

## Alpínská vegetace v karech Popa Ivana

**Lokality nad horní hranicí lesa představují z hlediska diverzity vegetace jedno z nejzajímavějších prostředí v Evropě. S různou intenzitou se kombinuje zpravidla několik faktorů prostředí, takže na poměrně malých plochách můžeme sledovat velkou pestrost vegetačních typů. To platí především pro kary, ledovcem modelovaná údolí, kde existují příkré gradienty klimatických a substrátových podmínek. Vliv člověka, který jinak působí na podobu vegetace značnou měrou, je zde obvykle malý a bývá obtížné jej odlišit od přírodních faktorů. Uvedené jevy lze dobře studovat na hoře Pop Ivan v ukrajinských Karpatech.**

Mezi oběma světovými válkami poměrně intenzivně zkoumali přírodu tehdejší Podkarpatské Rusi českoslovenští přírodovědci. Botanické výzkumy probíhaly ve 20. a 30. letech 20. stol. zejména v oborech floristiky a geobotaniky. V muzejních, univerzitních a dalších herbářích nalézáme množství sběrů od později slavných i méně známých botaniků (např. M. Deyl, V. Krajina, V. Krist). Klasickými se staly práce lesníků. A. Zlatník se spolupracovníky založili ve třech pohořích trvalé plochy o celkové rozloze desítek hektarů, kde započali důkladné sledování vegetace a půd. Nejvýchodněji položeným místem jejich zájmu bylo pohoří Marmaroš a hora Pop Ivan.

Ne vše z lesnických výzkumů bylo publikováno, avšak dobrou představu o vysokých kvalitách, ale i hledání nevhodnějšího metodického přístupu si můžeme učinit z práce A. Zlatníka a kol. (1938). Zlatník také navrhl na celém území teh-

dejší Podkarpatské Rusi soustavu rezervací, jejichž účelem bylo umožnit fungování přirozené dynamiky lesa (Kricsfalusy a kol. 2007). V posledních zhruba 15 letech probíhá na Mendelově zemědělské a lesnické univerzitě v Brně výzkum založený na důsledném zopakování tehdy sbíraných údajů. Cílem je zaznamenat dlouhodobé změny lesního ekosystému. Např. kyselé spady, které podstatně ovlivnily zejména lesy ve střední Evropě, působily ve slabší míře i v relativně nedotčených lesích ukrajinských Karpat (Houška 2008).

Vegetaci v oblasti nad horní hranicí lesa, kde v předválečném období prováděl na svou dobu moderní ekosystémová bádání M. Deyl, od r. 1933 kustod herbáře botanického oddělení Národního muzea, se však v poslední době nevěnovala adekvátní pozornost. Proto jsme se rozhodli navázat na Deylovu práci a podívat se na alpínskou vegetaci Popa Ivana v současnosti.

### Alpínské kary a hlavní gradienty prostředí

Pop Ivan je nápadný masiv (1 940 m n. m.) tvořený kyselým krystalinikem, vzácně s maloplošnými výskyty karbonátů. Nachází se v pohoří Marmaroš (Maramureš), jehož hřeben vymezuje část dnešní ukrajinsko-rumunské hranice. Celkovým charakterem je podobný ostatním evropským středohorám, patří ovšem k těm vyšším, s typicky vyvinutým alpínským stupněm s ledovcovými kary a ukázkově se střídajícími vegetačními stupni lesů. Flóra a vegetace zdejších karů jsou analogií podobných stanovišť v sudetských a západokarpatských pohořích. Základní vegetační typy jsou skoro stejné, tvoří je tytéž druhy doplněné o několik východokarpatských prvků (někdy s přesahem do Alp), v Sudetech a západních Karpatech nerostoucích. Patří mezi ně pryšec kraňský (*Euphorbia carniolica*), bodlák Kernerův (*Carduus kernerii*), hladýš karpatský (*Laserpitium krapfii*), třezalka alpská (*Hypericum richeri* subsp. *grisebachii*), zvonečník karpatský (*Phyteuma vagneri*), rmen karpatský (*Anthemis carpathica*), bolševník karpatský (*Heraclium carpaticum*), máchelka oranžová (*Leontodon croceus*), plicník Filarzského (*Pulmonaria filarszkyana*), pcháč Waldsteinův (*Cirsium waldsteini*), hadí mord růžový (*Scorzonera rosea*), violka poloninská (*Viola declinata*) nebo rozrazil karpatský (*Veronica baumgartenii*).

