplyv ľudského konania na klímu za dokázaný, avšak predmetom sporu je miera tohto vplyvu (Čaboun, Zúbrik, 2008).

Približne 60 % prirodzeného zemského skleníkového efektu spôsobujú vodné pary (H₂O). Ostatné skleníkové plyny, ovplyvňujúce tento efekt, sú oxid uhličitý (CO₂) (okolo 26 %), metán (CH₄), oxid dusný (N₂O) a ozón (O₃) (asi 8 %). Obsah oxidu uhličitého, ako najdôležitejšieho skleníkového plynu v ovzduší, sa zvýšil oproti predindustriálnemu obdobiu z 0,03 % na 0,04 %, teda o 33 %. Globálne emisie CO₂ z fosílnych palív a z cementárni predstavovali v roku 2013 množstvo 36 mld ton. Oxid uhličitý sa podieľa na globálnom otepľovaní až osemdesiatimi percentami.

Globálna priemerná teplota, ktorá bola za ostatných tisíc rokov pomerne stabilná, sa zvýšila o 0,75°C oproti predindustriálnemu obdobiu. Podľa niektorých prognóz zvyšovanie teploty bude pokračovať a okolo roku 2050 by mala byť teplota už o 2°C vyššia oproti východiskovému stavu a v roku 2100 potenciálne vyššia o 6 – 7°C. Podobne sa budú zvyšovať aj zrážky (Bublinec, Kobza, 2015).

Na Slovensku za ostatných 100 rokov bol zaznamenaný vzrast priemernej ročnej teploty vzduchu o 1,1°C. V južnej časti Slovenska sa však zistil pokles atmosférických zrážok približne o 10 %, na severe a severovýchode nárast približne o 3 %. Oblasti Slovenska do nadmorskej výšky 400-500 m sa stávajú suchšími, čo je dôsledkom nielen zrážkových úhrnov, ale aj zvýšenej evapotranspirácie. Dochádza aj k nárastu extrémnych denných úhrnov zrážok. Zároveň sa častejšie vyskytujú suché obdobia zapríčinené dlhšími periódami teplého počasia, hoci úhrny zrážok sa pohybujú v intervale normálu (Kolektív, 2001).

Vplyv vodných pár na skleníkový efekt sa líši podľa miestnej koncentrácie, zmesi s inými plynmi, frekvencie svetla, odlišného chovania v rôznych vrstvách atmosféry a podľa toho, či sa uplatňuje pozitívna alebo negatívna spätná väzba. Napriek nerovnomerným vplyvom a rozdielom pri získavaní kvalitných dát možno konštatovať, že obsah vodných pár sa v 20. storočí všeobecne zvýšil. Odhady percentuálneho množstva zemského skleníkového efektu spôsobeného vodnými parami od rôznych autorov sa značne líšia. Podľa poslednej hodnotiacej správy Medzivládneho panelu pre zmenu klímy (IPCC) „*väčšina pozorovaného nárastu priemernej globálnej teploty od polovice 20. storočia je veľmi pravdepodobne spôsobená nárastom koncentrácie antropogénnych skleníkových plynov*“ (IPCC, 2007).

Dôležitý je poznatok, že teplota ovzdušia Zeme v holocéne, teda približne za ostatných desaťtisíc rokov, sa viackrát zmenila. V období atlantika, približne 5950 – 7950 rokov pred dneškom, bola teplota približne o 2°C vyššia ako dnes. Toto obdobie sa označuje ako klimatické optimum. Chladnejšie obdobie, ktoré sa označuje ako malá doba ľadová, vyvrcholilo v rokoch 1560 – 1700. Tieto sekulárne zmeny klímy neboli ovplyvnené

človekom. V súčasnosti sa predpokladá, že zvýšenie teploty o 2°C je prijateľné a neprejaví sa negatívne na našom životnom prostredí. Naproti tomu znečisťovanie ovzdušia imisiami môže hrať oveľa významnejšiu rolu. Kľúčom na riešenie možných problémov súvisiacich s globálnymi zmenami sú dva ekologické princípy (zákony).

Prvým je Liebigov zákon minima, ktorý hovorí, že o produkcii rozhoduje ten faktor, ktorý je v minime. Je nevyhnutné, aby sa faktor minima včas a správne indikoval. V našich podmienkach faktorom minima býva často obsah humusu v pôde, pôdna voda, nedostatok fosforu a mikroživín (Fe, Mn, Cu, Zn, Mo, B). Osobitný význam má bór B, ktorý v rastlinách plní funkciu vitamínu C (podobne v živočíšnych organizmoch).

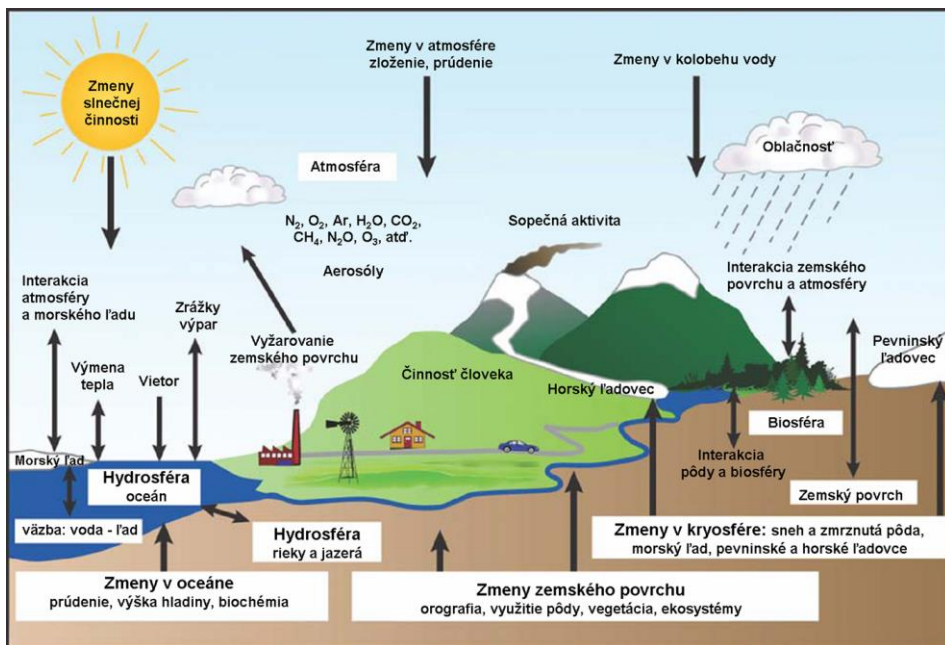
Druhým princípom (zákonom) je vzájomná zameniteľnosť (náhrada) produkčných činiteľov - Lundegardhov zákon, ktorý sa má využívať vtedy, ak by optimalizácia niektorého faktora bola finančne nákladná. Veľký význam má priaznivý vodný režim v pôde, pretože produkcia viac závisí od vody v pôde než od obsahu živín v nej. Základnými stavebnými kameňmi života na Zemi sú C, O, H, N, P a z nich bezprostredne spojený s pôdou je uhlík, dusík a fosfor (Bublinec, Kobza, 2015).

Vlnové dĺžky svetla absorbovaného skleníkovými plynmi je možné určiť pomocou kvantovej mechaniky, podľa vlastností molekúl rôznych plynov. Je prakticky pravidlom, že heteronukleárne dva-, tri- a viacatómové molekuly plynov silne absorbujú v infračervenej oblasti, zatiaľ čo homonukleárne dvojatómové molekuly nie. To je dôvodom, prečo H₂O a CO₂ sú skleníkovými plynmi, zatiaľ čo hlavné zložky atmosféry (N₂ a O₂) nie. Je veľmi ťažké oddeliť percentuálne príspevky jednotlivých plynov ku skleníkovému efektu, pretože pohlcované infračervené spektrum rôznych plynov sa prekrýva (Ramanathan, Coakley, 1978).

Prvé medzinárodné záväzky k zníženiu emisií CO₂ boli prijaté už v roku 1997 v japonskom meste Kjóto. Kjótsky protokol k Rámcovému dohovoru OSN o zmene klímy okrem USA a Austrálie podpísalo 141 krajín sveta (v roku 2002 aj Slovensko). V roku 2004 sa k Dohode pripojilo Rusko. Dohoda nadobudla platnosť 16. februára 2005. Cieľom Dohody bolo zníženie emisií skleníkových plynov o 8 % oproti roku 1990 (Maďarsko a Poľsko o 6 %). Súčasťou Dohody bol aj systém obchodovania s povoleniami na emisie. Dohoda sa však nenaplnila. Preto v decembri 2014 v peruánskej Lime bolo prijaté zmiernené znenie Kjótskej dohody pre nový univerzálny klimatický dohovor, ktorý sa mal prijať v Paríži.

Na záver rokovania delegátov zo 195 krajín sveta na Konferencii OSN o klimatických zmenách COP 21 v Paríži, dňa 12. decembra 2015 bola schválená nová klimatická dohoda, podľa ktorej počnúc rokom 2020 do roku 2100 sa má obmedziť nárast globálnej teploty na menej ako 2°C. Parížska Dohoda sa bude realizovať prostredníctvom národných plánov.

Obr. 1: Schéma základnej časti klimatického systému Zeme. Zdroj: Le Treut et al. (2007)



Teoretické scenáre dopadu klimatických zmien na lesné ekosystémy

Problematika globálnych klimatických zmien, či globálneho otepľovania, je mimoriadne zložitá a v súčasnosti je najviac diskutovanou environmentálnou problematikou. Rozsah klimatických zmien a čiastočne aj ich dopady na lesné ekosystémy sú predmetom rôznych teoretických scenárov. Vo vedeckých kruhoch zatiaľ žiaden z týchto scenárov nie je všeobecne akceptovaný, avšak to, že ku klimatickým zmenám dochádza, sa považuje za nesporné. Adaptácia na zmeny v režime klimatických extrémov vo forme periód sucha, vetrových kalamít, mimoriadnych horúčav či mrazov je komplikovaná nejasnou predpovedateľnosťou týchto javov, ako aj vysokou variabilitou ich dopadov na lesné ekosystémy. Mimoriadne dynamicky sa klimatické zmeny prejavujú na zmenách distribučných areálov a populačnej dynamike biotických škodcov (NLC, 2015). Scenáre o vplyve klimatických zmien na vegetáciu sú pre priveľa neznámych ťažko modelovateľné, a teda úplne nepredvídateľné.

Na Slovensku sa prognózou vplyvu klimatických zmien na lesy zaoberá hlavne Národné lesnícke centrum vo Zvolene. Vo všeobecnosti sa prijíma názor, že predpovedať vplyv dynamiky klimatických zmien na lesné ekosystémy aj v prípade kvalitných scenárov je veľmi ťažké (Čaboun, Zúbrik, 2008). Dynamika totiž predstavuje určitú silu, ktorá je spravidla zameraná na zmenu prebiehajúcu v určitom čase a priestore. Dlhoveké lesné ekosystémy majú špecifickú vertikálnu rozvrstvenosť lesného porastu a s tým súvisiacu osobitnú mikroklimu pod korunami stromov. Dynamika vývoja lesných ekosystémov závisí tiež od činnosti človeka. S ohľadom na doterajšie nenaplnenie medzinárodnej

Kjótskej dohody v oblasti znižovania skleníkového efektu v atmosfére predpokladá sa, že začiatok fázy prechodu zo súčasných klimatických pomerov k rovnovážnemu stavu podľa Parížskej dohody možno očakávať v prvej polovici 21. storočia (Mindáš, Škvarenina, 2000).

Presne kvantifikovať odozvu lesných ekosystémov na globálne zmeny klímy a chémiu atmosféry je veľmi zložitá pre komplikovanosť vzájomných vzťahov jednotlivých zložiek lesných ekosystémov a existenciu priamych a spätných väzieb. Medzi faktory globálnych zmien pôsobiace na lesné spoločenstvá patrí zvyšovanie koncentrácie CO₂, zvyšovanie priemernej teploty, zmeny v množstve a distribúcii zrážok a nasledujúce zmeny vodnej bilancie, zvyšovanie UV-B žiarenia a zmeny frekvencie a intenzity extrémnych klimatických javov, akými sú extrémne teplé a chladné periódy, extrémne suchá a pod. (Mindáš, Lapin, Škvarenina, 1996). Pri uplatnení scenárov klimatickej zmeny možno očakávať najvýraznejšie zmeny bioklimatických podmienok v nížinných a horských oblastiach. Najmenej bude postihnutá oblasť stredohorských lesov. Silne budú postihnuté bioklimatické podmienky alpskeho stupňa. V nížinných oblastiach možno očakávať nástup nových suchomilných spoločenstiev teplejšej miernej zóny (Mindáš, Škvarenina, 2000).

Teoréma podľa uvedených autorov predpokladá, že v roku 2075 budú bioklimatické podmienky na Slovensku najviac vyhovovať spoločenstvám dubov, ktorých potenciálne zastúpenie by dosiahlo 55 – 88 %, pre spoločenstvá buka by to bolo 10 – 34 %, pre smrek 0,5 – 4 % a pre jedľu 1,7 – 7,5 %. Horná hranica lesa by sa mala posunúť do vyšších nadmorských výšok. Predpokladá sa zvýšenie frekvencie a intenzity pôsobenia extrémov počasia (najmä víchríc). Manažment lesov prostredníctvom pestovateľských opatrení by sa preto mal zamerať na zvýšenie statickej stability najmä ihličnatých porastov s prevahou smreka (včasná a intenzívna výchova porastov, úprava štruktúry, drevinového zloženia, korunovosti stromov a pod.).

Podľa scenára Mindáša a Škvareninu (2000) globálne klimatické zmeny budú mať dopad na zmenu v lesných spoločenstvách podľa lesných vegetačných stupňov. Pre karpatskú oblasť Zlatník (1959) odvodil 10 lesných vegetačných stupňov (lvs): 1. dubový, 2. bukovo-dubový, 3. dubovo-bukový, 4. bukový, 5. jedľovo-bukový, 6. smrekovo-bukovo-jedľový, 7. smrekový, 8. kosodrevinový (subalpínsky), 9. alpínsky, 10. subniválny (fragmenty vo Vysokých Tatrách).

