

Vplyv výstavby lyžiarskych stredísk a zimnej rekreácie na vtáky: rešerš

Effects of building ski resorts and winter recreation on birds: a review

Martin KORŇAN^{1,2}

¹Katedra aplikovanej zoológie a manažmentu zveri, Lesnícka fakulta, Technická univerzita vo Zvolene, T. G. Masaryka 20, 960 53 Zvolen, Slovensko; email: martin.kornan@tuzvo.sk

²Centrum pre ekologické štúdie, Ústredie 14, 013 62 Veľké Rovné, Slovensko; e-mail: martin.kornan@gmail.com

Abstract. *Ski tourism negatively affects wildlife in mountain ecosystems. The Slovak society has nowadays faced a rapid increase in number of running ski resorts over whole country. Rigorously designed ornithological studies focused on effects of existing ski resorts on avifauna are lacking, consequently I tried to review existing knowledge on this topic from foreign countries published primarily in database Web of Science. I focused on effects of resorts' construction and winter recreation on mortality, abundance, species richness, diversity, stress, home ranging behaviour, time budget and foraging ecology of birds. Electric and lift cable lines cause mortality of birds, especially galliforms, and can affect fluctuation patterns and viability of affected populations. Construction of ski slopes negatively affects species richness, diversity and abundance of original bird assemblage of forests and meadows. Edges of ski slopes with forests may cause negative edge effect causing decrease of species richness and diversity of bird assemblages. Winter ski tourism and flushing disturbance evoke high levels of stress hormones in tetraonids that may cause serious physiological symptoms. Presence of urban areas and new food sources provided by visitors for birds (alpine accentor, choughes) in alpine areas may seriously change original home range size, seasonal home range dynamics, time budget activities, habitat selection and foraging ecology of affected populations. Effect of ski industry on birds in Central European countries was studied very insufficiently up to now. For most our regions, no sufficient information of the effects on bird assemblages, behaviour and physiology are available to identify the most affected bird populations. Majority of authors from foreign countries (mainly western Europe) concludes that ski resort areas represent suboptimal habitats for most wild birds and development of new ski resorts should be kept outside valuable natural areas.*

Key words: *behaviour, birds, cable line mortality, diversity, environmental effects, species richness, stress*

Úvod

Popularizácia lyžovania, veľké investície do budovania a rekonštrukcie lyžiarskych stredísk a medzinárodné úspechy našich lyžiarov prispeli k veľkému záujmu verejnosti o tento šport na Slovensku. Druhou stránkou mince je vplyv budovania lyžiarskych stredísk na horské ekosystémy a ich jednotlivé spoločenstvá orga-

nizmov. Z dôvodu globálneho otepľovania sa prevádzka nižšie položených lyžiarskych stredísk stáva nerentabilná a investori sa snažia strediská budovať v čoraz vyšších polohách, pričom dochádza k deštrukcii biotopov, hlavne smrekového pásma, hornej hranice lesa, subalpínskeho pásma a alpínskeho pásma. Tieto biotopy a ich fauna sú vážne ohrozené procesmi globálnej zmeny klímy (Flousek et al. 2015). Sato et al.

(2013b) poukazujú na to, že pri konzervatívnom scenári pri globálnom zvýšení teploty len o 1 °C, niektorí autori predpokladajú kontrakciu hranice snehu v horách o 150 m. Pri drsnom scenári globálneho oteplenia (Medzivládny panel pre zmenu klímy (IPCC) scenár A1B = vyváženosť medzi využívaním fosílnych a nefosílnych zdrojov energie) sa predpokladá zvýšenie globálnej teploty o 1,5 – 2,4 °C do roku 2050. Podľa tohto scenára môže dôjsť k retrakcii snehového pásma až o 220 – 360 m smerom ku hrebeňom pohorí (Sato et al. 2013b). Berúc tieto scenáre do úvahy, globálna zmena klímy je jedným z najzávažnejších faktorov zmeny ekosystémov vo výškových gradientoch pohorí, pričom jednotlivé vegetačné pásma sa budú postupne posúvať do vyšších polôh, čo sa kriticky dotkne aj štruktúry a dynamiky pôvodných ornitocenóz.

Budovanie lyžiarskych stredísk predpokladá okrem iného rozsiahle odlesňovanie a kľčovanie pôvodných biotopov, vznik umelých okrajov biotopov (okrajový efekt), výkopové a zemné práce (erózia), výstavbu vlekov a elektrických a komunikačných vedení, výstavbu prevádzkových budov, reštaurácií, bufetov, parkovísk, vodných nádrží, kanálov a potrubí na zasnežovanie zjazdoviek, zvýšený odber vody na zasnežovanie, impregnácia umelého snehu, umelo predĺžená snehová pokrývka meniacca (skrátujúca) vegetačné obdobie, výsev nepôvodných druhov rastlín na zjazdovky, nočné osvetlenie atď. Každá z týchto aktivít negatívne vplyva na pôvodné ekosystémy a ich spoločenstvá a vedie k ich homogenizácii, synantropizácii a až k možnému zániku. Vplyvom výstavby lyžiarskych stredísk a horskej rekreácie sa v posledných desaťročiach venovali mnohí autori, predovšetkým v Európe a Severnej Amerike. Z hľadiska živočíšstva väčšinou sledovali vplyvy na druhovú bohatosť, diverzitu a hustotu populácií a taxocenóz, už menej sa zaoberali vplyvmi na hniezdnu úspešnosť, prežívanie jedincov, počet hniezd, domovské okrsky, telesnú kondíciu, parazitáciu, stresové hormóny atď. (Sato et al. 2013b). Sledovali sa rôzne skupiny organizmov, napr. hmyz (napr.: Negro et al. 2009, Keßler et al. 2012, Kašák et

al. 2013, Rolando et al. 2013b), plazy (napr.: Sato et al. 2013a, c; Sato et al. 2014a, b), vtáky (napr.: Watson 1979, Laiolo & Rolando 2005, Rolando et al. 2007, Caprio et al. 2011, Patthey et al. 2008, Huhta & Sulkava 2014), cicavce (napr.: Broome 2001, Hlôška 2006, Sanecki et al. 2006, Negro et al. 2009, Negro et al. 2013). Väčšina týchto štúdií zaznamenala negatívne vplyvy na sledované organizmy, ale boli zaznamenané aj pozitívne vplyvy (ďalej popísané) alebo žiadne vplyvy (Sato et al. 2013b).

