

KRKONOŠE A KLIMATICKÁ ZMĚNA

JIŘÍ FLOUSEK

RNDr. JIŘÍ FLOUSEK, Ph.D.

Zoolog Správy Krkonošského národního parku, věnující se kromě ochrany přírody Krkonoš a problematiky ptáků a savců v tomto pohoří i vlivům lyžování na horskou přírodu. Předseda České společnosti ornitologické.

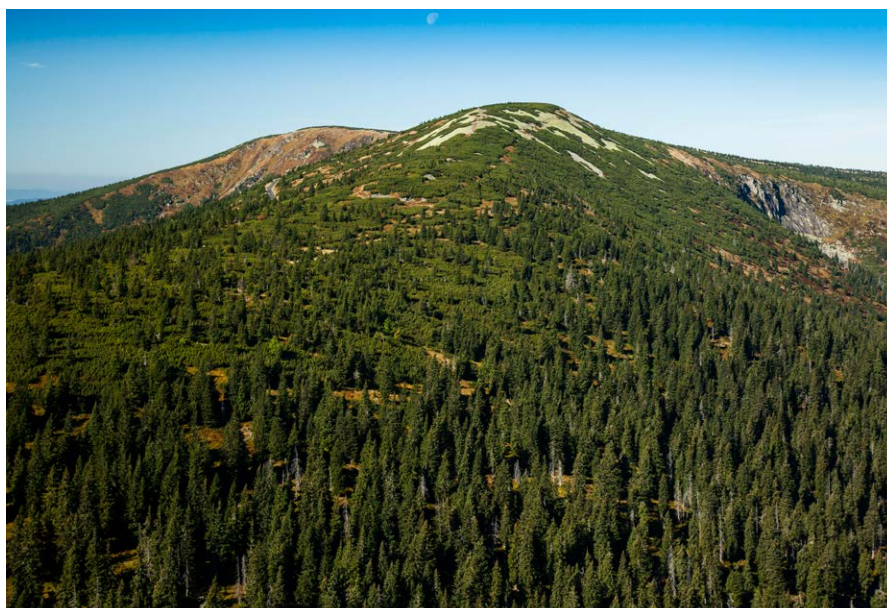
Klimatická změna – v posledních letech jedno z nejčastěji používaných dvouslovných v odborných publikacích, novinových článcích i výročních politiků. Že již probíhá, o tom není pochyb, že za ni odpovídá především člověk a jeho aktivity, je stále zpochybňováno, ale s viditelně se snižující intenzitou. A prokázanou skutečností už také je, že k nejrychlejšímu oteplování a navazujícím dramatickým změnám abiotických i biotických podmínek dochází v citlivých ekosystémech polárních a horských oblastí.

Klimatická změna se tak nevyhýbá ani Krkonošům, i když podložených dat tu dosud máme velmi málo. Kvalitní jsou ale právě ta výchozí a zásadní – dlouhodobá měření Českého hydrometeorologického ústavu informující nás o vývoji zdejších teplot a srážek (KLIEGROVÁ & KAŠIČKOVÁ 2019). Ze srovnání dvou období 1961–2000 a 2001–2016 vyplývá, že průměrná roční teplota vzduchu se v našem nejvyšším pohoří zvýšila zhruba o 1°C. Vzestup teplot byl zjištěn ve všech měsících, nejvíce v dubnu, červenci a listopadu (+1,3–1,8 °C), s nejvýraznějšími posuny na jaře a v létě (+1,0–1,4 °C). Mrazových dní s minimální teplotou pod 0 °C ubylo srovnatelně na hřebenech i u paty hor – na Luční a Labské boudě jich bylo o 18,

v Harrachově o 17 méně (největší pokles zjištěn v IV a XI). Naopak počet letních dnů s maximální teplotou převyšující 25 °C se na úpatí zvýšil o 11 dní a zhruba stejný zůstal na hřebenech (nárůst o půl dne). Průměrný roční úhrn srážek se v podhůří nezměnil, na hřebenech vzrostl o 11 %. Více srážek spadlo zejména v letních a podzimních měsících (VII–IX), naopak v březnu, dubnu a prosinci jich bylo méně, s extrémy v dubnu v Harrachově (-32 %) a v prosinci na Luční boudě (-27 %).

