

# Změny sněhové pokrývky pod vlivem klimatických změn a jejich důsledky pro alpskou vegetaci

Zeidler, M.: Climatic Shifts of Snow Cover Parameters and their Effect on Alpine Vegetation. *Životné prostredie*, 2016, 50, 2, p. 87 – 89.

*Climate change is altering snowfall regimes, which in turn influences snow cover and ultimately alpine and arctic plant communities. There are some generalization of the responses in phenology, productivity and plant community composition. A method of manipulation experiment in the Czech Republic is presented.*

*Key words: climate changes, plant communities, phenophases, biomass, species composition*

Více než několik týdnů ležící souvislá sněhová pokrývka v obydlené krajině je fenomén, který po vlastních zkušenostech řada z nás zatracuje. Často je totiž její přítomnost spojena s naší zvýšenou pozorností, námahou či finančními prostředky. Na druhou stranu, sněhová pokrývka je rozhodujícím faktorem některých biotopů, na které jsou vázány nejen lidské zimní aktivity, ale i jedinečná rostlinná společenstva. Zatímco člověk může vrtochům počasí do určité míry vzdorovat (podle potřeby odklizením nebo zasněžováním), běžná rostlinná společenstva takovou možnost nemají. Dlouhodobé časoprostorové rozložení sněhové pokrývky se tak stává pro existenci rostlinných společenstev determinující a jakékoliv změny ve kvalitě či kvantitě sněhu se odrážejí i v kompozici společenstev. Tyto závislosti nabývají na významu právě v souvislosti s tolik diskutovanými změnami klimatu.

## Význam sněhové pokrývky

Sezónní sněhová pokrývka je charakteristickým znakem většiny arktických a alpských oblastí. V těchto oblastech kryje sníh půdu a rostliny často i více než půl roku a stává se tak faktorem, jež determinuje proměnné životního prostředí, jako je teplota nebo zámrazná hloubka, které jsou určující pro ekosystémové procesy (Jones et al., 2001). Období tání sněhu určuje počátek vegetační sezóny a množství sněhu (jeho vodní kapacita) je rozhodující pro vodní poměry i dostupnost živin. Sněhová pokrývka tak přímo či nepřímo ovlivňuje celý ekosystém různými způsoby a její vliv nelze omezovat pouze na tepelné izolační schopnosti během zimního období.

V souvislosti s globálními změnami narůstá i význam interakcí mezi sněhovou pokrývkou a arktickými či alpskými rostlinami. Během posledních 100 let lze celosvětově zaznamenat v arktických i horských oblastech vzrůstající trend zvyšujících se teplot vzduchu (Symon et al., eds., 2005). Jak se zdá, právě tyto oblasti budou

patřit mezi nejvíce zasažené těmito změnami (Krajick, 2004). Za významné lze považovat posuny v nástupu počátku tání, změny výšky sněhové pokrývky a změny v proporcii zimních srážek.

## Vliv klimatických změn na sněhovou pokrývku

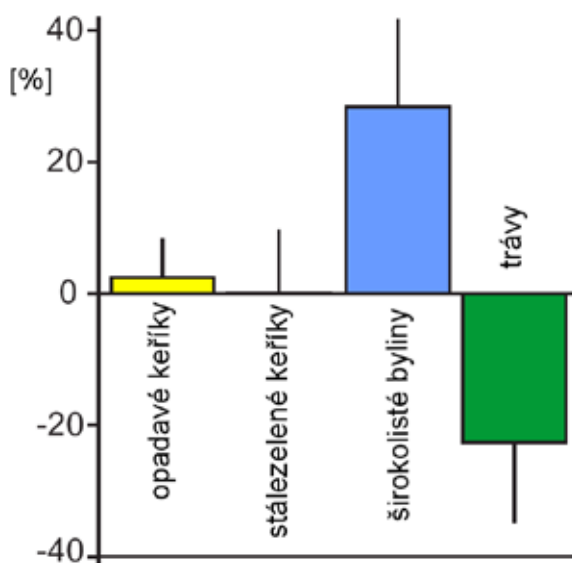
Globální klimatické změny se mohou mimo jiné projevit v množství sněhu. Mohou se vytvářet oblasti, kde dojde k nárůstu zimních srážek ve formě sněhu. Výsledkem bude vyšší sněhová pokrývka. Tento scénář je velmi pravděpodobný v arktických regionech i některých výše položených horských oblastech. K tomuto trendu se navíc zřejmě přidá i nárůst průměrné teploty, který bude znamenat rychlejší odtávání. Teoreticky by vyšší sněhová pokrývka měla za vyšších teplot rychleji odtávat a délka období odtávání tak nemusí být dotčena. Zimní období ovšem nelze považovat za teplotně vyrovnané. Teploty se tu a tam mohou vyhoupnout nad nulu i během zimních měsíců. O takových změnách, které souvisejí se zvýšením počtu krátkých zimních period s táním sněhu během zimy, máme jen velmi omezené informace. Navíc, existuje řada oblastí, ve kterých se objevuje opačný trend, a kde, naopak, dochází ke sníženému přísunu srážek v podobě zimního sněžení. Všechny tyto změny se budou více či méně znatelně odrážet na vegetaci. Pro zjednodušení se můžeme zaměřit jen na časové změny v délce setrvání sněhové pokrývky a kvantitativní změny pomineme.