Dosiaľ sa na Slovensku výskumom vplyvu lyžiarskych stredísk a zimnej rekreácie na vtáky venovali naši autori len okrajovo. Mihál (1976, s. 106) uvádza vplyv osvetľovacej techniky v areáli lyžiarskeho Areálu snov vo Vysokých Tatrách na mortalitu vtákov. Kocian (1992) hodnotil vplyv výstavby lyžiarskej zjazdovej trate v TANAPe (v Spálenom žľabe v Roháčoch) na faunu stavovcov, predovšetkým vtákov. Hlôška (2006) sledoval štruktúru spoločenstiev drobných zemných cicavcov na zjazdovkách vo Vrátnej doline. Hrnčiarová (1995) navrhla metodiku krajinno-ekologického hodnotenia pre návrhy budovania lyžiarskych zjazdoviek s cieľom minimalizovania negatívnych vplyvov na krajinu. Z dôvodu nedostatku prác na túto tému na Slovensku a v strednej Európe som považoval za žiaduce oboznámiť našu ornitologickú verejnosť a všetkých záujemcov o vtáky s výsledkami zahraničných štúdií na túto tému, pričom drvivá väčšina mnou rešeršovaných prác je indexovaná v databázach Web of Science a SCOPUS, ale zahrnul som tu aj práce z vyhľadávania v archívoch všetkých významnejších časopisov európskych ornitologických spoločností od roku 1980 (*Acrocephalus*, *Alauda*, *Monticola*, *Ornis Hungarica*, *Ornis Norvegica*, *Ornis Polonica*, *Ornis Svecica*, *Ornithologische Beobachter*, *Sylvia*). Cieľom práce je zhrnúť známe poznatky o vplyve výstavby lyžiarskych stredísk a zimnej rekreácie na vtáky a odporučiť usmernenia na zníženie týchto vplyvov, keďže počet lyžiarskych stredísk v posledných rokoch na Slovensku narastá. Rešerš som rozdelil na tematické oblasti (mortalita, abundancia, druhová bohatosť a diverzita, stres atď.) spomínaných vplyvov na vtáčie populácie alebo zoskupenia.

Vplyv líniového vedenia na mortalitu vtákov

Letálne dôsledky na vtáky sa zistili u líniových elektrických a vlekových vedení vo viacerých oblastiach. Bevanger & Brøseth (2004) opakovane sledovali štyri sekcie elektrických vedení (11 km) v celkovej dĺžke asi 4000 km (sumárna dĺžka všetkých kontrol), pričom kontroly boli v 5 dňových intervaloch od septembra do mája a v 10 dňových intervaloch od júna do augusta v subalpínskej oblasti južného Nórska v rokoch 1989 – 1995. Celkovo zaznamenali 399 mŕtvych vtákov alebo ich zvyškov ako dôsledok kolízií s elektrickým vedením. Minimálne 24 druhov vtákov bolo identifikovaných ako obeť zrážok, pričom väčšina druhov bola reprezentovaná len pár jedincami. Druhy rodu *Lagopus*, hlavne snehuľa kapcavá (*Lagopus lagopus*), predstavovali až do 80 % obetí. V priemere 5,3 ex./km⁻¹ predstavovalo minimálnu ročnú mieru kolízií s elektrickým vedením. Počas 6 ročnej štúdie bola miera kolízií vtákov s elektrickým vedením v priemere 2,4 krát vyššia ako ročný poľovný odlov v sledovanej oblasti. Maximálna výška mortality sa zistila počas zimy, čo bolo mierne, ale nesignifikantne viac ako počas jari (0,7 vs. 0,6 ex./ km⁻¹/mesiac⁻¹). Málo kolízií sa zistilo počas jesene a žiadne počas leta. Autori zistili, že jediný parameter, ktorý predpovedal pravdepodobnosť kolízie snehule, bola výška stromov, pričom miesta kolízií boli hlavne v miestach s nízkymi stromami. Bech et al. (2012) konštatujú, že vedenia lyžiarskych vlekov sú dôležitým faktorom mortality vtákov žijúcich v alpínskom pásme v blízkosti stredísk. Kolektív autorov argumentuje, že mortalita zistená v štúdiách je vo všeobecnosti podhodnotená vplyvom rôznych faktorov. Vták zranený vedením vleku môže ešte preletieť dlhú vzdialenosť, kým uhynie. Bech et al. (2012) genetickou analýzou potvrdili identitu jedinca snehule horskej, ktorý preletel až 600 m od miesta kolízie s vedením na miesto, kde uhynul. Z tohto dôvodu argumentujú, že jediným objektívnym odhadom mortality vtákov zapríčinených vedeniami vlekov je hodnotenie úhynu telemetricky označených jedincov.

Na rozdiel od vyššie citovaných štúdií, Watson (1979) na základe pozorovaní s využitím trébovaných psov udáva veľmi nízku mortalitu snehule horskej (*Lagopus muta*) na vedeniach vlekov v lyžiarskych strediskách Cairn Gorm a Cairnwell v Škótsku. Autor uvádza mortalitu 1 – 4 jedincov *Lagopus muta* za rok, ale v jednom roku zistil až 6 letálnych zrážok s káblovým vedením vlekov v Cairn Gorme v rokoch výskumu 1967 – 1978. Mortalita *Lagopus lagopus scotica* bola veľmi nízka. Za celé sledované obdobie zistil dva smrteľné prípady, po jednom v oboch strediskách. Autor neuvádza presne dĺžku vlekov v strediskách, preto sa výsledky dajú len veľmi ťažko porovnávať. Watson (1979) konštatuje, že mortalita spôsobená zrážkami s vedeniami vlekov bola príliš nízka, aby mohla redukovať hniezdnu populáciu. Watson & Moss (2004) na základe 30-ročného výskumu populačných cyklov a disturbanceí spôsobených lyžiarskym strediskom Cairn Gorm opravili záver Watsona (1979) a konštatujú, že mortalita na vedeniach je jeden z hlavných dôvodov vzniku tzv. prepádového biotopu (sink habitat) pre *Lagopus muta*, čo ovplyvnilo populačný cyklus druhu, ktorý bol utlmený (cycle damping). Okrem toho výstavba lyžiarskeho strediska v tejto lokalite spôsobila zvýšený výskyt vrán, ktoré signifikantne redukovali počty vajec na hniezdach až v oblasti do 4 km od strediska. Snehule vyvádzali veľmi nízky počet mláďat, čím vplyvy mortality a predácie hniezd vranami spôsobili pokles ich hniezdnej populácie až na nulu. V oblasti, kde bolo 4,6 km dlhé káblové vedenie vlekov, bolo počas jari a leta 1971 – 1996 zistených 137 prípadov mortality snehule horskej zapríčinených zrážkami s vedením, pričom v oblasti s vedením o dĺžke 1,2 km bolo zistených len sedem úmrtí. Autori tento rozdiel dávajú do súvisu s hustotou vedenia. V rokoch 1991 – 1996 mala oblasť s vyššou mortalitou hustotu vedenia 14,9 km/km² a porovnávaná oblasť len 1,1 km/km². V priemere 1,10 úmrtí/km/rok (95 % IS 0,94 – 1,29) bolo zistených v prvej oblasti a len 0,19 úmrtí (95 % IS 0,09 – 0,40) v druhej oblasti. Pri prepočítaní na celkovú dĺžku vedenia počas

