

Zmeny subniválnej vegetácie Tatier za viac ako 50 rokov

Sedlák, A., Piscová, V., Hreško, J.: Changes in Subnival Vegetation over 50 years in the Tatras. *Životné prostredie*, 2020, 54, 4, p. 223 – 228.

Climate impact studies have indicated ecological fingerprints of recent global warming across a wide range of habitats. The ongoing climate change gradually transforms mountain plant communities, and the subnival vegetation in the Tatra Mountains in Slovakia is changing significantly in recent decades. The rugged subnival zone is covered by mosses and lichens, and the vascular plants present are only scattered or form a pioneer vegetation. Climate change and frequent use of climbing routes have been increasing over the past years and this has caused adverse changes in the subnival vegetation. In addition, only few authors have researched vegetation structure in the Tatras' subnival vegetation zone. One investigation by Pačlová (1977) monitored the floristic composition of vegetation and the migration of plant species from 1955 to 1969. That author's research is the last available, so we repeated the research in 2011 – 2013. This paper now presents the floristic changes for vegetation in the Kežmarský štít hills at 2,558 m a.s.l.; in Prostredný Mengusovský štít at 2,393 m a.s.l.; in Satan at 2,421 m a.s.l. and in Východný Mengusovský štít at 2,398 m a.s.l. Our research confirmed that the number of vascular species around climbing routes has decreased significantly by approximately 80 %, and we observed increased species migration, with predominant downward migration.

Key words: subnival vegetation, climbing routes, Tatras, floristic changes

Vysoké Tatry sú najvyšším pohorím na Slovensku a zároveň najvyšším pohorím celých Karpát. Je to jediné naše pohorie s vyvinutým subniválnym vegetačným stupňom, ktorý tu zaberá približne 9,6 km² (Pačlová, 1977). Terén tohto stupňa je skalnatý, pokrytý prevažne machmi a lišajníkmi, cievnaté rastliny sa vyskytujú iba roztrúsene v skalných puklinách a medzi balvanmi, alebo vytvárajú pionierske porasty. Rastlinstvo vysokých pohorí sa za posledné desaťročia výrazne mení, ide o globálny problém, spôsobený najmä klimatickou zmenou. Vysoké pohoria však priťahujú množstvo turistov, tie najvyššie štíty horolezcov. Prvé lezecké výstupy vo Vysokých Tatrách uskutočnili poľskí goralskí pytliači, neskôr pastieri, poľovníci, baníci, dobrodruhovia hľadajúci zlato či poklady. Ako odvetvie športu sa horolezectvo začalo rozvíjať od 19. storočia. V súčasnej dobe sú Vysoké Tatry pre horolezcov stále atraktívnejšie a množstvo výstupov je enormné.

Rastlinstvu subniválneho vegetačného stupňa venovala pozornosť, ako jedna z posledných, Pačlová (1977) v rokoch 1955 – 1969. Zamerala sa na okolie vybraných horolezeckých trás. Nakoľko jej výskumy v okolí vybraných horolezeckých trás patria medzi posledné, zopakovali sme výskum rovnakou metodikou v roku 2011. Zamerali sme sa na zmeny floristického zloženia vegetácie a maximálnej výšky výskytu rastlinných druhov v okolí horolezeckých trás.

Výber územia a metodika

Pri výbere územia a voľbe metodických postupov vychádzame z práce Pačlovej (Pačlová, 1977). Z celkového počtu 68 štítov uvedených v práci sa v tomto prí-

spevku zameriavame na Kežmarský štít (2 558 m n. m.), Prostredný Mengusovský štít (2 393 m n. m.), Východný Mengusovský štít (2 398 m n. m.) a vrch Satan (2 421 m n. m.) (obr. 1). Skúmané horolezecké trasy spĺňajú kritérium nedostupnosti pre turistov, dostupnosti pre horolezcov, zahŕňajú výstupové i zostupové trasy.

Floristické zápisy sme zhotovovali v subniválnom vegetačnom stupni, teda v rozmedzí nadmorských výšok od 2 300 m n. m. po vrchol skúmaného štítu. Vegetáciu sme zaznamenávali do vzdialenosti 3 m od lezeckej trasy, pričom sme zohľadňovali členitosť terénu a charakter trasy. Nadmorskú výšku výskytu druhov, ohraničenia trasy v subniválnom vegetačnom stupni a orientáciu voči svetovým stranám sme zameriavali GPS prístrojom značky Garmin Dakota 20.

