

## Zmeny v štruktúre vegetácie alpínskeho vegetačného stupňa Vysokých a Belianských Tatier

Z. DÚBRAVCOVÁ<sup>1</sup> a A. PETRÍK<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Katedra botaniky, Prírodovedecká fakulta Univerzity Komenského, Révova 39, 811 02 Bratislava, Slovensko;

<sup>2</sup> Botanická záhrada Univerzity Komenského, Botanická 3, 841 04 Bratislava, Slovensko

**Abstract.** In the framework of the research project "High mountain ecosystems in the Western Carpathians, ecological causes of man activities (No. VI-4-4)", floristic and structural changes in alpine plant communities caused by immissions, acid rains, and man trampling was studied in the 10 monitoring plots (50 × 50 cm) in the period 1986-96. Five monitoring plots (1. under the peak Priehyby, 1 945 m a.s.l.; 2. the Furkotská valley, near the lake Nižné Wahlenbergovo pleso, 2 060 m a.s.l.; 3. the Furkotská valley, under the peak Predné Solisko, 2 075 m a.s.l.; 4. the Velická valley, under the Kotlový peak, 1 850 m a.s.l.; 5. the lake Skalnaté pleso, under the Lomnický peak, 2 050 m a.s.l.) were set in the community *Juncetum trifidii*, two plots in *Festuco pictae-Calamagrostietum villosae* (1. Zadné Medodoly, the ridge between Predný žľab and Široké sedlo, 1 610 m a.s.l.; 2. the valley of Siedmich prameňov, the slope under the Murárikova wall, 1 640 m a.s.l.), *Carduo glaucini-Caricetum tatronum* (1. Zadné Medodoly, the slopes near the Široké sedlo, 1 820 m a.s.l.; 2. the Bujačí peak, the slope in the end of the Babia valley, 1 910 m a.s.l.), and *Saxifrago caesia-Caricetum firmae* (1. Zadné Medodoly, the slopes near the Široké sedlo, 1 820 m a.s.l.; 2. the Bujačí peak, the slope in the end of the Babia valley, 1 910 m a.s.l.). The monitoring plots were set in the relatively intact communities and in the communities on tourist trails effected by trampling. In two plots, vegetation and soil layer were removed to study the succession process. In the association *Juncetum trifidii*, totally 2 200-2 700 ind. were estimated in the intact plots, while only 1 100 ind. were found in the disturbed by trampling and erosion. Trampling significantly decreased the abundance of *Juncus trifidus* and increased. Epigeic lichens of genera *Cetraria* and *Cladonia* were even more sensitive to trampling. In contrast, lichen *Polytrichum piliferum* increased. In the association *Juncetum trifidii*, abundance of *Juncus trifidus* and *Festuca supina* fluctuated, *Oreochloa distichta* and *Luzula alpino-pilosa* declined, and *Campanula alpina* increased. Production of green biomass declined from 215.6 g/m<sup>2</sup>/year to 146.0 g/m<sup>2</sup>/year, yet production of dead biomass increased from 72.4 g/m<sup>2</sup>/year to 116.4 g/m<sup>2</sup>/year in the Velická valley. Explanation of the described pattern by the damaging effects of immissions and acid rains is not, however, straightforward

