

## Vliv turistiky na vegetaci Krkonošského národního parku

*J. Málková: Impact of Tourism on the Vegetation of the Krkonoše National Park. Život. Prostr., Vol. 39, No. 2, p. 94 – 98, 2005.*

The long-term study of the influences of anthropic activities, especially of summer recreation, on nature in the KRNAP confirmed that in recreation there are many negative impacts, but the most significant is compression (trampling and traversing). Compression causes negative impact on vegetation (both in horizontal and vertical structure, species diversity) and in soil (diminishment of nutriment, aeration, tendency to erosion etc.) Soils are affected directly and indirectly by trampling. We recognized differences in soil properties on roads, their fringes and control areas. The influence of dolomite limestone, which was used in the seventies to compact the surface of communications, on soil and vegetation was also studied. It was established that it negatively influenced the increase of pH and the content of bases; the share of apophytes and alochthonous taxa which give preference or require increased values of soil reaction in vegetation increased. Since 1991 also the proceeding synantropization on fringes of 65 roads and in 36 tourist centres (the proper management is suggested for each in site). The problem of recultivation by local species and compacting by natural materials is also adressed.

Rekreace není jediným antropickým faktorem, který ovlivňuje krajinu, zde dochází ke kumulaci vlivů, také příroda je v neustálém vývoji, a tak příčina a následek jsou často oddáleny. Při rekreaci působí řada vlivů, nejvýrazněji komprimace (sešlap a sjíždění) a eutrofizace (hlavně nedostatečná likvidace odpadů), dále introdukce rostlin, mechanické poškozování (trhání), hluk, zplodiny provozu atd. Důsledky rekreace na přírodu jsou největší v blízkosti rekreačních center a tam, kde se ostatní antropické činnosti projevují minimálně, nebo vůbec (zejména v chráněných horských územích). V horách jsou kromě toho extrémní klimatické podmínky, takže každý negativní zásah vyvolává intenzivnější reakci než v méně exponovaných polohách, navíc, tyto ekosystémy obtížně a velmi dlouho regenerují.

Příroda Krkonoš je po staletí ovlivňována a pozměňována člověkem, ale stále zde nalézáme cenné hodnoty přírodovědecké i estetické. Krkonošský národní park (KRNAP) o rozloze 363 km<sup>2</sup> s nejvyšší horou České republiky Sněžkou (1 602 m n. m.) patří k nejvyšším národním parkům světa s roční návštěvností 5,4 miliónů osob. Vliv turistiky na tak malé úze-

mí je obrovský a poškození přírody je na mnoha místech nevratné. Ekologická a psychologická únosná kapacita je na mnoha místech často překračována, zejména na hřebenech. Např. vrchol Sněžky, který je součástí arкто-alpínské tundry a patří mezi nejčistší ekosystémy KRNAP-u, přivítá v letním období až 6 245 návštěvníků (17. 8. 2003), ročně na 820 000 osob. Vrchol je velmi zatíženou křižovatkou osmi přístupových cest, dosud fungují dvě lanovky (z Pece pod Sněžkou a z Karpacze na Kopu), kterými se tam dostává více jak polovina návštěvníků. V současnosti je stále nedeřešena otázka nové lanovky na české straně, Správa KRNAP-u z ochranných důvodů stavbu zamítá. Turistický ruch je sice v území hlavním zdrojem finančních prostředků, na druhé straně, nadměrné turistické aktivity jsou v mnoha oblastech hlavním disturbančním faktorem, který může přírodní hodnoty národního parku nenávratně poškodit.

Vliv antropických aktivit na přírodu KRNAP-u studuji od r. 1976 s cílem postihnout v trvalých výzkumných plochách (TVP) zejména vliv letní rekreace na kvalitativní a kvantitativní změny ve vegetaci a půdních vlastnostech. V sešlapávaných a sjížděných

plochách se monitoroval vliv komprimace s cílem zjistit, která stanoviště, rostlinné druhy a půdní typy jsou nejcitlivější vůči stlačování a mají tudíž nejmenší rekreační kapacitu.

V exponovaných hřebenových oblastech je rekreace, a zejména sešlap a sjíždění (vedle imisí), nejzávažnějším negativním ekologickým faktorem (imise mi jsou viditelněji postižena lesní společenstva). Snahou bylo zjistit, jak lze škody způsobené rekreací minimalizovat, či jim předcházet. Studovala se také sukcese, samovolná i urychlená rekultivací (též klíčivost trav) a postupující synantropizace vegetace. Součástí výzkumu jsou i návrhy managementu.