Podľa uvedeného scenára absolútne budú ohrozené smrečiny v 1.-3. lvs, jedliny v 1.-2. lvs, bučiny v 1. lvs, smrekovcovo-jedľové bučiny a bukovo-jedľové smrečiny v 1.-2. lvs.

Bezprostredne budú ohrozené smrečiny v 4. lvs, jedliny v 3.-4. lvs, dubiny v 1. lvs, bučiny v 2 lvs, dubové bučiny v 1. lvs, bukové dubiny v 1. lvs, smrekovo-jedľové bučiny v 3.- 4. lvs, bukovo-jedľové smrečiny v 4. lvs.

Potenciálne budú ohrozené smrečiny a jedliny v 5. lvs, dubiny v 2. lvs, bučiny v 3.-4. lvs, dubové bučiny v 2.-3. lvs, bukové dubiny v 2. lvs, smrekovo-jedľové smrečiny a bukovo-jedľové smrečiny v 5. lvs. Odozva buka na klimatické zmeny v 5.-6. lvs je štatisticky nevýznamná.

Materiál a metodika

Overenie teorému o vplyve klimatických zmien na ekologické podmienky lesných vegetačných stupňov bolo situované do Krivánskej Fatry (Národný park Malá Fatra) v rámci riešenia grantového projektu VEGA na UMB FPV Banská Bystrica.

Krivánska Fatra sa nachádza v severozápadnej časti Slovenska. Geografické koordináty národného parku sú: geografická šírka 49°08'00'' - 49°19'30'', geografická dĺžka 18°50'30'' - 19°14'45'' (Pagáč, Vološčuk et al., 1983). Rozloha národného parku je 22 630ha, rozloha ochranného pásma predstavuje 23 262 ha. Prevýšenie územia národného parku je od 358 m n. m. (Hradský potok pri sútoku s Váhom) do 1709 m n. m. (Veľký Kriváň). Lesy pokrývajú približne 70 % územia národného parku. Na území národného parku bolo vyhlásených 30 osobitne chránených území, v ktorých sa zachovali prírodné lesné komplexy.

Krivánska Fatra sa vyznačuje nielen veľkou atraktivnosťou pre turistiku, ale aj mimoriadnou geodiverzitou, na ktorú sa viaže bohatá biodiverzita (okolo 900 druhov cievnatých rastlín). Z pohľadu biodiverzity horstvo predstavuje jeden z najcennejších regiónov Západných Karpát (Šibík et al., 2015).

Z hľadiska geologickej stavby južná časť územia Krivánskej Fatry je budovaná prevažne horninami kryštalinika (granodiority) a v severnej časti komplexmi vápnitých hornín (dolomity, vápence, vápnité bridlice, slieňovce, werfénske bridlice a pod.). Na vápnitých horninách sú vyvinuté prevažne rendziny a na horninách kryštalinika prevažne kambizeme. V menšom rozsahu na území národného parku sú vyvinuté rankre, litozeme a podzoly.

Na území Krivánskej Fatry sa vyskytujú rastlinné spoločenstvá šiestich lesných vegetačných stupňov (v zmysle Zlatníka, 1959, 1976): 3. dubovo-bukový, 4. bukový, 5. jedľovo-bukový, 6. smrekovo-bukovo-jedľový, 7. smrekový, 8. kosodrevinový. Ich charakteristiku publikoval Vološčuk (1971).

Ako vstupné údaje pre výskum ekologických podmienok rastlinných spoločenstiev lesných vegetačných stupňov slúžili fytoecologické zápisy, vyhotovené v rokoch 1972 – 1974 na stacionárnych výskumných plochách v národnej prírodnej rezervácii Rozsutec. Podrobný opis použitých metodických postupov a dosiahnuté výsledky boli publikované v monografickej práci „Rozsutec, štátna prírodná rezervácia“ (Janík, Štollmann et al., 1981). V rokoch 1975-1978 boli rovnakou metodikou vyhotovené geobiocenologické (typologické) zápisy na plochách v národných prírodných rezerváciách Chleb, Veľká Bránica, Prípor, Kľačianska Magura, Suchý, Starý hrad, Šrámková, Šútovská dolina, Žobrák. Pre účely tejto práce bolo celkove k dispozícii 99 typologických zápisov situovaných do NPR Rozsutec, Chleb, Veľká Bránica, Kľačianska Magura a Starý hrad. Sledované spoločenstvá patria do dubovo-bukového, bukového, jedľovo-bukového, smrekovo-bukovo-jedľového, smrekového a kosodrevinového vegetačného stupňa. Podrobnú geobiocenologickú charakteristiku lesných ekosystémov v národných prírodných rezerváciách Krivánskej Fatry publikovali Šomšák (1963) a Vološčuk (1981a, 1981b, 1982, 1984a, 1984b, 1984c, 1985, 1986, 1989a, 1989b, 1991, 1992a, 1992b).

V rokoch 2014-2016 v rámci riešenia grantového projektu VEGA pracovníkmi UMB FPV Banská Bystrica boli vyhotovené opakované fytoocenologické zápisy na stacionárnych plochách v národných prírodných rezerváciách Rozsutec, Chleb, Starý hrad a Kľačianska Magura. Fytoocenologické zápisy sme uložili v databázovom programe TURBOWIN (Hennekens, 1995). Nomenklatúra rastlinných taxónov je zjednotená podľa práce Marhold, Hindák (1998). Vo fytoocenologických zápisoch sme použili modifikovanú stupnicu abundancie a dominancie rozšírenú o stupne 2a, 2b a 2m (van der Maarel, 2007). Syntaxonomické názvoslovie lesných spoločenstiev používame v zmysle prác Zlatníka (1959, 1976). Na vyhodnotenie fytoocenologických zápisov sme použili programy JUICE (Tichý, 2002) a CANOCO (Ter Braak, Šmilauer, 2002). Z programu JUICE pre jednotlivé zápisy boli vyexpertované Ellenbergové indikačné hodnoty (EIH) pre faktory svetlo, teplota, kontinentalita, vlhkosť, pôdna reakcia, obsah dusíka v pôde (Ellenberg et al., 1992). Výpočet EIH bol uskutočnený metódou váženého aritmetického priemeru, pričom váhou boli jednotlivé hodnoty pokrývnosti druhov v zápise (Križová, Nič, 2000). V programe CANOCO bola vykonaná detrendovaná korešpondenčná analýza (DCA) z dátovej matice druhov a zápisov (Ter Braak, Šmilauer, 2002). Na hodnotenie druhovej diverzity sme použili Shannonov index diverzity H' (Shannon, Weaver, 1949). Pôdne vzorky boli analyzované v Laboratóriu pôdoznavectva Národného lesníckeho centra vo Zvolene. Nomenklatúra pôd je podľa Šályho et al. (2000).

Výsledky

Počet výskumných plôch v lesných vegetačných stupňoch a skupinách lesných typov, vypočítaný index druhovej bohatosti, index diverzity S-W a druhová vyrovnanosť sú uvedené v tabuľke 1. V tabuľke 2 sú uvedené vypočítané priemerné hodnoty Ellenbergových ekologických indexov pre faktory prostredia - svetlo, teplota, vlhkosť, kontinentalita, pôdna reakcia a živiny - podľa skupín lesných typov (slt) v lesných vegetačných stupňoch (lvs) Krivánskej Fatry.

Počet vyhovených typologických zápisov súvisí s plošnou rozlohou lesných spoločenstiev. K najmenej rozšíreným spoločenstvám patria lesné ekosystémy v JZ časti Krivánskej Fatry na podloží hornín kryštalinika (žuly, ruly) v 3. dubovo-bukovom lvs (*Fagetum quercinum superiora*) a v 4. bukovom lvs (*Fagetum quercino-abietinum* a *Fagetum abietinum* – táto slt je geografickým variantom slt *Fagetum quercinum superiora*).

S ohľadom na fragmentáciu spoločenstiev smrekového a kosodrevinového lesného vegetačného stupňa valašskou kolonizáciou v 15.-17. storočí je menší počet typologických zápisov aj zo skupín lesných typov *Sorbeto-Piceetum*, *Acereto-Piceetum* a kosodreviny *Mughetum*. Tieto spoločenstvá pôvodne boli plošne viac rozšírené. Napriek ich menšiemu plošnému rozšíreniu v súčasnosti, majú veľký význam z hľadiska biodiverzity a plnenia ekosystémových služieb pre ľudskú spoločnosť (rekreácia, výskum, estetika krajiny, duchovné zážitky a pod). Preto aj napriek menšiemu počtu zápisov uvádzame ich ekologickú charakteristiku.

Podstatnú časť lesných spoločenstiev, z ktorých pochádza najväčší počet typologických zápisov, tvoria spoločenstvá 5. jedľovo-bukového a 6. smrekovo-bukovo-jedľového lvs, s dominanciou skupín lesných typov bukových javorín *Fageto-Aceretum inferiora* a *superiora*. V podhrebeňových častiach svahov sa vyskytujú spoločenstvá skupiny lesných typov nízkej bukovej javoriny *Fageto-Aceretum humile*, ktorej nadmorská výška nedosahuje pásmo prirodzenej hornej hranice lesa, alebo tvorí súčasť zníženú hornú hranicu lesa. Spoločenstvá nízkej bukovej javoriny na severných makrosklonoch Krivánskej Fatry v národných prírodných rezerváciách Rozsutec, Chleb, Veľká Bránica, Prípor, Suchý vznikli v nedávnej minulosti, v období valašskej kolonizácie v 15.-17. storočí, kedy človek odstránil porasty jarabinových smrečín *Sorbeto-Piceetum* a javorových smrečín *Acereto-Piceetum*, ktoré tvorili prirodzenú hornú hranicu lesa nad pásmom spoločenstiev 6. lvs (bukové javoriny vyššieho stupňa *Fageto-Aceretum superiora*, jedľové bučiny vyššieho stupňa *Abieto-Fagetum superiora*). Po ich likvidácii, v dôsledku drsnej klímy, pôvodne vzrastavé porasty bukových javorín a jedľových bučín sa zmenili na zakrpatené výmladkové bučiny s primiešaným javorom horským. V súčasnosti tieto spoločenstvá miestami prechádzajú do holí, na ktorých sa ojedinele vyskytujú 10-20 m vysoké smrek a až nad nimi, v nadmorskej výške približne 1450-1500 m pôvodne nastupovala kosodrevina (Randuška, Vorel, Plíva, 1986).

Pre spoločenstvá bukových javorín je charakteristická absolútna dominancia buka lesného *Fagus sylvatica*, ku ktorému je miestami primiešaný javor horský *Acer pseudoplatanus*, menej často javor mliečny *Acer platanoides*.

Tab. 1: Počet plôch v lesných vegetačných stupňoch a skupinách lesných typov, bohatosť, index diverzity S-W a index vyrovnanosti 1974 – 1978

Lesný vegetačný stupeň	Skupina lesných typov	Počet zápisov	Bohatosť	S – W index	Vyrovnanosť
3. db-bk	Fq sup	7	-	-	-
4. bk	Fqa	3	-	-	-
5. jd-bk	Fde sup.	9	47.56	2.73	0.71
	FAc inf.	15	39.87	2.67	0.73
	Fap inf.	2	15.50	2.00	0.74
6. sm-bk-jd	FA sup.	5	20.60	2.02	0.66
	FAc sup.	34	38.53	2.63	0.72
	FP inf.	2	49.00	2.78	0.71
7. sm	SP	4	24.25	2.17	0.71
	AcP	6	42.00	2.68	0.72
8. kos	Ma	4	15.75	1.87	0.68
	Mc	4	19.25	2.04	0.69
	RM	4	42.25	2.84	0.76

Vysvetlivky:

3. db-bk dubovo-bukový lesný vegetačný stupeň

4. bk bukový lesný vegetačný stupeň

5. jd-bk jedľovo-bukový lesný vegetačný stupeň
 6. sm-bk-jd smrekovo-bukovo-jedľový lesný vegetačný stupeň
 7. sm smrekový lesný vegetačný stupeň
 8. kos kosodrevinový lesný vegetačný stupeň
 Fq sup Fagetum quercinum superiora – kyslá dubová bučina vyššieho stupňa
 Fqa Fagetum quercino-abietinum – jedľová bučina s dubom
 Fde sup Fagetum dealpinum superiora – vápencová bučina vyššieho stupňa
 FAc inf. Fageto-Aceretum inferiora – buková javorina nižšieho stupňa
 FAc sup. Fageto-Aceretum superiora – buková javorina vyššieho stupňa
 Fap inf. Fagetum abietino-piceosum inferiora – smreková jedľobučina nižšieho stupňa
 FA sup. Fageto-Abietum superiora – buková jedlina vyššieho stupňa
 FP inf. Fageto-Piceetum inferiora – buková smrečina nižšieho stupňa
 SP Sorbeto-Piceetum – jarabinová smrečina
 AcP Acereto-Piceetum – javorová smrečina
 Ma Mughetum acidophilum – kosodrevina na kyslom podloží žuly, ruly, kremencov
 Mc Mughetum calcicolum – kosodrevina na podloží dolomitov a vápencov
 RM Ribeto-Mughetum – ríbežľová kosodrevina na vlhkých stanovištiach

Tab. 2: Priemerné hodnoty vypočítaných Ellenbergových ekologických indexov pre faktory prostredia v spoločenstvách skupín lesných typov (slt) podľa lesných vegetačných stupňov (lvs) 1974 – 1978

lvs, slt	Svetlo	Teplota	Kontinen- talita	Vlhkosť	Pôdna reakcia	Živiny
3. Fq inf.	5.90	5.40	4.10	4.40	4.60	3.30
4. Fqa	4.60	5.00	3.50	4.90	4.50	4.90
5. Fde sup.	6.04	4.49	3.82	4.56	6.86	3.70
FAc inf.	4.37	4.78	3.49	5.29	6.20	5.61
Fap inf.	4.45	4.00	3.35	5.40	3.45	4.45
6. FA sup.	4.46	4.34	3.40	5.38	4.32	5.08
FAc sup.	4.52	4.44	3.46	5.49	6.14	5.69
FP inf.	5.60	4.05	3.55	5.15	6.75	4.15
7. SP	5.35	3.43	3.72	5.65	4.35	4.57
AcP	5.25	3.75	3.60	5.78	5.60	5.48
8. Ma	5.60	3.67	3.60	5.52	3.43	3.88
Mc	7.45	2.73	3.90	5.32	6.63	3.23
RM	5.95	3.53	3.67	5.45	6.05	4.45

V roku 2012 kolektív vedeckých pracovníkov NLC a Lesníckej fakulty TU vo Zvolene publikoval výsledky štúdia reakcie diverzity lesných fytocenóz (skupín lesných typov) na zmenu edaficko-klimatických podmienok Slovenska (Vladovič et al., 2012). V tejto súhrnnej práci autori porovnaním typologických zápisov z rokov 1953 – 1973 a 2005 – 2007 pomocou Ellenbergových ekologických indexov (nepriama metóda zistenia ekologických faktorov svetlo, teplota, vlhkosť, kontinentalita, pôdna reakcia a živiny)

analyzovali dynamiku ekologických podmienok lesných vegetačných stupňov a v nich sa nachádzajúcich skupín lesných typov. Súčasťou vyhodnotenia typologických zápisov uvedeným kolektívom autorov boli tiež typologické plochy z Krivánskej Fatry. Pre porovnanie s našimi údajmi v tabuľke 2 uvádzame celoslovenskú ekologickú analýzu spoločenstiev 3. dubovo-bukového, 4. bukového, 5. jedľovo-bukového, 6. smrekovo-bukovo-jedľového a 7. smrekového vegetačného stupňa. Vladovič et al. (2012) neuvádzajú ekologickú analýzu spoločenstiev kosodrevinového vegetačného stupňa z dôvodu nízkeho počtu obnovených typologických plôch.