due to possible effects of climatic factors and effects of vegetation destruction resulting from data sampling. Two monitoring plots of the association *Carduo glaucini-Caricetum tatronum* were totally surveyed 4 times during the studied period. In the first plot located in Zadné Medodoly, of 25 detected species of higher plants during the study period, 19 species were detected in each survey. Four species, *Hieracium villosum*, *Gentianella lutescens*, *Polygala brachyptera*, and *Galium anisophyllum* found in 1986, absented in 1996. In the second plot sited near the Bujačí peak, of 20 species found during the studied period, 13 species were detected in each survey. Three species, *Carduus glaucinus*, *Pedicularis verticillata*, and *Carlina acaulis* found in 1986, absented in 1996. Biomass production was estimated on 78.5-118.2 g/m<sup>2</sup>/year. Similarly, reduction of species richness was also found in the monitoring plots of the association *Saxifrago caesia-Caricetum firmae*. Of 17 species of higher plants detected during the study period, 12 species was found in each survey in the first plot. Only one species, *Cherleria sedoides*, absented and one, *Minuartia gerardii*, was new for the community. In the second plot located in the Bujačí peak, of 22 species of higher plants found during the study period, 13 species were detected in each survey. Five species, *Biscutella austriaca*, *Salix alpina*, *Galium anisophyllum*, *Tofieldia pusilla*, and *Campanula alpina*, disappeared after 11 years. Only *Larix decidua* was new in the community. Biomass production varied between 147.6-172.5 g/m<sup>2</sup>/year. In the monitoring plot of the association *Saxifrago caesia-Caricetum firmae* located on the tourist trail, abundance of higher plants dropped from 550 ind. of 14 species to 421 ind. of 13 species due to trampling. The highest abundance, 812 ind., was found in 1988. In total, 21 species of higher plants were detected during the studied period. The strongest decline showed *Arenaria tenella*, less *Poa alpina*. In opposite, *Bistorta vivipara*, *Carex firma*, and *Festuca versicolor* showed higher abundance in the latter period. Total abundance of the community continued to decline since 1991. In 1997, it reached only 48.1 % of the maximum total community abundance found during the studied period. The results may indicate increased intensity of trampling in the Vysoké Tatry Mts.

**Key words:** plant communities, long term monitoring, alpine zone, structure, biomass production, trampling, immissions, acid rains, Vysoké and Belianske Tatry Mts.

### Úvod

Výskum vegetácie na trvalých plochách nad hornou hranicou lesa, teda v subalpínskom a alpin-

skom vegetačnom stupni robili už v 50-tych a 60-tych rokoch českí botanici Šmarda (1956, 1963, 1971), Hadač and Homola 1962, Hadač *et al.* 1969, Hadač 1981 a ich žiaci. Na týchto plochách sledovali sukcesiu po zákaze pasenia v TANAP-e, prevažne v Bellianskych Tatrách.

Na podnet Hajdúka (1963, 1980, 1986, 1988), ktorý sledoval vplyv imisií a kyslých zrážok na vegetáciu, hlavne v okolí veľkých priemyselných aglomerátov, sme v rámci štátnej úlohy č. VI-4-4 "Vysokohorské ekosystémy Západných Karpát, ekologické dôsledky ľudskej činnosti" založili trvalé plochy na sledovanie vplyvu ľudskej činnosti aj vo vysokohorskom prostredí.

## Materiál a metodika

V rokoch 1986-87 sme založili trvalé pokusné plochy (ďalej TP) o veľkosti 50 × 50 cm v najtypickejších a zároveň v najrozšírenejších spoločenstvách subalpínskeho a alpínskeho vegetačného stupňa, tak na kyslom, ako aj bázickom podloží. Jedná sa o spoločenstvá: *Festuco pictae-Calamagrostietum villosae* Pawlowski *et al.* 1928, *Juncetum trifidii* Szafer *et al.* 1923 em. Krajina 1933, *Carduo glaucini-Caricetum tatorum* Pawlowski and Stecki 1927 a *Saxifrago caesia-Caricetum firmae* (Szafer *et al.* 1923) Hadač 1985.

Trvalé plochy sme založili v relatívne nenarušených spoločenstvách, v spoločenstvách ovplyvňovaných zošliapávaním a na miestach s totálne odstránenou vegetačnou pokrývkou. Sledovali sme na nich kvalitatívne a kvantitatívne zastúpenie druhov a individuí, následnú sukcesiu (na plochách s totálne odstránenou vegetáciou), odoberali sme pôdne vzorky, merali aktuálnu teplotu na povrchu pôdy a v hĺbke 10 cm, zisťovali produkciu nadzemnej biomasy (deštrukčnou metódou aj metódou nepriameho odberu, Kubiček and Brechtel 1970).