### Přírodní podmínky území

Výzkum probíhá ve východních Krkonoších, hlavně nad horní hranicí lesa v I. a II. zóně národního parku. Geologický podklad tvoří minerálně chudé horniny, půdy jsou až velmi silně kyselé (horské humusové podzoly, půdy rašelinné, v nejvyšších partiích pedogeneticky nevyvinuté). Oblast patří do chladného klimatického okrsku. Projevuje se zde silný vliv anemo-orografického systému, převládají nelesní společenstva. Mezi nejrozšířenější patří biotop zapojených alpinských trávníků asociace (dále as.) *Carici fyllae-Nardetum*, nad 1 470 m n. m. zaujímá větší pokryvnost biotop vyfoukávaných alpinských trávníků as. *Cetrario-Festucetum supinae*, v eutrofnějších níže položených stanovištích je zastoupen biotop subalpínských vysokostébelných trávníků as. *Crepidocalamagrostietum villosae*, na vlhčích, živinami bohatších typech vrchovišť převládá ve vyšším montánním a subalpínském stupni as. *Scirpo caespitosi-Sphagnetum compacti*. Místa jsou rozvolněné klečové porosty as. *Myrtillo-Pinetum mughi*.

### Monitoring stavu vegetace

Monitoring sukcese vegetace a půdy probíhal v letech 1974 – 1994 na 10 různě zatížených cestách v 43 transektech složených ze 115 čtverců o velikosti 50 x 50 cm a 1 890 o rozměru 10 x 10 cm. Mikromapováním se zjišťovala pokryvnost všech druhů bylinného patra (E1), celkově mechového patra (E0), mrtvé vegetace (ME1) a skeletu. Fytcenologické snímky v kontrolách byly zapisovány s použitím curyšsko-montpelliérské školy. Zjištěné rostlinné druhy se dělily na zcela autochtonní (původní), apofytické (v daném území původní, ale s výrazně větším zastoupením v antropicky narušených stanovištích) a alochtonní (nepůvodní). Provádělo se morfologické studium půdních sond a v rhizosféře se stanovovalo zrnitostní složení, momentní vlhkost, půdní reakce, celkový dusík, přijatelný fosfor, organický uhlík, oxid železitý, vápe-

natý, hořčnatý a draselný. Zjišťovaly se rozdíly mezi kontrolními plochami a plochami různě narušenými, posuzovala se dynamika hodnot v 250 stanovištích. Studoval se vliv navážek z dolomitického vápence, který byl v 70. letech nevhodně používán ke zpěvnění povrchu frekventovaných komunikací, na půdu i vegetaci (Málková, Kůlová, 1995). Získaná data se vyhodnocovala hlavně programem CANOCO a STATGRAPHICS.

### Synantropizace vegetace

Studium synantropizace vegetace probíhá od r. 1991, zatím v 65 komunikačních lemech a u 36 turistických center (okolí bud, zbořeníšť, vyhlídek aj.). Krom inventarizací se provádějí půdní rozborů v kontrolních i v různě zatížených místech. Mapuje se výskyt a početnost taxonů chráněných a ohrožených i apofytických a alochtonních a zjišťuje se migrace nežádoucích druhů na hřebeny (Málková a kol., 1997). Vyhodnocují se floristické, fytcenologické a pedologické rozdíly na cestách, v jejich lemech, u objektů a v přirozených porostech, a to v závislosti na stanovištních podmínkách, frekvenci turistů, případně s ohledem na materiál použitý ke zpevnění tělesa cesty. V každém stanovišti je navržen management.

Sekundární sukcese se studuje v TVP na opuštěných plochách, jak samovolná, tak urychlená rekultivacími (drnováním, mulčováním, osevy). Pro urychlení obnovy se od r. 1988 zkoumá klíčivost 19 travních dominant Krkonoš (Málková, Matějka, 2004).

### Antropické ovlivnění

Autorka popsala přírodní podmínky, vývoj antropického ovlivnění, rozvoj rekreace a jeho důsledky na hřebenech východních Krkonoš (1996), shrnula výsledky monitoringu antropických vlivů v TVP (1994) a prokázala, že v této oblasti vyvolává nejvýraznější destrukce nadměrný sešlap a sjíždění. Komprimace zhoršuje veškeré biopedologické vlastnosti společenstev, mění se biodiverzita, stabilita a funkce, vyvolává změny přímé i nepřímé. Působí přímo – postupně se snižuje vertikální a horizontální struktura vegetace, produkce, vitalita a fertilita, přes sterilní zakrslé mechanomorfózy a nanismy až k odstranění vegetace. V prvních fázích stlačování přibývalo mrtvé vegetace, rychleji ustupovalo mechové patro, ze všech druhů bylinného patra ustupovaly nejdříve semenáčky. Posléze byly ulamovány a obrušovány nejcitlivější druhy s křehkou morfologickou strukturou a vyššího vzrůstu, tzv. ustupující: prhárnik (*Arnica montana*), třtina chloupkatá (*Calamagrostis villosa*), hořec tolitovitý (*Gentiana asclepiadea*), koniklec alpský bílý (*Pulsatilla alpina* subsp. *austriaca*) aj. Další



