

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

DIPLOMOVÁ PRÁCE

2020

Bc. Hana Malá

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

KATEDRA EKOLOGIE

**Vliv umělého zasněžování na vegetaci
šumavských sjezdovek**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Vedoucí práce: ing. KAREL BOUBLÍK

Diplomant: Bc. HANA MALÁ

2020

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Hana Malá

Inženýrská ekologie
Ochrana přírody

Název práce

Vliv umělého zasněžování na vegetaci šumavských sjezdovek

Název anglicky

Effects of artificial snow-making on the ski piste vegetation in the Šumava Mts (SW Bohemia)

Cíle práce

Cílem práce je odhalit vliv umělého zasněžování na složení vegetace a diverzitu cévnatých rostlin na lyžařských sjezdovkách v západní části Šumavy.

Metodika

Na vybraných sjezdových tratích v západní části Šumavy autorka zapíše fytoecologické snímky cévnatých rostlin v místech s přírodním sněhem a v místech s umělým zasněžováním. Data analyzuje tak, aby zjistila, jak se liší druhové složení vegetace a druhová diverzita v místech s a bez umělého sněhu. Součástí práce budou doporučení pro ochrannářskou praxi.

Doporučený rozsah práce

30-45 stran + přílohy

Klíčové slova

druhová bohatost, fytoocenologický snímek, střední Evropa, Šumava, vegetace, zimní sporty

Doporučené zdroje informací

- Banaš M. (2010): Lyžařské sjezdové tratě a horská příroda. *Beskydy – zpravodaj CHKO*, 7 (4): 2-3.
- Floušek J. et Hařčarik J. (2009): Sjezdové lyžování a ochrana přírody. – *Ochrana přírody* 2009/6: 8-10.
- Chlápek J., Hušek J., Jaskula F. et Lehký J. (2009): Lyžování ve světle ochrany přírody. – *Ochrana přírody* 2009/1: 22–24.
- Kammer P. M. (2002): Floristic changes in subalpine grasslands after 22 years of artificial snowing. – *Journal for Nature Conservation* 10: 109-123.
- Kubát K., Hrouda L., Chrtek J. jun., Kaplan Z., Kirschner J. et Štěpánek J. (eds) (2002): *Klíč ke květeně České republiky*. – Academia, Praha.
- Moravec J. et al. (1994): *Fytoocenologie*. – Academia, Praha.
- Wipf S., Rixen Ch., Fischer M., Schmid B. et Stoeckli V. (2005): Effects of ski piste preparation on alpine vegetation. – *Journal of Applied Ecology* 42: 306–316.
- Wipf S., Rixen Ch., Freppaz M. et Stoeckli V. (2002): Ski piste vegetation under artificial and natural snow: patterns in multivariate analysis. In: Bottarin R. et Tappeiner U. (eds), *Interdisciplinary Mountain Research*, Blackwell Science, Berlin, Germany, pp. 170-179.
- Zeidler M. et Banaš M. (2014): Důsledky sjezdového lyžování nejen pro dekompozici. – *Ochrana přírody* 2014/6: 24-26.
- Zeidler M. et Banaš M. (2016): Sjezdová trať – spása, nebo prokletí? Odezva keříčkových porostů s borůvkou na existenci sjezdové tratě. – *Ochrana přírody* 2016/4: 34-37.
-

Předběžný termín obhajoby

2019/20 LS – FŽP

Vedoucí práce

Ing. Karel Boublík, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra ekologie

Elektronicky schváleno dne 6. 3. 2018

doc. Ing. Jiří Vojar, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 6. 3. 2018

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 24. 05. 2020

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma: Vliv umělého zasněžování navegetaci šumavských sjezdovek vypracovala samostatně a citovala jsem všechny informační zdroje, které jsem v práci použila a které jsem rovněž uvedla na konci práce v seznamu použitých informačních zdrojů. Jsem si vědoma, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla. Jsem si vědoma, že odevzdáním diplomové práce souhlasím s jejím zveřejněním podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby. Svým podpisem rovněž prohlašuji, že elektronická verze práce je totožná s verzí tištěnou a že s údaji uvedenými v práci bylo nakládáno v souvislosti s GDPR.

V Uhlišti 24. 5.2020

Bc. Hana Malá

Malá

Poděkování:

Chtěla bych poděkovat všem, kteří mi pomohli při psaní této diplomové práce.

Zejména ing. Karlovi Boublíkovi za odborné vedení, věcné rady a připomínky.

Dále děkuji své rodině a známým za jejich podporu.

Diplomant: Bc. Hana Malá

V Uhlišti 24. 5.2020

Abstrakt: Cílem diplomové práce bylo vyhodnotit fytoocenologický průzkum cévnatých rostlin na vybraných sjezdovkách západní Šumavy se zaměřením na porovnání vegetace na sjezdovkách s přírodním a umělým sněhem v CHKO Šumava a v NP Šumava. Hlavními metodickými postupy bylo fytoocenologické mapování a následná analýza za pomoci programů Excel, JUICE v. 7.1.8 a CANOCO v. 4.5. Během práce bylo zaznamenáno celkem 133 druhů rostlin, z toho 5 druhů spadá do Červeného seznamu cévnatých rostlin České republiky. Celkově bylo na lokalitě zpracováno 118 fytoocenologických snímků, včetně jejich dokumentace a lokalizace. Přestože průzkum neprokázal negativní vliv umělého zasněžování na vegetaci, je součástí mé práce i doporučení pro management péče sjezdových tratí v CHKO Šumava a NP Šumava. Přínosem mé práce je odborné mapování vybraných lokalit a analýza získaných dat.

Klíčová slova: mapování, sjezdové lyžování, zasněžování, technický sníh

Abstract: The aim of my diploma thesis was to evaluate the phytocenological research of vascular plants on selected ski slopes in the western Šumava, which focuses on the comparison of vegetation on the ski slopes with natural and artificial snow locating in the Landscape Park Šumava and in the National Park Šumava. The main methodological procedures were phytocenological mapping and subsequent analysis using the programs JUICE v. 7.1.8 and CANOCO v. 4.5. During the research, a total of 133 species of plants were registered, of which 5 species belong to the Red List of Vascular Plants. A total of 118 phytocenological images were conducted at the site, including their documentation and localization. Although the survey did not show a negative effect of artificial snow on vegetation, my thesis also includes recommendations for the management of ski slopes care in the Landscape Part in Šumava and in the National Park Šumava. The contribution of my thesis is a scientific mapping of selected localities and analysis of the obtained data.

Keywords: mapping, downhill skiing, snowmaking, technical snow

Obsah

1. Úvod	1
1.1 Obecná problematika	1
1.2 Výstavba a úprava sjezdových tratí	2
1.3 Vliv umělého osvětlení	5
1.4 Problematika umělého zasněžování	6
1.5 Vlivy umělého zasněžování	7
2. Cíl práce	9
3. Charakteristika území	9
3.1 Přírodní poměry	9
3.2 Geologie	10
3.3 Geomorfologie	10
3.4 Pedologie	11
3.5 Klima	11
3.5.1 Změna klimatu na Šumavě	12
3.6 Biogeografické členění – bioregiony	13
3.7 Regionálně fyto geografické členění	13
3.8 Zastoupení lesních vegetačních stupňů (LVS) v PLO	13
3.9 Hydrologie	14
3.10 Historie osídlení Šumavy	14
4. Popis sledované oblasti	16
4.1 Železnorudská hornatina	16
4.2 Královský hvozd	17
5. Metodika	17
5.1 Charakteristika jednotlivých lokalit	17
5.2 Sběr fyto ceno logických dat	21
5.3 Statistické vyhodnocení dat	22
5.3.1 Porovnání vegetace sjezdovek s umělým a přírodním sněhem.....	24
5.3.2 Porovnání počtu druhů mezi sjezdovkami uměle zasněžovanými a nezasněžovanými	29
5.3.3 Srovnání vegetace s různou zátěží	31
6. Výsledky	31
6.1 Výskyt chráněných druhů rostlin na sjezdovkách	32
7. Diskuze	34
7.1 Vliv umělého zasněžování na vegetaci	34

7.2 Porovnání pokryvnosti mezi sjezdovkami uměle zasněžovanými a nezasněžovanými.....	37
7.3 Porovnání počtu druhů mezi sjezdovkami uměle zasněžovanými a nezasněžovanými.....	37
7.4 Porovnání vegetace na místech s různou zátěží.....	38
8. Závěr	41
9. Přehled literatury	42
10. Přílohy	48
11. Seznam obrázků, tabulek a příloh	79