Hodnotí-li se průběžně celé sledované období 1961–2016, stoupla průměrná roční teplota o 1,7 °C. K největšímu oteplení došlo, kromě ledna, na jaře (IV–V) a v létě (VII–VIII) – v průměru o 2–3,5 °C. Podzimní měsíce (IX–X) zůstaly bez výrazných teplotních změn, během zimy teploty opět vzrostly (XI–XII: +1,5–2,5 °C; I: až +3,5 °C). V ročním souhrnu srážek byl zachycen velmi mírný rostoucí trend (zhruba +2 mm za 56 let).

Unikátní jsou teplotní data z polské meteorostanice na vrcholu Sněžky z let 1881–2010 (MIGALA et al. 2016). Zachycují průběžně oteplování se vzrůstem průměrných ročních teplot vzduchu o 0,8 °C za 100 let. Hodnoceno po desetiletích, nárůst teplot byl mírný do konce 70. let minulého století



Horní hranice lesa na Zlatém návrší v Krkonoších. Foto Kamila Antošová



„Chladnomilná“ linduška horská. Foto Tomáš Bělka

(max. +0,5 °C v jednotlivých dekadách), k výraznému zlomu došlo na přelomu 80. a 90. let a v posledních dvou dekadách stouply teploty o +1,2 resp. 1,5 °C.

Z dosavadních meteorologických měření je zřejmé, že k největšímu nárůstu teplot dochází ve vegetační sezóně a tedy i v období rozmnožování živočichů. Při uvedeném trendu (+2–3,5 °C) je třeba si uvědomit, že teplota v horách klesá zhruba o 0,6 °C na 100 m nadmořské výšky, takže její vzrůst o 3 °C odpovídá změně nadmořské výšky asi o 500 m! Jako následné reakce lze proto očekávat např. vzestup horní hranice lesa, posun rostlinných a živočišných druhů výše do hor, změny v jejich fenologii, vymizení druhů vázaných na nejvyšší polohy, nebo větší rozkolísanost srážek a v zimě zhoršené sněhové podmínky.

Posun horní hranice lesa do vyšší nadmořské výšky (+0,43 m/rok) byl v Krkonoších již zachycen ve zkoumaném období 1936–2005 (TREML & CHUMAN 2015). Přestože se na kolísání a vzestupu této hranice podílela celá řada faktorů (např. topografie terénu, struktura vegetace, laviny, konec hospodaření v subalpínských polohách), nezanedbatelný je rovněž příspěvek rostoucí teploty. Posun lesa směrem k nyní nezalesněným hřebenům tak bude dále pokračovat.

Výškový posun pozorujeme v Krkonoších i u klíšťat a ptáků. Klíště obecné *Ixodes ricinus* se v letech 1981–83 vyskytovalo pouze v montánním stupni zhruba do 700 m n. m., o 25 let později byl tento roztoč zjištěn

už při horní hranici lesa ve výšce 1270 m. Zatímco před 25 lety mikroklimatické podmínky neumožňovaly úspěšný vývoj klíšťat v polohách nad zmíněných 700 m, v současnosti jsou schopna všechna svá vývojová stádia dokončit až ve 1250 m n. m. (MATERNA 2012). A spolu s klíšťaty se do vyšších nadmořských výšek posouvá i původce lymfské boreliózy, bakterie *Borrelia burgdorferi*.

Podobně jako klíšťata se posouvají výše do hor i ptáci. Například ze čtyř druhů krkonošských pěnic se v klečových porostech na hřebenech hor vyskytovala před 35 lety pouze pěnice černohlavá *Sylvia atricapilla*, dnes tu hnízdí všechny čtyři druhy a početnost pěnice černohlavé stoupla na více než čtyřnásobek.