30-ročného obdobia štúdie, bolo zistené, že oblasť s vyššou hustotou vedenia spôsobila až 20-násobne vyššiu mortalitu snehule horskej (Watson & Moss 2004).

Vplyvy na abundanciu, druhovú bohatosť a diverzitu

Metanalýza vplyvu lyžiarskych stredísk a zimnej rekreácie na vtáky na základe 14 publikovaných štúdií ukázala negatívny vplyv na vtáky v 13 štúdiách, žiadny vplyv v siedmich štúdiách a pozitívny vplyv v dvoch štúdiách (Sato et al. 2013b). Z populačných a cenotických ukazovateľov uvádzajú pozitívne vplyvy na abundanciu, biomasu, denzitu, diverzitu, druhovú bohatosť a dominantné druhy. Tieto údaje sa netýkajú len vtákov, ale všetkých taxonomických skupín zo 41 hodnotených štúdií. Z demografických údajov sa zistili pozitívne vplyvy na počet hniezd a prežívanie. Z ostatných parametrov sa zistili pozitívne vplyvy na využívanie habitatov a frekvenciu výskytu. Autori však nehodnotili samostatne vplyvy na abundanciu, druhovú bohatosť a diverzitu vtákov.

Kocian (1992) v rokoch 1986 – 1990 skúmal výskyt suchozemských stavovcov na území TANAPu, na lyžiarskej zjazdovej trati v Spálenom žľabe v Roháčoch, a porovnával ho s výskytom stavovcov na paralelne vedenej ploche pôvodného lesného porastu v nadmorskej výške 1050 – 1400 m n. m. Autor zistil významné rozdiely v zastúpení vtácej zložky, pričom uvádza, že na zjazdovke je druhová bohatosť 9 druhov, z toho 3 hniezdiče, a v lesnom poraste zaznamenal 28 druhov, z nich 9 hniezdičov. Pri terénnych výskumoch vtákov aplikoval líniovú metódu, pričom lokalitu navštívil celkovo 21-krát (14-krát v hniezdnom období). V práci sú však prezentované len sumárne priemerné hodnoty hustoty a dominance bez štatistických testov. Spoločenská škoda na vtákoch spôsobená výstavbou zjazdovky bola podľa vtedy platnej legislatívy odhadnutá na 846 300 Kčs počas celého obdobia výskumu a autor hodnotí jej vybudovanie na území národného parku ako neadekvátne a pri hodnotení škôd aj na ďalšie

časti prírodného prostredia (pôda, les, vodný režim, vegetácia, ostatné zoocenózy) ako rušivé až nežiaduce.

Laiolo & Rolando (2005) sledovali vplyv zjazdoviek bodovou metódou (polomer bodu 50 m) počas hniezdnej sezóny 2003 na abundanciu, druhovú bohatosť a diverzitu hniezdných ornitocenóz v západných talianskych Alpách porovnávaním vzoriek medzi (1) lesným interiérom, (2) lesným okrajom zjazdovky (stred bodu bol 50 m od okraja zjazdovky) a (3) lesom na okraji pasienkov. Zistili, že zjazdovky indukujú negatívny okrajový efekt, ktorý sa prejavuje znížením druhovej bohatosti a diverzity (Shannonov index) lesných okrajov zjazdoviek v porovnaní s interiérom lesa a okrajmi lesa pri pasienkoch. Autori nezistili signifikantné rozdiely v abundancii lesných vtákov medzi biotopmi okrajov pasienkov a interiérom lesa, ale maximálna abundancia lesných vtákov sa zistila na okrajoch pasienkov a potom nasledoval lesný interiérom. Signifikantne vyššie hodnoty abundancie lesných vtákov sa zistili v lese na okraji pasienkov a interiéru lesa pri porovnaní s lesným okrajom zjazdoviek. Maximálna denzita ekotonových krovinových druhov sa zistila na okrajoch pasienkov, ktoré boli signifikantne vyššie v porovnaní s interiérom lesov. Rozdiely neboli zistené u uvedenej skupiny medzi lesným okrajom zjazdoviek a okrajom pasienkov. Tiež neboli zistené rozdiely v abundancii lúčnych druhov vtákov medzi uvedenými tromi typmi biotopov (Laiolo & Rolando 2005, Rolando et al. 2013a). Autori to vysvetľujú rozdielnou štruktúrou habitatu a dostupnosťou zdrojov medzi týmito dvomi typmi lesných okrajov. Po prvé, lesné okraje zjazdoviek predstavujú tvrdý okraj lesa bez krovinového zárastu, ktorý bol pri manažmente zjazdoviek odstraňovaný. Po druhé, mnohé zjazdovky, hlavne tie prudké, majú vysoký podiel holej zeme z dôvodu erózie, stláčania a používania chemikálií pri zasněžovaní a tieto faktory môžu limitovať zdroje dostupné pre vtáky. Oproti tomu okraje pasienkových lesov majú hustú krovinovú etáž, ktorá nie je odstraňovaná, čo je faktor vyššej druhovej diverzity vtákov.