Pre vyhodnotenie zmien biodiverzity v sledovaných úsekoch horolezeckých trás sme použili floristické zápisy z rokov 1955 – 1969 podľa Pačlovej (1977) a nami zhotovené floristické zápisy z rokov 2011 – 2013. Názvoslovie a systematické poradie jednotlivých druhov rastlín uvádzame podľa práce Dostál, Červenka (1992). Názvoslovie rastlinných druhov sa v práci Pačlovej (1977) uvádza podľa Dostála (1958), preto sme zosúlادili názvy taxónov podľa práce Dostála, Červenku (1992). Kategórie ohrozenia druhov vyšších rastlín v okolí vybraných lezeckých trás uvádzame podľa práce Marhold, Hindák (1998).

Výsledky

Kežmarský štít (2 558 m n. m.)

Z celkového počtu druhov vyšších rastlín sme v okolí lezeckej trasy Kežmarský štít zaznamenali iba 9 dru-



Obr. 1. Vymedzenie záujmového územia v rámci Tatier. Zdroj: Mapy.cz.

Vysvetlivky: 1 – Kežmarský štít (2 558 m n. m.); 2 – Prostredný Mengusovský štít (2 393 m n. m.); 3 – Satan (2 421 m n. m.); 4 – Východný Mengusovský štít (2 398 m n. m.)

Tab. 1. Úbytok a nárast počtu druhov v období 1957 – 2011 na Kežmarskom štíte.

druh	dátum záznamu	výška maximálneho výskytu druhu	svah štítu
<i>Agrostis rupestris</i>	16.6.1957	2553	JZ
<i>Carex aterrima</i>	14.9.1961	2548	V
<i>Hieracium alpinum</i>	28.8.1977	2480	J
<i>Juncus trifidus</i>	16.6.1957	2535	JV
<i>Luzula spicata</i> subsp. <i>mutabilis</i>	14.9.1961	2555	Z
<i>Omalotheca supina</i>	14.9.1961	2548	V
<i>Poa laxa</i>	14.9.1961	2556	V
<i>Primula minima</i>	14.9.1961	2555	JZ
<i>Ranunculus pseudomontanus</i>	14.9.1961	2552	SV
<i>Salix kitaibeliana</i>	16.6.1957	2530	V
<i>Saxifraga bryoides</i>	16.6.1957	2340	SV
<i>Saxifraga carpatica</i>	11.11.1951	2410	JV
<i>Saxifraga moschata</i>	14.9.1961	2556	V
<i>Senecio abrotanifolius</i> subsp. <i>carpathicus</i>	14.9.1961	2554	V
<i>Silene acaulis</i>	14.9.1961	2555	Z
<i>Soldanella carpatica</i>	14.9.1961	2540	SV
<i>Leucanthemopsis alpina</i>	14.9.1961	2554	V
<i>Taraxacum officinale</i>	14.9.1961	2550	V
<i>Huperzia selago</i>	14.9.1961	2495	SV
<i>Vaccinium gaultherioides</i>	14.9.1961	2510	V
<i>Veronica alpina</i> subsp. <i>pumila</i>	14.9.1961	2548	V
<i>Huperzia selago</i>	11.9.2011	2350	V
<i>Leucanthemopsis alpina</i>	11.9.2011	2492	SV
<i>Poa alpina</i>	11.9.2011	2556	

Vysvetlivky:

	druhy zaznamenané v okolí lezeckej trasy v rokoch 1955 – 1969
	druhy zaznamenané v okolí lezeckej trasy v rokoch 2011 – 2013

hovor vyšších rastlín zachytených v záznamoch z rokov 1957 – 2011, a to zvonček alpínsky (*Campanula alpina*), zvonček tatranský (*Campanula tatrae*), kostrava ovčia (*Festuca ovina*), horec ľadový (*Gentiana frigida*), podbелica alpínska (*Homogyne alpina*), chlpaňa gaštanová (*Luzula alpinopilosa*), hôľnička dvojradová (*Oreochloa disticha*), kuklica horská (*Oreogalum montanum*) a vrba bylenná (*Salix herbacea*).

Z Kežmarského štítu sa počas obdobia 1957 – 2011 vytratil 21 druhov, medzi nimi napr. rožkovec trojčnelkový (*Dichodon cerastoides*), prvosienka najmenšia (*Primula minima*), lomikameň pochýbkový (*Saxifraga androsacea*) a mnohé ďalšie (tab. 1). V roku 2011 sme zaznamenali na štíte aj prírodnosť nových druhov, a to druhov horec bodkovaný (*Gentiana punctata*), lipnica žulová (*Poa granitica*) a veronika alpínska (*Veronica alpina*).