Tab. 3: Ekoanalýza spoločenstiev lesných vegetačných stupňov Slovenska podľa Vladoviča et al. (2012)

Lesný vegetačný stupeň	Obdobie zápisu	Živiny Dusík	Kontinentalita	Pôdna reakcia	Svetlo	Teplota	Vlhkosť
3. db-bk	2005-2007	5.32	3.72	5.93	3.99	5.23	5.04
	1953-1973	5.12	3.78	5.76	3.94	5.32	4.98
	diferencia	0.20	0.06	0.17	0.05	-0.08	0.06
4. bk	2005-2007	5.37	3.77	6.18	3.98	4.81	5.06
	1953-1973	5.22	3.70	6.16	3.88	4.82	4.98
	diferencia	0.15	0.07	0.02	0.10	-0.01	0.08
5. jd-bk	2005-2007	5.26	3.83	5.77	4.07	4.46	5.10
	1953-1973	5.27	3.73	5.80	3.93	4.50	5.08
	diferencia	-0.01	0.10	-0.03	0.14	-0.04	0.02
6.sm-bk-jd	2005-2007	5.18	3.83	4.65	4.35	4.14	5.30
	1953-1973	5.32	3.68	4.97	4.00	4.14	5.29
	diferencia	-0.14	0.15	-0.33	0.35	0.00	0.01
7. sm	2005-2007	4.44	3.99	3.46	4.76	3.32	5.67
	1953-1973	4.46	4.03	3.51	4.72	3.34	5.57
	diferencia	-0.02	-0.04	-0.05	0.04	-0.02	0.10

Tab. 4: Ekoanalýza spoločenstiev lesných vegetačných stupňov Krivánskej Fatry podľa typologických zápisov v rokoch 1974 – 1978

Lesný vegetačný stupeň	Živiny Dusík	Kontinentalita	Pôdna reakcia	Svetlo	Teplota	Vlhkosť
3. db-bk	3.30	4.10	4.60	5.90	5.40	4.40
4. bk	4.90	3.50	4.50	4.60	5.00	4.90
5. jd-bk	4.86	3.62	6.22	4.96	4.62	5.05
6.sm-bk-jd	5.54	3.45	5.99	4.58	4.40	5.46
7. sm	5.23	3.58	5.27	5.32	3.64	5.72
8. kos	3.85	3.73	5.37	6.33	3.31	5.43

Diskusia

Procesy dynamiky vegetácie vo všeobecnosti a tiež v Krivánskej Fatre sú veľmi rôznorodé. Zmeny vegetácie môžu mať buď vnútorné príčiny (autogénne zmeny), ak sú riadené životnou aktivitou rastlín a ich vzájomnými interakciami, alebo môžu byť vyvolané vonkajšími prírodnými alebo antropickými faktormi (Korpeľ et al. 1991, Míchal, 1992). Pri štúdiu vplyvu klimatických zmien na vegetáciu je potrebné brať do úvahy skutočnosť, že popri zmenách klímy sú zmeny ekosystémov vyvolané aj fyzicko-geografickými zmenami zemského povrchu. Zmeny abiotických podmienok (vrátane vývoja pôdy) sú sprevádzané zmenami flóry, ktorá sa postupne adaptuje na meniace sa pôdne podmienky. V histórii vývoja vegetácie sa kombinujú zmeny exogénne s endogénnymi (sukcesnými) a s fylogenezou (Vladovič et al., 2012).

Typickým prejavom sekulárnej sukcesie vegetácie je postglaciálny vývoj v Európe. Zlatník (1976) chápe postglaciálny vývoj ako sled šírenia vegetačných pásov v zmysle Emila Schmida, ktoré považuje za základnú jednotku chorologicko-ekologického vymedzovania vegetácie.

Vegetačná stupňovitosť podľa Zlatníka (1976) predstavuje zmenu druhového zloženia prírodných klimaxových geobiocenóz, vrátane edifikátorov, ktorá v danom území je podmienená mikroklímou a mezoklímou vo vertikálnom smere. Vegetačné stupne predstavujú základné nadstavbové jednotky lesníckej typológie, rešpektujúce výškovú stupňovitosť. Ekologická analýza 2310 typologických výskumných plôch vo vegetačných stupňoch Slovenska predstavuje unikátnu bázu dát, zachytávajúcu diverzitu a zmeny vegetácie v širokom spektre variabilných prírodných podmienok Slovenska (Vladovič et al., 2012).

V odbornej literatúre sa často diskutuje o vplyve človeka na vegetáciu v postglaciáli. V horských polohách Slovenska sa zrejme vegetácia vyvíjala prirodzene až do obdobia valašskej kolonizácie v Karpatoch (približne do 15. storočia). Stredoveké veľkoplošné odlesňovanie zasiahlo lesy v oblastiach s ťažbou rúd, spracovania kovov či výrobou skla (s technológiami náročnými na množstvo dreva). Najvýraznejšie boli zasiahnuté lesy v oblastiach okolo banských miest (Banská Štiavnica, Kremnica, Banská Bystrica, Spišská Nová Ves), ktoré vznikali nemeckou kolonizáciou už v 12.–13. storočí.

Dubovo-bukový vegetačný stupeň

V rámci Slovenska v dubovo-bukovom vegetačnom stupni sa vyskytujú prirodzené lesné fytocenózy s extrémnymi stanovištnými podmienkami. Typické pre takéto stanovišťa sú kyslé dubové bučiny vyššieho stupňa *Fagetum quercinum superiora* s celkovou výmerou 10 564 ha. Tieto spoločenstvá sa vyskytujú na vypuklých hrebienkoch, strmých svahoch a bralnatých útvaroch s presýchavou a plytkou podzolovou kambizemou na podloží žuly a kremencov. Charakter kyslých dubových bučín je determinovaný najmä nízkym obsahom živín a pôdnej vlhkosti. Na tieto špecifické podmienky sú viazané aj špecifické druhy rastlín. Pre tieto spoločenstvá je typický uvoľnený až rozpojený (nízky) korunový

zápoj, nízke zakmenenie, vysoký svetelný pôžitok v podraсте a akumulácia opadu na povrchu pôdy.

V rámci Slovenska pre skupinu lesných typov *Fagetum quercinum superiora* dominantnými druhmi sú *Fagus sylvatica*, *Luzula luzuloides*, *Avenella flexuosa*, *Quercus petraea* agg. a *Vaccinium myrtillus* (Vladovič et al., 2012).

Podľa analýzy Vladoviča et al. (2012) v uplynulých 40-50 rokoch v bylinnej vrstve neboli zaznamenané významné zmeny. Vo vrstve machorastov ustúpil tieňomilný a suchomilný druh *Polytrichum juniperinum* a ako nový druh bol zaznamenaný polotieňomilný druh znášajúci sucho, indikujúci chlad a kyslé pôdy *Eurhynchium striatum*.

V drevinovej zložke v rozpätí 40-50 rokov nenastali významné zmeny, avšak v hlavnej etáži bol zaznamenaný stúpajúci podiel *Fagus sylvatica*, menej *Quercus petraea* agg. a ústup svetlomilných drevín *Pinus sylvestris* a *Betula pendula*. V podúrovňovej vrstve 3 naopak *Quercus petraea* agg. ustupuje a významnejšie sa uplatňuje *Fagus sylvatica*, menej *Carpinus betulus*. V zmladení (vrstva 5) sa najviac zvýšilo zastúpenie *Fagus sylvatica*, menej ostatných drevín. Znížila sa stálosť i pokryvnosť *Quercus petraea* agg a *Sorbus aucuparia*.

Na základe výsledkov ekoanalýzy boli zaznamenané preukazné zmeny vo vzťahu k faktorom kontinentalita, pôdna reakcia a svetlo.

Veľmi významný je nárast zastúpenia druhov intermediárnych (slabo suboceánických, až slabo subkontinentálnych) na úkor druhov suboceánických (neznášajú mrazy a vysoké extrémne teploty). Aj keď sa ťažiskové druhy v spektre pôdnej reakcie nezmenili (ekoindexy 3 a 4, druhy kyslých a mierne kyslých pôd), nastal v nich významný pokles pokryvnosti (zastúpenia). Vo vzťahu ku svetlu spektrum i zmeny druhov indikujú nižší svetelný príjem, významný pokles druhov polotieňomilných až polosvetlomilných (ekoindex 6). Vo vzťahu k teplote absolútne prevládajú druhy indiferentné.

Podľa našich analýz ekoindexov druhov skupiny lesných typov *Fagetum quercinum superiora* v Krivánskej Fatre (Národná prírodná rezervácia Starý hrad) v období 1978 a 2014 dominantnými druhmi sú *Melampyrum nemorosum*, *Avenella flexuosa*, *Calluna vulgaris*, *Quercus petraea* agg.

Taxonómiou rodu *Quercus* sa podrobne zaoberal známy lesník, botanik a ochranca prírody Dezider Magic, ktorý v NPR Starý hrad opísal nové druhy dubov *Quercus dalechampii*, *Q. pedunculiflora*, *Q. polycarpa* (Magic, 1974).

Z porovnania hodnôt ekologických indexov v tabuľke 3, 4 a 5 vyplýva, že v spoločenstvách dubovo-bukového lvs v Krivánskej Fatre mali prevahu druhy polotieňomilné. V celoslovenskom priemere prevažovali druhy tieňomilné až polotieňomilné. Je to spôsobené tým, že v porastoch NPR Starý hrad spoločenstvá duba s primiešaným hrabom a brezou na extrémnych tvaroch reliéfu (hrebienky so sutinovým povrchom, s dominanciou *Melampyrum nemorosum*) mali a dnes majú uvoľnenejší korunový zápoj (korunový zápoj úrovňovej a podúrovňovej vrstvy stromov 50-60 %), v dôsledku čoho bylinná vegetácia dostával viac svetla. Podľa indexu pôdnej reakcie v NPR Starý hrad dominovali druhy kyslých a mierne kyslých pôd (na kremencoch a žulách), kým

v celoslovenskom priemere dominovali druhy mierne kyslých až neutrálnych pôd (na andezitoch). Tieto rozdiely sa prejavili aj v ekoindexe obsahu dusíka v pôde. V spoločenstvách NPR Starý hrad dominujú druhy chudobných pôd (častejšie na pôdach chudobných ako bohatých), kým v celoslovenskom priemere v spoločenstvách dubovo-bukového lvs dominujú druhy stredne bohatých pôd (zriedkavejšie sa vyskytujú na pôdach chudobných). Rozdiely v ekoindexe teplota, vlhkosť a kontinentalita medzi spoločenstvami dubovo-bukového lvs Krivánskej Fatry (NPR Starý hrad) a celoslovenskými priemermi nie sú signifikantné.

Tab. 5: Ellenbergové ekoindexy pre skupinu lesných typov *Fagetum quercinum superiora* (dubovo-bukový lvs) v Krivánskej Fatre v období zápisov 1974 a 2014

Obdobie	Svetlo	Teplota	Vlhkosť	Kontinentalita	Pôdna reakcia	Živiny
1978	5.61	5.18	4.58	3.47	4.40	3.12
2014	5.63	5.21	4.70	3.40	4.45	3.11
Diferencia	0.02	0.03	0.12	-0.07	0.05	-0.01

Porovnanie ekoindexov skupiny lesných typov *Fagetum quercinum superiora* v Krivánskej Fatre v období zápisov 1974 a 2014 (tabuľka 5) ukazuje, že podľa ekoindexu svetla prevažujú druhy polotieňomilné až polosvetlomilné, čo je pre dubové spoločenstvá s uvoľneným korunovým zápojom typické. S tým súvisí aj ekoindex teploty, podľa ktorého sa v tejto skupine lesných typov dominantne vyskytujú druh indikujúce mierne teplo s rozšírením od nížinných po horské polohy. S ekoindexom svetla a teploty súvisí tiež ekoindex vlhkosti, podľa ktorého prevažujúce druhy v tomto spoločenstve indikujú prostredie suchých až čerstvo vlhkých pôd, pričom pomerne hojné zastúpenie majú druhy čerstvo vlhkých pôd, ktoré chýbajú na vlhkých a vysychavých pôdach. Zvýšenie zastúpenia druhov indikujúcich čerstvo vlhké pôdy možno vysvetliť zvýšením korunového zápoja v roku 2014 oproti roku 1978 a tým aj zníženiu teploty a zvýšeniu vlhkosti. Podľa priemernej hodnoty ekoindexu pôdnej reakcie v období 1978 – 2014 prevažujú druhy kyslých až mierne kyslých pôd. V uplynulých 40 rokoch nebola zistená zvýšená acidifikácia pôdy.

