



Členitý reliéf vytváří podmínky pro pestrou škálu úzce specializovaných horských společenstev (Krkonose, pohled z Kotle směrem na Sněžku).

Fotografie k článku M. Vítková



Michaela Vítková se zabývá invazemi rostlin do horských ekosystémů a dlouhodobě se věnuje i problematice invazních dřevin. Zaměřuje se na vztahy rostlina–půda a uplatnění zjištěných výsledků v managementu.

## Jsou vysokohorská společenstva v ohrožení?

Věnováno památce RNDr. Jany Husákové (\*5. 7. 1944 – †21. 3. 2014)



Jana velkou část svého profesního i soukromého života zasvětila výzkumu synantropní vegetace v horských oblastech. Shromáždila unikátní soubor dat o migraci rostlin z podhůří do nejvyšších poloh Krkonoš,

na kterém pracovala od 70. let až do svých posledních dní a který je nám dodnes inspirací k novým pohledům na invaze v horách.

Vysokohorské oblasti nabízejí díky interakcím mezi drsným klimatem a členitým reliéfem velkou různorodost stanovišť, na něž jsou vázána úzce specializovaná společenstva rostlin i živočichů (často hmyzu). V našem příspěvku se však budeme věnovat výhradně flóře. Vysokohorské rostliny musí být dobře přizpůsobeny celé řadě stresových faktorů, jako je např. krátká vegetační sezóna, mráz, vysušující účinky větru, zvýšené množství ultrafialového záření, nedostatek minerálních

živin nebo malé množství opylovačů. Tyto adaptace, spolu s izolovaností vysokohorských oblastí, vedly ke vzniku relativně vysoké biologické rozmanitosti a výskytu mnoha endemických druhů (omezených na určitou lokalitu nebo region).

Vysokohorská společenstva jsou stále více ohrožována globálními změnami, z nichž největší dopad mají: (1) klimatická změna, přibližující vysokohorské prostředí podmínkám nižších poloh, (2) globalizace, sytící krajinu místně nepůvodními druhy z podhůří i ze vzdálených zdrojů, (3) atmosférická depozice dusíku, měnící tento často nedostatkový prvek v půdě na snadno dostupný a (4) způsob využití krajiny, spojený s rostoucím tlakem turistiky a fragmentací vysokohorských společenstev. Účinky těchto procesů se vzájemně kombinují a doplňují je i další ekologické změny. Všechny tyto faktory nahrávají šíření nepůvodních rostlin.

V minulosti šíření nepůvodních druhů do vysokohorských společenstev limitovala zejména nadmořská výška. Podstatně horší dostupnost vrcholových partií je chránila před rozsáhlejším antropogenním vlivem a omezovala i přísun



Petr Pyšek se dlouhodobě zabývá problematikou biologických invazí, zejména makroekologickými zákonitostmi na různých časoprostorových škálách, teoretickými souvislostmi invazního procesu, mechanismy invazivnosti druhů a invazibility stanovišť a ekologií jednotlivých invazních druhů.



▲ Velká návštěvnost hřebenových partií Krkonoš vyžaduje stálou údržbu cestní sítě. Eroze na cestě česko-polského přátelství v roce 2013.

▲ V 80. letech se erodované cesty opravovaly méně vápnitým melafyrem (červeně zbarvené kupy). Vzhledem ke čtyřnásobnému obsahu CaO a MgO oproti přirozenému podloží je i ten v současnosti odstraňován a nahrazován přirozeným materiálem (vpravo).

► Pokud se bazický materiál z cest neodstraní, do okolní půdy se stále uvolňuje velké množství vápnitých iontů. V kyselém prostředí arкто-alpínské tundry tak můžeme na 40 let uzavřené cestě najít vápnomilný hořčček britý (Gentianopsis ciliata), který se přirozeně vyskytuje v okolí vápencových lomů v submontánním stupni Krkonoš.

nových druhů. Probíhající klimatická změna přináší zvýšení průměrné teploty a v souvislosti s tím se zrychluje i koloběh organické hmoty. Do půdy se tak dostává větší množství minerálních živin (hlavně dusíku a fosforu) ve formě dostupné kořenům rostlin. Roste také četnost extrémních jevů, jako jsou sucho, vichřice nebo přívalové srážky. Mnohé adaptace, které rostlinám umožňovaly přežít v drsných vysokohorských podmínkách, jim nyní ztěžují přizpůsobení teplejšímu klimatu a vyšší dostupnosti živin. Takto specializované druhy, často chráněné jako endemity nebo glaciální relikty (pozůstatek posledního zalednění v oblasti), postupně prohrávají boj s konkurenčně schopnějšími druhy z jiných oblastí, nižších nadmořských výšek nebo úživnějších biotopů. Místo unikátních, úzce specializovaných rostlinných společenstev tak vznikají strukturně i funkčně jednoduché porosty, v nichž často převládá jeden konkurenčně silný druh.