1. Úvod

1.1 Obecná problematika

Česká republika nedisponuje tak dobrými fyzicko-geografickými podmínkami (nízká nadmořská výška, malé převýšení) pro provoz zimních středisek, zejména středisek sjezdového lyžování, jako je tomu např. v Alpách (VYSTOUPIL, 2015). Proto většina podobných studií, zaměřených na vliv zasněování na vegetaci, byla prováděna zejména v Alpách nebo v USA, na sjezdovkách přesahující 1 500 m. n. m. Přesto poskytují naše pohraniční pohoří relativně příznivé geomorfologické i klimatické podmínky pro sjezdové lyžování, a proto se v nich nacházejí i nejvýznamnější centra zimních sportů u nás. V různých parametrech, které hodnotí nejvýznamnější lyžařské státy světa, se Česká republika pohybuje na 9. místě v celkové návštěvnosti skiareálů a 12. místě co do počtu lanovek a vleků. Sjezdové lyžování má v České republice dlouhou tradici. Samotné lyžování dalo vzniknout dynamickému ekonomickému odvětví, jehož projevy a konsekvence ovlivnily většinu našich pohraničních hor. Ochrana přírody se tak s nimi setkává prakticky denně, jelikož jde o velmi zásadní krajinnotvorný činitel, který se během své 120leté existence v našich zemích zasadil o razantní změny v krajině. Se stále rostoucí životní úrovní obyvatel roste i poptávka po tomto druhu rekreace, a to má za následek i rostoucí tlak na rozšiřování jak počtu, tak i kapacit sjezdových tratí. Počet lanových drah stoupl ze 14 v roce 1989 na 102 v roce 2014, přičemž razantní boom v jejich budování nastal roku 2004 (FLOUSEK, 2016). Protože lyžařská turistika je jedním z nejdůležitějších ekonomických faktorů v evropských vysokohorských regionech, území „zasažená“ sjezdovkami nebo stavbami souvisejícími s cestovním ruchem neustále rostou. Význam hor pro lyžařské aktivity naprosto zásadní a neoddiskutovatelný je i ekonomický přínos lyžování – zejména v Evropě a severní Americe. Sjezdové lyžování lze právem považovat za téměř evropské specifikum. Jak zmiňuje FLOUSEK (2016), na evropském kontinentu se nachází 55 % ze všech lyžařských areálů na světě.

Venkovní rekreace a turistika v přírodě představují stále intenzivnější formu využití půdy, která má značný dopad na původní ekosystémy (KANGAS a kol. 2009). Sjezdové lyžování lze považovat za odvětví tzv. „tvrdému turismu“, jež zanechává v krajině negativní a nesmazatelné stopy; ať už jde o samotné odlesnění území

určeného k lyžování, nebo o další nezbytné doprovodné výstavby jako je zázemí či infrastruktura v podobě ubytování, stravovacích zařízení, parkovišť a dalších složek zvyšujících atraktivitu horských středisek (CHLAPEK a kol. 2009). Lyžařský průmysl je tak doprovázen celou řadou významných dopadů na přírodní prostředí, které jsou v současnosti patrně mnohem negativnějšími, než jsou přirozené disturbance. Výstavba a provoz sjezdových tratí totiž prakticky vždy znamená významný zásah do přírody (BANAŠ, 2010).

1.2 Výstavba a úprava sjezdových tratí

Lyžování a úprava sjezdovek rolbami a další technikou působí mechanické poškození vegetace a půdy. Mechanické úpravy tratí jsou i příčinou tenké a stlačené sněhové pokrývky, s čímž souvisí i snížená tepelná izolační kapacita (WIPF a kol. 2005). Už samotná výstavba sjezdovky představuje rozsáhlé terénní úpravy, jako například rovnání terénu, kdy horní vrstvy půdy a vegetace jsou odstraněny nebo těžce poškozeny. Při budování nové sjezdovky většinou dochází k terénním úpravám, při kterých dochází k zarovnávání původního povrchu. Následkem jsou degradační změny fyzikálních a chemických vlastností půdy, převrstvení půdních horizontů a zánik humusové vrstvy, díky čemuž klesá diverzita půdní fauny. V souvislosti s odstraněním vegetačního krytu a terénními úpravami povrchu sjezdovek se zásadním způsobem mění hydrologické poměry dotčené lokality. Dochází k vysychání podmáčených stanovišť, zrychluje se odtok vody z bezlesých svahů a snižuje se její vsakování (FLOUSEK, 2016). Lesy a jejich mozaika s lučnicími enklávami významně dotváří typický krajinný ráz horských oblastí. A právě při výstavbě nebo rozšiřování lyžařských areálů v lesních porostech horských údolí či na dobře viditelných svazích dochází k významným zásahům, které tento krajinný ráz narušují a podstatně snižují jeho kvalitu (FLOUSEK, 2016).

Rozvoj lyžařských středisek je v České republice navrhován většinou na úkor lesních porostů. Důsledkem je zásadní ovlivnění základních funkcí lesa, jako je poškození stability stanovištních podmínek, vodních poměrů nebo ochrany půdy. V souvislosti s odlesněním se mění i hydrologické poměry, dochází k vysychání pramenišť nejen v místě výstavby ale i v širším okolí. Dalšími neopomenutelnými důsledky jsou eroze půdy, energetické náklady – a především celkově negativní vliv na biodiverzitu. Nelze opominout i problém fragmentace lesa, která se tak podílí na snížení jeho ekologické stability, tak i biodiverzity. Při budování sjezdových tratí navíc dochází i

ke vzniku nových porostních stěn, s čímž je spojeno i nemalé riziko následného rozpadu okolního lesa – ať už vlivem větrů, snadnějšího pronikání imisí do nitra porostu či šíření kůrovce (FLOUSEK a HARČARIK, 2009).

Upravované sjezdovkové tratě – a to jak ty s přírodním, ale i s technickým sněhem – mají vyšší hustotu, tvrdost i obsah vody než mají plochy s neupraveným sněhem. Pouhá komprese sněhu zvyšuje jeho tepelnou vodivost, zhoršuje se výměna plynů a teplota povrchu půdy klesá až hluboko pod bod mrazu. Důsledkem je změna půdní fauny, nižší diverzita organismů a také nižší produktivita ovlivněného stanoviště. Samotné složení vegetace se posouvá k později kvetoucím a větru méně odolným druhům (CHLAPEK a kol. 2009). V důsledku komprese sněhu mohou rostliny trpět poškozením mrazem, nedostatkem kyslíku, infekcí plísněmi a patogeny, zpožděním vývoje rostlin a mechanickým poškozením rostlinných tkání (RIXEN a kol. 2003). Negativní vlivy navíc často zasahují mnohem větší oblast, než je plocha přímo dotčená lyžováním a souvisejícími aktivitami.

Údržba sjezdových tratí s sebou mimo jiné přináší i časté narušování vegetace a půdy v důsledku pojezdu techniky, která upravuje sněhovou pokrývku během zimní sezony. Taková vrstva sněhu při tom doznává významných fyzikálních – a v případě umělého zasněžování i chemických – změn (ZEIDLER a kol. 2013). I sjezdovka nezasněžovaná umělým sněhem výrazně mění podmínky prostředí. Její vliv spočívá hlavně v množství vázané vody ve sněhu, době odtávání a v průběhu teploty půdy (ZEIDLER a kol. 2016). Samotná přítomnost sněhu ovlivňuje řadu zásadních činitelů prostředí a tím i samozřejmě život rostlin. Jakékoliv změny sněhové pokrývky, ať už jsou způsobeny klimatem nebo působením člověka, jsou tak patrné v odezvách rostlin. Vliv sjezdových tratí na vegetaci spočívá zejména ve zhutňování sněhu. Utužená sněhová pokrývka má významně horší tepelně-izolační schopnosti, a vzhledem svému pozdnímu odtávání se zkracuje vegetační doba. Podstatná je i délka doby, kdy se sníh drží na sjezdovkách. Vlivem déleležící sněhové pokrývky dochází na sjezdovkách k posunům v sezonní aktivitě rostlin, což může ovlivnit důležité vývojové fáze a v konečném důsledku vést i ke změnám v zastoupení ekologických skupin rostlinných druhů. Více či méně patrné ekosystémové změny v druhovém složení společenstev jsou toho důsledkem (ZEIDLER a BEDNÁŘ, 2016).