Rozdiely v hodnotách ekoindexov všetkých sledovaných faktorov z obdobia 1978 a 2014 nemajú signifikantný význam.

Bukový vegetačný stupeň

V tomto lesnom vegetačnom stupni v rámci Slovenska spoločenstvá jedľových bučín s dubom (*Fagetum quercino-abietinum*) a bučín s jedľou (*Fagetum abietinum*) zaberajú 9 412 ha. Potvrdil sa ich acidofilný aj oligotrofný charakter determinovaný najmä kyslomilnými druhmi *Avenella flexuosa*, *Luzula luzuloides*, *Calamagrostis arundinacea*, *Hieracium murorum* a *Vaccinium myrtillus*. Pokryvnosť machov a hrúbka humusu v týchto spoločenstvách poukazujú na zvýšenú prítomnosť machorastov a akumuláciu humusu.

V nadúrovňovej a úrovňovej korunovej vrstve (1,2) v celoslovenskom priemere podľa Vladoviča et al. (2012) bol zaznamenaný významný ústup pionierskych drevín *Betula pendula*, *Populus tremula* a nepôvodnej dreviny smreka obyčajného *Picea abies*. Ustupuje tiež *Abies alba* a *Pinus sylvestris*, zvyšuje sa stálosť a pokryvnosť *Fagus sylvatica*. V podúrovňových vrstvách 3 a 4 klesla stálosť i pokryvnosť *Abies alba* a *Betula pendula*. Z krov vykazuje nárast pokryvnosti *Corylus avellana* a *Sambucus nigra*. Vo vrstve 5 významne vyššiu stálosť i pokryvnosť má *Fagus sylvatica* a cenné listnáče, napríklad *Fraxinus excelsior* a *Acer pseudoplatanus*. V tejto vrstve prirodzeného zmladenia chýbajú ihličnaté dreviny.

V bylinnej vrstve v uplynulých 40-50 rokoch v dôsledku zvýšenia korunového zápoja výrazne klesla stálosť i pokryvnosť druhov teplomilnejších a druhov indikujúcich neutrálne pôdy.

V celoslovenskom rámci stálymi druhmi v týchto spoločenstvách bukového lvs sú *Vaccinium myrtillus*, *Luzula luzuloides*, *Fagus sylvatica*, *Avenella flexuosa*, *Hieracium murorum*, *Picea abies*, *Polytrichum formosum*, *Calamagrostis arundinacea*, *Sorbus aucuparia*, *Prenanthes purpurea*. Dominantnými druhmi sú *Fagus sylvatica*, *Vaccinium myrtillus*, *Luzula luzuloides*, *Leucobryum glaucum*, *Quercus petraea* agg., *Pinus sylvestris* a *Betula pendula*.

V bylinnej vrstve neboli zistené významné zmeny, s výnimkou viac ako zdvojnásobenej stálosti a takmer trojnásobnej priemernej pokryvnosti *Dryopteris filix-mas*, čo možno vysvetliť znížením korunového zápoja. Podobne, ale v menšej miere, pribudli aj ďalšie vysoké paprade *Athyrium filix-femina* a papraď ostnatá *Dryopteris carthusiana* agg., ako aj druhy *Rubus hirtus* a *Maianthemum bifolium*, hoci tento nárast už nie je štatisticky významný. Ide o polotieňomilné euryekné druhy. Mierne ustúpili viaceré svetlomilné druhy *Hieracium sabaudum*, *Platanthera bifolia*, *Epilobium montanum*, *Vaccinium vitis-idaea*, *Rubus idaeus*, *Solidago virgaurea*, medzi ktorými sú aj vyslovené acidofyty a druhy nižších vegetačných stupňov. Podľa výsledkov ekoanalýzy priemerné ekočíslo týchto spoločenstiev sa výrazne nezmenilo.

Podľa výsledkov ekoanalýzy v tabuľke 3 a 4 rozdiely medzi celoslovenskými údajmi a údajmi pre Krivánsku Fatru sú významné v ekoindexe pôdnej reakcie a svetla. Je to spôsobené osobitnou dynamikou vývoja spoločenstiev *Fagetum quercino-abietinum* v NPR Starý hrad, kde spoločenstvá s dubom, bukom a jedľou v bukovom lvs nad úzkym Domašinským meandrom na podloží kryštalinika sú ovplyvňované vodnými parami z rieky Váh, čo umožňuje prirodzený výskyt jedle s dubom. Z drevín sú dominantnými druhmi dub zimný (*Quercus petraea* agg.), buk lesný (*Fagus sylvatica*), jedľa biela (*Abies alba*) a borovica lesná (*Pinus sylvestris*). K nim pristupujú na vhodných stanovištných podmienkach breza previsnutá (*Betula pendula*), javor horský (*Acer pseudoplatanus*), lipa malolistá (*Tilia cordata*), jaseň šťihly (*Fraxinus excelsior*), brest horský (*Ulmus glabra*) a v najvyššie položených lokalitách NPR (okolo 700 m n.m.) tiež smrek obyčajný (*Picea abies*). Buk mal v minulosti väčšie zastúpenie. Zaberá pravidelné svahy a širšie dolinky, kde bol kompetične silnejší ako dub. Naopak, na suchších lokalitách skalnatých hrebienkov, prevládala dub zimný. V dôsledku ťažby v minulosti buk na pomerne plytkej a kamenitej pôde ťažšie vytváral výmladky a preto na suchších miestach ustúpil dubu.

Tak vzniklo zaujímavé a ojedinelé lesné spoločenstvo buka, duba a jedle. Tento pestrý obraz lesných fytoocenóz na pomerne malej rozlohe NPR Starý hrad v Krivánskej Fatre je jedným z najlepších objektov na štúdium sukcesnej dynamiky prirodzených lesných spoločenstiev na nevápnych horninách (Vološčuk, 1984).

Tab. 6: Ellenbergové ekoindexy pre spoločenstvá *Fagetum quercino-abietinum* (bukový lvs) z obdobia zápisov 1974 – 2014

Obdobie	Svetlo	Teplota	Vlhkosť	Kontinentalita	Pôdna reakcia	Živiny
1978	4.59	5.00	5.40	3.33	5.60	5.80
2014	4.50	5.60	5.00	3.45	5.45	5.69
Diferencia	-0.09	0.60	-0.40	0.12	-0.15	-0.10

V bylinnej synúzii došlo v uplynulých 40.-50. rokoch k podobnej dynamike, ako v celoslovenskom priemere. Pred 45. rokmi v porastoch s uvoľneným korunovým zápojom v bylinnom podraze sa dominantne vyskytoval polosvetlomilný druh čerstvo vlhkých pôd *Senecio nemorensis* agg. – *Senecio germanicus* (uprednostňuje často plné osvetlenie, ale rastie aj v tieni). Po zvýšení korunového zápoja v dôsledku pomiestneho umelého odstránenia jedle z hlavnej úrovne (nepovolený výrub usychajúcich jedincov) a prirodzeného odrastania buka a javorov, na uvoľnených miestach v podúrovňovej vrstve došlo k zvýšeniu korunového zápoja a tým aj k zníženiu pokrývnosti starčeka nemeckého.

Z tabuľky 6 vyplýva, že medzi rokom 1974 a 2014 v hodnotách priemerných ekoindexov lesného spoločenstva *Fagetum quercino-abietinum* nedošlo k significantným zmenám. V ekologickom spektre v roku 2014 oproti roku 1978 došlo k zníženiu druhov polosvetlomilných až svetlomilných a druhov polotieňomilných. V ekoindexe teplota došlo k nárastu druhov indikujúcich mierne teplo až teplo. K výraznejšiemu úbytku v roku 2014 došlo v ekoindexe čerstvo vlhkých pôd a k miernemu nárastu čerstvo vlhkých až vlhkých pôd. V ekoindexe obsahu minerálneho dusíka v pôde došlo v roku 2014 k úbytku druhov indikujúcich stredne bohaté až bohaté pôdy. Ekoindex kontinentality zaznamenal v roku 2014 pokles druhov oceánických až suboceánických. V ekoindexe pôdnej reakcie došlo v roku 2014 k poklesu druhov indikujúcich kyslé až mierne kyslé pôdy a k miernemu nárastu druhov neutrálnych až bázických pôd.

Jedľovo-bukový vegetačný stupeň

Spoločenstvá jedľovo-bukového lvs v rámci Slovenska zaberajú 397 875 ha. Najrozšírenejšou skupinou lesných typov v tomto vegetačnom stupni na Slovensku je jedľová bučina nižšieho stupňa *Abieto-Fagetum inferiora*. Druhou najrozšírenejšou skupinou lesných typov je buková javorina nižšieho stupňa *Fageto-Aceretum inferiora*. Hlavnými faktormi, ktoré ovplyvňujú druhové zloženie bylinnej synúzie fytoocenóz bukových javorín sú ekoindexy „Dusík“ a „Vlhkosť“, čo dokazuje ich nitrofilný charakter a relatívne vyššie nároky na vlhkosť. Spoločenstvá bukových javorín na Slovensku sa často vyskytujú na karbonátových horninách, alebo andezitoch, menej na horninách

kryštalínika. V spoločenstve bukovej javoriny sú priaznivé podmienky pre rozklad opadanky, v dôsledku čoho je zásaditejšia pôdna reakcia ako v spoločenstvách *Abieto-Fagetum inferiora*. Pozíciu zápisov bukových javorín v prospech zásaditejšej pôdnej reakcie určujú najmä nitrofilnejšie druhy, ako napríklad *Mercurialis perennis*, *Dentaria enneaphyllos*, *Sanicula europaea*, *Asarum europaeum*, *Salvia glutinosa*.

S dospievajúcimi porastami v ostatných 50. rokoch v 5. vegetačnom stupni sa významne zmenil aj ich korunový zápoj. Zakmenenie, čiže stupeň obsadenia porastovej pôdy porastom, sa však nezmenilo. S postupným uvoľňovaním korunového zápoja sa vytvárajú optimálne podmienky pre obnovu aj drevín náročnejších na dostatok fotoaktívneho svetla. Zaznamenal sa pokles zastúpenia jedle v úrovňovej vrstve a v spodných vrstvách a v prirodzenej obnove (v zmladení) zvýšila sa pokryvnosť buka, javora, jaseňa a smreka.

Stálymi druhmi spoločenstiev sú *Galium odoratum*, *Dryopteris filix-mas*, *Mercurialis perennis*, *Fagus sylvatica*, *Galeobdolon luteum*, *Oxalis acetosella*, *Senecio ovatus*, *Asarum europaeum*, *Dentaria bulbifera*, *Geranium robertianum*, *Athyrium filix-femina*, *Acer pseudoplatanus*, *Actaea spicata*, *Urtica dioica*, *Pulmonaria officinalis*, *Polygonatum verticillatum*, *Prenanthes purpurea*, *Picea abies*, *Mycelis muralis*, *Abies alba*, *Salvia glutinosa*, *Viola reichenbachiana*, *Rubus idaeus*, *Paris quadrifolia*, *Tithymalus amygdaloides*, *Dentaria enneaphyllos*, *Petasites albus*.

Dominantnými druhmi v rozličných typoch fytoocenóz sú *Fagus sylvatica*, *Mercurialis perennis*, *Picea abies*, *Galium odoratum*, *Oxalis acetosella*, *Acer pseudoplatanus*, *Dryopteris filix-mas*, *Dentaria enneaphyllos*, *Lunaria rediviva*, *Impatiens noli-tangere*, *Abies alba*, *Fraxinus excelsior*, *Dentaria bulbifera*, *Galeobdolon luteum*, *Petasites albus*.

V celoslovenskom priemere v bukovej javorine bol zaznamenaný ústup *Abies alba* z úrovne a podúrovne porastu. Vo vrstve 5 výrazne nastúpilo zmladenie hlavných porastotvorných drevín (buka a javorov).

V bylinnej vrstve ustúpili druhy rôznych ekologických nárokov, najvýraznejšie ale nitrofilné až heminitrofilné druhy *Corydalis cava*, *Dentaria enneaphyllos* a *Isopyrum thalictroides*, čo sú ale jarné efemeroidy a tak pokles môže byť spôsobený aj sezónnou dynamikou. Signifikantne pribudli tri druhy, a to *Sanicula europaea*, *Hordelymus europaeus* a *Brachypodium sylvaticum*. Mierne vzrástol podiel druhov na dusík bohatých až veľmi bohatých pôd, významne sa znížila účasť tieňomilných až polotieňomilných druhov. Signifikantne poklesol podiel indikátorov chladu až mierneho tepla a zvýšilo sa zastúpenie druhov indiferentných ku kontinentalite. Tieto zmeny zodpovedajú procesom uvoľnenia korunového zápoja, následnému zvýšeniu svetelného pôžitku, mikrobiálnej pôdnej aktivity a zlepšeniu humifikačných procesov. Vo vzťahu k vlhkosti nenastali významné zmeny.

Ekoanalýza fytozápisov lesných spoločenstiev tohto vegetačného stupňa v Krivánskej Fatre ukazuje podobnú dynamiku, ako v rámci Slovenska. Z tabuľky 3. a 4. vyplýva, že posun hodnôt ekoindexov v časovom období 40-50 rokov medzi celoslovenskými údajmi a údajmi z Krivánskej Fatry nie je významný. V tomto lvs v Krivánskej Fatre sa vyskytujú tri skupiny lesných typov, ktoré sa výrazne odlišujú v hodnotách ekoindexov.