Vysokohorská společenstva najdeme i v České republice. V nejvyšších polohách Krkonoš, Hrubého Jeseníku a Králického Sněžníku se vyskytuje unikátní arкто-alpínská tundra s neobvykle vysokou biodiverzitou. Vznikla v době čtvrtohorního zalednění, kdy po jižním okraji mohutného ledovcového štítu pronikala do Vysokých Sudet severská tundra, zatímco od jihu sem sestupovala alpínská tundra a horské trávníky z hřebenů evropských velehor.

Invaze nepůvodních druhů do vyšších nadmořských výšek je fenomén, který lze v České republice kvantitativně doložit na dlouhé časové škále, a i v budoucnosti lze očekávat jeho akceleraci podpořenou výše zmíněnými změnami. Jak jsme v minulosti ukázali v jedné z analýz, v České republice v posledních dvou stoletích nepůvodní druhy rostlin postupně pronikaly do vyšších nadmořských výšek a není to výsledkem jejich náhodného šíření v prostoru a čase. Příčinou této stále snazší invaze je součinnost vzrůstajícího antropického tlaku, tedy intenzivnějšího osídlování a turistického využívání těchto oblastí, a měnícího se klimatu. Zjištěný trend může mít závažné důsledky, protože horské oblasti byly donedávna ve srovnání s nižšími polohami dopadů rostlinných invazí relativně ušetřeny.

Tým z Oddělení ekologie invazí Botanického ústavu AV ČR se dlouhodobě zabývá šířením nepůvodních druhů rostlin z podhůří až do alpínské vegetačního stupně Krkonoš. Navazuje tak na výzkum RNDr. Jany Husákové, která v 70. letech minulého století založila 711 trvalých ploch podél silnic a turistických cest po celém území KRNAP. V této době se začaly cesty v hřebenových oblastech Krkonoš zpevňovat vápnitým dolomitem, v 80. letech i melafyrem, tedy materiály s mechanickými vlastnostmi snižujícími náklady na údržbu cest, ale s vysokým obsahem vápníku a hořčíku ve



◀ Cesty, jejichž povrch je zpevněn starou metodou štětování s využitím místního kamene, představují nejmenší zásah do krajiny. Správa KRINAP takto postupně renovuje vybrané cesty.

◀ Druhy podhorských luk pronikají podél silnic a turistických cest až do hřebenových partií Krkonoš.

▶ Živými bohaté prostředí silničních okrajů vyhovuje i šíření druhů nepůvodních v ČR. V posekané části štovík alpský (*Rumex alpinus*) a čechřice vonná (*Myrrhis odorata*), v ponechané bez zásahu kolotočnik ozdobný (*Telekia speciosa*).

srovnání s přirozeně kyselým podložím. Tím jsou většinou granity až granodiority krkonoško-jizerského krystalinika, ve východní části i svory a fylity. Od konce 90. let Správa Krkonošského národního parku postupně nahrazuje nepůvodní bazický materiál na hřebenových cestách místním substrátem. Jsme tak bohužel svědky neobvyklého experimentu, kdy se silně specializovaná rostlinná společenstva unikátní arкто-alpínské tundry musejí vyrovnávat s razantními změnami fyzikálně-chemických půdních vlastností v okolí cest a souvisejícími změnami mikroklimatickými a hydrologickými. Odpovědi jednotlivých druhů i změny ve vegetaci jsou zdokumentovány v unikátní čtyřicetileté řadě vegetačních záznamů. Tyto záznamy nám zároveň umožňují sledovat i rychlost pronikání nepůvodních druhů z podhůří až do alpínského stupně Krkonoš.