Vyšší vrstva hutnější sněhové pokrývky na sjezdovce v porovnání s okolním prostředím také kumuluje větší množství vody. Pro dekompozici má vlhkost a dostupnost vody zásadní význam – rozklad opadu probíhá ideálně při středních hodnotách vlhkosti. Dekompoziční procesy zásadně ovlivňuje i špatná dostupnost rozpuštěných látek, které během jarního tání s sebou unáší velké množství vody v kapalném stavu, jež odtéká z jara ze sjezdovek. Nemalý vliv má i sklon svahu, ze kterého odtéká rychle pryč voda z tajícího sněhu po jarním tání, proto během letního období není z hlediska vlhkosti mezi plochou sjezdovky a okolním prostředím zásadní rozdíl (ZEIDLER a BEDNÁŘ, 2014).

Ani výstavba lyžařských center na loukách neznamená, že příroda není zásadně ovlivněna - nebo spíše poškozena. K častým názorům patří, že sjezdovky na loukách přírodě neškodí, nicméně opak je pravdou. Stavba lyžařských center zahrnuje nejen výstavbu lanovek a vleků, ale znamená především terénní úpravy sjezdovek, rozvody technického zasněžování a další infrastrukturu. To s sebou přináší plošné poškozování a změny vegetačního krytu, dochází k úbytku a fragmentaci lučních biotopů, a stejně jako u lesních porostů vede ke snižování jejich ekologické stability a diverzity (FLOUSEK a HARČARIK, 2009).

Narušená vegetace sjezdovek se tak stává náchylnou k invazi nepůvodních druhů. Častým následkem terénních úprav je také eroze svahu. Horské ekosystémy jsou citlivé na změny ve využívání půdy a klimatu, což může mít negativní dopad na fungování a stabilitu ekosystému (WIPF a kol. 2005).

Během roku jsou často ignorovány environmentální aspekty lyžařského střediska. Ani v létě totiž nejsou sjezdové tratě ušetřeny zásahu člověka. Každá sjezdovka je minimálně jednou posečena, odstraňují se různé překážky, jako jsou kameny nebo nerovnosti povrchu. Navíc se z ekonomických důvodů často využívají sjezdové tratě i v letním období, ať už na jízdy na motokárách, cyklokros, zorbing nebo jako bobové tratě; pěší turistiku nevyjímaje. Samostatnou problematikou je zatravňování sjezdovek (TSUYZAKI, 1994). Vysévání nepůvodních druhů rostlin ohrožuje horskou biodiverzitu, protože se v mnoha případech využívají k osetí nepůvodní druhy rostlin, z důvodů, že jsou nejen levnější, ale také rychleji vytvoří souvislý porost (OMMEREN, 2001). Průběh přirozeného ozelenění sjezdových tratí je většinou kombinován s technickými a biotechnickými zásahy, ale i dalšími aktivitami, které se na sjezdovkách odehrávají mimo zimní období. V důsledku

rozmanité dynamiky procesů, které se na sjezdových tratích odehrávají, představuje jejich současný vegetačních kryt pestrá mozaika stádií a sukcesních fází – od zcela přirozené vegetace až po zcela kulturní typy vegetace z výsevů travních směsí různého druhového složení, původu a vhodnosti. Zásadním problémem je složení osevních směsí. Protože k zatravnění dochází často na území NP, je nezbytné respektovat nejen stávající přírodní prostředí a přírodní podmínky, ale předně platné legislativní normy (ŠTURSA, 2007).

Jak zdůrazňuje KANGAS (2009), při managementu péče sjezdovek může docházet ke značným změnám ve struktuře vegetace a zvýšeným koncentracím živin v půdě, pH a vodivosti na sjezdovkách v porovnání s okolními lesy a dalším prostředím. S tím souvisí i celosvětový problém týkající se invaze nepůvodních druhů, které narušují druhové složení a funkce přirozených ekosystémů. Kromě cestovního ruchu jako takového se totiž na rozšiřování invazivních druhů podílí nejen aktivita na sjezdovkách, kdy se během intenzivního využívání sjezdových tratí mohou potlačit citlivé původní druhy a místo nich se začnou prosazovat tolerantní invazní druhy (KANGAS a kol. 2007), ale i špatný management obhospodařování sjezdovek (BROOKS, 1999). Na druhé straně je třeba připustit, že sjezdové tratě mohou vzhledem ke specifickému zimnímu využití a letní péči nepostrádající disturbanční prvky vykazovat i některé pozitivní ochranné aspekty. Jde však spíše o výjimky (CHLAPEK a kol. 2009).

1.3 Vliv umělého osvětlení

Umělé noční osvětlení získává pozornost jako nový typ znečištění, nicméně studie jeho dopadů jsou vzácné. Vliv umělého světla na vegetaci během noci není zatím dopodrobna prozkoumán. Je však jisté, že podobně jako u živočichů, tak i u rostlin probíhají důležité fyziologické pochody i v noci – např. fotosyntéza (BENNIE a kol. 2016). Světlo ovlivňuje celou řadu fází vývoje rostliny, od klíčení semen, přes růst stonku, rašení a opad listů, až po rozvoj květu a plodů. Vyšší rostliny se silně spoléhají na signály prostředí, které řídí jejich vývoj. Rostliny používají světlo jako zdroj energie i informací. Doba, intenzita a spektrální složení světla poskytují podněty pro regulaci cirkadiálních rytmů, sezónní fenologie a exprese fenotypových variací (pozorovatelné změny u jedinců populace způsobené geny, faktory prostředí nebo kombinací obou), včetně formy růstu a alokace zdrojů. Rychlý rozmach venkovního elektrického osvětlení po celém světě v průběhu minulého století

způsobil nebývalé narušení těchto přirozených na světlo závislých cyklů. Umělé světlo je v životním prostředí rozšířené a jeho intenzita kolísá od slabého odraženého světla ze vzdálených měst až po přímé osvětlení městské a příměstské vegetace.

Kromě použití světla jako zdroje energie pro fotosyntézu rostliny využívají rostliny řadu dalších fotoreceptorů, aby snímaly informace o svém prostředí, denní době a ročním období. Období noci navíc může být rozhodující pro zotavení z environmentálních stresů.

Rostoucí prevalence vystavení světlu v noci má významné sociální, ekologické, behaviorální a zdravotní důsledky, které jsou více než patrné. V mnoha případech je umělé světlo v nočním prostředí tak jasné, že u rostlin vyvolává fyziologickou odpověď, což má vliv na jejich fenologii, růst a alokaci zdrojů. Umělé světlo ovlivňuje také fyziologii, chování a ekologii býložravců a opylovačů. Přestože jsou sjezdové tratě využívány především v období vegetačního klidu, a navíc v období, kdy je většina rostlin pod sněhovou pokrývkou, je nutné brát v úvahu i tzv. vedlejší sezónu, kdy jsou tyto lokace čím dál více využívány. Proto je potřeba zabývat se i tímto aspektem. Pochopení ekologických důsledků umělého světla v noci může být rozhodujícím pro stanovení plného dopadu lidské činnosti na ekosystémy (BENNIE a kol. 2016).

1.4 Problematika umělého zasněžování

Bez umělého zasněžování se dnes prakticky žádná sjezdovka neobejde, a to ani ty, které se nalézají vysoko v horách. S postupným vývojem klimatu, kdy dochází k oteplování a zimy jsou na sních postupně čím dál víc chudší, to platí dvojnásob. Spoléhat se přirozené zasněžování je ekonomicky nejisté, pokud má lyžařská sezóna začít brzy (RIXEN a kol. 2004). Při umělém zasněžování, jehož technologie výroby sněhu je založená na tlakovém rozprášení vody s přidanými aditivami pomocnými sněhového děla, dochází nejen k obrovskému mrhání vodou, ale i k zvukovému a světelnému znečištění.

Spotřeba vody se přitom pohybuje v závislosti na ploše sjezdovky a výkonnosti sněžných děl od 4 až po 90 l/s (CHLAPEK a kol. 2009). K vytvoření 1 m³ umělého sněhu je třeba 250-500 l vody, což při jeho vrstvě 20-35 cm představuje spotřebu 70-120 l/ m², resp. 600 000-1 500 000 litrů vody a 5 000-27 000 kWh energie na 1 hektar sjezdovky (FLOUSEK a HARČARIK, 2009). Produkce umělého sněhu má za

tak zásledek další přívod vody na sjezdovky. To může změnit místní hydrologii a zvýšit intenzitu eroze (RIXEN a kol. 2003). V horských údolích tak dochází k situaci, kdy od dosažení určitého podílu zasněžovaných tratí další odběry vody pro výrobu technického sněhu už nejsou pro vodní tok v zimním období, kdy bývají průtoky nejnižší, únosné (CHLAPEK a kol. 2009).