Skupina lesných typov *Fagetum dealpinum superiora* v typickej podobe sa vyskytuje v NPR Rozsutec, na svahu medzi Poludňovými skalami a Kreminnou dolinou pod Skalným mestom. Spoločenstvo reprezentuje stacionárna plocha 4S, ktorá sa nachádza v oblasti slienitých bridlíc na svahu pod dolomitovým hrebeňom Poludňových skál. V tejto lokalite dňa 11. júna 1848 prívalový hlinito-kamenitý prúd zavalil osadu Štefanová, ktorá vtedy bola umiestnená pri vyústení Kreminnej doliny. Po prudkej búrke v noci z 10. na 11. júna 1848 so zrážkami viac ako 20 mm/h zišlo hlbokou eróznou stržou v Kreminnej doline približne 25 000 m³ kašovitej hmoty s balvanmi a polámanými kmeňmi stromov a zničil väčšiu časť osady, pričom zahynulo 14 obyvateľov. Hoci je tento prípad v tejto oblasti jediný, môžu sa podobné prívalové prúdy vyskytnúť aj dnes (Baliak et al., 1981, Liščák et al., 2014). Sutinový prúd v roku 1848 v Kreminnej doline zasiahol úzku a hlbokú dolinovú strž na podloží slienitých bridlíc, pričom nebol zasiahnutý dolomitový masív chočského príkrovu (hrebeň Poludňových skál a Skalné mesto pod Veľkým Rozsutcom) s veľkou členitosťou georeliéfu. Južne orientované svahy medzi hrebeňom Poludňových skál a hlbokou roklinou Kreminného potoka sa vyznačujú pestrosťou vegetácie s prevahou travinno-bylinných spoločenstiev reliktných vápencových bučín (*Fagetum dealpinum superiora*). Pôda je sutinová rendzina. Významné je tu početné zastúpenie kalcikolných termofytov spolu s horskými druhmi, ako napr. *Acinos alpinus*, *Amelanchier ovalis*, *Anthericum ramosum*, *Allium senescens* subsp. *montanum*, *Asperula neilreichii*, *Cotoneaster tomentosus*, *Dianthus praecox*, *Gypsophila repens*, *Pulsatilla slavica*. Z oblasti Poludňových skál je udávaný výskyt hybridogénnych druhov rodu *Sorbus*, ktoré reprezentujú špecifické západokarpatské ružovokvitnúce populácie *Sorbus haljamove* a refugiálny výskyt agregátneho druhu *Sorbus graeca* (Bernátová et al., 1998, Šibík et al., 2015). Možno predpokladať, že sutinové rýhy zbiehajúce od hrebeňa Poludňových skál, ktoré vznikli po roku 1848, sa vďaka viac ako storočným sukcesným procesom travinno-bylinnej vegetácie postupne stabilizujú. Intenzita zliezania drobného i hrubšieho štrkového materiálu od hrebeňa Poludňových skál do Kreminného potoka v transportnej časti so sklonom 35-40° sa vďaka vegetácii spomaľuje, avšak silný turistický ruch na bývalom značenom chodníku zo Štefanovej na Poludňové skaly tento stabilizujúci proces vegetácie v minulosti spomaľoval (zošľapovanie vegetácie a hnutie štrkových sutín turistami). Zrušenie tohto značeného chodníka v nedávnej minulosti vytvorilo predpoklad pre postupnú plynulú sekundárnu sukcesie travinno-bylinnej vegetácie.

Ellenbergové ekoindexy pre skupinu lesných typov *Fagetum dealpinum superiora* v tabuľke 2 ukazujú vo vzťahu k svetlu prevahu druhov polotieňomilných až polosvetlomilných, vo vzťahu k teplote dominujú druhy chladu až mierneho tepla, vo vzťahu k vlhkosti prevažujú druhy suchých až čerstvo vlhkých pôd a vo vzťahu k obsahu minerálneho dusíka majú prevahu druhy bohatých, až stredne bohatých pôd. Ekioindex pôdnej reakcie ukazuje na prevahu neutrálnych až mierne kyslých pôd. Index kontinentality ukazuje prevažne na suboceánické druhy.

Druhou skupinou lesných typov v tomto vegetačnom stupni je buková javorina nižší stupeň *Fageto-Aceretum inferiora*. Ekoindexy tejto skupiny lesných typov v Krivánskej Fatre podľa tabuľky 2 ukazujú na prevahu druhov tieňomilných až polotieňomilných, indikujúcich mierne teplo. Vo vzťahu k vlhkosti prevažujú druhy čerstvo vlhkých pôd,

stredne bohatých až bohatých na minerálne živiny. Vo vzťahu k pôdnej reakcii dominujú druhy mierne kyslých až neutrálnych pôd a vo vzťahu ku kontinentalite prevažujú druhy oceánické až suboceánické.

Najmenej rozšírenou skupinou lesných typov v jedľovo-bukovom lvs v Krivánskej Fatre je smreková jedľobučina *Fagetum abietino-piceosum inferiora*. Ekoindex svetla ukazuje na prevahu druhov tieňomilných až polotieňomilných. Vo vzťahu k teplote majú prevahu druhy indikujúce chlad až mierne teplo, vo vzťahu k vlhkosti druhy čerstvo vlhkých pôd, vo vzťahu k pôdnej reakcii prevažujú druhy kyslých pôd a vo vzťahu k živinám dominujú druhy chudobných až stredne bohatých pôd (tabuľka 2).

Porovnanie priemerných hodnôt ekoindexov za celý jedľovo-bukový lvs ukazuje, že vo vzťahu k svetlu majú spoločnosť Krivánskej Fatry v porovnaní s celoslovenským priemerom viac druhov polotieňomilných, uprednostňujúcich mierne kyslé až neutrálne pôdy. V hodnotách ostatných ekoindexov nie sú medzi nimi významné rozdiely.

Z hľadiska stupňa ekologickej stability sú ekosystémy vápencovej bučiny veľmi krehké, nachádzajú sa v počiatočnej fáze štádia dorastania, kedy síce pružne reagujú na vonkajšie stresy, avšak nevyznačujú sa vysokou rezistenciou. Ekosystémy bukovej javoriny *Fageto-Aceretum inferiora* sú ekologicky stabilné a nachádzajú sa vo vývojovom štádiu optima. Ekosystémy smrekovej jedľobučiny *Fagetum abietino-piceosum inferiora* sú ekologicky menej stabilné v dôsledku dominantného zastúpenia smreka, náchylného na vetrové kalamity. V súvislosti s teplotnými extrémami smrekové porasty sú ohrozované premnožením podkôrneho hmyzu.

Smrekovo-bukovo-jedľový vegetačný stupeň

V rámci Slovenska spoločnosť tohto vegetačného stupňa zaberajú 176 594 ha. Medzi najrozšírenejšie skupiny lesných typov patria: bukové jedliny vyššieho stupňa *Fageto-Abietum superiora* na výmere 62 554 ha, jedľové bučiny vyššieho stupňa *Abieto-Fagetum superiora* - 23 416 ha, bukové javoriny vyššieho stupňa *Fageto-Aceretum superiora* - 19 056 ha a nízke bukové javoriny *Fageto-Aceretum humile* - 5 116 ha.

Variabilita vegetácie smrekovo-bukovo-jedľového lvs v rámci Slovenska je veľmi podobná bukovému a jedľovo-bukovému vegetačnému stupňu. Najvýznamnejšími faktormi prostredia sú ekoindexy „Vlhkosť“, „Dusík“ a „Svetlo“.

Pre skupinu lesných typov *Fageto-Aceretum superiora* dominantnými druhmi sú *Fagus sylvatica*, *Mercurialis perennis*, *Picea abies*, *Oxalis acetosella*, *Adenostyles alliariae*, *Dryopteris filix-mas*, *Galium odoratum*, *Stellaria nemorum*, *Petasites albus*, *Impatiens noli-tangere*, *Dentaria enneaphyllos*, *Allium ursinum*, *Acer pseudoplatanus*.

V úrovni aj podúrovni v uplynulých 40-50 rokoch opäť veľmi výrazne ubudla jedľa *Abies alba*, na čo pozitívne reagovalo zmladenie drevín *Fraxinus excelsior*, *Acer pseudoplatanus* a *Fagus sylvatica*, pričom práve buk *Fagus sylvatica* podstatne zvýšil aj priemernú pokrývnosť.

V pokrývnosti bylín v uplynulom období v celoslovenskom priemere došlo k dynamickým zmenám, keď viac druhov ubudlo ako pribudlo. Ubudli najmä druhy *Dentaria enneaphyllos*, *Cicerbita alpina*, *Scrophularia nodosa*, *Isopyrum thalictroides*, *Aruncus vulgaris*, *Myosostis sylvatica*, *Ranunculus platanifolius* a naopak pribudli *Hordelymus europaeus*, *Athriscus sylvestris*, *Circaea alpina*.

Ekoanalýza v celoslovenskom priemere nenaznačuje signifikantné zmeny vo vzťahu k faktorom obsah dusíka a k vlhkosti. Pre faktor pôdnej reakcie bol zaznamenaný ústup druhov neutrálnych pôd v prospech druhov indiferentných. Ustupujú aj druhy oceanické a zvýšil sa podiel indiferentných druhov. Bylinná synúzia indikuje zvýšený svetelný príjem, zvýšil sa podiel polosvetlomilných, ale aj polotieňomilných a pokleslo zastúpenie plnotieňomilných až tieňomilných druhov.

V skupine lesných typov nízkych bukových javorín *Fageto-Aceretum humile* dominantnými druhmi sú *Fagus sylvatica*, *Galium odoratum*, *Stellaria nemorum*, *Adenostyles alliariae*, *Oxalis acetosella*, *Mercurialis perennis*, *Acer pseudoplatanus*, *Dryopteris filix-mas*, *Aegopodium podagraria*, *Symphytum tuberosum* agg., *Senecio ovatus*, *Dentaria enneaphyllos*, *Allium ursinum* a *Senecio germanicus* (*Senecio nemorensis* agg.).

Nízke bukové javoriny v Krivánskej Fatre sa prirodzene vyskytujú pod vplyvom vrcholového fenoménu na hrebeňoch a hrebeňových plošinách tam, kde pastvou bola sekundárne znížená horná hranica lesa. Výrazný je nástup zmladenia *Picea abies*, čo je pravdepodobne prejavom prirodzeného návratu smreka do týchto spoločenstiev. Iné zmeny v drevinovej zložke neboli zistené (Vladovič et al., 2012).

V bylinnej vrstve je signifikantný pokles bučínových druhov *Galeobdolon luteum* agg., *Galium odoratum* a *Dentaria bulbifera*. Okrem nich ustúpili aj druhy *Dentaria enneaphyllos* a *Veratrum album*. Hoci nebol zistený preukazný ústup drevín v hlavnej úrovni, bylinná zložka v súvislosti s pribúdaním veku drevín indikuje presvetlenie porastov. V dôsledku toho zvýšila sa abundancia i dominancia *Rubus idaeus* a *Hordelymus europaeus*.

Najvýraznejšia zmena nastala vo vzťahu k faktoru pôdna reakcia, kde pokleslo zastúpenie druhov neutrálnych pôd (ekoindex 7), ako aj druhov mierne kyslých až neutrálnych pôd (ekoindexov 6 a 8). Signifikantne stúpol podiel druhov k pôdnej reakcii indiferentných. Tak, ako vo väčšine spoločenstiev, aj tu klesol podiel druhov oceanických, indikátorov mierneho tepla a druhov čerstvo vlhkých až vlhkých pôd.

Ekoanalýza spoločenstiev *Fageto-Aceretum superiora* a *Fageto-Aceretum humile*, ktoré sú v Krivánskej Fatre pre tento vegetačný stupeň charakteristické, je v podstate zhodná s celoslovenskou charakteristikou.

V Krivánskej Fatre v spoločenstvách *Fageto-Aceretum superiora* v roku 1974 dominantnými druhmi (stacionárna plocha S3 pod Skalným mestom v NPR Rozsutec) boli *Mercurialis perennis*, *Galium odoratum*, *Oxalis acetosella*, *Prenathes purpurea*, v niektorých fytoocenózach (stacionárna plocha S6) dominovali druhy *Cortusa matthioli* a *Dentaria enneaphyllos*. Na východnom strmom svahu pod Veľkým Rozsutcom (plocha

S10) v jarnom aspekte dominovali druhy *Allium ursinum* a *Dentaria enneaphyllos*. Pri opakovaných zápisoch v roku 1988, 1996 a 2014 na ploche S3 došlo k silnému zmladeniu buka, pribudlo vrastavých jedincov buka, jarabiny vtáčeja a jarabiny mukyňovej. Mierne zvýšenie korunového zápoja nemalo vplyv na bylinnú synúziu. Na stacionárnej ploche S6 v roku 2014 sa zvýšilo zastúpenie druhov chladných polôh, tieňomilovných, vyžadujúcich vlhké pôdy, bohato zásobených dusíkom a s mierne kyslou pôdnou reakciou (*Leucanthemum rotundifolium*, *Rumex alpestris*). Na stacionárnej ploche S10 v roku 1996 a 2014 v letnom aspekte podstatne ustúpil druh *Allium ursinum*, ktorý je tieňomilovný, vyskytuje sa v stredných polohách na vlhkých, mierne kyslých pôdach, veľmi bohatých na dusík. Na stacionárnej ploche S11 zachovala sa aj po 40 rokoch dominancia *Adenostyles alliariae* a *Galim odoratum*. V dôsledku predčasného prechodu do štádia rozpadu (vetrom vyvrátené buky) došlo k miernemu ústupu zastúpenia druhov *Dryopteris filix-mas*, *Athyrium filix femina* a *Petasites albus*. Celkový charakter bukových javorín vyššieho stupňa sa však zachoval a v hodnotách ekoindexov nenastali významnejšie zmeny. Na stacionárnej ploche S12 s dominanciou *Galium odoratum*, *Mercurialis perennis*, *Hacquetia epipactis* a *Fagus sylvatica* nenastali v uplynulých 40-50 rokoch podstatné zmeny.

V skupine lesných typov nízkych bukových javorín *Fageto-Aceretum humile* v rokoch 1974-2014 nenastali signifikantné zmeny, ktoré by sa odrazili na hodnotách ekoindexov.