Rolando et al. (2007) hodnotili kvalitu biotopov zjazdoviek pre lúčne vtáky porovnaním abundancie, druhovej bohatosti a diverzity (Shannonov index) ornitocenóz medzi (1) biotopmi zjazdovky, (2) lúkami pri zjazdovkách (100 – 200 m od zjazdovky) a (3) prirodzenými lúkami ďalej od zjazdoviek (1 – 10 km od zjazdoviek v prostredí nimi neovplyvnenom) v alpínskom pásme západných talianskych Álp. Výskum mal podobný dizajn ako predchádzajúca štúdia a bol založený na bodovom sčítaní vtákov počas dvoch hniezdných sezón. Maximálna druhová bohatosť a diverzita ornitocenózy sa zistili na prirodzených lúkach, nasledovali lúky pri zjazdovkách a najnižšie hodnoty boli zistené na zjazdovkách. Prirodzené lúky a lúky pri zjazdovkách nemali signifikantne rozdielne hodnoty druhovej bohatosti a diverzity navzájom, ale oba biotopy mali signifikantne vyššie hodnoty v porovnaní so zjazdovkami. Abundancia lúčnych druhov vtákov mala podobný výsledok, ale s tým rozdielom, že prirodzené lúky mali signifikantne vyššie hodnoty ako lúky pri zjazdovkách. Rozdiely v početnosti nelesných vtákov medzi biotopmi neboli signifikantné. Zistené výsledky korešpondovali s druhovou bohatosťou a abundanciou článkonožcov skúmaných biotopov. Maximálna druhová bohatosť a diverzita sa zistila na prirodzených lúkach, potom na lúkach pri zjazdovkách a najnižšia na zjazdovkách. Prvé dva biotopy neboli signifikantne rozdielne z hľadiska druhovej bohatosti článkonožcov, ale signifikantne sa líšili od zjazdoviek. Diverzita článkonožcov vykazovala rovnaký trend hodnôt, ale biotopy neboli navzájom signifikantne rozdielne. Početnosť článkonožcov bola maximálna na lúkach pri zjazdovkách, nasledovali prirodzené lúky a najnižšie hodnoty boli na zjazdovkách. Prirodzené lúky a lúky pri zjazdovkách neboli signifikantne rozdielne, ale oba biotopy mali vyššie hodnoty ako zjazdovky (Rolando et al. 2007, Rolando et al. 2013a).

Caprio et al. (2011) použili údaje zo štúdie Rolanda et al. (2007) na GLM modelovanie druhovej bohatosti pomocou GIS a údajov o prítomnosti druhov vo vysokohorskej krajine talianskych Álp. Autori modelovali pravde-

podobnosti prítomnosti troch druhov (*Anthus spinoletta*, *Oenanthe oenanthe* a *Phoenicurus ochruros*) v krajine pred výstavbou a po výstavbe zjazdoviek v oblasti doliny Aosta. Caprio et al. (2011) konštatovali, že všetky GIS hexagóny s lyžiarskymi zjazdovkami mali výrazne nižšie pravdepodobnosti výskytu týchto troch druhov ako rovnaké hexagóny s vylúčením zjazdoviek. Štruktúra a floristické zloženie fytoocenóz sú podľa autorov hlavným dôvodom nevhodnosti biotopov zjazdoviek.

Caprio et al. (2016) sledovali druhovú bohatosť a abundanciu vtákov na novo postavených zjazdovkách, regenerovaných lúčnych spoločenstvách lyžiarskych zjazdoviek a prirodzených lúkach v talianskych Alpách pomocou metódy kruhových plôch s 50 metrovým polomerom v roku 2011. Druhová bohatosť a abundancia vtákov boli signifikantne vyššie na regenerovaných zjazdovkách v porovnaní s neregenerovanými, ale aj tak nedosahovala parametre prirodzených lúk. Výsledky naznačujú, že ani obnova vegetačného krytu na zjazdovkách nie je dostatočná na kompletnú obnovu vtáčieho zoskupenia do pôvodného stavu. Autori odporúčajú, že v prípadoch, keď je výstavba zjazdoviek neodvratná, treba maximálnu snahu prikladať obnove lúčnych spoločenstiev čím bližšie pôvodnému stavu. Sú to však len výsledky položené jednoročnými údajmi. V každom prípade je to téma, ktorej by sa bolo potrebné prioritne venovať aj v našich podmienkach.

Huhta & Sulkava (2014) sledovali vplyv zimnej rekreácie a turistiky (lyžiarske strediská, urbánne celky, turistické chodníky, táboriská atď.) na vtáčie zoskupenia v Národnom parku Pallas-Yllästunturi vo Fínsku počas hniezdného obdobia v rokoch 2004 – 2006. Sledovali zmeny v abundancii druhov a rôznych ekologických skupín vtákov v rôznych typoch antropogénnych biotopov vo vzťahu k prírodnému lesu. Početnosť urbánnych druhov bola najvyššia na urbánnych plochách a najnižšia v lese. Táboriská mali vyššiu abundanciu druhov žijúcich v obhospodarovaných lesoch ako prírodných lesoch. Urbánne plochy a táboriská mali vyššiu abundanciu okrajových druhov

ako turistické chodníky a les, ale neboli zistené rozdiely v abundancii okrajových druhov medzi lesom a turistickými chodníkmi. Abundancia pralesných druhov nebola rozdielna medzi urbánnymi celkami, táboriskami, turistickými chodníkmi a lesom. Urbánne oblasti a táboriská mali signifikantne vyššiu abundanciu krkavcovitých druhov ako ostatné biotopy. Mierne vyššie hodnoty abundancie (cca 16 %) boli zistené v urbánnych celkoch ako v prírodnom lese. Z výsledkov možno vyvodiť, že antropický tlak rekreačných stredísk priamo spôsobuje zmeny v štruktúre pôvodných vtáčích zoskupení a vytvára podmienky pre druhy závislé od urbánneho prostredia, hospodárskych lesov a novovzniknutých okrajových biotopov, čo priamo spôsobuje homogenizáciu a synantropizáciu pôvodných ornitocenóz.

Štúdie z Talianska a Fínska naznačujú, že výstavba zjazdoviek lyžiarskych stredísk významne ovplyvňuje abundanciu, druhovú bohatosť a diverzitu ornitocenóz znížením týchto parametrov oproti pôvodnému stavu. Tieto zmeny ornitocenóz súvisia so zmenou štruktúry biotopov, pričom zmenený stav biotopov súvisí s manažmentovými postupmi potrebnými na prevádzkovanie lyžiarskych stredísk a zjazdoviek.