Celosvětová závažnost změn vysokohorských společenstev dala vznik mezinárodní sítě MIREN (*Mountain Invasion Research Network*; <https://www.mountaininvasions.org>), která

v současné době sdružuje vědecké týmy pracující ve více než 20 horských oblastech po celém světě s cílem pochopit vliv globálních změn na biodiverzitu horských oblastí. V rámci jednoho ze společných projektů jsme v Krkonoších zjistili výrazné rozdíly v půdní reakci mezi plochami umístěnými do dvou metrů od silnice a v přirozených porostech dále od ní. Silně kyselé přirozené půdy byly podél krajnice nahrazeny slabě alkalickými s vysokým obsahem šterku (tj. částic o velikosti 4–50 mm). Důvodem bylo použití materiálu bohatého na vápník a hořčík při stavbě silnice a intenzivní zimní posyp. Ve výše položených úsecích s žulovým dlážděním silnice pod asfaltovým povrchem a omezením provozu hlavně na letní sezónu byly hodnoty nižší. Dlouhodobý výzkum na trvalých plochách v hřebenových partiích Krkonoš, zařazených do sítě LTER (*Long-term Ecological Research*; <https://www.lter.cz/krkonoska-arkto-alpinska-tundra>) ukázal, že půdní vlastnosti mohou být kvůli použití bazického materiálu výrazně ovlivněny až do vzdálenosti několika

◀ Rozsáhlé lemové porosty pod asfaltovou komunikací na Labskou boudu, kde dominují expanzivní druhy starček hercynský (*Senecio hercynicus*) a pcháč různolistý (*Cirsium heterophyllum*), dosahují až na dno Labského dolu.



A



B

V rozvolněných porostech cestních lemů se místy vyskytuje krkonošský endemit zvoněk český (*Campanula bohemica*; A) nebo chráněný druh vratička měsíční (*Botrychium lunaria*; B).

set metrů! To spolu s působením dalších negativních zásahů člověka, jako je sešlap nebo eutrofizace v okolí horských bud (zvýšený přísun živin, zejména dusíku a fosforu), vytváří ideální stanoviště pro uchycení a další šíření nepůvodních druhů. Deset let po odstranění dolomitu a melafyru z vybraných turistických cest nevyvolalo podstatnější změnu ve složení půdy ani vegetace. Společenstva tundry kvůli extrémním klimatickým podmínkám regenerují velmi pomalu, pokud vůbec. V zahraniční literatuře se uvádějí odhady času potřebného k obnově mezi 15 lety a více než stoletím.

Za čtyřicet let výzkumu se počet druhů ve dvoumetrové vzdálenosti od silnic a turistických cest v arкто-alpínské tundře Krkonoš zvýšil téměř o polovinu. Z těchto porostů mizí řada ochraňářsky cenných původních druhů. Pokud přežívají, nejsou často schopné se rozmnožovat. Jedná se např. o hořec tolitovitý (*Gentiana asclepiadea*), koniklec alpínský bílý (*Pulsatilla alpina* subsp. *alba*), podbělici alpskou (*Homogyne alpina*), prasetník jednoúborný (*Hypochaeris uniflora*), sasanku narcisokvětou (*Anemone narcissiflora*), ale týká se to i v okolí běžných druhů jako smilka tuhá (*Nardus stricta*) nebo vřes obecný (*Calluna vulgaris*). Rozvolněné porosty na okrajích cest a silnic ojediněle mohou některým vzácným druhům vyhovovat, jako v případě zvonku českého (*Campanula bohemica*) nebo vratičky měsíční (*Botrychium lunaria*).