Přírodní sníh se od toho umělého odlišuje i svou krystalickou strukturou. Zatímco umělý sníh má krystaly sférické, přírodní sníh má krystaly dendritické, a proto je nejen kompaktnější, ale zadržuje i více vody a navíc ztrácí svou izolační schopnost. Biogeochemické procesy v půdě jsou změněnou sněhovou pokrývkou značně ovlivněny (RIXEN a kol. 2004). Účinky zhutněného přírodního sněhu se liší od účinků umělého sněhu. Pozdní tání umělého sněhu může navíc zvýšit riziko eroze v teplé sezóně. Za posledních 20 let se zvýšila výroba umělého sněhu a používání přísad do sněhu v lyžařských střediscích. Jejich ekologické důsledky jsou předmětem environmentálních problémů (RIXEN a kol. 2004).

1.5 Vlivy umělého zasněžování

Technologie umělého zasněžování zásadním způsobem prodlužuje dobu využívání lyžařských tratí a zároveň umožňuje kvalitnější úpravu tratí a sněhové pokrývky. Pro ochranu přírody se však jedná o fenomén, kterému je třeba věnovat dostatečnou pozornost, a to obzvláště na území CHKO a NP. Technické zasněžování totiž přináší z ekologického hlediska několik potenciálních nebezpečí, kterým je třeba se dlouhodobě věnovat (ŠTURSA, 2007).

Technický sníh má na rozdíl od sněhu přírodního odlišné fyzikální i chemické vlastnosti. Hlavním rozdílem mezi technickým a přírodním sněhem je čistota a pH vody, ze které sníh vzniká. Zatímco přírodní sníh vzniká ze srážkové vody, voda používaná na technický sníh obsahuje kromě nečistot a rozpuštěných minerálů i pomocná aditiva, díky kterým je možno uměle zasněžovat už od $-1,5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Používaná voda je navíc většinou alkaličtější. Technologie, které dovolují zasněžovat i při teplotách nad bodem mrazu, se objevují už i v Čechách. Akumulace technického sněhu může způsobovat promrzání půdy a s tím i spojenou změnu ve fenologii rostlin. Umělý sníh vydrží na půdě až o 2-6 týdnů déle než přírodní, což má vliv na rostlinnou diverzitu. Vyšší šanci na přežití tak mají díky umělému sněhu ty rostlinné druhy, které kvetou později, naopak časné kvetoucí vegetace postupně ubývá. Při používání aditiv na bázi amonných iontů se dočasně zvyšuje biomasa vegetace,

současně se ale dlouhodobě snižuje její diverzita (FLOUSEK a HARČARIK, 2009). Na druhou stranu WIPF (2002) zmiňuje, že se někdy na uměle zasněžovaných sjezdovkách projeví spíše vliv splachu živin dodaných díky vodě z tajícího sněhu než přínos živin z této vody. Používání umělého sněhu může být příčinou změny druhového složení vegetace nebo dokonce úbytku druhů, a to především na oligotrofních nebo suchých sjezdových tratích, a to právě z důvodu vyššího dodání minerálů a vody (WIPF a kol. 2005).

Navíc se zdá, že dodatečné vstupy vody a iontů mění konkurenční rovnováhu ve vegetaci, což podporuje rychleji rostoucí druhy charakteristické pro živiny bohaté stanoviště na úkor slabších konkurentů, jako jsou druhy živinově chudších a suchých stanovišť (KAMMER, 2002). Voda, čerpaná z potoků a řek, obsahuje oproti dešťové větší množství minerálů (zejména dusičnanů, iontů vápníku, chloridů a síranů), které jsou nezbytné pro růst rostlin. Především se jedná o Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , Cl^- , SO_4^{2-} , NH_4^+ nebo NO_3^- ; následkem čehož se mění složení vegetace (RIXEN a kol. 2003; POPELÁŘOVÁ, 2010). Taková voda půdu hnojí, resp. zasoluje. Jak uvádí POPELÁŘOVÁ (2010), dobrými ukazateli vlastností půdy jsou žížaly (*Lumbricina*); změny v půdě vyvolané používáním umělého sněhu společenstvo žížal negativně ovlivňuje, a to především jejich početnost – na sjezdovkách je jich méně.

Jak popisuje WIPF (2005), čím déle byla sjezdovka uměle zasněžována (2-15 let), tím vyšší byly hodnoty indikátorů vlhkosti a živin. Delší doba zasněžování také ovlivnila složení druhů, stejně jako sněžné a pozdně kvetoucí druhy.

Na druhou stranu RIXEN (2003) zmiňuje i výhody umělého sněhu. S umělým zasněžováním se hloubka sněhu se zvyšuje, což je výhodou pro rostliny, protože jsou lépe chráněny před mechanickým poškozením. Lesní rostliny, které mají v zimě nad zemí citlivé tkáně, též těží z ochranných vlastností umělého sněhu. Zatímco na sjezdovkách s přírodním sněhem byly jejich počty sníženy, přítomnost na sjezdovkách s umělým sněhem byly hojnější. Umělý sníh také zmírňuje mechanické narušení vegetace prostřednictvím lyžařů a techniky na úpravu sněhu (RIXEN a kol. 2003). Pravdou ale zůstává, že nevýhody umělého sněhu vysoce převyšují výhody. Rozhodně se jedná o procesy dlouhodobé, které se neprojeví po 1-2 zimních obdobích (ŠTURSA, 2007).

2. Cíl práce

Sjezdové lyžování má u nás dlouhou tradici (ŠPALKOVÁ, 2007). Jeho vliv na přírodní prostředí je ale neoddiskutovatelný. Rozvoj lyžařských areálů často řešen na úkor lesů nebo luk, dochází k fragmentaci dotčených prostředí, k významným změnám druhového složení či snižování jejich druhové rozmanitosti (FLOUSEK, 2016). Většina podobných studií, zaměřených na mapování vegetace sjezdových tratí, byla prováděna zejména v Alpách nebo v USA, tedy na sjezdovkách přesahující 1 500 m. n. m. Hlavním účelem mé práce bylo zejména zjistit aktuální stav cévnatých rostlin na vybraných šumavských sjezdovkách, nalézajících se v CHKO Šumava a v NP Šumava, a to prostřednictvím fytoocenologického mapování a následné analýzy v programech JUICE a CANOCO, a zároveň zhodnotit vliv umělého zasněžování na jejich složení, a tím i případně pomoci s tvorbou plánů ochrany tohoto významného území Šumavy.

3. Charakteristika území

3.1 Přírodní poměry

Šumava se nachází v příhraniční oblasti jihozápadních Čech, kde leží na průsečíku tří zemí: ČR, Německa a Rakouska. V geografickém vymezení se jedná o oblast horského pásma rozkládající se mezi Všerubským a Vyšebrodským průsmykem. Z pohledu regionálního uspořádání je Šumava rozdělena do dvou krajů: Plzeňského a Jihočeského, a zasahuje na území 4 okresů: Domažlic, Klatov, Prachatic a Českého Krumlova. Šumava je zahrnuta v jednom územním celku NUS II – Jihozápad a spadá do PLO13 (přírodní lesní oblast). Šumava je charakteristická relativně nejméně narušenými a současně nejlépe zachovalými horskými ekosystémy (JENÍK a kol. 1994). Nacházejí se zde nejsouvislejší lesy a rašeliniště ve střední Evropě. Šumava je právem považována za vodohospodářsky významnou oblast, jejímž územím prochází hlavní evropské rozvodí mezi Severním a Černým mořem; tedy povodí Vltavy (Blanice, Otava, Úhlava, Vltava, Volyňka) a povodí Dunaje (Čertova voda, Řezná, Schedebach, Wurmbraudbach). Vodohospodářsky významným prvkem jsou ledovcová jezera a rašeliniště, proto zde byla vyhlášena roku 1978 Chráněná oblast přirozené akumulace vod Šumava (VACEK a kol. 2009). Nejvyšším vrcholem Šumavy je Grosser Arber (Velký Javor, 1456 m), na české straně Plechý (1378 m).

Šumava je územím montánního a submontánního stupně s vysokou ekologickou stabilitou, kde se nachází velký podíl přirozených a přírodě blízkých společenstev. Z dochovaných přirozených stanovišť jsou to hlavně pralesovité porosty, rašeliniště, mokřady, vodní toky, ledovcová jezera, extrémní stanoviště s původními biotopy a sukcesní stádia blízká přirozenému stavu. K přírodě blízkým společenstvům patří především druhově bohaté plochy antropogenního bezlesí, jako jsou louky, pastviny a luční mokřady, stejně jako mladá, nebo dostatečně nerozvinutá sukcesní společenstva s výraznou druhovou diverzitou (SOFRON, 1969).