Během 10 let mezi obdobími 1996–98 a 2006–08 se 40 druhů posunulo směrem nahoru (např. kos černý *Turdus merula* +57 m, králíček ohnivý *Regulus ignicapilla* +49 m) a 11 druhů dolů, se souhrnným posunem všech druhů v průměru o 33 m nadmořské výšky vzhůru do hor (REIF & FLOUSEK 2012). Druhy preferující otevřenější stanoviště se posunuly výše než lesní druhy (většinou limitované horní hranicí lesa), býložravé druhy se posunuly výše než hmyzožravé. Co se týká dlouhodobého vývoje populací, negativnější trendy byly zjištěny u druhů hnízdících ve vyšších nadmořských výškách a u druhů migrujících do vzdálenějších zimovišť (FLOUSEK et al. 2015). Pro ptáky zimující v subsaharské Africe tak byl potvrzen trend, již dříve prokázán u řady druhů na mnoha evropských lokalitách:

Jejich návrat ze zimoviště často neodpovídá fenologické situaci na hnízdní lokalitě, kde se díky vyšším teplotám dříve a rychleji vyvíjí vegetace a na ni vázaní bezobratlí, hlavní zdroj potravy hmyzožravých dálkových migrantů. Líhnutí jejich mláďat se tak opoždí oproti nejvyšší nabídce potravy, snižuje se úspěšnost hnízdění a početnost dotčeného druhu klesá.

Nejdramatičtější je úbytek druhů preferujících nejvyšší polohy Krkonoš, jejich hřebenová platá a vrcholy hor. Hnízdní populace slavíka modráčka tundrového *Luscinia s. svecica*, jediná v celé České republice, se od roku 1989 zmenšila o 88 % a je dnes na hranici vymizení. Podobný vývoj pozorujeme v posledních 20 letech rovněž u lindušky horské *Anthus spinoletta* (-70 %) a pěvušky podhorní *Prunella collaris* (-45 %). Přesné důvody mizení těchto tří druhů nejsou známy, ale s velkou pravděpodobností souvisejí přímo či nepřímo s klimatickou změnou. Může to být např. přímá reakce „chladnomilných“ druhů na oteplování, nebo nepřímý vliv houstnoucí subalpínské vegetace a tak zhoršená dostupnost drobných měkkýšů coby zdroje vápníku pro tvorbu vajec. Početnost dalšího typicky horského druhu – kosa horského, zatím neklesá, ale posouvá se spodní hranice jeho hnízdního výskytu, během uplynulých 20 let ze zhruba 800 na 900 m n. m.

Vyšší teploty v hnízdním období teoreticky nabízejí mnohem příznivější podmínky pro hnízdění „nížinných/teplomilnějších“ druhů ve vrcholových partiích hor (např. delší hnízdní sezóna či vyšší nabídka potravy), ale celková početnost ptáků hnízdících nad horní hranicí lesa zatím klesá – např. na hřebenových rašeliništích se v letech 1989–2012 snížila o 11 %.

Klimatická změna významně ovlivňuje rovněž vodní poměry v Krkonoších. Již v současnosti jsou zaznamenávány výrazné a dlouhodobé poklesy hladiny podzemní vody na unikátních subarktických rašeliništích, snížené průtoky ve vodních tocích, jejich nepravidelnější rozložení během roku, nebo vysychání mokřadních stanovišť.