Na Kežmarskom štíte sa za sledované obdobie posúva výskyt rastlinných druhov v okolí lezeckej trasy do nižšej nadmorskej

výšky, a to v priemere o 38,33 metrov. Najväčší pokles maximálnej výšky výskytu druhov sme zistili u druhov horec ľadový (*Gentiana frigida*) o 127 výškových metrov (2 555 – 2 428 m n. m.) a podbelica alpínska (*Homogyne alpina*) o 120 výškových metrov (2 548 – 2 428 m n. m.). Maximálna výška výskytu klesla aj u druhov zvonček alpínsky (*Campanula alpina*) o 62 výškových metrov (2 554 – 2 492 m n. m.), u druhov vrba bylinná (*Salix herbacea*) a kuklica horská (*Oreogeum montanum*) o 56 výškových metrov (2 548 – 2 492 m n. m.).

U niektorých druhov však maximálna výška ich výskytu vzrástla, ako napr. u druhov kostrava ovčia (*Festuca ovina*) a hôľnička dvojradová (*Oreochloa disticha*) o 1 výškový meter (2 555 – 2 556 m n. m.) a u druhu chlpaňa gaštanová (*Luzula alpinopilosa*) o 2 výškové metre (2 554 – 2 556 m n. m.).

Prostredný Mengusovský štít (2 393 m n. m.)

Z celkového počtu druhov vyšších rastlín sa v okolí lezeckej trasy Prostredný Mengusovský štít zachovalo z monitorovacieho obdobia 1958 – 2013 iba dvanásť druhov vyšších rastlín, a to zvonček alpínsky (*Campanula alpina*), zvonček tatranský (*Campanula tatrae*), kamzičník chlpatý (*Doronicum stiriaticum*), kôprovniček bezobalový (*Ligusticum mutellina*), kôprovniček jednoduchý (*Ligusticum mutellinoides*), chlpaňa gaštanová (*Luzula alpinopilosa*), všivec praslenatý (*Pedicularis verticillata*), timotejka švajčiarska (*Phleum rhaeticum*), lipnica alpínska (*Poa alpina*), vrba bylinná (*Salix herbacea*), lomikameň machovitý (*Saxifraga bryoides*) a starček sivý kranský (*Senecio incanus* subsp. *carniolicus*).

Vytratil sa druh ako psinček skalný (*Agrostis rupestris*), alchemilka strihaná (*Alchemilla incisa*), horec ľadový (*Gentiana frigida*) a mnohé ďalšie (tab. 2). V roku 2013 sme zaznamenali na štíte aj prírodnosť nových druhov: pochybok tupolistý (*Androsace obtusifolia*), pakrálik alpínsky (*Leucanthemopsis alpina*), hôľnička dvojradová (*Oreochloa disticha*) a ďalšie. Ich zoznam

Tab. 2. Úbytok a nárast počtu druhov v období 1958 – 2013 na Prostrednom Mengusovskom štíte.