Rozšíření vegetačních typů určuje souhra několika přírodních faktorů. Pro jejich studium jsme zvolili jeden ze čtyř karů nacházejících se na severně a východně orientovaných svazích pod vrcholem hory

**1** Dva ze série karů na severních svazích Popa Ivana (1 940 m n. m.). Kary vznikly modelací terénu v podmínkách lokálního zalednění během chladných období čtvrtohor. Sněhové pole na dně zkoumaného karu vytrvávala dlouho do léta – fotografováno v červenci 2007

**2** Pohled z Popa Ivana na rumunskou část Marmaroše. Svahy nejvyšších hor pokrývají pastviny





Pop Ivan. Jde o téměř pravidelný amfiteátr otevřený směrem k východu, s bočními svahy skloněnými k severu a jihu. Představuje tak modelovou situaci umožňující studovat vliv faktorů prostředí na alpinskou vegetaci. Kar je uzavřený kamenitým valem morény a níže navazuje přes nápadný stupeň dalším karem a ten ještě dalším, nejnižší položeným. Na východních svazích je tak vyvinuta celá soustava schodovitě uspořádaných karů. Střední a dolní kary už porůstají přirozené křoviny olše zelené (*Alnus viridis*) a borovice kleče (*Pinus mugo*). Nacházejí se tak v oblasti subalpínské horní hranice lesa přibližně v 1 550–1 650 m n. m.

Zajímalo nás, jak se mění vegetace v závislosti na nadmořské výšce a orientaci svahu a jimi podmíněných proměnných prostředí. Chtěli jsme také získat reprezentativní materiál, který by zachytil různorodost vegetace v rámci karu. Od podélné osy karu jsme proto vedli kolmo nebo v ostrém úhlu devět linií (tzv. transektů), které bezmála vějířovitě pokryly svahy amfiteátru. V pravidelných nadmořských výškách po 40 m, s počátkem v 1 740 m n. m. poblíž nejnižšího místa karu, jsme linie transektů přetli kolmými (horizontálními) liniemi. Ty jsme ukončili v náhodně určené vzdálenosti od linie transektu, maximálně však 25 m od ní. V takto definovaných bodech jsme umístili levé dolní rohy čtvercových ploch, orientovaných kolmo ke svahu (obr. 3). Velikost ploch jsme určili metodou postupného zvětšování. Na pěti subjektivně vybraných místech jsme zjistili počet druhů na ploše o velikosti 1×1 m, kterou jsme opakovaně zvětšovali až na 400 m<sup>2</sup> (obr. 4). Pro následné snímování jsme použili velikost 100 m<sup>2</sup>, kdy se počet druhů přestal nápadně zvyšovat. Na 58 plochách jsme zapsali fytoecologické snímky, tj. kompletní druhové složení cévnatých rostlin s odhadem relativního podílu každého druhu za použití stupnice podle Braun-Blanqueta. Ta má sedm stupňů, první dva jsou pro vzácné druhy a ukazují spíše přítomnost druhu, zatímco dalších pět stupňů vyjadřuje postupně se zvyšující pokryvnost v rozpětí 1–100 %.