Na Úpském rašeliništi (1432 m n. m.) byla naměřena průměrná hladina podzemní vody během vegetační sezóny 2015 v hloubce 68 cm pod povrchem, s extrémem -93 cm v září. Na níže položeném Pančavském rašeliništi (1355 m n. m.) byla situace jen o něco příznivější, v průměru -31 cm



Vyschlá jezírka na Úpském rašeliništi (červenec 2019). Foto Kamila Antošová

a s minimem -62 cm (PITHART et al. 2017). Hladina podzemní vody kolem 40 cm pod povrchem je přitom považována za hraniční hodnotu pro příznivý ekologický stav rašelinišť. Hřebenová rašeliniště jsou závislá na pravidelných srážkách, při jejich nižší četnosti a vydatnosti lze tak i v těchto polohách očekávat delší periody s vysycháním mokřadů. K němu v posledních letech dochází nejen v létě, ale krátkodobě už i v jarních měsících.

V posledních letech jsou také registrovány snížené průtoky v krkonošských vodních tocích, především v létě a na podzim, někdy i počátkem zimy. Průtoky jsou navíc během roku výrazně rozkolísané, často jen s jedním nebo dvěma vrcholy (pravidelný je při jarním tání sněhu) a s minimálními průtoky mezi nimi (PL 2019, TREML 2019).

Mění se rovněž sněhové poměry. Jak ukázaly analýzy z období 1961–2016, zimy jsou v posledních letech teplejší a s menším množstvím sněhu, snižuje se doba přítomnosti sněhové pokrývky (poměr počtu dnů se sněhem a počtu dnů od prvního do posledního sněhu). Obecně je pozorována stabilnější sněhová pokrývky ve vyšších než nižších polohách a horší sněhové podmínky na severní/polské straně pohoří než na jižních svazích. Tato disproporce je vysvětlována orientací a geomorfologií Krkonoš, lokální konfigurací terénu (převívání sněhu ze severních na jižní svahy) a oteplovacím efektem fénových větrů, výraznějším během zimy na severní straně hor (URBAN et al. 2018 a 2019).

Probíhající klimatická změna tak zásadním způsobem zasahuje lyžařský průmysl – jednu z dynamických aktivit, která významně ovlivňuje přírodní prostředí Krkonoš (během 50 let, od vzniku národního parku do roku 2015, vzrostla plocha zdejších sjezdovek z 65 na 672 ha). Existence jakéhokoliv skiareálu je totiž ovlivňována zmíněným menším množstvím a časově kratší přítomností přírodního sněhu a klesajícím množstvím dostupné vody.

Mění se klima, zejména nedostatek sněhu na začátku lyžařské sezóny, nutí provozovatele skiareálů reagovat na zhoršující se podmínky a přijímat různá adaptační opatření, s dalšími druhotnými dopady na přírodní prostředí. Nejčastěji voleným řešením je technické zasněžování a výstavba

vodních nádrží využívaných k tomuto účelu. Komerčně důležitým obdobím je druhá polovina prosince. Není-li dostatek přírodního sněhu, zachraňuje se začátek lyžařské sezóny právě sněhem technickým. A překrývá-li se takové období s nízkými průtoky v tocích, bývá voda odebírána i z toků, které nedosahují ani minimálního zůstatkového průtoku (TREML 2019). Jak se takové extrémní odběry projevují ve společenstvech vodních organismů dotčených toků, však není zatím přesně známo.

Vliv klimatické změny na sněhové podmínky celé Evropy, včetně pohraničních pohoří České republiky, modelovali TRANOS & DA-VOUDI (2014). Ze srovnání dvou časových period (1961–90 a 2071–2100) jim vyšly nejhůře Alpy a skandinávská pohoří s úbytkem 55–78 dní se sněhovou pokrývkou, pro Krkonoše a Jizerské hory uvádějí pokles o 17–33 dní. Vypočtené negativní dopady na regionální ekonomiku jsou však pro tato dvě pohoří hodnoceny jako jen marginální.