druh	dátum záznamu	výška maximálneho výskytu druhu	svah štítu
<i>Agrostis rupestris</i>	5.8.1958	2360	JV
<i>Alchemilla incisa</i>	5.8.1958	2310	JZ
<i>Arabis alpina</i>	5.8.1958	2300	JZ
<i>Bistorta vivipara</i>	5.8.1958	2310	JZ
<i>Cardaminopsis neglecta</i>	5.8.1958	2300	JZ
<i>Cerastium eriophorum</i>	5.8.1958	2365	J
<i>Cerastium uniflorum</i>	5.8.1958	2365	J
<i>Dichodon cerastoides</i>	5.8.1958	2300	JZ
<i>Gentiana frigida</i>	5.8.1958	2380	JZ
<i>Gentiana punctata</i>	5.8.1958	2320	JZ
<i>Hieracium alpinum</i>	5.8.1958	2365	J
<i>Homogyne alpina</i>	5.8.1958	2350	JZ
<i>Juncus trifidus</i>	5.8.1958	2378	JV
<i>Lloydia serotina</i>	5.8.1958	2365	J
<i>Luzula spicata</i> subsp. <i>mutabilis</i>	5.8.1958	2365	J
<i>Minuartia sedoides</i>	5.8.1958	2377	JZ
<i>Myosotis alpestris</i> subsp. <i>alpestris</i>	5.8.1958	2310	JZ
<i>Omalotheca supina</i>	5.8.1958	2360	JV
<i>Oxyria digyna</i>	5.8.1958	2360	JV
<i>Pedicularis oederi</i>	5.8.1958	2310	JZ
<i>Potentilla crantzii</i>	5.8.1958	2360	JV
<i>Primula minima</i>	5.8.1958	2377	SZ
<i>Pulsatilla scherfelii</i>	5.8.1958	2330	JV
<i>Ranunculus glacialis</i>	5.8.1958	2330	JZ
<i>Ranunculus pseudomontanus</i>	5.8.1958	2330	JV
<i>Rhodiola rosea</i>	5.8.1958	2330	V
<i>Saussurea alpina</i>	5.8.1958		JZ
<i>Saxifraga androsacea</i>	5.8.1958	2300	JZ
<i>Saxifraga carpatica</i>	5.8.1958	2360	
<i>Saxifraga moschata</i>	5.8.1958	2377	JZ
<i>Saxifraga oppositifolia</i>	5.8.1958	2360	JV
<i>Saxifraga retusa</i>	5.8.1958	2365	J
<i>Sedum alpestre</i>	5.8.1958	2360	JV
<i>Oreogeum montanum</i>	5.8.1958	2350	JZ
<i>Silene acaulis</i>	5.8.1958	2365	J
<i>Leucanthemopsis alpina</i>	5.8.1958	2365	J
<i>Taraxacum officinale</i>	5.8.1958	2350	JZ
<i>Thymus alpestris</i>	5.8.1958	2365	J
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	5.8.1958	2330	V
<i>Veronica alpina</i> subsp. <i>pumila</i>	5.8.1958	2360	JV
<i>Adenostyles alliariae</i>	17.8.2013	2314	JZ
<i>Androsace obtusifolia</i>	17.8.2013	2375	Z-SZ
<i>Avenella flexuosa</i>	17.8.2013	2356	JZ
<i>Festuca ovina</i>	17.8.2013	2375	Z-SZ
<i>Gentiana frigida</i>	17.8.2013	2375	Z-SZ
<i>Gentiana punctata</i>	17.8.2013	2314	JZ
<i>Leucanthemopsis alpina</i>	17.8.2013	2375	Z-SZ
<i>Oreochloa disticha</i>	17.8.2013	2393	Z-SZ
<i>Oreogeum montanum</i>	17.8.2013	2356	JZ
<i>Sesleria tatrae</i>	17.8.2013	2314	JZ

Vysvetlivky:

	druhy zaznamenané v okolí lezeckej trasy v rokoch 1955 – 1969
	druhy zaznamenané v okolí lezeckej trasy v rokoch 2011 – 2013

Tab. 3. Úbytok a nárast počtu druhov v období 1958 – 2012 na štíte Satan.

druh	dátum záznamu	výška maximálneho výskytu druhu	svah štítu
<i>Antennaria carpatica</i>	5.9.1977	2350	V
<i>Bartsia alpina</i>	5.9.1977	2345	SV
<i>Carex aterrima</i>	26.8.1958	2360	JV
<i>Carex fuliginosa</i>	26.8.1958	2335	JV
<i>Dianthus glacialis</i>	26.8.1958	2340	JV
<i>Erigeron uniflorus</i>	5.9.1977	2345	V
<i>Lloydia serotina</i>	5.9.1977	2350	V
<i>Minuartia gerardii</i>	26.8.1958	2340	JV
<i>Minuartia sedoides</i>	26.8.1958	2420	JZ
<i>Myosotis alpestris</i> subsp. <i>alpestris</i>	26.8.1958	2340	V
<i>Omalotheca supina</i>	26.8.1958	2418	JV
<i>Pedicularis oederi</i>	5.9.1977	2345	V
<i>Pilosella alpicola</i>	5.9.1977	2345	V
<i>Pulsatilla scherfelii</i>	25.8.1958	2400	JV
<i>Saxifraga hieracifolia</i>	26.8.1958	2340	JV
<i>Saxifraga moschata</i>	26.8.1958	2418	Z
<i>Saxifraga oppositifolia</i>	26.8.1958	2340	
<i>Saxifraga paniculata</i>	26.8.1958	2340	JV
<i>Saxifraga retusa</i>	20.8.1958	2330	JV
<i>Sedum alpestre</i>	26.8.1958	2420	Z
<i>Silene acaulis</i>	26.8.1958	2340	JV
<i>Thymus alpestris</i>	26.8.1958	2345	JV
<i>Bistorta vivipara</i>	19.7.2012	2353	
<i>Doronicum stiriicum</i>	19.7.2012	2421	vrchol
<i>Festuca ovina</i>	19.7.2012	2353	SZ
<i>Gentiana frigida</i>	19.7.2012	2353	
<i>Leucanthemopsis alpina</i>	19.7.2012	2421	vrchol
<i>Luzula alpinopilosa</i>	19.7.2012	2421	vrchol
<i>Juncus trifidus</i>	19.7.2012	2421	vrchol
<i>Oreogalum montanum</i>	19.7.2012	2421	vrchol
<i>Oreochloa disticha</i>	19.7.2012	2421	vrchol
<i>Poa alpina</i>	19.7.2012	2421	vrchol
<i>Ranunculus pseudomontanus</i>	19.7.2012	2353	
<i>Salix herbacea</i>	19.7.2012	2421	vrchol
<i>Saxifraga bryoides</i>	19.7.2012	2421	vrchol
<i>Sedum atratum</i>	19.7.2012	2353	
<i>Vaccinium myrtillus</i>	19.7.2012	2353	