Vyvážení dolomitického vápence z cesty přes Úpské rašelinště (r. 1996), v pozadí Sněžka. Foto: J. Málková

Nová podvalová cesta přes Úpské rašelinště (r. 2000) neláká turisty k vybočování. Foto: J. Málková



2 skupiny se lišily citlivostí k sešlapu: rozrůstající se druhy slabý sešlap tolerují, např. psineček obecný (*Agrostis capillaris*), rozrazil douškolistý (*Veronica serpyllifolia*), podběl lékařský (*Tussilago farfara*), komprimofilní taxony stlačování vyžadují, např. lipnice roční (*Poa annua*), jetel plazivý (*Trifolium repens*) a jitrocel větší (*Plantago major*). Přibývalo životních forem s chráněnými obnovovacími meristémy (hemikryptofyty, geofyty) či rychle rostoucích (terofyty). Nejrychleji ubývaly chamaefyty. Po poklesu živé vegetace bylinného patra nastal i pokles mrtvé vegetace (odplavování a odfoukávání). Po odstranění vegetace se projevovala, zvláště ve svazích, zrychlená eroze. U dominant byla zjištěna

tolerance ke komprimaci stoupající v řadě: třtina chloupkatá (*Calamagrostis villosa*), smilka tuhá (*Nardus stricta*), tomka alpská (*Anthoxanthum alpinum*), ostřice Bigelowova (*Carex bigelowii*), metlička křivolaká (*Avenella flexuosa*) a metlice trsnatá (*Deschampsia cespitosa*). Komprimaci preferují druhy nižšího vzrůstu, jež snadno regenerují, rychle se množí a jsou odolné k tlaku, často s ruderalní strategií, krátkým životním cyklem, které dobře snášejí stres, např. lipnice roční (*Poa annua*).

Při vyhodnocování vlivu rekreace na vegetaci byly zjištěny dvě tendence: v nejvyšších polohách klesala pokryvnost původní vegetace bez pronikání nepůvodních druhů, v nižších partiích, zvláště u frekventovaných cest zpevněných vápencem a u bud při slabém a středním stupni sešlapu stoupal počet druhů, zejména heliofilní apofytické a alochtonní dvouděložné (Málková, Kůlová, 1995). Se stoupajícím tlakem ale diverzita klesala, odolnější byly druhy jednoděložné.

Jen na několika málo místech se v rozrušeném nezapojeném nízkém porostu vyskytují chráněné a ohrožené druhy, jako je bika klasnatá (*Luzula spicata*), protěž nízká (*Gnaphalium supinum*), prvosenka nejmenší (*Primula minima*), violka žlutá sudetská (*Viola lutea* subsp. *sudetica*), zvonek český (*Campanula bohemica*), vratička měsíční (*Botrychium lunaria*) a mochna zlatá (*Potentilla aurea*).

Sešlap působí i nepřímou, přes půdní prostředí. Půdy na cestách mají antropogenní profil s utlačenou a nepropustnou krustou, nízké obsahy živin souvisí se změnami v provzdušnění, v difúzi půdní vody, se snížením biomasy vegetace a edafonu. V nejvíce poškozených partiích (erozních rýhách, kolejších, nejsešlapanějších úsecích a iniciálních sukcesních stadiích) byly nejnižší hodnoty půdních charakteristik (vyjma obsahu  $Fe_2O_3$  – vzrůstá podzolizace). Z půdních typů jsou nejcitlivější půdy rašelinné, vlhké až mokré, půdy pedogeneticky nevyvinuté alpínských oblastí s nezapojeným vegetačním krytem a půdy svahové (zejména při nezpevněném povrchu). Neudržované zerodované a zamokřené plochy turistě obcházejí, cesty jsou rozšiřovány a poškozují se další vegetace a půda. Sešlap je příkladem pozitivní zpětné vazby.