3.2 Geologie

Šumava je jedním z nejstarších pohoří Evropy. Z regionálně geologického hlediska je Šumava tvořena dvěma základními geologickými jednotkami, a to moldanubikem a moldanubickým plutonem. Tvoří ji horniny předprvohorního až prvohorního původu, jako jsou žuly, ruly, svory, migmatity, granulity, vápence. (MÍSAŘ a kol. 1983). Svory převládají v SZ části (Královský Hvozd), střední část je tvořena rulami a pararulami. Významně jsou zastoupeny žuly a granodiority, ve východní části u Lipenské přehrady se vyskytují v malých pruzích živnější amfibolity a krystalické vápence. Na plošinách se místy vyskytují staré třetihorní zvětraliny. Z překryvů převládají různé typy svahovin, od smíšených v údolí Vltavy po hrubé sutě a kamenná moře. Fluviální písky a štěrky se uplatňují podél Vltavy, rozsáhlé jsou rašeliny údolní v luzích i náhorní ve vrchovištích.

3.3 Geomorfologie

Reliéf Šumavy je poměrně členitý a je ovlivněný hydrologickými a klimatickými poměry (DEMEK, 1987). Podle geomorfologického členění (CZUDEK a kol. 1972) náleží pohoří Šumava do geomorfologické provincie Česká vysočina, do Šumavské subprovincie, a do geomorfologické oblasti Šumavská hornatina. Šumavská hornatina je dále členěna na 4 geomorfologické celky: Šumava, Šumavské podhůří, Novohradské hory a Novohradské podhůří. Člení se do 6 geomorfologických podcelků: Šumavské pláně, Železnorudská hornatina, Trojmezenská hornatina, Boubínská hornatina, Želnavská hornatina a Vltavická brázda. Pro reliéf Šumavy je, jak uvádí CZUDEK (1972), charakteristickým střídání rozsáhlých hřbetů s neméně rozsáhlými pláněmi. V jejich nejnižších částech bývají rašeliniště s reliktní ledovcovou květenou.

3.4 Pedologie

Šumava patří do regionu horských podzolů, s výskyty půd kambizemního charakteru (tedy kambizem silně kyselá a kambizem dystrická) v níže položených svahových lokalitách, častými doprovodnými složkami jsou hydromorfní půdy (kambizem pseudoglejová, pseudoglej, glej typický, organozem), na skalnatých stanovištích jsou vyvinuty menší plochy rankerů. Nejvýznamnějšími půdními typy (NĚMEČEK a kol. 2001) jsou kambizemě (převážně v nižších oblastech do nadmořské výšky 800 m), kryptopodzoly (mezi 1 000 - 1 200 m n. m.), a podzoly (v nejvyšších partiích v nadmořské výšce nad 1200 m n. m.). Okrajově se zde vyskytují již zmiňované rankery. V místech plochých sníženin s malým až nepatrným pohybem spodní vody se vyskytují pseudogleje, stagnogleje, fluvizemě nebo gleje. Charakteristickým fenoménem Šumavy jsou organozemě (PRŮŠA, 2001). Půdy na Šumavě jsou většinou hlinitopísečné, sorpčně nenasycené a středně až silně kyselé.

Na Šumavě se výrazně vyvinula výšková půdní pásmovitost. Základní půdní skupinou jsou hnědé půdy, jejichž kyselost s nadmořskou výškou roste. Stejně tak stoupá stupeň podzolizace, který je větší na horské Šumavě (KOČÁREK, 2003b). Typickým fenoménem Šumavy jsou i histosoly, které se nacházejí ve dvou subtypech: rašelinistní půdy údolních vrchovišť a přechodových rašelinist'. Třetí subtyp, jak zmiňuje KOČÁREK (2003a), jsou rašelinistní půdy vrchovišť, které charakteristické pro rašelinistě centrální Šumavy.

3.5 Klima

Šumavské klima tvoří přechod mezi přímořským a vnitrozemským podnebím. Šumava patří do chladné oblasti, má malé roční výkyvy teplot a vysoké srážky, stejnoměrně rozložené během celého roku (MATĚJKA, 2008). Podle QUITTA (1971) leží převážná část území v chladné oblasti: CH7 (vnější, nejnižší část území PLO, charakterizovaná smrkovými bučinami (6.lvs)), střední část PLO spadá do CH6 (klimaticky odpovídá bukovým smrčínám (7.lvs)), do CH4 spadají nejvyšší partie šumavských hřebenů a plání a pouze příbřežní a nejjihnější část území náleží k mírně teplé oblasti MT3.

Podnebí je perhumidní, charakteristické chladnějším jarem a teplejším podzimem, a převládá jeho oceanický charakter. Průměrná teplota se pohybuje mezi 3,7 až 6,5 °C v závislosti na nadmořské výšce. Výjimkou jsou některé inverzní lokality, (např.

údolní a lesní enklávy), kde je teplota chladnější. Inverzní lokality se vyskytují převážně v údolí Vltavy, lesní enklávy zase v oblasti Plání (Jezerní slat', Horská Kvilda, slatě jihozápadně od Modravy). Nejnižší teploty dosahuje vzduch v lednu, nejvyšší teploty jsou v červenci. Za rok je na Šumavě v nadmořské výšce 1200 m cca sedmdesát ledových dnů (dny, kdy je teplota nižší než 0 °C), v nadmořské výšce kolem 700 m je jich cca čtyřicet (BUFKA, 2001).

Srážky se pohybují v rozmezí 863-1 486 mm za rok v závislosti na nadmořské výšce. Délka vegetačního období se nachází mezi 90-140 dny. Nejnižší teploty bývají trvale měřeny na Jezerní slati mezi Kvildou a Horskou Kvildou u měřicí stanice „Perla“ v blízkosti Kvildského potoka (VACEK a KREJČÍ, 2009).

Rychlost a směr větru ovlivňuje členitý reliéf Šumavy. Průměrná rychlost větru je od 5 do 8 m/s v nezalesněných polohách, v uzavřených údolích může je jen 1 až 2 m/s. Během roku převládá západní až jihozápadní směr větru.

Nejvíce srážek připadá na červen a červenec. Průměrná roční oblačnost je cca 60 – 70 %, doba slunečního záření je zhruba 35 – 40 %.

3.5.1 Změna klimatu na Šumavě

Změna klimatu a extrémní počasí s ní související vzbuzují stále větší obavy. Pro budoucnost lyžařských areálů jsou zásadní především problémy s menším množstvím a časově kratší přítomností přírodního sněhu a problémy s klesajícím množstvím dostupné vody (FLOUSEK, 2016). PRETEL (2013) ve své studii poukazuje na klimatické změny, ke kterým dochází na území České republiky a tento trend se samozřejmě nevyhýbá ani Šumavě. Šumava vykazuje trend zvýšení roční průměrné teploty v posledních dvou desetiletích o 0,8 °C. Zároveň také došlo ke zvýšení počtu průměrných tropických dnů v roce a snížení průměrného počtu dnů mrazivých i ledových. Vysoká proměnlivost se podle PRETELA (2013) se objevuje i ve změnách průměrných srážkových úhrnů, navíc lze vysledovat mírně vzestupný trend průměrných ročních srážkových úhrnů v posledních desetiletích. PRETEL (2013) na základě dat regionálního modelu ALADIN-CLIMATE předpokládá zvýšení průměrné roční teploty v krátkodobém výhledu (do roku 2039) o 1,1°C a ve střednědobém (2040- 2069) o 2,2 °C. Očekává i zvýšení průměrného ročního srážkového úhrnu o 4 % (v krátkodobém výhledu) a ve střednědobém výhledu o 2 %. U srážek se bude prohlubovat propast mezi létem a zimou. V zimě v horských

oblastech lze očekávat ve střednědobém výhledu pokles srážek až o 20 %, snížení vlhkosti a následně hrozbu sucha, a to na celém území ČR. To vše bude hrát v budoucnu významnou roli – a to nejen v souvislosti s provozem lyžařských středisek. Dá se tedy předpokládat, že pro provoz lyžařských areálů bude umělé zasněžování zcela nezbytné.