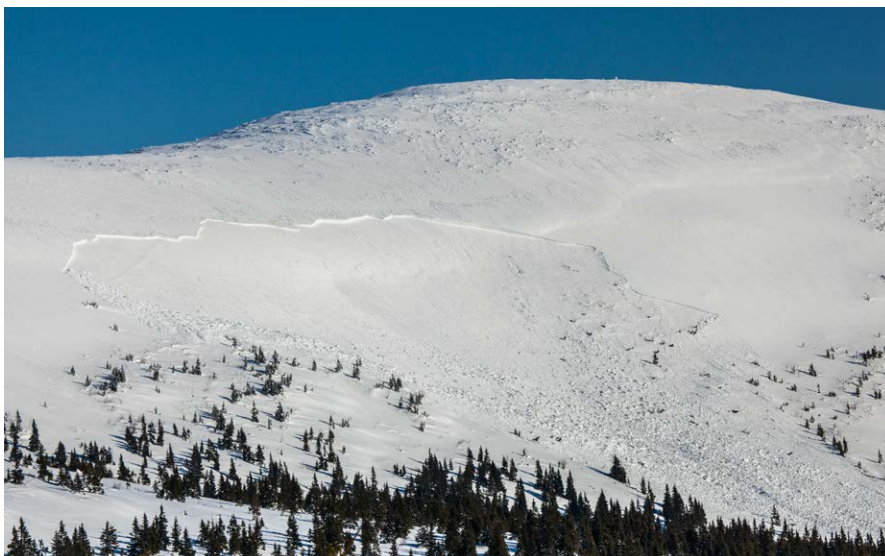
Co přesně nevíme a co lze očekávat? Od zimního období 1961/62 je v Krkonoších pravidelně sledována frekvence výskytu a parametry sněhových lavin. Zatím není zachycen jednoznačný dlouhodobý trend, ale zdá se, že v posledních letech frekvence lavin klesá a může být až o řád nižší ve srovnání se zimami s nejbohatší lavinovou aktivitou. Vzhledem k dlouhodobému průměru padá v posledních letech asi o polovinu lavin méně, v některých zimách nespada dokonce žádná, což se v minulosti nestávalo. Bude-li naznačený trend potvrzen, můžeme očekávat (s vědomím zásadního ekologického významu lavin pro



Začátek zimy na Černé hoře – v lese sucho, na sjezdovce technický sníh (prosinec 2015). Foto Jiří Floušek

krkonošskou přírodu) podstatné změny v druhovém složení a struktuře rostlinných společenstev na lavinových svazích ledovcových karů – např. četnější výskyt vzrostlých dřevin, narůstající plochu stromového patra, rychlejší vzestup horní hranice lesa. Zatím není registrován jednoznačný trend ani u výšky sněhu na hřebenech Krkonoš, ale pozorovány jsou změny jeho struktury – častější oblevy během zimy se projevují v četnějším výskytu ledových vrstev ve sněhové pokrývce a v jejich větší mocnosti. Jedním z následků mohou být např. zhoršené podmínky pro prezimování tetřívků obecných *Tetrao tetrix*, kteří si jako své zimní úkryty vyhrabávají nory ve sněhu. Je známo, že zledovatělý povrch jim brání v hrabání sněhových iglů a ptáci jsou nuceni trávit noc na povrchu sněhu pod stromy nebo na nich, vystaveni nepříznivému počasí a zvýšenému riziku predace.

I přes dosud relativně stabilní roční úhrny srážek lze v následujících letech očekávat, s ohledem na rostoucí průměrnou teplotu a s ní spojený vyšší výpar, větší sucho a delší suchá období. O dlouhodobém vlivu sucha se však v Krkonoších zatím můžeme jen dohadovat. Téměř 70 % plochy národního parku a jeho ochranného pásma tu pokrývají lesy. Předpokládaný pokračující posun jejich horní hranice byl již zmíněn, větší sucho a teplo budou podporovat četnější výskyt různých druhů lýkožroutů, vzroste tak riziko plošného rozpadu smrkových porostů zejména v nižších a středních



Odrhová oblast laviny ve svahu Studniční hory (únor 2015). Foto Kamila Antošová

polohách; následně můžeme očekávat posun v druhovém složení lesa směrem k listnatým dřevinám. Vyloučit nelze ani vyšší pravděpodobnost vzniku lesních požárů. Sucho může podpořit rovněž šíření invazních a expanzivních druhů rostlin, a dále tak prohlubovat negativní zásahy do stávajících rostlinných společenstev. A v podobných úvahách by se dalo pokračovat...