### Zranitelné biotopy a druhy

Mezi nejzranitelnější biotopy patří časná sukcesní stadia s nedostatečně vyvinutým kořenovým systé-



mem, alpské vrcholové trávníky s nízkou pokrývností vegetace a malou zásobou živin, s nízkým regeneračním potenciálem, vegetace mokřých a vlhkých míst (rašeliniště a prameniště), společenstva ohrožená potenciální erozí na svazích a hranách, vysokostébelné porosty karů a jam s převahou málo tolerantních taxonů, klečové porosty atd. Zatímco v kontrolních porostech i v lemech cest málo frekventovaných a nezpevněných či zpevněných původním materiálem byly zjištěny jen taxony původní, pak u objektů, silně frekventovaných míst, hlavně zpevněných nepůvodním materiálem (dolomitem, melafýrami, živičným povrchem), byl vysoký podíl apofytů a alochtonních taxonů. Podél cest vznikají specifická nepůvodní lemová společenstva, u bud často rozsáhlé nitrofilní porosty řazené do svazů *Rumicion alpini* složené z konkurenčně zdatných druhů, jež vytlačují původní horské druhy. V těchto ruderalních porostech často převládá šťovík alpský (*Rumex alpinus*), bodlák lopuchovitý (*Carduus personata*), kopřiva dvoudomá (*Urtica dioica*) aj. Podél cest lze sledovat migraci nepůvodních druhů až do nejvyšších poloh pohoří, např. vrbovky žláznaté (*Epilobium adenocaulon*), pcháče rolního (*Cirsium arvense*), turana ostrého – *Erigeron acris* (Málková a kol., 1997). Ve vlhkých eutrofnějších oblastech jsou u cest nejnapadnější lemová společenstva s dominancí metlice trsnaté (*Deschampsia cespitosa*). Na teplejší cesty a v jejím těsném okolí byl zpravidla vysoký podíl taxonů komprimofilních, jako je lipnice roční (*Poa annua*), jetel plazivý (*Trifolium repens*) a jitrocel větší (*Plantago major*), dále od cesty přibývalo druhů plevelných a kosmopolitních, např. rožec obecný luční (*Cerastium holosteoides* subsp. *triviale*), pampeliška lékařská (*Taraxacum* sect. *Ruderalia*), pryskyřník plazivý (*Ranunculus repens*), rozrazil rezekvítek (*Veronica chamaedrys*) i vysokých nitrofilních druhů, např. starček Fuchsův (*Senecio ovatus*), kopřiva dvoudomá (*Urtica dioica*), šťovík alpský (*Rumex alpinus*) a vrbovka úzkolistá (*Epilobium angustifolium*). Zvláště skládky odpadků, rumišťe, okolí bud a lemy frekventovaných, chybně zpevněných cest jsou ohnisky šíření nežádoucích taxonů, jež ohrožují původní genofond – např. křížení silně ohroženého druhu violka žlutá sudetská (*Viola lutea* subsp. *sudetica*) a zavlečeného druhu violka trojbarevná (*Viola tricolor*).

Databáze autorky z území KRNAP-u obsahuje 436 cévnatých druhů rostlin, z nich je pouze 39 % původních, 35 % apofytických a 26 % alochtonních. U Výrovky (1 336 m n. m.) bylo ze 135 druhů jen 38 autochtonních, 46 apofytů a 51 alochtonních. U nejstarší Slezské cesty nad Výrovkou bylo zjištěno



Turisté ničí vegetační kryt mimo cesty sešlapem i sedením (u Výrovky 1 365 m n. m.). Foto: J. Málková

39 % alochtonních taxonů a ty zaujímaly zhruba stejnou pokrývnost. Počet druhů v narušených stano-  
vištích je až desetkrát vyšší než v kontrolních (mnohé jsou vázány na narušená místa, nař. bršlice kozí noha (*Aegopodium podagraria*), psárka luční (*Alopecurus pratensis*), kopretina bílá pravá (*Leucanthemum vulgare* subsp. *vulgare*), srha říznačka (*Dactylis glomerata*), jetel plazivý (*Trifolium repens*), pampeliška lékařská (*Taraxacum* sect. *Ruderalia*), rozrazil douškolistý (*Veronica serpyllifolia*), vrbka úzkolistá (*Epilobium angustifolium*) aj. Blízko Luční boudy zaujímá narušený vegetační kryt v lemech cest rozlohu téměř dvakrát větší než je šířka cest. V jejím okolí je antropickou činností ovlivněná plocha 20 570 m<sup>2</sup>, což je 5,4-krát větší území než zaujímá samotná stavba a obklopující cesty. Ale nepůvodní taxony se šíří nejen viatickou migrací (tedy podél cest), ale i chybnými rekultivacemi (osevy, drnováním a mulčováním nepůvodními druhy) – detailněji Málková (1995).