3.6 Biogeografické členění – bioregiony

(CULEK, 2013):

1.Podprovincie hercynská:

1.62 Šumavský bioregion - zaujímá celou PLO

3.7 Regionálně fyto geografické členění

(SLAVÍK, 1987)

Fyto geografická oblast: oreofyticum; fyto geografický obvod: České oreofyticum zahrnuje následující fyto geografické okresy:

88. Šumava:

88a.Královský hvozd

88b.Šumavské Pláně

88c.Javorník

88d.Boubínsko-stožecká hornatina

88e.Trojmezenská hornatina

88f. Želnavská hornatina

88g.Hornovltavská kotlina

88h.Svatotomášská hornatina

3.8 Zastoupení lesních vegetačních stupňů (LVS) v PLO

Viz tab. 1

LVS 5	jedlobukový	4,4%	zastoupen pouze v nejnižších částech PLO na přechodu do vrchoviny
LVS 6	smrkobukový	56,5%	charakterizuje horské poměry PLO

LVS 7	bukosmrkový	29,2%	tvoří přechod mezi 6. a 8. lvs
LVS 8	smrkový	8,6%	nejvyšší a nejchladnější partie horské části PLO
LVS 9	kleč	1,3%	azonální společenstvo vrchovišť (včetně blatkových borů)

Tabulka 1 Zastoupení LVS zdroj: http://www.uhul.cz/images/ke_stazeni/oprl_oblasti/OPRL-LO13-Sumava.pdf

3.9 Hydrologie

Většina území Šumavy náleží k úmoří Severního moře, menší část při státní hranici pak úmoří Černého moře. Hlavními řekami jsou Vltava a Otava. Obě řeky pramení v oblasti šumavských plání. Vltava pramení jako Černý potok, po soutoku s Vltavským potokem se z ní stává Teplá Vltava, která se Studenou Vltavou tvoří řeku Vltava. Vltava následně odvodňuje jihočeskou část Šumavy. Otava vzniká soutokem Vydry a Křemelné u Čeňkovy Pily a odvodňuje západní část NP Šumava (CHÁBERA, 1987). Významným vodním prvkem jsou různě rozsáhlá rašeliniště; kromě nich se na území vyskytují umělé kanály a náhony.

Specifickým hydrologickým jevem na Šumavě jsou přirozená ledovcová jezera, vyskytující se v nadmořské výšce kolem 1000 m. Jedná se celkem o 8 ledovcových jezer, 5 se jich nachází na území ČR, 3 se vyskytují v Německu. Šumava je oblastí mnoha pramenů, potoků, říček a řek. Celé území Národního parku Šumava a CHKO Šumava je zahrnuto do Chráněné oblasti přirozené akumulace vod (CHOPAV) podle zákona č. 138/1973 Sb., o vodách.

3.10 Historie osídlení Šumavy

Území Šumavy bylo osídleno relativně pozdě – až ve vrcholném středověku. Od trvalého osídlení Šumavy a Pošumaví odrazovaly člověka už od pravěku hlavně nepříznivé přírodní podmínky. Ještě v raném středověku byla centrální Šumava souvisle zalesněným valem, kterým procházelo jen několik obchodních stezek (ŘEZNÍČKOVÁ, 2003). Přírodní podmínky byly zdrojem významných rozdílů oproti krajinám v Podunají nebo České kotlině.

Teprve s příchodem Slovanů (přelom 7. a 8. století) můžeme hovořit o souvislém osídlení šumavských oblastí (BENEŠ, 2003). Kolonizace Šumavy souvisí především

s rozvojem obchodu, kdy byly vybudovány obchodní stezky. Z osad u těchto stezek postupně vznikala střediska a následně i královská města. Jak zmiňuje BENEŠ (2003), ve 14. století přineslo Šumavě rozmach hornictví. Okolo dolů na zlato a stříbro vznikají hornická města.

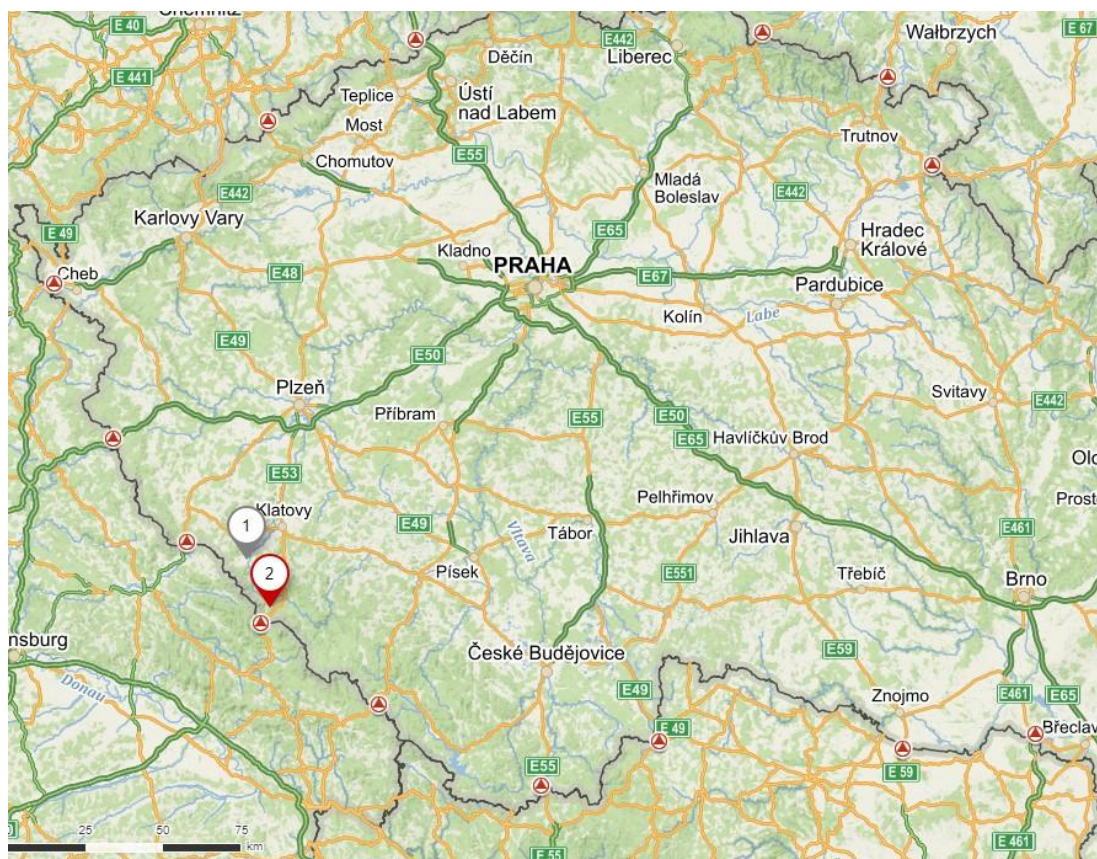
Středověkou kolonizací byla dokončena první etapa osidlování Šumavy (STEJSKAL, 2003). V podhůří Šumavy byla utvořena poměrně hustá síť vesnic, při obchodních stezkách stojí prosperující města a menší městečka, osídlení dosáhlo středních a v ojedinělých případech i vyšších a pohraničních poloh. To už se začíná hospodářsky zapojovat i česká šlechta a tak ve 14. - 16. století přispívá k pronikání do hlubokých šumavských hvozdů i sklářství, které zde mělo pro svůj rozvoj výborné podmínky – dostatek dřeva a křemene. Osidlování se zmírnilo v 15. století během husitských válek, s rozvojem skláren v 16. století ale opět zesílilo. Jak uvádí BENEŠ (2003), přesto i tehdy zůstávaly centrální a nejvyšší části Šumavy kolonizací téměř nedotčené.

V 17. a 18. století dochází kvůli rostoucí poptávce po dřevě k rozsáhlému odlesňování a k zakládání dalších sídel (NIKRMAJER, 2003). Osidlování Šumavy vrcholí na přelomu 19. a 20. století, nicméně poté začíná odliv obyvatelstva díky rozvíjejícímu se průmyslu ve městech.

V roce 1938 byla odtržena značná část Šumavy a Pošumaví, a byla připojena k Německu (PETRÁŠ, 2003). Po osvobození americkou armádou na jaře roku 1945 se vracejí zabrané části Šumavy zpět do Čech. Druhá světová válka znamenala pro Šumavu další vlnu vylidnění, kdy bylo nejprve vystěhováno české obyvatelstvo a po roce 1945 obyvatelstvo německé. V tomto období došlo k zániku mnoha vesnic v blízkosti státních hranic. Do opuštěných původních osad a vesnic se stěhují jednak Češi z vnitrozemí, ale převážně jsou tato místa osídlována lidmi rumunské a slovenské národnosti, kteří ke kraji neměli žádné vazby (JÍLEK, 2003). Řada osad i stavebních památek byla v 50. letech přeměněna na vojenské újezdy, další vesnice byly proměněny v tankové střelnice. Téměř ve všech obcích klesl počet obyvatel i obytných domů a jejich charakter se změnil z trvalých sídel na převážně rekreační osady. K novému rozvoji příhraničních oblastí dochází až po roce 1989. Jsou opravována zanedbaná a zdevastovaná stavení i architektonické památky, rozvíjí se turistika v dříve uzavřených a nepřístupných oblastech, dochází k otevření mnoha nových hraničních přechodů pro pěší turisty apod.