Ukázalo se, že dva hlavní gradienty přírodních podmínek určující různorodost vegetace v karu jsou expozice svahu ke světovým stranám a nadmořská výška. Expozice svahu ovlivňuje množství dopadajícího slunečního záření (tepla a světla). Naproti tomu nadmořská výška pravděpodobně nepředstavuje rozhodující teplotní gradient, neboť její rozpětí je pouze 200 m. S nadmořskou výškou však negativně koreluje jiný faktor, kterým je doba trvání sněhové pokrývky. Ta vytrvává nejdéle v dolních partiích karu, kam je sfoukávána z hřbetů a svahů. Sněhové pole na dně karu mělo v srpnu 2007 délku přes 100 m a maximální šířku okolo 30 m (obr. 1). Sníh zde pravděpodobně roztává jen na krátkou dobu na přelomu léta a podzimu, zatímco začátkem roku leží v závěru karu odhadem 10–15 m silná sněhová vrstva. Na dně karu se proto vyvinula pouze mechová vegetace; cévnaté rostliny navazují až v místech, kde sníh odtává nejpozději v červenci. Vztah mezi druhovou bohatostí ploch a nadmořskou výškou je u nejnižší položených ploch

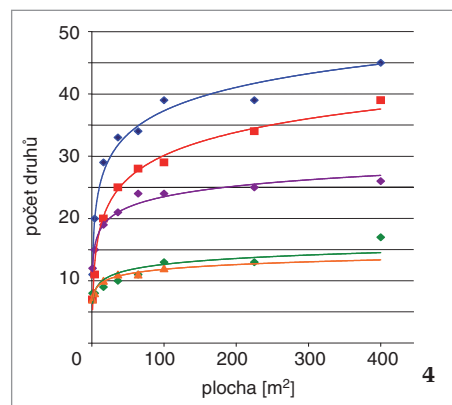
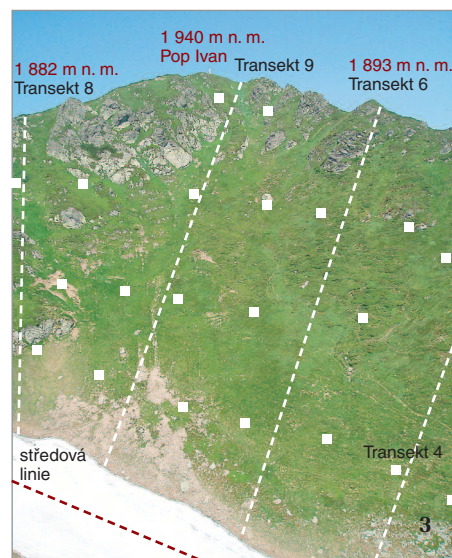
v 1 740 m třeba chápat jako efekt zkrácené vegetační sezony vlivem sněhové pokrývky.

S nadmořskou výškou se mění také pokryvnost vegetace. Bylinné patro je nejvývinutější v nižších až středních částech svahů, které jsou porostlé zapojenými trávničky třtiny (*Calamagrostis* spp.). Naproti tomu keřové patro, tvořené skoro výhradně porosty jalovce nízkého (*Juniperus nana*), je optimálně vyvinuto v horních částech svahů. Roli zde pravděpodobně hraje třetí důležitý přírodní faktor – topografiko-substrátové podmínky. V horních částech svahů je půda mělká, kamenitá, často vystupují skály porostlé keříčky brusnic (*Vaccinium* spp.), pěnišníku karpatského (*Rhododendron kotschyi*) a jalovce nízkého. Místy se vytvořila svahová rašeliniště s koberci humolitů. Ve středních partiích svahů je na rovném terénu půda hluboká, umožňující rozvoj po pás vysokých třtinových trávniček. V dolní části svahů se půda stává opět mělká, v oblasti sněhového pole přechází až v suť. Je zřejmé, že tento typ substrátu určuje dlouho do léta odtávající sněhové pole.