#### Návrh managementu území

Dlouholeté výzkumy potvrdily negativní důsledky rekreace na vegetaci i půdu. Optimální je škodám předcházet. Prokázala se nutnost správné volby turistických chodníků do nejodolnějších stanovišť, které se musí udržovat. Technická opatření zvyšují přirozenou rekreační kapacitu – zvláště správně provedené rekultivace původními druhy a zpevnění přirozeným materiálem (jen u nejfrekventovanějších i živičným povlakem). Lze doporučit i uváženou regulaci a řízení návštěvnosti dle cennosti území, vhodné jsou i krátkodobé uzavírky cest v období největšího nebezpečí destrukce vegetačního

krytu (po přivalových deštích, při tání sněhu). Rezervy jsou také v prevenci, osvětě a výchově.

V posledních letech se v tomto území uskutečnily i rozsáhlé revitalizační zásahy – např. vyvezení nepůvodních navážek z cest (přes Úpské rašeliniště, z tzv. Koňky aj.), vytrhávají a stříkají se expanzivní druhy, u bud se budují čističky odpadních vod, k osevům, mulčování a drnování se užívá původní materiál, cesty se zpevňují jen autochtonním materiálem.

#### Literatura

- Málková, J.: Monitoring vybraných přirozených společenstev a populací rostlinných indikátorů v ČR. *Příroda*, 1, 1994, s. 221 – 231.
- Málková, J.: Synantropizace hřebenů Krkonoš (rozsah, dynamika a příčiny migrace antropofyt). *Geoekologické problémy Krkonoš*, Poznaň, 1995, s. 199 – 204.

Málková, J.: Änderungen der Artendiversität in der sub- und alpinen Vegetation des Riesengebirges. *Artenschutzreport*, 1996, 6, p. 63 – 66.

Málková, J., Kůlová, A.: Vliv dolomitického vápence na změny druhové diverzity vegetace východních Krkonoš. *Opera Corcontica*, 32, 1995, s. 115 – 130.

Málková, J., Malinová, J., Ošlejšková, H.: Příspěvek k rozšíření antropofytních druhů v hřebenových partiích Krkonoš. *Opera Corcontica*, 34, 1997, s. 105 – 132.

Málková, J., Matějka, K.: Klíčivost vybraných travních dominant Krkonoš. In: Štursa, J., Mazurski, K. R., Palucki, A., Potočka, J. (eds.): *Geoekologické problémy Krkonoš*. Sborn. Mez. Věd. Konf., Listopad 2003, Sklarska Poroba. *Opera Corcontica*, 41, 2004, s. 250 – 255.

**Doc. RNDr. Jitka Málková, CSc., katedra biologie Pedagogické fakulty Univerzity Hradec Králové, Rokitského 62, 500 03 Hradec Králové, [jitka.malkova@tiscali.cz](mailto:jitka.malkova@tiscali.cz)**

MARTIN BOLTŽIAR, FRANTIŠEK PETROVIČ

## Zmeny využívania krajiny v oblasti vodárenskej nádrže Starina

*M. Boltžiar, F. Petrovič: Land-use Changes in the Starina Water Basin Area. Život. Prostr., Vol. 39, No. 2, 98 – 101, 2005.*

The aim of the paper is the land-use analysis on the basis of multi-temporal aerial photos analysis. Following the creation of the secondary landscape structure thematic maps in the GIS background, the context with social-economical changes in the last 50 years was considered. The research area includes settlements: Dara, Ostrožnica, Ruské, Smolník, Starina, Veľká Polana and Zval.

Among the changes of the secondary landscape structure in the individual time horizons (1949, 1987, 2003) presented by the maps and graphs, we can observe the increase of the forest caused by overgrowing of the extensive abandoned meadows.

The mentioned problems are included in the research project BIOSCENE under the EU fifth framework programme.

Ústav krajinej ekológie SAV je spoluriešiteľom projektu 5. rámcového programu Európskej únie *BioScene*, ktorý sa rozvíja v šiestich modelových územiach: v Nórsku, Škótsku, Švajčiarsku, Francúzsku, Grécku a na Slovensku. Cieľom tohto projektu je prispieť k ochrane

biodiverzity na kritickej križovatke vývoja európskeho poľnohospodárstva. Na identifikovanie a analýzu vzťahov medzi biodiverzitou a trendmi hospodárenia v horských oblastiach týchto krajín sa používa ekologické modelovanie v kombinácii so sociologickým prieskumom.