## Výsledky a diskusia

V príspevku prezentujeme štvorročné výsledky na trvalých plochách, založených v spoločenstve *Juncetum trifidi* a časť výsledkov, ktoré sme získali v spoločenstvách *Carduo glaucini-Caricetum tatorum* a *Saxifrago caesia-Caricetum firmae* počas jedenástich rokov.

Spoločenstvá zaradované k asociácii *Juncetum trifidi* môžeme charakterizovať ako nízkotrávnaté, dvojvrstvové, chionofóbne, xerofilné, fotofilné, acidofilné. Ich fyziognómiu určujú dominantný druh *Juncus trifidus*, spolu s porastotvornými druhmi: *Festuca supina*, *Oreochloa disticha*, *Avenula versicolor*, *Campanula alpina*, *Hieracium alpinum*, *Pulsatilla alba*. V prízemnej vrstve prevládajú lupeňovité a kričovitité lišajníky rodov *Cetraria* a *Cladonia*, z machorastov sú prítomné najmä druhy rodu *Polytrichum*.

Na trvalých plochách, založených v relatívne nenarušenom poraste kolíše počet jedincov (individuí) u druhov *Juncus trifidus*, *Festuca supina*, pokles nastal u druhov *Oreochloa disticha* (napr. na TP vo Furkotskej doline 99, 95, 64) a *Luzula alpinopilosa* (18, 17, 13) vzostup u druhu *Campanula alpina* (115, 144, 152). Ku kvalitatívnym zmenám u cievnatých rastlín nedošlo. Čo sa týka produkcie nadzemnej biomasy, stúpa produkcia stariny (napr. na TP vo Velickej doline zo 72,4 g/m<sup>2</sup> na 116,4) na úkor zelenej hmoty (z 215,6 g/m<sup>2</sup> na 146,0), teda odumretá organická hmota sa rozkladá veľmi pomaly.

Kvantitatívne zmeny, ako aj zmeny v produkcii

nadzemnej biomasy nemožno však jednoznačne pripísať na vrub imisiám a kyslým zrážkam. Určitú úlohu tu zohrávajú aj klimatické faktory ako aj narušenie vegetácie každoročným počítaním jedincov jednotlivých taxónov.

Takmer o polovicu nižší počet jedincov sme zaznamenali na TP, kde je vegetácia narušovaná zošliapávaním a následnou vodnou a veternou eróziou. Kým počet jedincov porastotvorných druhov v relatívne nenarušených fytoocenózach sa pohybuje okolo 2 200–2 700, v narušených je to len okolo 1 100. Vplyvom zošliapávania totiž dochádza k prestavbe spoločenstva. *Juncus trifidus*, druh neznášajúci zošliapávanie, ustupuje druhu *Festuca supina*, ktorému tento spôsob ľudskej činnosti naopak určitým spôsobom prospieva. Ešte citlivejšie na zošliapávanie sú kryptogamy, hlavne epigeické lišajníky (druhy rodu *Cetraria* a *Cladonia*). Tieto ustupujú v prospech druhu *Polytrichum piliferum*, ktorý Šoltéssová (1982) považuje za apofyt.

Zaujímavé je sledovanie sukcesie na ploche, kde sme v roku 1987 totálne odstránili vegetačnú pokrývku. Už nasledujúci rok túto plochu osídlilo 47 jedincov, patriacich trom druhom: *Juncus trifidus*, *Festuca supina* a *Campanula alpina*, v roku 1989 to už bolo 105 jedincov, patriacich štyrom druhom, pribudol druh *Oreochloa disticha* a v roku 1990 to bolo 154 jedincov hore uvedených štyroch druhov.