### Různorodost flóry a vegetace v karu

V dosti typickém studovaném karu nás překvapila relativní floristická chudost. Na ploše odhadované na zhruba 200 ha jsme našli 121 druhů cévnatých rostlin. Ve srovnání např. s pověstným druhovým bohatstvím Velké kotliny v Hrubém Jeseníku je to zhruba čtvrtinový počet druhů. Důvodem je nejspíš relativní jednotvárnost prostředí, zejména chudý substrát (kyselé krystalinikum pravděpodobně bez lokálního výskytu karbonátů) a poměrně homogenní vlhkostní poměry (úplně chybějící prameniště). Navíc kar zahrnuje pouze alpský stupeň, bez subalpínských křovin a horní hranice lesa. Druhová bohatost vegetačních typů obou lokalit je však srovnatelná, v nejbohatších společenstvech (některé typy třtinových trávniček a vysoko-bylinné nivy) jsme na Popu Ivanu zaznamenali 50–60 druhů na ploše 100 m<sup>2</sup>.

Při jisté míře zjednodušení můžeme rozlišit čtyři hlavní typy vegetace. První z nich, vyfoukávaná keříčková společenstva, jsou charakteristická pro skalnaté hřebeny lemující kar. Výška vegetace sotva přesáhne 25 cm. Tvoří ji homogenní porosty východokarpatského pěnišníku karpatského (obr. 7) s příměsí ostatních keříčků, zejména borůvky černé (*Vaccinium myrtillus*), brusinky obecné (*V. vitis-idaea*) a vločiny náholní (*V. gaultherioides*). Častá je sítina trojklanná (*Juncus trifidus*) a podbělice alpská (*Homogyne alpina*). Na severních svazích sestupují keříčková společenstva do svahových rašelinišť tvořených na šikmo položených skalních tabulích mělkými koberci rašeliničků (*Sphagnum* spp.). Druhově jsou porosty keříčků chudé, zhruba s 10 druhy na 100 m<sup>2</sup> (obr. 4). Podobně extrémní stanoviště, tentokrát naopak limitované dlouho ležící sněhovou pokrývkou a velmi krátkou vegetační dobou, představují sněhová výležiska (obr. 8). Lemují sněhové pole na dně karu a koncem léta představují zónu širokou okolo 10 m. Na slabě zazeněné suti roste extrémně chudá vegetace, v níž dominují mechy (rod *Polyp-*



3 Rozmístění ploch s vegetačními snímky na jižním svahu zkoumaného karu. Šikmé přerušované linie jsou transekty vedené vějířovitě od osy po obvodu karu, čtverečky jsou plochy rozmísťované vždy po dvou v pravidelných nadmořských výškách po 40 m

4 Jak závisí počet druhů na velikosti vegetační plochy? V pěti různých společenstvech jsme postupně zvětšovali velikost plochy a spojnice trendu ukázaly, že přibližně na 100 m<sup>2</sup> (10×10 m) přestal počet druhů nápadně růst. Takto velké plochy dobře zachytí druhovou bohatost společenstev a zápisy jsou díky jednotné velikosti srovnatelné i mezi společenstvy. Křivky shora dolů: třtinový trávník, horní část jižně exponovaného svahu (modře); třtinový trávník, dolní část jižně exponovaného svahu (červeně); třtinový trávník, dolní část severně exponovaného svahu (fialově); svahové rašeliniště ve třtinovém trávniku, severně exponovaný svah (zeleně); svahové rašeliniště s keříčky pěnišníku, severně exponovaný svah (oranžově). Orig. R. Hédl a Z. Buřivalová

*trichum*). Z cévnatých rostlin zde nalezneme hlavně lipnici alpskou (*Poa alpina*), biku kaštanovou (*Luzula alpinopilosa*) a rožec alpský (*Cerastium alpinum*), ostatní druhy cévnatých rostlin pak jen velmi vzácně. Tento typ vegetace nemá na území České republiky přímou analogii, avšak vyfoukávaná keříčková společenstva můžeme velmi vzácně najít i na nejextrémnějších stanovištích hřebenů Krkonoš a Jeseníků.