Stresové vplyvy

Stres nie je *per se* nebezpečným alebo maladaptívnym činiteľom a primárne spočíva v behaviorálnych a fyziologických procesoch, ktoré umožňujú organizmom prekonávať zmeny prostredia. Pokiaľ je však stres indukovaný stále alebo opakovane, môže indukovať až detrimetálne symptómy vo fyziológii organizmu (Arlettaz et al. 2007). Stres spolu so zvýšeným energetickým výdajom vedie k nárastu cirkulujúcich glukokortikoidov. Chronicky vysoké alebo dlhodobo vysoké hladiny kortikosteroidov môžu negatívne ovplyvňovať imunitné funkcie, rast, rozmnožovanie a prežívanie (Sapolsky et al. 2000 in Thiel et al. 2008).

Arlettaz et al. (2007) monitorovali hladinu kortikosteroidov, ktoré sú hlavným vtáčím glukokortikoidom reflektujúcim nadobličkovú

(adrenálnu) aktivitu, v populácii *Tetrao tetrix* vo švajčiarskych Alpách. Počas zimy tetrovy trávia väčšinu času v snehových „iglu“ (viac ako 80 % času počas štúdie), v ktorých zanechávajú fekálny materiál. Počas štúdie autori aktívne plašili telemetricky označených tetrovov zo snehových „iglu“ jedenkrát denne a počas nasledujúcich štyroch dní zberali exkrementy a merali v nich kortikosteroidové metabolity. Počas terénnych experimentov koncentrácia týchto metabolitov v exkrementoch postupne narástla z nultého dňa až po tretí deň experimentu, pričom autori odhadovali priemerný denný nárast 20 %, čo korešponduje s celkovým nárastom 60 % počas troch dní (Arlettaz et al. 2007). Okrem toho autori zistili, že vtáky v prostredí narušenom zimnou rekreáciou mali signifikantne vyššie koncentrácie týchto metabolitov (približne o 12 – 17 % viac) ako v biotopoch s nulovou alebo veľmi nízkou ľudskou disturbanciou, pričom koncentrácie metabolitov neboli rozdielne medzi biotopmi so strednou disturbanciou v porovnaní s vysokou disturbanciou spôsobenou zimnou rekreáciou. Thiel et al. (2008) sledovali počas troch zím v rokoch 2003 – 2006 celkovo 13 telemetricky označených jedincov *Tetrao urogallus* v Čiernom lese v Nemecku a hodnotili vplyv lyžiarskej turistiky na koncentrácie kortikosteroidových metabolitov v exkrementoch. Celkovo našli 396 vzoriek trusu týchto jedincov a ďalších lokalizovaných jedincov pred a po začiatku lyžiarskej sezóny. Hladiny kortikosteroidov v truse boli signifikantne nižšie v oblastiach s nízkou intenzitou rekreácie v porovnaní s oblasťami so strednou a vysokou intenzitou rekreácie. Neboli zistené rozdiely medzi dvomi posledne menovanými oblasťami (Thiel et al. 2008). Taktiež neboli zistené rozdiely v hladine kortikosteroidov medzi telemetricky označenými jedincami a jedincami bez vysielacky. Thiel et al. (2008) konštatovali, že lyžiarska turistika ovplyvňuje využívanie biotopu a adrenokortikálnu aktivitu u hlucháňa s možným negatívnym vplyvom na jeho telesnú kondíciu a celkový fitness. Thiel et al. (2011) v ďalšej podobnej štúdií testovali koncentrácie metabolitov kortikosteroidov v truse v populáciách *Tetrao urogallus* v Čiernom lese v Nemecku, v pohorí

Jura a v Alpách vo Švajčiarsku počas dvoch zím v rokoch 2003/2004 a 2004/2005. Podobne ako v predchádzajúcich štúdiách, autori zistili, že priemerné hladiny kortikosteroidov boli nízke v oblastiach s nízkou intenzitou rekreácie a rástli v oblastiach so strednou intenzitou a maximum bolo zaznamenané v oblastiach s vysokou intenzitou. Koncentrácie kortikosteroidov vo fekáliách narastali s blízkosťou rekreačných oblastí a aktivít, pričom rekreačné aktivity vo vzdialenosti viac ako 500 m od hlucháňov neovplyvnili hladiny ich metabolitov. Autori nezistili rozdiely v koncentráciách kortikosteroidov medzi Čiernym lesom v Nemecku v porovnaní s pohorím Jura a v Alpách vo Švajčiarsku. Negatívny vplyv lyžiarskych stredísk na abundanciu a prežívanie hlucháňov potvrdili aj iné štúdie z Nemecka a Francúzska (Zeitler 1995, Brenot et al. 1996), ktoré podporujú zistenia autorov, ktorí sledovali hormonálne hladiny v truse. Thiel et al. (2011) odporúčajú, aby boli rekreačné aktivity vylúčené z jadrových oblastí zimovísk hlucháňa, a to hlavne počas fyziologicky najnáročnejšieho zimného obdobia s teplotami hlboko pod 0 °C.

Thiel et al. (2007) sledovali vplyv poľovníctva a zimnej turistiky na vzdialenosť odletu tetrova hlucháňa (*Tetrao urogallus*) v oblasti Čierneho lesea v Nemecku a dvoch oblastiach (Beille a Esbas) vo francúzskych Pyrenejách v rokoch 2003–2005 počas neskorej jesene a zimy (október až marec). Priemerná vzdialenosť odletu hlucháňov (všetky oblasti) bola $27 \pm 0,6$ m (SE, $n = 752$) s rozpätím hodnôt 1–104 m, ale 90 % odletov bolo do vzdialenosti menej ako 50 m. Vzdialenosť odletu samcov bola väčšia ($31 \pm 0,9$ m) ako samíc ($22 \pm 0,6$ m). Vzdialenosť odletu narastala s klesajúcou viditeľnosťou (napr. hustý les) medzi vtákom a turistom v Čiernom lese a Beille. V oblasti Esbas bola vzdialenosť odletu závislá od pokrývnosti porastu a veľkosti krdľa. U jedného jedinca vzdialenosť odletu klesala s nárastom pokrývnosti porastu, u skupiny vtákov sa toto nepreukázalo, až na veľmi husté lesy, kde bola vzdialenosť odletu kratšia. Poľovníctvo a zimná turistika teda ovplyvňovali vzdialenosť odletu hlucháňov. Priemerná vzdialenosť odletu