4. Popis sledované oblasti

Předmětem výzkumu byly sjezdové tatě dvou oblastí; předně to byly sjezdovky nacházející se v Železně Rudě a okolí, a dále pro srovnání sjezdová trať v Nýrsku (viz. obr. 1).



Obrázek 1 Sledované oblasti, zdroj: mapy.cz, upraveno

Vysvětlivky: bod 1 – sledovaná oblast Nýrsko, bod 2 – sledovaná oblast Železná Ruda

4.1 Železnorudská hornatina

Železnorudská hornatina je geomorfologický podcelek Šumavy, nalézající se v její severozápadní části. Rozkládá se na ploše 200 km² a má průměrnou nadmořskou výšku 893 m. Je vrásno-zlomového původu (DEMEK a MACKOVČIN, 1987). Ze všech podcelků Šumavy má nejstrmější svahy se středním sklonem dosahujícím až 12°. Hornatina je na šumavské poměry značně členitá, rozdělená širokým podélným údolím Úhlavy na dva zhruba rovnoběžné hřbety, které se na jihovýchodě spojují.

4.2 Královský hvozd

Královský hvozd je geomorfologický okrsek a severozápadní výběžek Železnorudské hornatiny. Jedná se o výrazný horský hřbet na česko-bavorských hranicích zvedající se nad údolím Úhlavy, které jej na východě odděluje od Pancířského hřbetu. Špičák je 1205 m vysoká hora na Šumavě, v Královském hvozdu. Nachází se severně od Železné Rudy v okrese Klatovy. Na jihovýchodním svahu Špičáku se v nadmořské výšce 865 až 1202 m rozprostírá lyžařský areál Ski areál Špičák, který je tvořen celkem 12 sjezdařskými tratěmi různé obtížnosti. Oblast CHKO Šumava a v NP Šumava jsou si z pohledu geologie i pedologie navzájem podobné. Hlavními horninami jsou pararuly a migmatity. Sedimenty pokryvných útvarů jsou téměř výhradně kvartérního stáří. Nejvýznamnějšími půdními jsou kambizemě (převážně v nižších oblastech do nadmořské výšky 800 m), kryptopodzoly (mezi 1 000 - 1 200 m n. m.), a podzoly (v nejvyšších partiích v nadmořské výšce nad 1200 m n. m.). Území se dle klimatického členění se řadí především do chladné oblasti CH7, nejnižší území spolu s nýrskou sjezdovkou do oblasti mírně teplé M3.

5. Metodika

5.1 Charakteristika jednotlivých lokalit

V CHKO Šumava a v NP Šumava byly vybrány sjezdovky s podobným managementem (tzn. pravidelně kosené a jinak hospodářsky nevyužívané).

Většina sjezdových tratí spadala do okolí Železné Rudy a pro srovnání byla vybrána i jedna nýrská sjezdovka s podobným managementem (viz. obr.2 a 3).

umělým sněhem a 10 sjezdovek bylo s přírodním sněhem, 15 sjezdovek bylo s nočním provozem a 10 sjezdovek s letním provozem, kdy na dvou (Pancíř a Hofmanky) byla provozována pouze pěší turistika, zatímco zbylých osm bylo extrémně využíváno i mimo hlavní (zimní) sezónu. Jedná se o sjezdovky v areálu Nad Nádražím, kde je během vedlejší sezóny provozován letní tubing, slalomové káry a částečně tam zasahuje i lanové centrum, ale především o sjezdovky v areálu Špičák (FREESTYLE Area Špičák, Slalomová, Spodní Šance, Šance, Turistická a U Zalomeného), kde Bike park provozuje velmi využívané bikeové dráhy.

Celkově bylo zaznamenáno 133 rostlinných druhů, z toho 5 patří do Červeného seznamu cévnatých rostlin České republiky.

Lokality byly zhodnocovány vždy mezi dubnem a zářím, a to pokaždé po minimálně dvou návštěvách.

Sjezdovka	GPS	Zasněžování	Vzdálenost od lesa (m)	Expozice	Nadm. výška v m.	V provozu od	Délka (m)	Převýšení (m)	Noční provoz	Typ sjezdovky	Letní provoz
Alpalouka	49°9'24.795"N, 13°13'40.008"E	ano	8 - 20	Z	995	80. léta	900	150	ano	luční	ne
Alpalouka - Dětská	49°9'20.719"N, 13°13'37.536"E	ano	45 - 68	JZZ	852	80. léta	200	33	ano	luční	ne
Alpalouka - TJ Slavoj Plzeň	49°9'19.848"N, 13°13'46.448"E	ano	26 - 60	JZZ	940	80. léta	550	80	ano	luční	ne
Belveder - Belvederská	49°8'39.186"N, 13°14'41.730"E	ano	60	VVJ	899	1979	500	85	ano	lesní	ne
Belveder - Dětská	49°8'46.873"N, 13°14'30.314"E	ano	25	VVJ	896	1979	115	76	ne	lesní	ne

Belveder - Lesní	49°8'43.664"N, 13°14'37.420"E	ano	11 - 26	VVJ	896	1979	500	75	ano	lesní	ne
Belveder - Slalomová 1	49°8'34.392"N, 13°14'41.696"E	ano	26	VVJ	897	1979	500	95	ne	lesní	ne
Belveder - Slalomová 2	49°8'33.032"N, 13°14'40.515"E	ano	90	VVJ	895	1979	500	95	ne	lesní	ne
Goldhof	49°10'3.978"N, 13°14'20.737"E	ne	30	JZZ	1062	80. léta	300	30	ano	lesní	ne
Hofmanky	49°9'36.338"N, 13°13'40.516"E	ne	16 - 25	JZ	1069	1971	1600	225	ano	lesní	ano *
Hojsova Stráž	49°12'50.708"N, 13°11'5.137"E	ne	42 - 75	JJV	828	80. léta	310	70	ano	lesní	ne
Nad Nádražím - 1A - Červená	49°8'28.720"N, 13°13'52.509"E	ano	30 - 240	JZZ	890	1979	400	70	ne	lesní	ne
Nad Nádražím - Nad Nádražím 1	49°8'29.011"N, 13°13'51.428"E	ano	25 - 240	JZZ	890	1979	700	110	ano	lesní	ano **
Nad Nádražím - Nádražíčko 1	49°8'31.222"N, 13°13'51.708"E	ano	150	JZZ	835	80. léta	50	12	ne	lesní	ano **
Nýrsko	49°16'55.891"N, 13°8'40.432"E	ano	20	SSV	527	1974	300	57	ano	lesní	ne
Pancíř	49°10'7.820"N, 13°14'33.471"E	ne	12 - 48	JZ	1214	1971	800	169	ne	lesní	ano *
Špičák - FREESTYLE Area Špičák	49°9'54.086"N, 13°13'16.006"E	ne	50	VVJ	959	1978	411	90	ne	lesní	ano ***
Špičák - K parkovišti	49°9'56.379"N, 13°13'27.939"E	ano	5 - 20	VVJ	897	80. léta	150	20	ne	lesní	ne

Špičák - Slalomová	49°9'54.086"N, 13°13'16.006"E	ano	65	JJV	1183	1970	1405	337	ne	lesní	ano ***
Špičák - Spodní Šance	49°9'57.622"N, 13°13'16.994"E	ano	90	JV	939	80. léta	600	160	ano	lesní	ano ***
Špičák - Šance	49°10'13.971"N, 13°12'45.675"E	ne	25	JV	1190	1978	825	230	ano	lesní	ano ***
Špičák - Turistická	49°9'54.086"N, 13°13'16.006"E	ne	6 - 120	J	1209	1975	1805	337	ne	lesní	ano ***
Špičák - U Zalomeného	49°9'54.086"N, 13°13'16.006"E	ano	60 - 80	JV	1183	1975	1475	337	ne	lesní	ano ***
Weissova louka	49°10'18.239"N, 13°13'41.108"E	ne	35	JZ	990	80. léta	300	37	ano	luční	ne
Weissova louka - lyžařská škola 1	49°10'12.381"N, 13°13'32.690"E	ne	17	JZ	976	80. léta	75	18	ano	luční	ne
Weissova louka - lyžařská škola 2	49°10'16.032"N, 13°13'36.350"E	ne	26	JZ	985	80. léta	110	18	ano	luční	ne