Jak vidno, naše znalosti jsou stále velmi kusé, i tak ale už dnes naznačují, že přímé i nepřímé vlivy klimatické změny mohou být v blízké budoucnosti Krkonošského národního parku poměrně dramatické. Velkou neznámou je navíc kumulativní vliv řady

výše zmíněných reakcí na změnu klimatu, vzájemně mezi sebou i s prostředím postiženým intenzivními rozvojovými aktivitami a extrémně vysokou návštěvností (11,9 milionu návštěvních dní v roce 2018).

Zachycení vlivu klimatické změny na přírodu je během na dlouhou trať, proměny dotčených stanovišť či reakce dotčených populací často registrujeme až po relativně dlouhé době. Potvrdí-li se však očekávané trendy, budeme v horském prostředí Krkonoš mezi prvními, kdo se o nich v naší republice dozví. Vše výše uvedené totiž nasvědčuje, že nám tu opravdu může být docela horko!

LITERATURA:

FLOUSEK, J., TELENSKÝ, T., HANZELKA, J., REIF, J., 2015: Population trends of central European montane birds provide evidence for adverse impacts of climate change on high-altitude species. *PLoS ONE* 10(10): e0139465. doi:10.1371/journal.pone.0139465.

KLIEGROVÁ, S., KAŠIČKOVÁ, L., 2019: Změny teploty vzduchu a úhrnů srážek v období 1961–2016 v Krkonoších. *Meteorologické zprávy* 72: 88–93.

MATERNA, J., 2012: Výškové rozšíření klíštěte obecného (*Ixodes ricinus*) v Krkonoších. *Opera Corcontica* 49: 55–71.

MIGALA, K., URBAN, G., TOMCZYŃSKI, K., 2016: Long-term air temperature variation in the Karkonosze mountains according to atmospheric circulation. *Theor. Appl. Climatology* 125: 337–351.

PITHART, D., PŘIKRYL, I., MELICHAR, V., KŘESINA, J., VLASÁKOVÁ, L., (eds), 2017: *Ekologický stav mokřadů České republiky a trendy jejich vývoje*. Beleco z. s., Praha.

PL (Povodí Labe), 2019: Stav a průtoky na vodních tocích. <http://www.pla.cz/portal/sap/PC> (cit. 20. 8. 2019).

REIF, J., FLOUSEK, J., 2012: The role of species' ecological traits in climatically driven altitudinal range shifts of central European birds. *Oikos* 121: 1053–1060.

TRANOS, E., DAVOUDI, S., 2014: The regional impact of climate change on winter tourism in Europe. *Tourism Planning and Development* 11: 163–178.

TREML, P., 2019: Dopad technického zasněžování na toky v Krkonoších. *Vodohospodářské technicko-ekonomické informace* 61, 4: 20–30.

TREML, V., CHUMAN, T., 2015: Ecotonal dynamics of the altitudinal forest limit are affected by terrain and vegetation structure variables: an example from the Sudetes Mountains in Central Europe. *Arctic, Antarctic, and Alpine Research* 47: 133–146.

URBAN, G., RICHTEROVÁ, D., KLIEGROVÁ, S., ZUSKOVÁ, I., PAWLICZEK, P., 2018: Winter severity and snowiness and their multiannual variability in the Karkonosze Mountains and Jizera Mountains. *Theor. Appl. Climatology* 134: 221–240.

URBAN, G., RICHTEROVÁ, D., KLIEGROVÁ, S., ZUSKOVÁ, I., 2019: Durability of snow cover and its long-term variability in the Western Sudetes Mountains. *Theor. Appl. Climatology* 137: 2681–2695.