V smrekovo-bukovo-jedľovom lvs na podloží granodioritov Kľačianskej Magury sa na podzolovej kambizemi vyskytujú spoločenstvá bukovej jedliny vyššieho stupňa *Fageto-Abietum superiora*. Výškovo na ne nadväzujú spoločenstvá *Sorbeto-Piceetum*. Korunový zápoj bukových jedlín je v porovnaní s jarabinovými smrečínami podstatne vyšší, na čo poukazujú aj hodnoty ekoindexov v tabuľke 8, najmä vo vzťahu k svetlu a teplote. Podobne výrazné rozdiely medzi jedľovými bučinami vyššieho stupňa a jarabinovými smrečínami na granodioritovom podloží Krivánskej Fatry sú v pôdnej reakcii a v pôdnych živinách.

Smrekový vegetačný stupeň

Spoločenstvá tohto vegetačného stupňa na Slovensku zaberajú plochu 30 419 ha. Najrozšírenejšie skupiny lesných typov sú *Sorbeto-Piceetum* 14 285 ha, *Acereto-Piceetum* 8 561 ha a *Fageto-Piceetum superiora* 2 509 ha. Súčasnú zastúpenie drevín vegetačného stupňa charakterizuje prevaha ihličnanov (95 %). Listnaté dreviny dosahujú 5 % podiel. V pôvodnom rekonštruovanom zastúpení bolo na lokalitách súčasného výskytu 7. vegetačného stupňa 80 % ihličnanov a 20 % listnáčov.

Dominantné postavenie majú oligotrofné fytocenózy jarabinových smrečín *Sorbeto-Piceetum* a heminitrofilné javorové smrečiny *Acereto-Piceetum*. Rozdiel medzi nimi je predovšetkým v nárokoch prítomných druhov na pôdnu reakciu a živiny. Pozícia spoločenstiev kyslého trofického radu A je určená najmä kyslomilnými dominantami *Avenella flexuosa*, *Vaccinium myrtillus* a *Calamagrostis villosa*, kým v spoločenstvách javorových smrečín je prítomných viacero eutrofných až nitrofilných druhov, ako

napríklad *Mercurialis perennis*, *Galeobdolon luteum*, *Dentaria enneaphyllos*, *Cortusa matthioli*, *Senecio ovatus*, *Adenostyles alliariae*, *Cicerbita alpina* a podobne.

Podľa analýzy ekofaktorov v skupine lesných typov *Sorbeto-Piceetum* došlo za sledované obdobie k miernemu nárastu druhov náročnejších na vlhkosť. Tento posun bol zaznamenaný vďaka vplyvu poklesu korunového zápoja, v dôsledku čoho nastúpili vlhkomilnejšie druhy mulového moderu, a to predovšetkým *Athyrium distentifolium*.

Dealpínske fytocenózy bukových smrečín vyššieho stupňa *Fageto-Piceetum superiora* sú v celoslovenskom priemere charakteristické najmä vyššou pokryvnosťou kalcifilných trávovitých druhov *Calamagrostis varia* a *Sesleria albicans*.

Porasty smrekového vegetačného stupňa tvoria hornú hranicu lesa a v minulosti boli výrazne atakované činnosťou človeka spojenou s pasením oviec a dobytky. Aj v tomto vegetačnom stupni v celoslovenskom priemere s pribúdajúcim vekom porastov sa štatisticky významne znížil korunový zápoj porastov, čo malo za následok nástup zmladenia drevín *Picea abies*, *Pinus mugo* a *Sorbus aucuparia*. Vo vrstve 5 v dôsledku zníženia korunového zápoja bol zaznamenaný pokles účasti zemolezu čierneho *Lonicera nigra*, ktorý je druhom tieňomilným, indikujúcim chlad, čerstvo vlhké a mierne kyslé pôdy. V bylinnej vrstve sa významne zvýšil podiel *Athyrium filix-femina*, naopak ústup bol zaznamenaný pri viacerých druhoch, napríklad *Cicerbita alpina*, *Acetosa arifolia*, *Paris quadrifolia*, *Dryopteris carthusiana* agg., *Ranunculus plataniifolius*, *Hieracium lachenalii* a *Valeriana sambucifolia*. Extrémne klimatické podmienky smrekového vegetačného stupňa podporujú tvorbu hrubšej vrstvy nadložného humusu a tým výskyt acidofilných druhov aj vo vápnatých edaficko-trofických radoch B/C a D. Zmeny v ekologickom spektre spoločenstiev *Fageto-Piceetum superiora* sú nepreukazné (s výnimkou vlhkosti). Možno konštatovať, že došlo iba k zámene druhov podobnej ekologickej konštitúcie. Vo vzťahu k vlhkosti signifikantne pokleslo zastúpenie druhov ekoindexu 4 (druhy suchých až čerstvo vlhkých pôd, napr. *Hieracium lachenalii*).

Jarabinové smrečiny *Sorbeto-Piceetum* na Slovensku sú najrozšírenejšou skupinou lesných typov smrekového vegetačného stupňa a preto zmeny, ktoré nastali v tejto skupine lesných typov výrazne ovplyvnili aj výsledky porovnaní pre celý vegetačný stupeň. Zaznamenaný bol najmä ústup *Sorbus aucuparia* z hlavnej úrovne, čo z pohľadu krátkovekosti tejto dreviny v porovnaní s dlhovekým smrekom možno považovať za prirodzený vývoj porastov. Na zníženie korunového zápoja pozitívne reagovalo zmladenie smreka *Picea abies*. Na jeho výraznom nástupe má zrejme podiel aj eliminácia pastvy v lesoch.

V celoslovenskom priemere nenastali významnejšie zmeny v ekoindexoch dvoch sledovaných období (tabuľka 3).

V živnejších spoločenstvách smrekového stupňa skupiny lesných typov *Acereto-Piceetum* v uplynulých 40-50 rokoch v celoslovenskom priemere neboli pozorované žiadne signifikantné rozdiely v prítomnosti druhov. Jedine smrek opäť výrazne, takmer dvojnásobne, zvýšil prítomnosť vo vrstve zmladenia. Výsledky ekoanalýzy poukazujú na signifikantné zmeny vo vzťahu k dusíku, zvýšeniu podielu druhov ekoindexov 3 a 4 (druhy chudobných, chudobných až stredne bohatých pôd) a nárastu zastúpenia druhov

stredne bohatých až bohatých pôd. Podľa hodnoty pôdnej reakcie prejavila sa mierna acidifikácia. Pribudlo druhov veľmi kyslých až kyslých pôd a ustúpili druhy pôd neutrálnych a neutrálnych až bázických. Vo vzťahu k vlhkosti sa preukazne zvýšilo zastúpenie druhov indiferentných na úkor druhov s vyššími nárokmi na pôdnu vlhkosť (ekoindexy 6, 7).

V bukových smrečinách vyššieho stupňa *Fageto-Piceetum superiora* na hornej hranici lesa v sledovanom období neboli pozorované žiadne významné rozdiely v prítomnosti druhov. Preukazne sa znížil korunový zápoj, na čo pozitívne reagujú druhy polosvetlomilné a ustupujú druhy tieňomilné až polotieňomilné, čo je opačný trend ako v jarabinových smrečinách. Signifikantne ustúpili druhy pôd na dusík najchudobnejších i pôd bohatých a vzrástol podiel druhov chudobných pôd. Vo vzťahu k ďalším faktorom neboli zaznamenané preukazné zmeny. Zvýšil sa podiel indiferentných druhov pri faktoroch teplota a vlhkosť.

V spoločenstvách smrekového lvs v severných makrosklonoch Krivánskej Fatry najrozšírenejšou skupinou lesných typov je javorová smrečina *Acereto-Piceetum*, menej je rozšírená skupina lesných typov jarabinových smrečín *Sorbeto-Piceetum*. V porovnaní s celoslovenským priemerom v Krivánskej Fatre nenastali podstatné zmeny vo vývoji drevinového zloženia a v bylinnej synúzii.

V Krivánskej Fatre v spoločenstve *Acereto-Piceetum* na stacionárnej ploche S7 pod Veľkým Rozsutcom v rokoch 1974, 1996 a 2014 dominantnými druhmi boli *Cortusa matthioli*, *Oxalis acetosella* a *Leucanthemum rotundifolium*. V hodnotách ekoindexov

v uplynulých rokoch nenastali významnejšie zmeny. Tento pôvodný smrekový porast na podloží druhohôr je v súčasnosti ukážkou vývojového štádia optima a prechodu do štádia počínajúceho starnutia.

V NPR Chleb v smrekovom lvs sa vyskytujú fytoceózy skupiny lesných typov *Acereto-Piceetum* na slienitých vápencoch (plocha 8CH, 20CH, 21 CH), s pôdami modálnej kambizeme. V poraste dominuje smrek s uvoľneným korunovým zápojom, v dôsledku čoho v podúrovňovej vrstve sa vo väčšom zastúpení (20-30 %) vyskytuje jarabina vtáčia *Sorbus aucuparia*. V krovitej vrstve hojnejšie je zastúpená vrba sliezka *Salix silesiaca* (15 %). V bylinnej synúzii dominujú *Adenostyles alliariae*, *Leucanthemum rotundifolium*, *Dentaria enneaphylos*, *Crepis paludosa*, *Cortusa matthioli*, *Stellaria nemorum*, ku ktorým na povrchových mikropôdkoch pristupujú *Vaccinium myrtillus* a *Athyrium distentifolium*. Hojnejšie sú zastúpené druhy *Doronicum austriacum* a *Rubus idaeus*.

Tab. 7: Ecoindexy spoločenstva *Acereto-Piceetum* v NPR Chleb, 1974

Plocha	Svetlo	Teplo- ta	Konti- nen- talita	Vlh- kosť	Pôdna reakcia	Živi- ny	Boha- tosť	S-W index	Vyrov- nanosť
8CH	5.3	3.6	3.4	5.8	5.8	5.2	46	2.40	0.72
20CH	5.4	3.7	3.8	5.8	5.5	5.5	38	2.84	0.76
21CH	5.0	3.9	3.6	5.8	5.8	5.5	38	2.80	0.69

Tab. 8: Ekoindexy spoločenstva *Sorbeto-Piceetum* (plocha 1KM) a *Fageto-Abietum superiora* (plocha 2KM) v NPR Kľačianska Magura, 2014

Plocha	Svetlo	Teplota	Kontinen- talita	Vlh- kosť	Pôdna reakcia	Živi- ny	Boha- tosť	S-W index	Vyrov- nanosť
1 KM	5,0	3,4	4,3	5,8	3,6	4,1	14	2,10	0,78
2 KM	4,0	4,8	3,8	5,4	4,6	5,6	16	1,94	0,67

Z porovnania Ellenbergových ekoindexov na plochách smrekového lvs v NPR Rozsutec a NPR Chleb vyplýva, že plochy v NPR Chleb pod hornou hranicou lesa majú prevahu polotieňomilných druhov, ktoré indikujú mierne teplo a vyžadujú čerstvo vlhké až vlhké pôdy, pričom pôdna reakcia ukazuje na mierne kyslé až neutrálne pôdy a vo vzťahu k živinám stredne bohaté pôdy. Jemné rozdiely v ekočísloch ukazujú, že teplota a zrážkový režim súvisia s vyššími nadmorskými výškami plôch v NPR Chleb.

Spoločenstvo slt *Sorbeto-Piceetum* na podloží granodioritov v NPR Kľačianska Magura (plocha 1KM) predstavuje najtypickejšiu ukážku prirodzených jarabinových smrečín na kryštaliniku Krivánskej Fatry s humusovo-železitým podzolom. V synúzii bylín dominuje *Athyrium distentifolium*, *Vaccinium myrtillus*, *Homogyne alpina* a *Calamagrostis villosa*. Ekoindex pôdnej reakcie slt *Sorbeto-Piceetum* v porovnaní so spoločenstvami *Acereto-Piceetum* indikuje kyslé pôdy. Ostatné ekoindexy bylinného podrastu poukazujú na prevahu druhov polotieňomilných, indikujúcich chladné prostredie, suboceánické, vyžadujúce čerstvo vlhké pôdy, chudobné až stredne bohaté na živiny.

Hodnoty ekoindexov pôdnej reakcie spoločenstiev *Acereto-Piceetum* poukazujú na druhy pôd kyslých až mierne neutrálnych (na podloží slienitých vápencov), vo vzťahu k živinám stredne bohatých pôd, čím sa výrazne odlišujú od spoločenstiev *Sorbeto-Piceetum*.

Kosodrevinový vegetačný stupeň

Spoločenstvá kosodrevinového vegetačného stupňa na Slovensku zaberajú 19 206 ha, z toho spoločenstvá *Mughetum acidofilum* zaberajú 11 994 ha, *Ribeto-Mughetum* 611 ha a *Mughetum calcicolum* 948 ha.

Z dôvodu nízkej početnosti obnovených plôch Vladovič et al. (2012) v rámci Slovenska uskutočnil len analýzu zameranú na charakteristické druhové zloženie.

V celoslovenskom priemere pre skupinu lesných typov *Mughetum acidofilum* dominantné druhy sú *Vaccinium myrtillus*, *Calamagrostis villosa*, *Pinus mugo*, *Pleurozium schreberi*, *Nardus stricta*, *Avenella flexuosa*, *Juniperus sibirica*, *Vaccinium vitis-idaea*, *Polytrichum formosum*, *Nardus stricta*, *Hylocomium splendens*, *Festuca supina*, *Dicranum scoparium*, *Cetraria islandica*, *Anemone nemorosa*.

V Krivánskej Fatre sa vyskytujú fragmentované spoločenstvá *Mughetum acidophilum*, *Ribeto-Mughetum* a *Mughetum calcicolum*. Pre zachovanie biodiverzity Krivánskej Fatry majú spoločenstvá kosodrevinového vegetačného stupňa veľký význam.

V súvislosti s fragmentáciou porastov kosodreviny valašskou kolonizáciou od 15. storočia v odbornej literatúre sa diskutuje o potrebe obnoviť pôvodnú hornú hranicu lesa a pásma kosodreviny. Problém spočíva v otázke „Zalesňovať, alebo ponechať na prirodzenú sukcesiu?“ V súvislosti s prírodnou katastrofou v kosodrevinovom lvs pod Hromovým v roku 2014 je potrebné venovať zvýšenú pozornosť manažmentu spoločenstiev tohto lvs.