**5** Nápadný hořec žlutý (*Gentiana lutea*) udává ráz společenstvům vysokobylinných niv, které se prolínají na jižně exponovaných svazích se třtinovými trávníky

**6** Třtinové trávníky (*Calamagrostis* spp.) jsou zcela převažujícím typem rostlinných společenstev na svazích s dostatečně vyvinutou půdou. Jejich druhová bohatost závisí v karech hlavně na oslunění – roste s jižní expozicí svahu a stoupající nadmořskou výškou. Patrná je hustá síť prťů, šikmých terások vzniklých přecházením ovčích stád

**7** Pěnišník karpatský (*Rhododendron kotschyi*) je typickým zástupcem keřů z čeledi vřesovcovitých (*Ericaceae*). Porůstá mělké substráty klimaticky exponovaných stanovišť

**8** Sněhové pole na dně karu vytrvává dlouho do léta, v některých letech zřejmě ani neodtává celé. Na jeho okraji vzniká po krátkou dobu prostor pro růst druhově chudých společenstev mechů a několika nejotužilejších bylin, jako jsou lipnice alpská (*Poa alpina*) a bika kaštanová (*Luzula alpinopilosa*)

Další dva hlavní vegetační typy patří společně mezi tzv. vysokobylinné nivy a nalezneme je i v našich horách. Ve studovaném karu plošně zcela převažuje vegetace s dominantními třtinami (obr. 6), zatímco nivy se širokolistými bylinami jsou omezeny na několik úzkých žlebů. Na

severně exponovaných svazích, kde jsou chladnější a vlhčí podmínky, tvoří třtina chloupkatá (*Calamagrostis villosa*) velmi husté monodominantní porosty o výšce až 1 850 m jsou v podstatě zatravněnými svahovými rašeliništi s „nadrostem“ tvořeným třtinou. Jsou stejně druhově chudé jako svahová rašeliniště s keřičky (obr. 4). V dolních částech severních svahů však dosahuje počet druhů třtinových trávníků čísla 25. Na jižně exponovaných svazích se ve vysokobylinných trávnících častěji vyskytuje třtina rákosovitá (*C. arundinacea*) a díky slunnému, teplému mikroklimatu zde roste několik desítek druhů bylin. Ve srovnání s protějšími, severně orientovanými svahy se tyto trávníky vyznačují až čtyřnásobnou druhovou bohatostí, způsobenou pouze vlivem jižní expozice. Nárůst počtu druhů se zvětšující se plochou ukazuje křivka na obr. 4. Druhově nejbohatší porosty se 39 druhy na 100 m<sup>2</sup> nacházíme ve středních partiích svahů, při úpatích počet druhů klesá. Charakteristickými druhy jsou mimo výše uvedené východokarpatské prvky např. řebříček oddálený (*Achillea distans*), ostřice vřdzyzelená (*Carex sempervirens*), koprniček bezobalný (*Ligusticum mutellina*), kostřava *Festuca picturata*, třezalka skvrnitá (*Hypericum maculatum*), hořec tečkovaný (*Gentiana punctata*), bika hajní (*Luzula luzuloides*), rozchodník karpatský