Trávinnobylinné porasty, ktoré patria do asociácie *Carduo glaucini-Caricetum tatorum* možno charakterizovať ako bazifilné až neutrofilné, dvojvrstvové, prevažne chionofilné. Vyskytujú sa na svahoch južného sektoru v subalpínskom výškovom vegetačnom stupni na plytkých skeletnatých pôdach. Na dvoch trvalých plochách (TP), ktoré sme založili v zámerne neovplyvnených porastoch tejto asociácie v Zadných Medodoloch a na Bujačom vrchu sme počas 11 rokov robili sledovania 4-krát (v rokoch 1986-88 a 1996). Na TP v Zadných Medodoloch sme pri sčítaní v roku 1996 zistili nižšie kvantitatívne zastúpenie jedincov v porovnaní s rokom 1988 o 26 % a v porovnaní s rokom 1986 o 36,4 %. Počas 11 rokov sme na tejto TP zaznamenali celkovo 25 druhov vyšších rastlín, z toho 19 bolo prítomných pri každom sčítaní. Z druhov prítomných v roku 1986 o desať rokov neskôr chýbali: *Hieracium villosum*, *Gentianella lutescens*, *Polygala brachyptera* a *Galium anisophyllum*. Počas sledovaného obdobia sa pri jednom sčítaní vyskytli ešte *Cardaminopsis arenosa* a *Cathartolinum catharticum*.

Aj na druhej TP na Bujačom vrchu sme zistili nižšie kvantitatívne zastúpenie jedincov o 12,3 % oproti roku 1988 a 9,7 % v porovnaní s rokom 1986. Počas 11 rokov sme na tejto TP zaznamenali celkovo 20 druhov vyšších rastlín z toho 13 bolo prítomných pri každom sčítaní. V porovnaní s prvým sčítaním chýbali v roku 1996 druhy: *Carduus glaucinus*, *Pedicularis verticillata* a *Carlina acaulis*. Iba pri jednom sčítaní pribudli: *Scabiosa lucida*, *Polygala brachyptera*, *Thymus pulcherrimus* a *Pimpinella major*.

Taktiež v mačínovo-kričkových, chionofóbnych, neutro- až bazifilných porastoch asociácie *Saxifrago caesia-Caricetum firmae* sme založili dve TP v zámerne neovplyvnených porastoch. Na TP v Zadných Medodoloch sme v roku 1996 zaznamenali nižšie kvantitatívne zastúpenie jedincov v porovnaní s rokom 1988 o 12,8 % a v porovnaní s rokom 1986 o 9,1 %. Počas 11 rokov sme na tejto TP zaznamenali celkovo 17 druhov vyšších rastlín z toho 12 bolo prítomných pri každom sčítaní. Z druhov prítomných v roku 1986 chýbal o 10 rokov neskôr iba druh *Cherleria sedoides*. Pribudol druh *Minuartia gerardii* a pri jednom až troch sčítaniach

boli prítomné ešte druhy *Campanula cochleariifolia*, *Gentianella lutescens* a *Saxifraga aizoides*.

Na druhej TP na Bujačom vrchu sme v roku 1996 zaznamenali pokles v kvantitatívnom zastúpení jedincov v porovnaní s rokom 1988 o 28,2 % a v porovnaní s rokom 1986 o 21,9 %. Počas 11 rokov sledovania sme na tejto TP zaznamenali celkovo 22 druhov vyšších rastlín z toho 13 druhov bolo prítomných pri každom sčítaní. Z druhov prítomných v roku 1986 o 10 rokov neskôr chýbali: *Biscutella austriaca*, *Salix alpina*, *Galium anisophyllum*, *Tofieldia pusilla* a *Campanula alpina*. Pribudol druh *Larix decidua* a pri jednom až troch sčítaniach boli prítomné ešte druhy *Arenaria tenella*, *Minuartia gerardii* a *Androsace chamaejasme*.

Produkciu nadzemnej biomasy sme na TP zisťovali 3-krát. V porastoch asociácie *C.g.-Caricetum tatrosum* sme zaznamenali celkovú produkciu nadzemnej biomasy od 784,8 g/m<sup>2</sup> do 1 182,4 g/m<sup>2</sup>. Tieto hodnoty sú viac-menej zhodné s údajmi, ktoré uvádza Hadač et al. (1969). Celková produkcia nadzemnej biomasy zistená v porastoch asociácie *S.c.-Caricetum firmae* sa pohybuje od 1 476,4 g/m<sup>2</sup> do 1 725,3 g/m<sup>2</sup>. Ročná produkcia nadzemnej biomasy je približne 10-krát menšia a korešponduje s údajmi, ktoré uvádza Hadač l.c.