Vysvetlivky:

	druhy zaznamenané v okolí lezeckej trasy v rokoch 1955 — 1969
	druhy zaznamenané v okolí lezeckej trasy v rokoch 2011 — 2013

a nadmorskú výšku maximálneho výskytu uvádzame v tabuľke (tab. 2).

Výškový posun výskytu rastlinných druhov v okolí lezeckej trasy za obdobie rokov 1958 – 2013 je v priemere o 7,08 m do vyššej nadmorskej výšky. Najväčší pokles maximálnej výšky výskytu druhu sme zistili u druhov chlpaňa gaštanová (*Luzula alpinopilosa*) o 9 m (2 365 – 2 356 m n. m.), starček sivý kranský (*Senecio incanus* subsp. *carniolicus*) o 5 m (2 380 – 2 375 m n. m.), pri druhoch zvonček tatranský (*Campanula tatrae*) a kamzičník chlpatý (*Doronicum*

stiriicum) klesla výška ich maximálneho výskytu o 3 m (2 378 – 2 375 m n. m.). Naopak, maximálna výška výskytu u niektorých druhov stúpla. Ide o druhy lipnica alpská (*Poa alpina*) o 43 m (2 350 – 2 393 m n. m.), u druhov zvonček alpský (*Campanula alpina*), kôprovniček jednoduchý (*Ligusticum mutellinoides*), všivec praslenatý (*Pedicularis verticillata*), vrba bylinná (*Salix herbacea*) a lomikameň machovitý (*Saxifraga bryoides*) o 10 m (2 365 – 2 375 m n. m.), kôprovniček bezobalový (*Ligusticum mutellina*) a timotejka švajčiarska (*Phleum rhaeticum*) o 6 m (2 350 – 2 356 m n. m.).

Satan (2 421 m n. m.)

Na štíte Satan bolo možné vyhodnotiť v okolí lezeckej trasy za obdobie rokov 1958 – 2012 iba štyri druhy vyšších rastlín, ktoré zostali v území. Ide o druhy kostrava pestrá (*Festuca versicolor*), kôprovniček jednoduchý (*Ligusticum mutellinoides*), všivec praslenatý (*Pedicularis verticillata*) a vrba Kitaibelova (*Salix kitaibeliana*). Medzi druhy, ktoré sme už v roku 2012 na štíte nezaznamenali, patria plešivec karpatský (*Antennaria carpatica*), bartsia alpská (*Bartsia alpina*), ostrica najtmavšia (*Carex aterrima*), ostrica sadzová (*Carex fuliginosa*), klinček ľadovcový (*Dianthus glacialis*) a ďalšie. V roku 2012 sme zaznamenali prítomnosť nových druhov: hadovník živorodý (*Bistorta vivipara*), kamzičník chlpatý (*Doronicum stiriicum*), kostrava ovčia (*Festuca ovina*), horec ľadový (*Gentiana frigida*) a ďalšie. Zoznam týchto druhov vyšších rastlín a výšky ich maximálneho výskytu uvádzame v tabuľke (tab. 3).

Výška maximálneho výskytu druhov vyšších rastlín sa v období rokov 1958 – 2012 posunula priemerne o 4,5 m do nižšej nadmorskej výšky. Výška maximálneho výskytu druhu kostrava pestrá (*Festuca versicolor*) sa v rokoch 1958 – 2012 posunula nadol až o 32 výškových metrov (2 385 – 2 353 m n. m.) a druhu kôprovniček jednoduchý (*Ligusticum mutellinoides*) o 7 výškových metrov (2 360 – 2 353 m n. m.). Výška maximálneho výskytu ďalších dvoch druhov sa posunula smerom hore, a to u druhu vrba Kitaibelova (*Salix kitaibeliana*) o 8 výškových metrov (2 345 – 2 353 m n. m.) a všivec praslenatý (*Pedicularis verticillata*) o 13 výškových metrov (2 340 – 2 353 m n. m.).