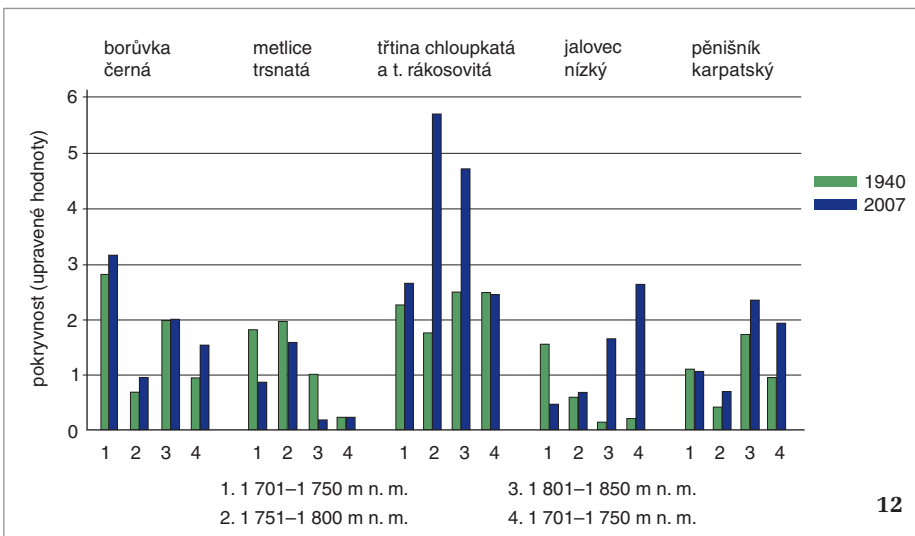
(*Hylotelephium argutum*), štovík horský (*Rumex alpestris*) nebo silenka nadmutá (*Silene vulgaris*).

Společenstva širokolistých bylin (obr. 5) zaujmou pestrostí krásně kvetoucích druhů. Jsou uspořádána v několika patrech. Mezi vysoké druhy patří např. havez česnáčková (*Adenostyles alliariae*), hořec žlutý (*Gentiana lutea*) nebo mléčivec alpský (*Cicerbita alpina*). Druhová bohatost dosahuje až přes 50 druhů na 100 m<sup>2</sup>. Společenstva širokolistých bylin jsou nejnáročnější na vlastnosti substrátu a mikroklima. Půdy musí být dostatečně zásobeny živinami i vodou a jediným příhodným stanovištěm ve studovaném karu jsou k jihu otočené žleby, široké ne víc než 15 m. Nalezneme je v horních částech svahů, jeden ze žlebů se táhne až téměř pod samotný vrchol.

### Veliv člověka a změny vegetace

Oblast je cenná díky relativní zachovalosti své přírody, což platí nejen pro alpskou vegetaci, ale i lesy. Na rozdíl od pohoří Českého masivu a západní části Karpat, kde se převážná většina lesů stala hospodářskými plantážemi k produkci dřevní suroviny, navíc silně pozměněnými kyselými průmyslovými spady, jsou zdejší lesy na mnoha místech téměř nedotčeny. Jsou nicméně ovlivňovány i dalšími způsoby, jak se pokusíme nastínit níže. Na snadněji dostup-





**9** Dřítavka uherská (*Soldanella hungarica*) roste i v hustém zápoji třtinových trávníků, dává však přednost porostům nízkých trav na stanovištích s déle vytrvávající sněhovou pokrývkou

**10** Rozchodník karpatský (*Hylotelephium argutum*) nalezneme nejspíše na jižně exponovaných stanovištích s mělkými skalnatými substráty

**11** Zvonek alpský (*Campanula alpina*) je druh rozšířený ve vyšších polohách Karpat i Alp. Na Popu Ivanu jej spatříme v nízkých keříčkových porostech borůvek a pěnišníků. Snímky z archivu autorů

**12** Změna četnosti druhů dominujících v rostlinných společenstvech při zápisu M. Deyla před 70 lety a během naší návštěvy, pro čtyři rozpětí nadmořských výšek. Svislá osa udává odmocněné průměry hodnot pokryvnosti z jednotlivých fytoecologických snímků. Je patrné, že keře a keřiky se šíří a zahušťují a tento trend stoupá s nadmořskou výškou, zatímco metlice trsnatá (*Deschampsia cespitosa*) ustupuje zřejmě vlivem menší intenzity pastvy. Třtinové trávníky se zapojují hlavně ve středních polohách svahů, což je pravděpodobně opět způsobeno snižující se pastevní disturbancí. Orig. Z. Buřivalová

ných místech se lesy samozřejmě těžší, vedou sem cesty a obnova lesa občas probíhá výsadbou smrku. V obtížnějších přístupných místech, jakým je závěr údolí Bílého potoka s trvalými monitorovacími plochami založenými v meziválečném období (Zlatník a kol. 1938, Houška 2008), však lesy mají pralesní charakter. Žijí zde velké šelmy (medvěd, vlk, rys) a kurovití ptáci (tetřev). Dynamika vegetace se řídí hlavně přírodními procesy, ať už autogenními (cyklus lesa daný obměnou generací dřevin) nebo exogenními (např. polom).