samcov narastala s narastajúcou intenzitou rekreácie, ale u samíc narástla len mierne, a to od oblasti s nízkou turistickou záťažou po oblasti so strednou záťažou. Intenzitu rekreácie autori rozdelili do troch kategórií: (1) vysoká úroveň každodennej turistickej aktivity vysokej intenzity s vysokým počtom ľudí, podmienená prítomnosťou ciest, extenzívnymi parkoviskami a vysokou hustotou turistických chodníkov, bežeckých dráh a zjazdoviek, (2) stredná úroveň reprezentuje nepravidelnú turistickú aktivitu s menej návštevníkmi, (3) nízka úroveň predstavuje vzácnu alebo žiadnu návštevnosť. Pri jednom jedincovi neboli zistené rozdiely medzi oblasťami s rôznou záťažou, ale pre skupiny ≥ 2 vtákov vzdialenosť odletu narastala so zvyšujúcou sa intenzitou záťaže. Thiel et al. (2007) predovšetkým odporúčajú zabezpečovať dostatočne veľkú oblasť bez rušivých vplyvov pre jadrové zimujúce populácie hlucháňa a zatvárať chodníky v týchto oblastiach. Zatváranie chodníkov je obzvlášť dôležité v oblastiach, kde sú medzi nimi vzdialenosti menej ako 100 m.

Podobná averzia voči turistickým chodníkom sa zistila aj u tetrova hoľniaka počas letnej sezóny v Hornom Rakúsku (Immitzer et al. 2014). Autori zistili až o 93 % nižšiu pravdepodobnosť prítomnosti tohto druhu v oblastiach pri turistických chodníkoch. Z uvedenej štúdie vyplýva, že priestorové rozloženie turistických a poľovníckych chodníkov a vzájomné vzdialenosti medzi nimi môžu mať fatálny vplyv na prežívanie populácie hlucháňov. Moderný manažment chránených území by mal tieto poznatky prioritne zohľadňovať pri riešení štúdií zonácie.

Vplyvy na domovské okrsky a správanie

Urbanizácia a s tým súvisiaca fragmentácia horského prostredia, zmeny biotopov a nové potravné možnosti s tým spojené ovplyvňujú biológiu a správanie živočíchov tohto prostredia. Rolando et al. (2003) počas jesene a zimy v rokoch 1996 – 1999 sledovali potravné správanie sa a domovské okrsky telemetricky

označených jedincov *Pyrhcorax graculus* v urbanizovanom údolí (dolina Tournanche, lyžiarske stredisko Cervinia) a prirodzenom alpskom údolí (dolina Cogne), ktoré sčasti patria do Národného parku Gran Paradiso. Domovské okrsky populácie obývajúcej prirodzené prostredie boli v priemere 4 – 8 × väčšie ako populácie v urbanizovanom prostredí (priemerné hodnoty minimálnych konvexných polygónov 95 %: 150 vs. 35 km², Kernelova analýza 95 %: 80 vs. 10 km²). Sezónna dynamika domovských okrskov varírovala v oboch oblastiach, ale výraznejšie v doline Cogne. Pred napadnutím snehu vtáky zostávali nad hornou hranicou lesa a často konzumovali potravu od turistov pri horských chatách a v piknikových oblastiach. Čavky z doliny Cogne v decembri po napadnutí trvalej vysokej snehovej pokrývky zleteli do údolia a krmili sa na lúkach a v záhradách, zatiaľ čo vtáky z urbanizovaného údolia zostali v lyžiarskom stredisku Cervinia a krmili sa na potrave od turistov a miestnych obyvateľov. Rolando et al. (2003) zistili rozdiely aj v časovej bilancii medzi oblasťami v pomere kŕmenia, lietania a odpočívania. Vtáky z prirodzeného údolia strávili počas obdobia hlbokého snehu (20 – 100 cm, 100 – 150 cm) podstatne viac času kŕmením sa ako vtáky z urbanizovaného prostredia (45 a 53 % vs. 12 a 9 % času) a tiež menej lietal (37 a 36 % vs. 62 a 64 % času). Čavky z urbánneho prostredia odpočívali signifikantne dlhšie ako z prirodzeného prostredia, a to počas všetkých snehových podmienok. Podobné správanie som pozoroval u vrchárk červenkových (*Prunella collaris*) v Malej Fatre počas hniezdnej sezóny a na Malinom Brde počas zimy. V oblasti vrcholu Veľkého Rozsutca vrchárky vyhľadávali miesta koncentrácie turistov a nechali sa nimi kŕmiť, pričom sa pohybovali v tesnej blízkosti ľudí a správaním naznačovali, že hľadajú potravu. Podobné správanie – kŕmenie sa na zvyškoch ľudskej potravy, som pozoroval pri horských chatách v oblasti Malina Brda počas zimy. Rolando et al. (2003) konštatujú, že urbanizácia horského prostredia môže zmeniť dostupnosť potravných zdrojov a ich rozmiestnenie, hlavne počas zimy, pričom čavky sú schopné obrovskou flexibilitou

sociálnej organizácie a potravného správania reagovať na takéto neprirodené zmeny.

Thiel et al. (2008) sledovali vplyv lyžiarskej turistiky na rozmiestnenie domovských okrskov *Tetrao urogallus* v Čiernom lese v Nemecku v rokoch 2003 – 2006. Počas troch zím telemetricky označili 13 hlucháňov. Lyžiarska turistika neovplyvnila rozmiestnenie domovských okrskov, ale hlucháne preferovali nenarušené lesy v ich domovských okrskoch a vyhýbali sa oblastiam s vysokou rekreačnou aktivitou. Thiel et al. (2008) v závere konštatujú, že oblasti s vysokou intenzitou zimnej rekreácie sú suboptimálnym biotopom pre hlucháňa a odporúčajú zamedziť vytváranie nových lyžiarskych stredísk, pričom už existujúce strediská by nemali byť ďalej rozvíjané v oblastiach ich výskytu alebo pri ich biotopoch.