Východný Mengusovský štít (2 398 m n. m.)

Z celkového počtu druhov vyšších rastlín sa v okolí lezeckej trasy Východný Mengusovský štít zachovalo z monitorovacieho obdobia 1958 – 2013 iba päť druhov vyšších rastlín, a to hadovník živorodý (*Bistorta vivipara*), zvonček alpínsky (*Campanula alpina*), hôľnička dvojradová (*Oreochloa diticha*), všivec praslenatý (*Pedicularis verticillata*) a silenka bezbyľová (*Silene acaulis*). Počas toho istého obdobia sa v okolí lezeckej trasy Východného Mengusovského štítu vytratil druh alchemilka strihaná (*Alchemilla incisa*), plešivec karpatský (*Antennaria carpatica*), klinček ľadovcový (*Dianthus glacialis*) a mnohé ďalšie (tab. 4). V roku 2012 sme zaznamenali na štíte aj prítomnosť nových druhov: pochybok tupolistý (*Androsace incisa*), plešivec karpatský (*Antennaria carpatica*), kostrava ovčia (*Festuca ovina*) a ďalšie. Ich zoznam a výšky ich maximálneho výskytu uvádzame v tabuľke (tab. 4). Na Východnom Mengusovskom štíte smeruje pohyb rastlinných druhov v okolí lezeckej trasy za obdobie rokov 1958 – 2013 v priemere o 0,4 m do nižšej nadmorskej výšky. Najväčší pokles maximálnej výšky výskytu druhu v okolí lezeckej trasy sme zistili u druhov hadovník živorodý (*Bistorta vivipara*) o 35 výškových metrov (2 365 – 2 330 m n. m.), zvonček alpínsky (*Campanula alpina*) o 21 výškových metrov (2 400 – 2 379 m n. m.) a aj u druhu hôľnička dvojradová (*Oreochloa diticha*), a to o 2 výškové metre (2 400 – 2 398 m n. m.). U druhov všivec praslenatý (*Pedicularis verticillata*) a silenka bezbyľová (*Silene acaulis*) došlo k zvýšeniu maximálnej výšky druhu o 28 m (2 365 – 2 393 m n. m.).

Mení sa biodiverzita vysokohorskej krajiny a prečo?

Biodiverzita vysokohorskej krajiny sa za posledné desaťročia výrazne mení. Extrémne zmeny počasia spôsobujú, že stanovišťa rastlín v najvyšších polohách sú vo väčšine prípadov nestabilné, vystavené regulácii a následnej soliflukcii, ale aj veternej a vodnej erózii

Tab. 4. Úbytok a nárast počtu druhov v období 1955 – 2013 na Východnom Mengusovskom štíte.

druh	dátum záznamu	výška maximálneho výskytu druhu	svah štítu
<i>Alchemilla incisa</i>	5.8.1958	2385	SV
<i>Antennaria carpatica</i>	5.8.1958	2385	SV
<i>Artemisia eriantha</i>	5.8.1958	2320	SV
<i>Dianthus glacialis</i>	5.8.1958	2365	JV
<i>Erigeron uniflorus</i>	5.8.1958	2365	JV
<i>Hieracium alpinum</i>	5.8.1958	2365	JV
<i>Homogyne alpina</i>	5.8.1958	2350	Z
<i>Minuartia gerardii</i>	5.8.1958	2385	SV
<i>Minuartia sedoides</i>	5.8.1958	2399	Z
<i>Potentilla aurea</i>	5.8.1958	2365	JV
<i>Potentilla crantzii</i>	5.8.1958	2385	SV
<i>Prikelago alpina</i> subsp. <i>dubia</i>	5.8.1958	2320	
<i>Ranunculus alpestris</i>	5.8.1958	2320	SV
<i>Salix reticulata</i>	5.8.1958	2325	S
<i>Saxifraga androsacea</i>	5.8.1958	2302	Z
<i>Saxifraga hieraciifolia</i>	5.8.1958	2320	SV
<i>Androsace obtusifolia</i>	17.8.2013	2398	
<i>Campanula tatrae</i>	17.8.2013	2379	Z
<i>Doronicum stiriacum</i>	17.8.2013	2393	S
<i>Festuca versicolor</i>	17.8.2013	2368	J
<i>Festuca ovina</i>	17.8.2013	2398	
<i>Gentiana frigida</i>	17.8.2013	2379	Z
<i>Leucanthemopsis alpina</i>	17.8.2013	2393	S
<i>Ligusticum mutellinoides</i>	17.8.2013	2330	JZ
<i>Luzula alpinopilosa</i>	17.8.2013	2393	J
<i>Oreogalum montanum</i>	17.8.2013	2379	Z
<i>Oxyria digyna</i>	17.8.2013	2379	Z
<i>Poa alpina</i>	17.8.2013	2398	
<i>Ranunculus pseudomontanus</i>	17.8.2013	2379	Z
<i>Salix herbacea</i>	17.8.2013	2393	S
<i>Saxifraga bryoides</i>	17.8.2013	2393	J
<i>Saxifraga moschata</i>	17.8.2013	2393	S
<i>Senecio abrotanifolius</i> subsp. <i>carpathicus</i>	17.8.2013	2379	Z
<i>Senecio incanus</i> subsp. <i>carniolicus</i>	17.8.2013	2379	Z
<i>Taraxacum officinale</i>	17.8.2013	2379	Z