Zóna nad souvislým výskytem lesa, tedy nad jeho horní výškovou hranicí přibližně v 1 500 m n. m., se využívá jako pastviny. Pastva ovci a krav a s ní spojené umělé snižování horní hranice lesa přímo ovlivňují jak subalpínské a alpské bezlesí, tak les, do něhož zasahují mnohde poměrně hluboko. Nelze tedy říci, že les a bezlesí jsou z hlediska pastvy dvě oddělená prostředí; existuje zde značně široká přechodová zóna, člověkem silně ovlivněný ekoton horní hranice lesa. Při porovnání fotografií ze 30. let 20. stol. se současným stavem pozorujeme, že se horní hranice lesa na některých místech posunula vzhůru. Dřívější vliv pastvy byl pravděpodobně větší než ten dnešní. Velkou roli mohla sehrát skutečnost, že po přičlenění Podkarpatské Rusi k Sovětskému svazu se hřebem Popa Ivana stal vojensky strážným pásmem, po několika desetiletí prakticky nepřístupným.

Pastva tu má z prostorového hlediska různě intenzivní dopad. V okolí salaší je její vliv rozhodující, vegetace je na pravidelném sešlapu a hnojení organickým hnojivem bezprostředně závislá. Neklamným indikátorem bývalých salaší jsou porosty na dusík náročného šťovíku alpského (*Rumex alpinus*). Do lesů zasahuje pastva s různou intenzitou, záleží na blízkosti salaše nebo cest, kudy se vodí stáda na vzdálenější pastviny, často poměrně vysoko položené. V alpském bezlesí není snad kromě skalnatých srázů místo, kde by se ovce aspoň občas nepásly. Např. husté šikmé „pruhování“ na svazích karů na ukrajinsko-rumunské hranici vzniká podle všeho občasným procházením ovčích stád (obr. 6). Naši původní představu o nedotčenosti těchto odlehklých míst jsme proto museli přehodnotit.

Jak konkrétně se změnila zdejší alpská vegetace během posledních desetiletí? O tom si můžeme udělat představu na základě fytoecologických snímků M. Deyla (celkem 262 z různých typů společenstev), který takto před více než 70 lety dokumentoval stav subalpínské a alpské vegetace (Deyl 1940). Pro statistické srovnání změn vegetace jsme vybrali ty Deylovy snímky, které typem společenstva, nadmořskou výškou, orientací a sklonem svahu odpovídají naší pořízeným snímkům. Výsledkem je větší homogenita současné vegetace. Zvýšila se četnost obou druhů třtiny,

třezalky alpské, borůvky, pěnišníku karpatského a jalovce nízkého (obr. 12). Naproti tomu ubylo metlice trsnaté (*Deschampsia cespitosa*), kostřav, biky kaštanové, ostrice vždyzelené a koprníčku bezobalného. Tyto změny mohou ukazovat na šíření zapojených vysokých trávníků a keříků na úkor nízkých, řídkých a občas sešlapávaných porostů, a tedy méně intenzivní pastvy než za Deylových časů.

Určitě nelze tvrdit, že příroda Popa Ivana je člověkem nedotčená, což platí pro lesy i bezlesí. Je však méně zdevastovaná než příroda našich hor a poskytuje skvělou příležitost pro studium přírodních procesů i člověkem vyvolaných změn.

Práce byla financována z grantů AVOZ 60050516 a GAČR 526/07/1187.

Pozn. redakce: Botanické názvosloví v tomto článku vychází z různých zdrojů, pro keře je použita Nová květena ČSSR (Dostál 1989).