Quo vadis Slovensko: odporúčanie pre slovenských ornitológov a ekológov

V databázach Web of Science a SCOPUS som nenašiel žiadne práce zo Slovenska, ktoré by sa zaoberali vplyvom výstavby lyžiarskych stredísk na vtáky. Vzhľadom na situáciu s výstavbou a modernizáciou lyžiarskych stredísk je preto žiadúce, aby sme sa tejto téme začali venovať hlbšie a publikovať príspevky v renomovaných recenzovaných časopisoch. Je paradoxné, že prakticky každé rozširovanie alebo výstavba nového lyžiarskeho strediska podlieha posudzovaniu vplyvov na životné prostredie (proces EIA) a neexistuje ani jedna publikovaná práca z týchto projektov s výnimkou dvoch základných vedeckých prác publikovaných v zborníkoch o vtákoch a cicavcoch na túto tému. Toto by bolo potrebné zmeniť, aby výsledky a dizajn hodnotenia EIA boli v budúcnosti prístupné odbornej verejnosti a celej spoločnosti ako tomu bolo v prípade Talianska, keď sa stavali nové zjazdovky na zimnú olympiádu v Turíne. Vzhľadom na to, že lyžovanie na Slovensku patrí medzi najdôležitejšie oblasti príjmov z cestovného ruchu, bolo by potrebné zhodnotiť vplyv tohto typu rekreácie na vtácie

populácie a zoskupenia zo všetkých aspektov ekológie a biológie, ktoré môžu byť ovplyvnené lyžiarskym priemyslom. Verím, že tento prehľad základných prác povzbudí našich ornitológov k záujmu o štúdium vplyvu zimnej rekreácie a lyžovania na vtáky aj na Slovensku.

Záver

Aktivity spojené s výstavbou a prevádzkou lyžiarskych stredísk a stredísk zimnej rekreácie významne menia štruktúru a funkciu krajiny a tým preukazne ovplyvňujú štruktúru a dynamiku pôvodných zoocenóz. Na základe existujúcich publikovaných prác sa zistili rôzne druhy negatívnych vplyvov na vtáky. Urbanizácia horského prostredia a výstavba lyžiarskych stredísk negatívne vplyva na druhovú bohatosť, diverzitu a abundanciu pôvodných spoločenstiev horských lúk a lesov, v ktorých boli postavené zjazdovky. Okraje zjazdoviek susediace s lesmi môžu byť postihované negatívnym okrajovým efektom, ktorý spôsobuje zníženie druhovej bohatosti a diverzity ornitocenóz. Negatívny okrajový efekt súvisí s absenciou krovín v lesnom okraji zjazdoviek a absenciou vegetačnej pokrývky, čo priamo súvisí z manažmentom lyžiarskych tratí (výruby, aplikácia chemikálií, erózia). Káblové elektrické a vlekové vedenia spôsobujú vysokú mortalitu vtákov, predovšetkým hrabavcov, ktorá môže významne ovplyvňovať populačné cykly a vitalitu populácií v postihnutej oblasti. Prevádzkovanie lyžiarskych stredísk spôsobuje významný stres u tetrovovitých vtákov, ktorý môže fyziologicky ohroziť životaschopnosť populácií. Nové potravné zdroje súvisiace s prevádzkou urbánnych celkov a lyžiarskych stredísk významne ovplyvňujú sezónnu dynamiku domovských okrskov, rytmus denných aktivít, výber habitatov a potravné správanie čaviiek. Práce o iných druhoch zatiaľ neboli prezentované, ale nové potravné zdroje môžu podobne pôsobiť na populácie iných alpínskych druhov vtákov, napr. *Prunella collaris*.

Pod'akovanie

Autor ďakuje firme HES – Comgeo, spol. s r.o. za hlavné

financovanie prípravy príspevku. Príspevok vznikol ako súčasť projektu výstavby lyžiarskeho strediska Vysoké Tatry – Starý Smokovec. Moja vďaka patrí aj Ludovitovi Kocianovi a anonymnému recenzentovi za cenné pripomienky k rukopisu.

Literatúra

- ARLETTAZ R., PATTHEY P., BALTIC M., LEU T., SCHAUB M., PALME R. & JENNI-EIERMANN S. 2007: Spreading free-riding snow sports represent a novel serious threat for wildlife. — *Proceedings of the Royal Society B* 274: 1219–1224.
- BECH N., BELTRAN S., BOISSIER J., ALLIENNE J.F., RESSEGUIER J. & NOVOA C. 2012: Bird mortality related to collisions with ski-lift cables: do we estimate just the tip of the iceberg? — *Animal Biodiversity and Conservation* 35: 95–98.
- BEVANGER K. & BRØSETH H. 2004: Impact of power lines on bird mortality in subalpine area. — *Animal Biodiversity and Conservation* 27: 67–77.
- BRENOT J.-F., CATUSSE M. & MENONI E. 1996: Effets de la station de ski de fond du Plateau de Beille (Ariège) sur une importante population de grand têtard *Tetrao urogallus*. — *Alauda* 64: 249–260.
- BROOME L. S. 2001: Intersite differences in population demography of Mountain Pygmy-possums *Burramys parvus* Broom (1986–1998): implications for metapopulation conservation and ski resorts in Kosciusko National Park, Australia. — *Biological Conservation* 102: 309–323.
- CAPRIO E., CHAMBERLAIN D. E., ISAIA M. & ROLANDO A. 2011: Landscape changes caused by high altitude ski-pistes affect bird species richness and distribution in the Alps. — *Biological Conservation* 144: 2958–2967.
- CAPRIO E., CHAMBERLAIN D. E. & ROLANDO A. 2016: Ski-piste revegetation promotes partial bird community recovery in the European Alps. — *Bird Study* 63: 470–478.
- FLOUSEK J., TELENSKÝ T., HANZELKA J. & REIF J. 2015: Population trends of Central European montane birds provide evidence for adverse impact of climate change on high-altitude species. — *PLoS ONE* 10: e0139465.
- HLÓŠKA L. 2006: Rozbor štruktúry spoločenstiev drobných zemných cicavcov (Insectivora, Rodentia) na zjazdovkách v oblasti Vrátnej doliny. — *Výskum a ochrana cicavcov na Slovensku* 7: 201–216.