Vysvetlivky:

druhy zaznamenané v okolí lezeckej trasy v rokoch 1955 – 1969

druhy zaznamenané v okolí lezeckej trasy v rokoch 2011 – 2013

(Petřík, Šibík, 2010; Ellenberg, 1988; Kliment, Valachovič, 2007; Körner, 2003). Spolupôsobenie intenzívnych zrážok, topenia snehu a veternej deflácie determinujú vznik a rozvoj spektra geomorfologických procesov s následnými účinkami na deštrukciu vegetácie, pôdy a geologického podložja (Kurucová, Hreško, 2012). Biodiverzita vegetácie vysokohorskej krajiny sa mení aj pôsobením človeka, v subniválnom vegetačnom stupni v prevažnej miere pri jej deštrukcii spôsobenej horolezeckými výstupmi. Na sledovaných štítoch sme zaznamenali v priebehu rokov 1955 – 2013 výrazný úbytok druhov a ich migráciu do iných nadmorských výšok.

Tieto zmeny však možno sledovať vo väčšine pohorí Európy (Steinbauer et al., 2018; Wipf et al., 2013) aj sveta (Dietrich, Körner, 2014; Körner, 2003, 2019; Spehn, Körner, 2017; Tiusanen et al., 2019).

* * *

Vegetácia subniválneho vegetačného stupňa Vysokých Tatier sa v posledných desaťročiach výrazne mení. Rastlinné druhy migrujú najmä vplyvom klimatických zmien, horolezecké trasy a ich okolie sú stále častejšie deštruované horolezcami a následne eróziou.

Subniválny vegetačný stupeň na Kežmarskom štíte (2 558 m n. m.) dosahuje zhruba 258 výškových metrov. Od roku 1957 do roku 2011 sa v tomto úseku okolo horolezeckých trás vytratilo 21 rastlinných druhov, v roku 2011 sme tu zaznamenali 9 druhov vyšších rastlín zaznamenaných Pačlovou (Pačlová, 1977) a tri nové druhy pribudli. Subniválny vegetačný stupeň na Prostrednom Mengusovskom štíte (2 393 m n. m.) dosahuje zhruba 93 výškových metrov. Od roku 1958 do roku 2013 sa v tomto úseku okolo horolezeckých trás vytratilo 40 druhov, v roku 2013 sme tu zaznamenali 12 druhov vyšších rastlín zaznamenaných Pačlovou (Pačlová, 1977), k nim 10 nových druhov pribudlo. Subniválny vegetačný stupeň na štíte Satan (2 421 m n. m.) dosahuje zhruba 121 výškových metrov. Od roku 1958 do roku 2012 sa v tomto úseku okolo horolezeckých trás vytratilo 20 druhov, v roku 2012 sme tu zaznamenali päť druhov vyšších rastlín zaznamenaných Pačlovou (Pačlová, 1977) a navyše pätnásť nových druhov pribudlo. Subniválny vegetačný stupeň na Východnom Mengusovskom štíte (2 398 m n. m.) dosahuje zhruba 98 výškových metrov. Od roku 1958 do roku 2013 sa v tomto úseku okolo horolezeckých trás vytratilo šesťnásť druhov vyšších rastlín, v roku 2013 sme tu zaznamenali päť druhov vyšších rastlín zaznamenaných Pačlovou (Pačlová, 1977), k nim 19 nových druhov pribudlo.

Rastlinné druhy migrujú smerom nahor i nadol, teda mení sa výška ich maximálneho výskytu. Na Kežmarskom štíte druhy migrovali v priemere o 38 m nadol, na Prostrednom Mengusovskom štíte o 7 m nahor, na štíte Satan o 4,5 m nadol a na Východnom Mengusovskom štíte o 0,4 m nadol.