Z koncepcie nerovnovážnej termodynamiky vyplýva, že prírodné disturbancie a teda aj zosuvy na strmých svahoch sú prírodnými procesmi, ktorých vzniku vo vhodných prírodných podmienkach sa nedá zabrániť. Napriek tomu, analýza prírodných hazardov nad hornou hranicou lesa v oblasti Hromového ukazuje, že príčinou katastrofického zosunu pôdy v tejto oblasti bola synergia náchylnosti hornín k erózii (slienité vápence, bridlice), dlhodobu prebiehajúca erózia, extrémny sklon georeliéfu (nad 30°), pozitívna vysoká zrážková anomália, cirkulácia ovzdušia a charakter vegetačných pomerov – z hľadiska ekologickej komplexity jednoduchšia ako pôvodná a tým oslabená vegetačná pokrývka. Z našich vysokohorských oblastí Krivánska Fatra spolu s Veľkou Fatrou vykazuje najvyšší stupeň premeny hornej hranice lesa človekom, navyše s veľmi malou výmerou nesúvislých kosodrevinových porastov. Dĺžka hornej hranice lesa akútne ohrozovanej deštrukciou je tu najväčšia zo všetkých vysokých pohorí Slovenska (Huba, 1988). Podľa uvedeného autora v usporiadaní pôsobenia morfogenetických procesov v Krivánskej Fatre možno pozorovať určitú zonalitu: v stupni 700-1100 m n. m. je deštrukcia pôd takmer nulová (pri priemernej lesnatosti okolo 95 %), pod hornou hranicou lesa (1100-1200 m n. m.) je desaťnásobný vzrast intenzity a rozsahu pôdnodeštrukčných procesov. Vo výškovom stupni 1200-1300 m n. m. je to 25-násobok, v intervale 1400-1500 m n. m. je to už 50-násobok a vo výškach 1600-1700 m n. m. je to približne 70-násobok hodnoty nameranej vo výškovom stupni 1000-1100 m n. m. (s priemernou lesnatosťou približne 85 %). Tieto údaje dostatočne dokazujú dôležitosť protieróznej funkcie súvislých lesných porastov i vplyv deštrukcie vegetačného krytu na akceleráciu pôsobenia pôdnodeštrukčných procesov.

Z hľadiska geologického podložia Krivánska Fatra má vyvinuté zreteľné južno-severné tektonické členenie na kryštalinikum a na prevažne karbonátové horniny obalovej sedimentárnej série. Vo východnej časti pohoria majú väčšie rozšírenie slienité vápence, sliene a bridlice. Na strmých svahoch so sklonom nad 30° tieto súvrstvia vytvárajú vhodné podmienky na vznik pôdnodeštrukčných morfogenetických procesov. Vzťahuje sa to aj na oblasť Hromového, kde v roku 2014 došlo k odtrhu hlinito-kamennej lavíny na červených werfenských bridliciach. Georeliéf severných svahov Hromového už v minulosti niesol stopy po odtrhoch pôdy. Z hľadiska dispozície georeliéfu na pôdnodeštrukčné procesy v oblasti medzi Stohom a Veľkým Kriváňom možno predpokladať, že k podobným procesom dochádzalo v Krivánskej Fatre v celom postglaciálnom vývoji. To mohlo viesť v subalpínskom pásme k opakovanému vzniku trvalých plôch bezlesia. Niektorí autori predpokladajú, že súčasná disturbancia z roku

2014 je príkladom udržiavania primárneho bezlesia na lokálnej úrovni v niektorých častiach pohoria (Topercer et al., 2004).

K sústavnému odlesňovaniu pásma kosodreviny a znižovaniu hornej hranice lesa v Krivánskej Fatre dochádzalo najmä od čias valašskej kolonizácie v 15.-16. storočí. V snahe rozširovať pasienky (predovšetkým na vhodných lokalitách s podložími vápnitých hornín) domáce obyvateľstvo z okolia Krivánskej Fatry v subalpínskom stupni vyrubovalo a vypaľovalo kosodrevinu a postupne aj smrekové porasty pod pôvodným pásmom kosodreviny, čím sa výrazne znížila horná hranica lesa (Kučera, 2012). Prirodzené porasty sa zachovali hlavne na neprístupných miestach (strmé svahy, skalné bralá).

S prihliadnutím na geomorfologickú členitosť Krivánskej Fatry nemožno predpokladať, že v subalpínskom (kosodrevinovom) stupni od obdobia epiatlantika (2 – 3 tisíc rokov pred dneškom) sa tu vyskytovalo súvislé pásmo kosodreviny. Medzi kosodrevinou sa už vtedy prirodzene nachádzali maloplošné enklávy, na ktorých sa vyskytovali porasty nízkych kríčkov rodu *Vaccinium* (čučoriedky a brusnice). Tieto spoločenstvá s ústupom pasienka predovšetkým na kyslom žulovom a kremencovom podklade v rámci sekundárnej sukcesie sa postupne začali rozširovať a začali tvoriť podstatnú časť vegetácie nad súčasnou hornou hranicou lesa (Bittnerová, Šibík, 2015). Zníženie hornej hranice lesa umožnilo plošný rozvoj nelesnej subalpínskej vegetácie. Odstránením časti horských smrečín a kosodreviny vznikli koridory, ktorými sa šírili svetlomilné rastlinné druhy z nižších polôh do vyšších a naopak. Voľné miesta po odstránenej kosodrevine zaujali druhy pôvodných nelesných spoločenstiev z refugiálnych stanovišť, akými boli napríklad strmé skalné svahy, lavínové dráhy, závery úzkych dolín, sutiny a nezalesnené plochy, ktoré sa ako enklávy udržiavali jednak opakujúcimi sa lavínami a tiež bylinožravou zverou (Dobošová, 2002). Podľa Šibíka et al. (2015) v súčasnosti na mnohých miestach možno vidieť pôvodné travinno-bylinné spoločenstvá, ktoré sa za posledných 400 rokov často veľkoplošne rozšírili zo svojich refúgií a s nimi aj mnoho endemických druhov, ako napríklad *Carex sempervirens* subsp. *laxiflora* (syn. *Carex sempervirens* subsp. *tatrorum*), *Dianthus nitidus*, *Festuca carpatica*, *Poa carpatica*, *Pulsatilla slavica*, *Pyrola carpatica*, *Saxifraga wahlenbergii*, *Sesleria tatrae*, *Soldanella carpatica*, *Sorbus margittaiana* a iné. Podľa Dobošovej (2002) hole Krivánskej Fatry sú výsledkom spolupôsobenia prírodných faktorov a človeka.

V ostatných 60-70 rokoch na väčšine holí Krivánskej Fatry došlo k ukončeniu pasienka. Časť holí bola umelo zalesnená v rámci celoslovenského „Projektu zvyšovania hornej hranice lesa a pásma kosodreviny“. Najmarkantnejšie to vidno v priestore medzi Chlebom a Poludňovým Grúňom. Ukončenie pasienka na jednej strane prinieslo pozitívne výsledky v obmedzení až odstránení erózie pôdy, ale na druhej strane v širšom okolí bývalých salašov sa začali šíriť nitrofilné druhy a došlo k veľkoplošnému zarastaniu vysokosteblovými trávami (napr. *Deschampsia caespitosa*, taxon polotieňomilný až polosvetlomilný, vyžadujúci vlhké pôdy, znášajúci chudobné pôdy), ktoré poskytujú množstvo sušiny, pričom vznikajú šmykové plochy pre lavíny, pôda je sekundárne acidifikovaná, dochádza k zmene pôvodných druhovo bohatých fytocenóz na spoločenstvá tvorené len niekoľkými monodominantami (Dobošová, 2002, Kliment et al., 2011). Zmodernizovaná sedačková lanovka z Vrátnej doliny do Snilovského sedla

sprístupnila masám turistov hlavný hrebeň pohoria. Neusmernená turistika tak priniesla mnoho negatívnych javov, okrem iného tiež zvýšenú eróziu pôdy medzi Snilovským sedlom a Veľkým Kriváňom a Snilovským sedlom a Hromovým.

Najvážnejším problémom štátnej ochrany prírody a orgánov ochrany prírody v Krivánskej Fatre je nielen vypracovať, ale aj realizovať zásady manažmentu ekosystémov nad súčasnou hornou hranicou lesa. Manažment je potrebné diferencovať tak, aby časť ekosystémov bola ponechaná paušálne na sekundárnu sukcesiu a vybraná časť biologicky a z hľadiska ochrany biodiverzity najzaujímavejších sukcesných štádií bola manažovaná usmerneným pasením, kosením, alebo inak (Bernátová et al., 1998; Dobošová, 2002).

Uvedené najrozšírenejšie lesné spoločenstvá pod súčasnou hornou hranicou lesa (*Acereto-Piceetum*, *Sorbeto-Piceetum*, *Fageto-Aceretum humile*) sú ekologicky stabilné, vykazujú vysokú komplexitu a homeostázu. Majú zachované prirodzené zloženie drevín odpovedajúce stanovištným podmienkam. Nachádzajú sa vo vývojovom štádiu optima. Nie sú ohrozené sutinovými prúdmi a zosuvmi pôdy zo subalpínskeho stupňa.

V súvislosti so zosuvom podložia a pôdy pod Hromovým a Stenami vystupuje otázka, či odstránenie pôvodných kosodrevinových porastov počas valašskej kolonizácie v 15.-17. storočí a následne umelé zalesňovanie holí kosodrevinou nepôvodnej proveniencie v 50.-60. rokoch 20. storočia mohlo viesť k zníženiu ekologickej stability ekosystémov v krajinnom priestore Hromového a Stien. Umelé zalesňovanie nepôvodnými druhmi totiž spravidla znižuje biologickú diverzitu a tým aj ekologickú komplexitu a integritu takto zmeneného územia. Vzhľadom k prirodzenej vysokej náchylnosti tohto územia na zvýšené hrozby zosuvov sa potom možno aj malé zníženie tejto integrity môže prejavíť pri realizácii takejto udalosti, ako sa to stalo v júli 2014 (aj v dôsledku extrémne vysokých zrážok).

Záver

Na základe ekoanalýzy spoločenstiev lesných vegetačných stupňov Slovenska (Vladovič et al., 2012) a jej porovnaním s ekoanalýzou lesných spoločenstiev Krivánskej Fatry v dubovo-bukovom až kosodrevinovom lesnom vegetačnom stupni možno dospieť k nasledovným záverom.

- Vo všetkých sledovaných lesných vegetačných stupňoch Krivánskej Fatry došlo v dôsledku intenzívneho zmladenia drevín k signifikantnému poklesu celkovej pokryvnosti bylinnej vrstvy. Znížením korunového zápoja drevín došlo k zvýšeniu svetelných pomerov, čo dalo podnet k väčšiemu prirodzenému zmladeniu drevín.
- V ostatnom storočí k zmene drevinového zloženia lesných vegetačných stupňov dochádza v dôsledku prirodzeného vývoja porastov.
- Buk je v 4. – 6. lesnom vegetačnom stupni v Krivánskej Fatre drevinou s veľkým ekologickým potenciálom. Predurčuje ho k tomu jeho široká ekologická amplitúda, kompetičná sila, relatívna dlhovekosť a pomerne malé množstvo biotických škodcov.

- V lesných spoločenstvách 4. – 6. vegetačného stupňa dochádza k určitej unifikácii, a to najmä vo vzťahu k teplote, reakcii pôdy a obsahu živín. Táto homogenizácia v podmienkach severnej časti Krivánskej Fatry sa prejavuje prevahou mezotrofných až nitrofilných spoločenstiev v hodnotenom súbore plôch, čím sa stierajú rozdiely medzi acidofilnými a kalcifilnými spoločenstvami.
- V ostatných 50. rokoch vo všeobecnosti na Slovensku došlo k acidifikácii pôdneho prostredia. V Krivánskej Fatre na to poukazuje zmena bylinnej synúzie v 5. a 6. vegetačnom stupni.
- V spoločenstvách dubovo-bukového až kosodrevinového vegetačného stupňa v Krivánskej Fatre nebolo zaznamenané nebezpečné šírenie invázneho druhu *Impatiens parviflora* – tento druh sa na Slovensku šíri celým spektrom vegetačných stupňov od 1. až do 6. lesného vegetačného stupňa i v chránených územiach.
- Všeobecne možno konštatovať, že výsledkom starnutia porastov je zvýšenie druhovej a štruktúrnej diverzity drevinovej zložky fytocenóz.
- Na poklese hodnôt pôdnej reakcie v ostatných 50. rokoch sa podieľali depozície vzdušných polutantov, najmä síry, ktoré dosahovali maximum v 80-tych rokoch 20. storočia. Obsah organického uhlíka a dusíka v povrchových horizontoch vzrástol takmer vo všetkých hodnotených spoločenstvách. Napriek zvýšeniu obsahu oboch prvkov, ich vzájomný pomer C/N vo väčšine prípadov klesol, čo z hľadiska živnosti znamená zmenu stanovišť ku priaznivejším. Tento jav mohla spôsobiť aj eliminácia výmladkového hospodárenia, vyhrabávanie opadanky, osekávanie letniny, či pasenia, čo boli ešte do 20. storočia bežné formy využívania lesov Krivánskej Fatry. Zníženie intenzity využívania, resp. odstraňovania biomasy z lesov, je jeden z dôvodov zvýšeného obsahu uhlíka a dusíka v pôdach.
- V lesných vegetačných stupňoch Krivánskej Fatry nebolo pozorované signifikantné zvýšenie depozície dusíka, čo podľa EEA (2012) môže spôsobiť eutrofizáciu prostredia, pokles pomeru C/N a rast podielu druhov čerstvo vlhkých pôd. Eutrofizácia prostredia v rámci Slovenska je fenomén ostatných desaťročí.
- V Krivánskej Fatre sú nebezpečné nárazové extrémne zrážky, ktoré napríklad v roku 2014 vo Vrátnej doline spôsobili mohutný zosun pôdy pod Hromovým a zničenie infraštruktúry údolnej časti kabínkovej lanovky Vrátna – Snilovské sedlo.
- Ekoanalýza lesných fytocenóz vegetačných stupňov Krivánskej Fatry jednoznačne nepotvrdzuje teorému vplyvu klimatických zmien na posun lesných vegetačných stupňov. Možno to vysvetliť tlmivým efektom lesného porastu a udržiavaním stabilnej lesnej mikroklimy pod korunovým zápojom drevín. Na druhové zloženie lesných ekosystémov aj v Krivánskej Fatre však môže vplývať acidifikácia a eutrofizácia prostredia v druhej polovici 20. storočia.
- Dlhšie trvajúce a opakujúce sa extrémne teploty ostatných desaťročí môžu aj v Krivánskej Fatre viesť k ohrozeniu nepôvodných smrekových monokultúr podkônym hmyzom, ako je to v iných horských oblastiach Slovenska.
- Neúnosné zaťaženie prostredia turistickým ruchom prináša aj v osobitne chránených územiach (NPR Rozsutec, NPR Chleb, NPR Starý hrad) mnoho negatívnych javov, okrem iného tiež zvýšenú eróziu pôdy a tým ochudobnenie prirodzenej biodiverzity Krivánskej Fatry. Markantne sa to prejavuje v oblasti Horných Dier, Šlahorky, na

hlavnom hrebeni medzi Snilovským sedlom a Veľkým Kriváňom a Snilovským sedlom a Hromovým.