Téměř 70 % všech druhů jsou apofyty, tedy původní druhy vázané na člověkem ovlivněná stanoviště. Jejich semena roznášejí turisté na šatech nebo podrážkách bot, auta a cyklisté na pneumatikách kol, nebo jsou neúmyslně přimísena do stavebního materiálu a šterku na údržbu cest a zimní posyp silnic. Vzhled porostů zpravidla určuje jedna až dvě výrazné dominanty, a to vysoké trávy metlice trsnatá (*Deschampsia cespitosa*) a třtina chloupkatá (*Calamagrostis villosa*) nebo vysoké byliny pcháč různolistý (*Cirsium heterophyllum*), kýchavice Lobelova (*Veratrum album* subsp. *lobelianum*), rdesno hadí kořen (*Bistorta major*) a starček hercynský (*Senecio hercynicus*). Jedná se o druhy, které jsou přirozenou součástí živinami bohatších a vlhčích porostů arкто-alpínské tundry, zejména vysokobylinných niv, závětrných svahů karů nebo dlouhodobě zasněžených míst. Změněné prostředí podél cest a silnic jim vyhovuje a nekontrolovaně se zde šíří. Takovým původním druhům se říká expanzivní. Početnou skupinu tvoří druhy, které sem pronikají z nižších poloh, např. černohlávek obecný (*Prunella vulgaris*), jetel luční (*Trifolium pratense*) nebo řebříček obecný (*Achillea millefolium*). Charakteristické jsou také ruderální druhy a druhy sešlapávaných míst, jako např. jetel plazivý (*Trifolium repens*), jitrocel větší (*Plantago major*) nebo kopřiva dvoudomá (*Urtica dioica*).



Jan Pergl se zabývá invazními druhy rostlin a snaží se propojit výzkum invazí s praxí. Jedním z výstupů je návrh národního Černého seznamu invazních druhů.



Z druhů zcela nepůvodních pro území ČR jsou v arкто-alpínské tundře Krkonoš nejrozšířenější šťovík alpský (*Rumex alpinus*), čechřice vonná (*Myrrhis odorata*) a všedobr horský (*Peucedanum ostruthium*), které přivezli už alpští kolonisté v 17. století jako užitkové rostliny – šťovík jako krmivo pro prasata, čechřici a všedobr jako koření a léčivky. Tyto druhy v okolí horských bud a na krkonošských loukách zdomácněly a v současné době jsou lokálně invazní. Další nebezpečné invazní druhy (druhy nepůvodní v ČR, které se šíří) rostou zatím v nižších nadmořských výškách, např. křídlatky (*Reynoutria* sp.), kolotočník ozdobný (*Telekia speciosa*) nebo vlčí bob mnoholistý (*Lupinus polyphyllus*). S postupující klimatickou změnou a zásahy člověka ale mohou podél cestní sítě pronikat stále výš a časem ohrožovat i nejcennější vrcholové oblasti Krkonoš. Správa KRNAP si toto riziko dobře uvědomuje, proto

je pro ni likvidace nepůvodních druhů řadu let prioritou. Naráží však na velmi časté nepochopení ze strany vlastníků pozemků, kteří se zásahy nesouhlasí. Přitom nejefektivnější je zlikvidovat ohnisko hned v zárodku, což dokládá např. vymýcení bolševníku velkolepého nedaleko Petrovy boudy v nadmořské výšce 1 285 m n. m. Důsledným dlouhodobým managementem je často možné zlikvidovat i velkoplošné porosty. Jak ukazujeme výše, horské prostředí je značně specifické a tomu se musí přizpůsobit i metodika managementu nepůvodních druhů. Ta však dosud chybí v ČR i celosvětově, proto bude jedním z výstupů nového evropského projektu ASICS (ASsessing and mitigating the effects of climate change and biological Invasions on the spatial redistribution of biodiversity in Cold environmentS; <https://www.coldregioninvasives.com>) podpořeného z programu BiodivERsA, jehož je náš tým součástí. ■

---

◀ *Přirozené druhy se většinou neumějí vyrovnat se změněnými podmínkami stanoviště a se sešlapem a z porostů mizí, jako např. hořec tolitovitý (*Gentiana asclepiadea*), který má KRNAP ve znaku.*

---

▲ *Poslední terénní výzkum na hřebenech Krkonoš s RNDr. Janou Husákovou (uprostřed) v roce 2013.*

---

RNDr. Michaela Vítková, Ph.D.<sup>1</sup>, Ing. Jan Pergl, Ph.D.<sup>1</sup>  
& prof. RNDr. Petr Pyšek, CSc.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Oddělení ekologie invazí, Botanický ústav AV ČR, Průhonice

<sup>2</sup> Katedra ekologie, Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy, Praha

[michaela.vitkova@ibot.cas.cz](mailto:michaela.vitkova@ibot.cas.cz), [jan.pergl@ibot.cas.cz](mailto:jan.pergl@ibot.cas.cz),

[pysek@ibot.cas.cz](mailto:pysek@ibot.cas.cz)