## Změny v životních fázích rostlin

Důležitým impulzem pro aktivitu většiny rostlin žijících v biotopech s dlouhodobě ležící sněhovou pokrývkou je její roztání. Pokud dojde k časovému posunu v odtávání sněhové pokrývky, změní se i doba důležitých životních (fenologických) fází rostlin včetně kvetení (Wipf, Rixen, 2010). Většina arktických a al-



Obr. 1. Přirozený nesoulad mezi místy s rozdílnou délkou setrvání sněhové pokrývky je nejvíce patrný v jarním období. V tomto případě je jako první bez sněhu společenstvo vyfoukávaných alpských trávníků (*Cetrario-Festucetum supinae*) s druhy *Festuca supina*, *Avenella flexuosa*, *Carex bigelowii*, které jsou na absenci sněhové pokrývky adaptovány (hřeben Hrubého Jeseníku, Národní přírodní rezervace Praděd, 2009). Foto: Miroslav Zeidler



Obr. 2. Změny produktivity vybraných růstových forem jako reakce na experimentální zpoždění odtání sněhu. Osa y vyjadřuje změny produktivity druhů v procentech vůči kontrole (kladné hodnoty indikují nárůst, záporné snížení produktivity). Zdroj: upraveno podle Wipfe, Rixena (2010)

pínských rostlinných druhů reaguje na takové posuny změnou délky doby mezi roztáním sněhové pokrývky a počátkem kvetení. Obecně platí, že doba mezi roztáním sněhové pokrývky a nástupem kvetení se zkracuje při opožděném roztání a prodlužuje při dřívějším roztání sněhu. Změny v ontogenetickém vývoji rostlin

se liší podle toho, ke kterému funkčnímu typu rostlinný druh patří. Nejvýraznější odezvy vůči délce setrvání sněhové pokrývky vykazují neopadavé keřky (z území České republiky např. brusnice brusinka (*Vaccinium vitis-idaea*)) následované opadavými keřky (např. brusnicí borůvkou (*Vaccinium myrtillus*)). Téměř minimální reakce bývají zaznamenávány u trav.

Odezva rostlin nezávisí jen na růstové formě, ale je závislá i na době kvetení. Manipulativními experimenty bylo zjištěno, že čím později v sezóně druh kvete, tím více je schopen zrychlit svůj životní cyklus. Druhy zrychlují svůj životního cyklus tak, že zkracují již zmíněné období mezi dobou roztání sněhové pokrývky a vlastním kvetením. Příliš časné roztání sněhové pokrývky, naopak, znamená omezenou tepelnou izolaci rostlinného pokryvu a zvyšuje riziko poškození mrazem (obr. 1). Důsledkem je zpravidla větší mortalita a pokles početnosti v populacích arktických či alpských druhů rostlin.

### Změny v produktivitě rostlin

Výsledky experimentů zabývajících se vlivem doby odtávání sněhové pokrývky naznačují, že opožděné tání sněhu snižuje produktivitu společenstev. Změny v produktivitě se opět liší v závislosti na růstové formě. Na prodloužení doby, po kterou setrvává v prostředí sněhová pokrývka, reagují negativně trávy, zatímco širokolisté druhy rostlin spíše pozitivně. U opadavých a neopadavých keřků není odezva zcela jednoznačná (obr. 2). Míra vlivu prodloužení délky setrvání sněhové pokrývky na rostlinná společenstva vyplývá ze specializace jednotlivých rostlinných společenstev a kompozice jejich druhů. K dominantním druhům vyfoukávaných stanovišť s časným roztáváním sněhové pokrývky patří trávy, lišejníky, případně ostřice. Pod vysokou sněhovou pokrývkou panují poměrně vyrovnané teploty, které neklesají pod bod mrazu. Rostlinné druhy pod vyšší a déle setrvávající sněhovou pokrývkou obvykle nebývají poškozovány mrazem, ale trpí ztrátami způsobenými respirací. Pokud sněhová pokrývka setrvává delší dobu, zkracuje se navíc vegetační období a tím také období, kdy mohou být ztráty způsobené respirací kompenzovány fotosyntetickou aktivitou. Z krátkodobého pohledu obvykle nedochází k zásadnímu poklesu produktivity jednotlivých druhů, ale v dlouhodobém měřítku lze zaznamenat pozvolné změny celých společenstev (Banaš et al., 2010).