PodĎakovanie

Príspevok bol spracovaný v rámci projektu VEGA č. 1/0255/14 „Dynamika krajinej štruktúry, diverzity fytocenóz a indikácia rozptylu slnečnej energie vo vybraných ekosystémoch Národného parku Malá Fatra“.

Literatúra

BALIAK, F., PAŠEK, J., NEMČOK, A., 1981: Svahové deformácie v Krivánskej Malej Fatre. In: Janík, M., Štollmann, A. (eds.): Rozsutec-Štátna prírodná rezervácia. Osveta Martin, p. 126 – 142.

BERNÁTOVÁ, D., UHLÍŘOVÁ, J., TOPERCER, J., ml., 1998: Aktuálne poznatky o subalpínskej vegetácii Krivánskej Fatry a návrh na jej manažment. In: Korňan, M.: Výskum a ochrana Krivánskej Fatry. Správa národných parkov SR, Správa NP Malá Fatra, Varín, p. 49 – 51.

BITTNEROVÁ, S., ŠIBÍK, J., 2015: Variabilita, rozšírenie a porovnanie spoločenstiev s dominantným druhom *Vaccinium myrsillus* v Malej Fatre. Bull. Slov. Bot. Spoločn. roč. 37, 2, p. 191 – 2018.

BUBLINEC, E., KOBZA, J., 2015: Zodpovedné pôdohospodárstvo v kontexte klimatických zmien. In: Babjak, J. (ed.): Pôda ako Boží dar a jej zodpovedné využívanie v súčasnom svete. Zborník referátov z konferencie. Environmentálna subkomisia Konferencie biskupov Slovenska, Gréckokatolícke arcibiskupstvo Prešov, p. 43 – 51.

ČABOUN, V., ZÚBRIK, M., 2008: Prognóza vývoja lesných ekosystémov s ohľadom na globálnu klimatickú zmenu a predpoklad ich dopadu na zdravotný stav lesov. Dostupné: <http://www.los.sk/prez./cab.pdf>

DOBOŠOVÁ, A., 2002: Hole Národného parku Malá Fatra, aká je budúcnosť (pohľad botanika)? *Oecologia Montana*, 11: 36 – 37.

HUBA, M., 1988: K hľadaniu miery únosnosti a efektívnosti využívania krajiny CHKO Malá Fatra a jej ochranného pásma. In: Vplyv ľudských aktivít na prírodu chránenej krajinej oblasti Malá Fatra. Zborník zo seminára. ÚŠOP Správa CHKO Malá Fatra v Gbeľanoch, p. 39 – 45.

ELLENBERG, H., WEBER, H.E., DÜLL, R., WIRTH, W., WERNER, W., PAULIßEN, D., 1992: *Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa* (2nd ed.). *Scripta Geobotanica*, 18, Göttingen: Verlag Erich Goltze KG, 258 pp.

HENNEKENS, S. M., 1995: *TURBO(VEG) – Software package for input, processing, and presentation of phytosociological data. User's guide.* Wageningen : IBN-DLO.

IPCC, 2007: Climate Change. Synthesis Report. Summary for Policymakers. Valencia, Spain, 12-17 November 2007.

JANÍK, M., ŠTOLLMANN, A., 1981: Rozsutec, štátna prírodná rezervácia. Osveta Martin, 1132 pp

KLIMENT, J., ŠIBÍK, J., JAROLÍMEK, I., JANÁK, M., 2011: Krátkosteblové bazifilné (sub)alpínske trávniky. In: ŠefferoVá, V., Plassman Čierna, M. (eds.): Manažmentové modely pre údržbu, ochranu a obnovu biotopov. Daphne – Inštitút aplikovanej ekológie, Bratislava.

KOLEKTÍV, 2001: Tretia národná správa o zmene klímy. MŽP SR Bratislava, 109 pp.

KORPEL, Š., PEŇAZ, J., SANIGA, M., TESAR, V., 1991: Pestovanie lesa. Príroda, Bratislava, 472 pp.

KRIŽOVÁ, E., NIČ, J., 2000: Fytocenológia a lesnícka typológia. Návod na cvičenie. Upravená verzia. Lesnícka fakulta Technickej univerzity vo Zvolene, 111 pp.

KUČERA, P., 2012: Vegetačný stupeň smrečín v Západných Karpatoch. Rozšírenie a spoločenstvá. Botanická záhrada UK v Bratislave, pracovisko Blatnica, 342 pp.

LE TREUT, H., SOMERVILLE, R., CUBASCH, U., DING, Y., MAURITZEN, C., MOKSSIT, A., PETERSON, T., PRATHER, M., 2007: Historical Overview of Climate Change. In: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K. B. Averyt, M. Tignor and H. L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY USA.

LIŠČÁK, P., JELÍNEK, R., OLŠAVSKÝ, M., ŽILKA, A., MELICHERČÍK, J., 2014: Hlinito-kamenité prúdy vo Vrátnej. Informatívna správa z geologického prieskumu. Dostupné na: http://www.geology.sk/new/sites/default/files/media/Aktuality/Vratna_dolina_2014/Vratna_informat%C3%ADvna_sprava_web.pdf.

MAGIC, D., 1974: Poznávame ďalšie druhy dubov v našich lesoch. Les, 30, 6, p. 244 – 252.

MARHOLD, K., HINDÁK, F., 1998: Zoznam nižších a vyšších rastlín Slovenska [online]. VEDA Bratislava, 688 pp.

MÍCHAL, I., 1992: Ekologická stabilita. Veronika, Brno, 244 pp.

MINDÁŠ, J., ŠKVARENINA, J., 2000: Klimatické zmeny a lesné ekosystémy Slovenska. Životné prostredie, 34, 2, s. 84 – 88.

MINDÁŠ, J., LAPIN, M., ŠKVARENINA, J., 1996. Klimatické zmeny a lesy Slovenska. NKP SR, 5/96, Bratislava, 98 pp.

NLC, 2015: Klimatické zmeny. Forest Portál o lesoch Slovenska. Dostupné na: http://www.forestportal.sk/les_pre_verejnost/stranky/klimaticke- zmeny.aspx.

- PAGÁČ, J., VOLOŠČUK, I. et al., 1983: Malá Fatra, chránená krajinná oblasť. Príroda Bratislava, 356 pp.
- RAMANATHAN, V., COAKLEY, J. A., 1978: Climate Modeling Through Radiative – Convective Models. *Reviews of Geophysics and Space Physics*, 16, 4, 465 – 489 pp.
- RANDUŠKA, D., VOREL, J., PLÍVA, K., 1986: Fytcenológia a lesnícka typológia. Príroda, Bratislava, 344 pp.
- SHANNON, C. E., Weaver, W., 1949: *The Mathematical Theory of Communication*. Urbana, Illinois : Univ of Illinois Press.
- ŠÁLY, R., SOBOCKÁ J., ŠURINA, B. (eds.), 2000: Morfogenetický klasifikačný systém pôd Slovenska. Bazálna referenčná taxonómia. Výskumný ústav pôdoznavectva a ochrany pôdy v Bratislave, 76 pp.
- ŠIBÍK, J., SENKO, D., BERNÁTOVÁ, D., 2015: Centrá biodiverzity hlavného hrebeňa Krivánskej Malej Fatry. *Bulletin Slovenskej botanickej spoločnosti*, 37, 1, p. 47 – 68.
- ŠOMŠÁK, L., 1963: Dubiny južnej časti Malej Fatry a ich ochrana. In *Československá ochrana prírody*. č. 1, Bratislava, p. 146 – 164.
- TER BRAAK, C. J. F., ŠMILAUER, P., 2002: *CANOCO Reference manual and CanoDraw for Windows User's guide*. Sftw. for Canonical Community Ordination (version 4.5), Ithaca, NY, 500 pp.
- TICHÝ, L., 2002: JUICE, software for veg. classification. *Journal of Vegetation Science* 13, Issue 3, p. 451– 453.
- TOPERCER, J. ML., KLIMENT, J., BERNÁTOVÁ, D., 2004: Veternú ružicu asi neotočíme. Ale nezlomíme nad hoľami (pastiersku) palicu? In: Kadlečík, J. (ed.), *Turiec a Fatra. Zborník príspevkov z konferencie „Hole a horná hranica les vo Veľkej Fatre. Problémy, ochrana a využívanie“*. ŠOP SR, Správa NP Veľká Fatra, Vrútky, p. 47 – 55.
- VAN DER MAAREL, E., 2007: Transformation of cover-abundance values for appropriate numerical treatment – Alternatives to the proposals by Podani. *Journal of Vegetation Science* 18. Uppsala : IAVS; Opulus Press, p. 767 – 770.
- VLADOVIČ, J., MERGANIČ, J., MÁLIŠ, F., KRIŽOVÁ, E., UJHÁZY, K., VODÁLOVÁ, A., PÔBIŠ, I., BOŠEĽA, M., PAVLENDÁ, P., 2012: Reakcia diverzity lesných fytcenóz na zmenu edaficko-klimatických podmienok Slovenska. *Technická univerzita vo Zvolene*, 149 pp.
- VOLOŠČUK, I., 1971: Vegetačná stupňovitosť Krivánskej Malej Fatry. *Acta ecologica natur. region*, 3, 4, TERPLÁN Praha, p. 53 – 61.
- VOLOŠČUK, I., 1981a: Stanovištná charakteristika stacionárov. In: Janík, M., Štollmann, A. (eds.) *Rozsutec – štátna prírodná rezervácia*. Osveta Martin, p. 308 – 336.
- VOLOŠČUK, I., 1981b: Lesné fytcenózy Štátnej prírodnej rezervácie Rozsutec. In: Janík, M., Štollmann, A. (eds.): *Rozsutec - štátna prírodná rezervácia*. Osveta Martin, p. 508 – 586.

VOLOŠČUK, I., 1982: Charakteristika klesov štátnej prírodnej rezervácie Pod Chlebom. Pôdne pomery štátnej prírodnej rezervácie Pod Chlebom. Ochrana prírody 3, Príroda vydavateľstvo kníh a časopisov, n.p. Bratislava, p. 37 – 80.

VOLOŠČUK, I., 1984a: Vegetácia lesov Štátnej prírodnej rezervácie Tiesňavy. Pôdne pomery Štátnej prírodnej rezervácie Tiesňavy. Ochrana prírody 5, Príroda Bratislava, p. 151 – 195.

VOLOŠČUK, I., 1984b: Vegetácia lesov Štátnej prírodnej rezervácie Veľká Bránica. Pôdne pomery Štátnej prírodnej rezervácie Veľká Bránica. Ochrana prírody 5, Príroda Bratislava, p. 183 – 210.

VOLOŠČUK, I., 1984c: Vegetácia lesov Štátnej prírodnej rezervácie Starý hrad. Pôdne pomery Štátnej prírodnej rezervácie Starý hrad. Ochrana prírody 5, Príroda Bratislava, p. 213 – 247.

VOLOŠČUK, I., 1985: Geobiocenologická charakteristika Štátnej prírodnej rezervácie Suchý. Ochrana prírody 6, Príroda Bratislava, p. 23 – 40.

VOLOŠČUK, I., 1986: Pôdne pomery Štátnej prírodnej rezervácie Šrámková. Vegetácia lesov Štátnej prírodnej rezervácie Šrámková. Ochrana prírody 7, Príroda Bratislava, p. 217 – 251.

VOLOŠČUK, I., 1989a. Geobiocenologická charakteristika Štátnej prírodnej rezervácie Prípor. Ochrana prírody 10, Príroda Bratislava, p. 313 – 331.

VOLOŠČUK, I., 1989b. Niektoré poznatky z výskumu lesných rastlinných spoločenstiev Štátnej prírodnej rezervácie Kľačianská Magura. Ochrana prírody 10, Príroda Bratislava, p. 387 – 407.

VOLOŠČUK, I., 1991: Lesnícko-typologická charakteristika Štátnej prírodnej rezervácie Hrádok. Ochrana prírody 11, Príroda Bratislava, p. 348 – 356.

VOLOŠČUK, I., 1992a: Stanovištná charakteristika Štátnej prírodnej rezervácie Krivé. Ochrana prírody 1. Zborník SMOPaJ v Liptovskom Mikuláši. Príroda a.s., p. 363 – 369.

VOLOŠČUK, I., 1992b: Stanovištná charakteristika Štátnej prírodnej rezervácie Hajasová. Ochrana prírody 1. Zborník SMOPaJ v Liptovskom Mikuláši. Príroda, p. 371 – 375.

ZLATNÍK, A. 1959: Přehled slovenských lesů podle skupin lesních typů. Spisy věd. lab. biogeocenologie a typologie lesa, Brno, Lesnícka fakulta VŠZ, 195 pp.

ZLATNÍK, A., 1976: Lesnická fytoecologie. Státní zemědělské nakladatelství Praha, 495 pp.