- HRNČIAROVÁ T. 1995: Landscape-ecological bases for proposal of skiing tracks. — *Ekológia*, Bratislava 14: 285–302.
- HUHTA E. & SULKAVA P. 2014: The impact of nature-based tourism on bird communities: a case study in Pallas-Yllästunturi National Park. — *Environmental Management* 53: 1005–2014.
- IMMITZER M., NOPP-MAYR U. & ZOHMANN M. 2014: Effects of habitat quality and hiking trails on the occurrence of Black Grouse (*Tetrao tetrix* L.) at the northern fringe of alpine distribution in Austria. — *Journal of Ornithology* 155: 173–181.
- KAŠÁK J., MAZALOVÁ M., ŠIPOŠ J. & KURAS T. 2013: The effect of alpine ski-slopes on epigeic beetles: does even a nature-friendly management make a change? — *Journal of Insect Conservation* 17: 975–988.
- KEßLER T., CIERJACK A., ERNST R. & DZIOCK F. 2012: Direct and indirect effects of ski run management on alpine Orthoptera. — *Biodiversity and Conservation* 21: 281–296.
- KOČIAN L. 1992: Vplyv lyžiarskej zjazdovky v Roháčoch na výskyt suchozemských stavovcov. — *Zborník prác o Tatranskom národnom parku* 32: 363–376.
- LAILOLO P. & ROLANDO A. 2005: Forest bird diversity and ski-runs: a case of negative edge effect. — *Animal Conservation* 7: 9–16.
- MIHÁL I. 1976: Avifaunistické poznatky z Tatranského národného parku. — *Zborník prác o Tatranskom národnom parku* 18: 80–118.
- NEGRO M., ISAIA M., PALESTRINI C. & ROLANDO A. 2009: The impact of ski-pistes on diversity of ground-dwelling arthropods and small mammals in the Alps. — *Biodiversity and Conservation* 18: 2799–2821.
- NEGRO M., NOVARA C., BERTOLINO S. & ROLANDO A. 2013: Ski-pistes are ecological barriers to forest small mammals. — *European Journal of Wildlife Research* 59: 57–67.
- PATTHEY P., WIRTHNER S., SIGNORELLI N. & ARLETTAZ R. 2008: Impact of outdoor winter sports on the abundance of a key indicator species of alpine ecosystems. — *Journal of Applied Ecology* 45: 1704–1711.
- ROLANDO A., CAPRIO E. & NEGRO M. 2013a: The effect of ski-pistes on birds and mammals. — Pp.: 101–122. In: Rixen C. & Rolando A. (eds.): *The impact of skiing and related winter recreation activities on mountain environments*. Bentham Science Publishers, Sharjah.
- ROLANDO A., CAPRIO E., RINALDI E. & ELLENA I. 2007: The impact of high-altitude ski-runs on alpine grassland bird communities. — *Journal of Applied Ecology* 44: 210–219.
- ROLANDO A., LAIOLO P. & CARISIO L. 2003: Urbanization and the flexibility of the foraging ecology of the alpine chough *Pyrrhocorax graculus* in winter. — *Revue d'Écologie* 58: 337–352.
- ROLANDO A., NEGRO M., D'ENTRÈVES P. P., BALLETO E. & PALESTRINI C. 2013b: The effect of forest ski-pistes on butterfly assemblages in the Alps. — *Insect Conservation and Diversity* 6: 212–222.
- SANECKI G. M., GREEN K., WOOD H. & LINDENMAYER D. B. 2006: The implication of snow-based recreation for small mammals in the subnivean space in south-east Australia. — *Biological Conservation* 129: 511–518.
- SATO C. F., SCHRODER M., GREEN K., MICHAEL D. R., OSBORNE W. S. & LINDENMAYER D. B. 2013a: Managing ski resorts to improve biodiversity conservation: Australian reptiles as a case study. — *Ecological Management and Restoration* 15: 147–154.
- SATO C. F., WOOD J. T. & LINDENMAYER D. B. 2013b: The effect of winter recreation on alpine and subalpine fauna: a systematic review and meta-analysis. — *PLoS ONE* 8: e64282.
- SATO C.F., WOOD J.T., SCHRODER M., GREEN K., MICHAEL D.R. & LINDENMAYER D.B. 2013c: The impact of ski resort on reptiles: a natural experiment. — *Animal Conservation* 17: 313–322.
- SATO C. F., WOOD J. T., SCHRODER M., GREEN K., OSBORNE W. S., MICHAEL D. R. & LINDENMAYER D. B. 2014b: An experiment to test key hypotheses of the drivers of reptile distribution in subalpine ski resorts. — *Journal of Applied Ecology* 51: 13–22.
- SATO C. F., WOOD J.T., SCHRODER M., MICHAEL D. R., OSBORNE W. S., GREEN K. & LINDENMAYER D. B. 2014a: Designing for conservation outcomes: the value of remnant habitat for reptiles on ski runs in subalpine landscapes. — *Landscape Ecology* 29: 1225–1236.
- THIEL D., JENNI-EIERMANN S., BRAUNISH V., PALME R. & JENNI L. 2008: Ski tourism affects habitat use and evokes a physiological stress response in capercaillie *Tetrao urogallus*: a new methodological approach. — *Journal of Applied Ecology* 45: 845–853.
- THIEL D., JENNI-EIERMANN S., PALME R. & JENNI L. 2011: Winter tourism increases stress hormone levels in the Capercaillie *Tetrao urogallus*. — *Ibis* 153: 122–133.
- THIEL D., MÉNONI E., BRENOT J.-F. & JENNI L. 2007: Effects of recreation and hunting on flushing distance of capercaillie. — *Journal of Wildlife Management*

71: 1784–1792.

- WATSON A. 1979: Bird and mammal numbers in relation to human impact at ski lift on Scottish hills. — *Journal of Applied Ecology* 16: 753–764.
- WATSON A. & MOSS R. 2004: Impact of ski-development on ptarmigan (*Lagopus mutus*) at Cairn Gorm, Scotland. — *Biological Conservation* 116: 267–275.

ZEITLER A. 1995: Skilauf und Raufusshühner. — *Ornithologische Beobachter* 92: 227–230.

Došlo: 21. 7. 2016

Prijaté: 10. 1. 2017

Online: 17. 1. 2017