Zmeny v štruktúre vegetácie, ako aj migrácia druhov rastlín sú jedným z globálnych problémov vo všetkých vysokých pohoríach sveta, preto odporúčame rastlinstvo subniválneho vegetačného stupňa priebežne monitorovať.

Práca vznikla s podporou grantových projektov VEGA 1/0207/17 Vývoj a zmeny krajiny Tatier a VEGA 2/0018/19 Ekologické analýzy akulturácie krajiny Slovenska od mladšieho pravieku dodnes v rámci Vedeckej grantovej agentúry MŠVVŠ SR a SAV.

Literatúra

- Dietrich L., Körner C.: Thermal imaging reveals massive heat accumulation in flowers across a broad spectrum of alpine taxa. *Alp Bot.* 124, 2014, p. 27 – 35.
- Dostál, J.: Klíč k úplné květeně ČR. Praha: Nakladatelství ČSAV, 1958, 982 s.
- Dostál, J., Červenka, M.: Veľký klúč na určovanie vyšších rastlín II. Bratislava: SPN, 1992, 792 s.
- Ellenberg, H.: Vegetation ecology of central Europe. New York: Cambridge University Press, 1988, 731 p.
- Kliment, J., Valachovič, M. (eds.), Bernátová, D., Dúbravcová, Z., Jarolímeck, I., Petřík, A., Šibík, J., Uhlířová, J.: Rastlinné spoločenstvá Slovenska. 4. Vysokohorská vegetácia. Bratislava: Veda, 2007, 388 s.
- Körner, C.: Alpine plant life: functional plant ecology of high mountain ecosystems. Springer, Heidelberg, 2003, 343 p.
- Körner, C.: Plant Adaptations to Alpine Environments. Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences. Encyclopedia of World's Biomes, Elsevier, The Hague, 2019, p. 355 – 361.
- Kurucová, D., Hreško, J.: Súčasná forma deštrukcie turistického chodníka v Jaloveckej doline (Západné Tatry). *Ekologické štúdie*, 2012, 3, 2, s. 28 – 34.
- Marhold, K., Hindák, F.: Zoznam nižších a vyšších rastlín Slovenska – Checklist of non-vascular and vascular plants of Slovakia. Bratislava: VEDA, 1998, 687 s.
- Pačlová, L.: Rastlinstvo subniválneho stupňa Vysokých Tatier. I. časť. Zborník prác o Tatranskom národnom parku. Martin: Osveta, 1977, 19, s. 169 – 256.
- Petrík, A., Šibík, J.: Asociácia *Festuco Versicoloris-Oreochloetum Distichae* – Vysokohorská tundra v Belianskych Tatrách, *Naturae Tutela*, 2010, s. 147 – 154.
- Spehn, E., Körner, C.: Climate change impacts on alpine nature. *Natur und Landschaft*, 2017, 92, p. 407 – 411.
- Steinbauer, M., J., Grytnes, J., Jurasinski, G.: Accelerated increase in plant species richness on mountain summits is linked to warming. *Nature*, 2018, 556, p. 231 – 234.
- Tiusanen, M., Huotari, T., Hebert, P., Andersson, T., Asmus, A., Bély, J., Davis, E., Gale, J., Hardwick, B., Hik, D., Körner, C., Lanctot, R., B., Loonen, M., Partanen, R., Reischke, K., Saalfeld, S., T., Senoz-Gagnon, F., Smith, P., A., Šulavík, J., Syvänpää, I., Urbanowicz, C., Williams, S., Woodard, P., Zaiika, Y., Roslin, T.: Flower-visitor communities of an arcto-alpine plant – Global patterns in species richness, phylogenetic diversity and ecological functioning. *Molecular Ecology*, 2019, 28, p. 318 – 335.
- Wipf, S., Stöckli, V., Herz, K., Rixen, C.: The oldest monitoring site of the Alps revisited: Accelerated increase in plant species richness on Piz Linard summit since 1835. *Plant Ecology and Diversity*, 2013, 6, 3-4, p. 447 – 455.

RNDr. Andrej Sedlák, andrej.sedlak@ukf.sk
Prof., RNDr. Juraj Hreško, PhD., jhresko@ukf.sk
Katedra ekológie a environmentalistiky, FPV UKF,
Trieda A. Hlinku 1, 949 74 Nitra

Mgr. Veronika Piscová, PhD., veronika.piscova@savba.sk
Ústav krajinej ekológie SAV, Akademická 2, 949 10
Nitra