Na TP s odstránenou vegetáciou, ktoré sme založili v roku 1986 resp. 1988 sme zaznamenávali počty jedincov raz do roka. Na TP v Zadných Medodoloch sme rok po odstránení porastu asociácie *C.g.-Caricetum tatrosum* zaznamenali 95 kľúčiacich rastlín, ktoré patrili sedemnástim druhom. O 10 rokov neskôr to bolo 688 jedincov dvadsiatich troch druhov. Maximum 1 316 jedincov sme zaznamenali v roku 1993. Počas jedenástich rokov sme na TP zaznamenali celkovo 29 druhov vyšších rastlín a 7 druhov machorastov.

Na TP na Bujačom vrchu sme rok po odstránení porastu asociácie *C.g.-Caricetum tatrosum* zaznamenali 35 kľúčiacich jedincov, ktoré patrili ôsmim druhom. O osem rokov neskôr sme zaznamenali maximálny počet 131 jedincov, ktoré patrili dvadsať jeden druhom. Počas deviatich rokov sledovania sme na TP zaznamenali 30 druhov vyšších rastlín a 6 druhov machorastov.

Na TP v Zadných Medodoloch sme rok po odstránení porastu asociácie *S.c.-Caricetum firmae* zaznamenali 76 kľúčiacich jedincov, ktoré patrili deviatim druhom. O 10 rokov neskôr to bolo 251 jedincov jedenástich druhov. Maximálny počet 308 jedincov sme zaznamenali v roku 1994. Počas jedenástich rokov sme na TP zaznamenali 26 druhov vyšších rastlín a 12 druhov machorastov.

Na TP na Bujačom vrchu sme rok po odstránení porastu asociácie *S.c.-Caricetum firmae* zaznamenali 108 kľúčiacich jedincov, ktoré patrili jedenástim druhom. O osem rokov neskôr to bolo 140 jedincov šestnástich druhov. Maximálny počet jedincov sme zaznamenali v roku 1991. Počas deviatich rokov sledovania sme na TP zaznamenali 23 druhov vyšších rastlín a 12 druhov machorastov.

TP ovplyvnenú zošliapávaním sme založili na chodníku, ktorý vedie porastom asociácie *S.c.-Caricetum firmae* na Bujačom vrchu. V prvom roku sledovania sme na TP zaznamenali 550 jedincov štrnástich druhov vyšších rastlín, v poslednom roku doteraz najnižší počet 421 jedincov, ktoré patrili trinástim druhom. Maximálny počet 812 jedincov sme zaznamenali v roku 1988. Celkovo sme na TP zaznamenali 21 druhov vyšších rastlín. Početné zastúpenie jedincov jednotlivých druhov vykazuje značný rozptyl. Počas jedenástich rokov relatívne najväčší pokles v početnom zastúpení sme zaznamenali pri druhu *Arenaria tenella*, menší pri

druhu *Poa alpina*. V porovnaní s rokom 1987 na TP chýbajú druhy *Minuartia gerardii*, *Campanula cochleariifolia* a *Thymus* sp. Naopak, vyššie kvantitatívne zastúpenie ako na začiatku sledovania majú druhy *Bistorta vivipara*, *Carex firma* a *Festuca versicolor* a v porovnaní s rokom 1987 na TP pribudli *Ranunculus alpestris* a *Trisetum alpestre*. Celkový počet jedincov však má od roku 1991 s výnimkou roku 1993 klesajúcu tendenciu a v roku 1997 dosiahol len 48,1 % maximálneho počtu jedincov. Klesajúci trend počtu jedincov svedčí o stúpajúcej intenzite zošliapávania teda o narastajúcom turistickom zaťažení hrebeňového chodníka v Belianskych Tatrách. V porovnaní s nezoshiapávaným porastom je kvantitatívne zastúpenie jedincov asi o dve tretiny menšie. Pokryvnosť je však až 20-krát menšia. Svedčí to o výraznej miniaturizácii jednotlivých druhov v dôsledku nepriaznivých stanovištných podmienok a zošliapávania. Na základe doterajšieho sledovania sa ako relatívne najcitlivejší na zošliapávanie javí druh *Arenaria tenella*.