### Vegetační kompozice

Početnost funkčních skupin rostlin (např. lišejníků, travin, širokolistých bylin, keřků) ve společenstvu a tím i kompozice vegetace je do značné míry ovlivněna množstvím sněhu v prostředí i dobou jeho odtávání. Se vzrůstající mocností sněhové pokrývky a jejím

pozdějším odtáváním ustupují traviny, a to jak z pohledu pokrývnosti, tak proporce biomasy. Naopak, širokolisté druhy a zakrslé keříky se chovají neutrálně nebo jejich zastoupení vzrůstá. Právě mezi zakrslými keříky jsou druhy, které jsou dokonce vázané na místa, kde sněhová pokrývka setrvává v porovnání s okolím poměrně dlouho. Jedná se o tzv. rostliny sněhových polí. Vysvětlení může spočívat v nižší konkurenceschopnosti travin v takových podmínkách. Navíc se zdá, že traviny jsou z hlediska posunu svých fenofází poměrně konzervativní a moc se jim nechce měnit zaběhnuté stereotypy. Možná právě proto je jejich produktivita a tím i početnost ve společenstvech dotčena výrazněji než u zbylých skupin.

Změny v rostlinných společenstvech, ke kterým dochází pod vlivem změn parametrů sněhové pokrývky, se, samozřejmě, odrážejí i na jiných trofických úrovních. Časoprostorové změny sněhové pokrývky pozměňují mikrobiální aktivitu a tím i rychlost dekompozičních procesů. S rychlostí dekompozice je úzce spjata dostupnost minerálních látek nezbytných pro růst rostlin. Jednoduše řečeno, i nepatrné dlouhodobé posuny v délce odtávání sněhové pokrývky mohou mít dalekosáhlé ekosystémové dopady.

\* \* \*

Přestože arktické biotopy v ČR nenajdeme, (sub)alpské jsou zde v omezené míře zastoupeny. Jedná se o nejvyšší partie Krkonoš, masívu Králického Sněžníku a Hrubého Jeseníku. Sledovat odezvy vegetace pod vlivem globálních změn a čekat několik možná i desítek let si dnes nemůžeme dovolit. Už jenom proto, že bychom ztratili možnost něco ovlivnit či zachránit. Potenciální změny teploty, které nás v budoucnosti čekají, lze na malých plochách experimentálně simulovat pomocí jednoduchého zařízení. Jedná se o jakési standardizované „skleníčky“ (*Open Top Chambers*; Henry, Molau, 1997), které jsou nahoře otevřené, takže dochází k výměně látek i energií s okolním prostředím (obr. 3). V důsledku jejich přítomnosti však dochází ke zvyšování průměrné teploty vnitřního prostředí přibližně o 1 až 3 °C. Po jejich trvalé instalaci do alpských společenstev je možné jen v klidu a hlavně pravidelně sledovat, co se s druhy na experimentálních plochách děje.



Obr. 3. „Skleníčky“ umístěné na trvalých výzkumných plochách v oblasti Národní přírodní rezervace Praděd (Hrubý Jeseník), instalovány do subalpínských travinných společenstev v roce 2007, umožňují sledovat odezvy vegetace pod vlivem zvýšené teploty. Celkově bylo umístěno 20 skleníčků, z nichž každý pokrývá sledovací čtverec velikosti 0,25 m<sup>2</sup> (2009). Foto: Miroslav Zeidler

*Tento text byl podpořen projektem MŽP SPII2d1/49/07 Změny alpských ekosystémů na území KRNAP, NPR Králický Sněžník a CHKO Jeseníky v kontextu globálních změn.*

#### Literatura

- Banaš, M., Zeidler, M., Duchoslav, M., Hošek, J.: Growth of Alpine Lady-Fern (*Athyrium distentifolium*) and Plant Species Composition on a Ski Piste in the Hrubý Jeseník Mts., Czech Republic. *Annales Botanici Fennici*, 2010, 47, 4, p. 280 – 292.
- Henry, G. H. R., Molau, U.: Tundra Plants and Climate Change: The International Tundra Experiment (ITEX). *Global Change Biology*, 1997, 3 (Suppl.1), p. 1 – 9.
- Jones, H. G., Pomeroy, J. W., Walker, D. A., Hoham, R. W.: Snow Ecology. An Interdisciplinary Examination of Snow-Covered Ecosystems. Cambridge – New York: Cambridge University Press, 2001, 378 p.
- Krajick, K.: Climate Change: All Downhill from Here? *Science*, 2004, 303 (5664), p. 1600 – 1602.
- Symon, C., Arris, L., Heal, B. (eds.): Arctic Climate Impact Assessment. Cambridge – New York: Cambridge University Press, 2005, 1046 p.
- Wipf, S., Rixen, C.: A Review of Snow Manipulation Experiments in Arctic and Alpine Tundra Ecosystems. *Polar Research*, 2010, 29, p. 95 – 109.

RNDr. Miroslav Zeidler, Ph.D., [miroslav.zeidler@upol.cz](mailto:miroslav.zeidler@upol.cz)  
Katedra ekologie a životního prostředí Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci, Šlechtitelů 241/27, 783 71 Olomouc-Holice, Česká republika