Pri doterajšom sledovaní vegetácie na TP so zámerne neovplyvneným porastom sme zistili pomerne výrazné rozdiely v početnom zastúpení niektorých taxónov. Predpokladáme, že tieto zmeny v početnom zastúpení spadajú do rámca fluktuácií, čiže reverzibilných zmien. Tento predpoklad však môže potvrdiť len ďalšie sledovanie vegetácie na TP. Pri porovnaní priebehu sekundárnej sukcesie na TP s odstránenou vegetáciou prebieha obnova porastu za relatívne menej priaznivých ekologických podmienok pomalšie ako na TP s relatívne priaznivejšími podmienkami. Na TP v zošliapávaných porastoch resp. na chodníku kvalitatívne zloženie porastov a kvantitatívne zastúpenie jedincov závisí od intenzity zošliapávania a špecifickej odolnosti jednotlivých taxónov voči takémuto vplyvu.

## Literatúra

- Hadač, E. and Smola, J. 1962: Struktura sněhové pokrývky některých lesních a vysokohorských společenstev Doliny Siedmich prameňov v Belianskych Tatrách. *Biológia (Bratislava)*, **17**: 253–262.
- Hadač, E. 1981: Změny vegetace v Doline Siedmich prameňov v Belianskych Tatrách za minulých 20 let. In *Zborník referátov z konferencie k 30. výročiu uzákonenia TANAP-u a k 25. výročiu TPN*. Tatranská Lomnica, pp. 256–261.
- Hadač, E., Březina, P. and Ježek, V. 1969: Die Pflanzengesellschaften des Tales Dolina Siedmich prameňov in der Belauer Tatra. Vegetácia ČSSR, ser. B, SAV, Bratislava, 343 p.
- Hajdúk, J. 1963: Beitrag zur Methode der Vermessung von Daueruntersuchungsflächen bei der geobotanischen Forschung der Biologie eines Geländes. *Biológia (Bratislava)*, **18**: 889–898.
- Hajdúk, J. 1980: Stav vegetácie s dominujúcou *Carex humilis* Leyss. na trvalých plochách zaznamenaný v rokoch 1974–1977. *Ochrana prírody. Výskumné práce z ochrany prírody* **3B**: 187–198.
- Hajdúk, J. 1986: Výsledky z výskumu zmien vegetácie na trvalých plochách a ich význam pre riadenie štátnej prírodnej rezervácie Devínska Kobyla. *Ochrana prírody*, **7**: 81–105.
- Hajdúk, J. 1988: Obsah Pb, Cd, As, Fe, Cr, Zn, Ca, Mg a S v pôdach TANAP-u vo vzťahu k vplyvu priemyselných imisií. *Zborník prác o TANAP*, **28**: 251–261.
- Kubiček, F. and Brechtl, J. 1970: Production and phenology of the herb layer in oak-horn-bram forest. *Bio-*

- lógia (Bratislava)* **25**: 651–666.
- Šmarda, J. 1956: Vegetační kryt erosi obnažených a tundrových půd v Tatrách. *Biologické práce (Bratislava)*, **2**: 5–50.
- Šmarda, J. et. al. 1963: Druhotné spoločenstvá rastlín v Tatranskom národnom parku. Správa Tatranského národného parku, Bratislava, p.219.
- Šmarda, J. et. al., 1971: K ekologii rostlinných spoločenstev Doliny Sedmi pramenů v Belanských Tatrách. Práce a štúdie Československej ochrany prírody pri SÚPSOP v Bratislave.
- Šoltésová, A. 1982: Vplyv zošľapovania návštevníkmi na vybrané spoločenstvá JV úbočia Lomnického štítu. *Zborník prác o TANAP*, **23**: 77–105.