Tabulka 2 Sjezdovky – další údaje

Vysvětlivky: * pěší turistika, **slalomové káry/letní tubing, *** Bikepark

5.2 Sběr fytoocenologických dat

Na každé sjezdovce bylo umístěno 5 fytoocenologických snímků (viz příloha – tb. 11-21) o rozměrech 4 x 4 metry, v nichž byla odhadnuta pokryvnost jednotlivých druhů rostlin v procentech. Pouze výjimečně byly umístěny jen 3 snímky – jednalo se vždy o sjezdovky velmi krátké, povětšinou tzv. dětské (Weissova louka – lyžařská škola 1 a 2, Špičák – K parkovišti, Nad Nádražím – Nádražičko 1, Belveder – Dětská a Alpalouka – Dětská). Ve všech případech byl první a poslední snímek umístěn na začátku (nástupní místo vleku), resp. na konci (výstup z vleku), a to pro zaznamenání zvýšené zátěže v těchto částech sjezdovky. Další snímek byl umístěn přibližně uprostřed sjezdovky a zbývající dva snímky byly umístěny zhruba uprostřed mezi tímto snímkem a nástupním/výstupním místem sjezdovky. V případě krátkých snímků

se postupovalo následovně: nástupní místo, výstupní místo a uprostřed; vždy po jednom snímku. Druhov a rodov jména rostlin jsou ve shodě s nomenklaturou Klíče ke květeně České republiky (KUBÁT a kol. 2019). Rostliny z rodů *Taraxacum* a *Rubus* nebyly určeny do konkrétních druhů z důvodu jejich taxonomické složitosti.

GPS souřadnice, orientace svahu ke světovým stranám a nadmořská výška jednotlivých fytoecologických snímků byly určeny přímo v terénu pomocí předem nainstalované aplikace mapy.cz. Fotografická dokumentace byla pořízena fotoaparátem Olympus Digital. Ze serveru mapy.cz byla zjištěna vzdálenost jednotlivých fytoecologických snímků od lesního porostu.

5.3 Statistické vyhodnocení dat

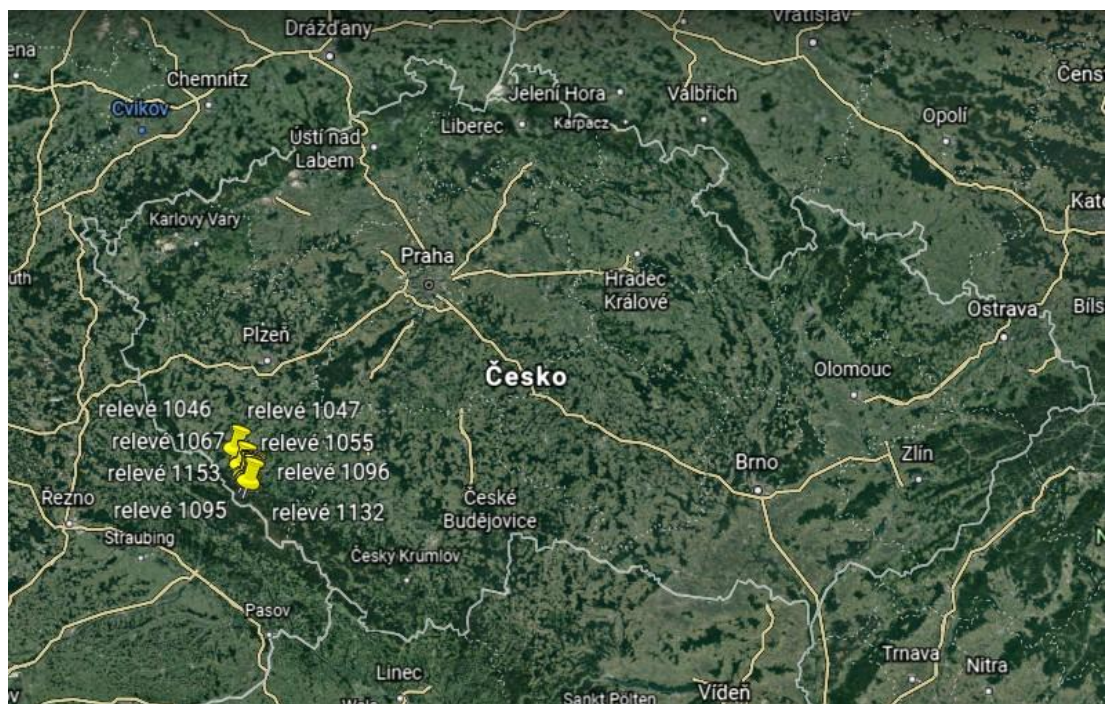
Fytoecologické snímky byly v terénu znamenány na předem předtištěný protokol (MORAVEC, 2000) a následně byla data přepsána do Microsoft Office Excel 2007. V tomto programu pak by provedeno i další vyhodnocení dat, tvorba tabulek a grafů. Poté byla data v programu MS Excel zpracována do obdélníkové matice, kde v řádcích byly jednotlivé druhy a ve sloupcích proměnné, přičemž nulový nález byl označen tečkou. Matice byla importována do programu TURBOVEG for Windows, ve kterém byla předem vytvořena nová databáze podle návodu (KNOLLOVÁ a MICHALCOVÁ, 2015). Program TURBOVEG (HENNEKENS a SCHAMINÉE, 2001) je základním softwarem také pro Českou národní fytoecologickou databázi, a tento software může v České republice zdarma získat každý amatérský i profesionální botanik. Po modifikaci struktury polí přes *Database => Modify structure* bylo přidáno i pole *ZASNEZ* pro zasněžování. Hlavičková data k jednotlivým snímkům byla upravena ručně, kdy byla vyplněna jednotlivá pole jako *LOCALITY, LONGITUDE, LATITUDE, ASPECT, SLOPE* atd. Statistické vyhodnocení fytoecologických snímků bylo provedeno mnohorozměrnými metodami (DCA, RDA) v programu JUICE v. 7.1.18 v kombinaci s programovým balíkem CANOCO v. 4.5. Program JUICE je široce používaný nekomerční software pro editaci a analýzu fytoecologických dat, který byl vyvinut na Masarykově univerzitě v Brně a využívá dříve vyvinutý software TURBOVEG. Výsledky byly vizualizovány pomocí programu CanoDraw, který je součástí balíku CANOCO.

Jako první byla provedena detrendovaná korespondenční analýza (DCA), pomocí které se určí délka gradientu na první ose. To je zásadní pro další volbu metod. Jestliže je délka gradientu menší než 3, je vhodné užít lineární metodu, kterou je

analýza hlavních komponent (PCA), při délce gradientu větší než 4 je používána unimodální metoda (LEPŠ a ŠMILAUER, 2000). Protože délka gradientu dosahovala u provedené detrendované korespondenční analýzy (DCA) větších hodnot než 3, resp. 3,8, byla zvolena přímá lineární gradientová analýza RDA. Druhovká data byla transformována logaritmickou transformací ($\log(100x+1)$). Kromě zasněžování a nadmořské výšky byl testován i vliv sklonu svahu a orientace ke světovým stranám na složení vegetace, ale jen jedna z těchto proměnných měla na vegetaci průkazný vliv, a to sklon svahu ($F = 1,77$, $p = 0,022$). Proto také sloužila jako kovariáta. Nicméně zasněžování samotné průkazný vliv neprokázalo ($F = 1,19$, $p = 0,242$).

Ostatní analýzy (ANOVA, t-test) byly provedeny v programu Excel.

Mapové výstupy byly provedeny přes TURBOVEG (viz. obr.4), prostřednictvím aplikace Google Earth, pro kterou musely být jednotlivé zeměpisné délky a šířky (*LONGITUDE, LATITUDE*) upraveny do vhodného tvaru, např. souřadnice 130840.43 a 491455.89 znamenají 49°14'55.89" s.š. a 13°08'40.43" v.d. Před samotným exportem z TURBOVEGu pak bylo nutno změnit v *Option Manage* formát *Longitude/Latitude* a zvolit *Degrees, minutes a seconds*.



Obrázek 4 Fytocenologické snímky - umístění na mapě

Pro odhad pokryvnosti druhů byla použita odhadová nová Braun - Blanquetova stupnice pokryvnosti (PRACH, 1994), která byla pro usnadnění následné analýzy dat v programu Excel převedena na procenta tímto způsobem:

r - pokryvnost nepatrná (1 až 2 jedinci) = [0,02]

+ – pokryvnost pod 1% = [0,1]

1 - pokryvnost 1 až 5 % = [2,5]

2m - pokryvnost kolem 5 % = [5]

2a - pokryvnost 5 až 15 % = [8,75]

2b - pokryvnost 15 až 25 % = [18,75]

3 - pokryvnost 25 až 50 % = [37,5]

4 - pokryvnost 50 až 75 % = [62,5]

5 - pokryvnost 75 až 100 % = [87,5]

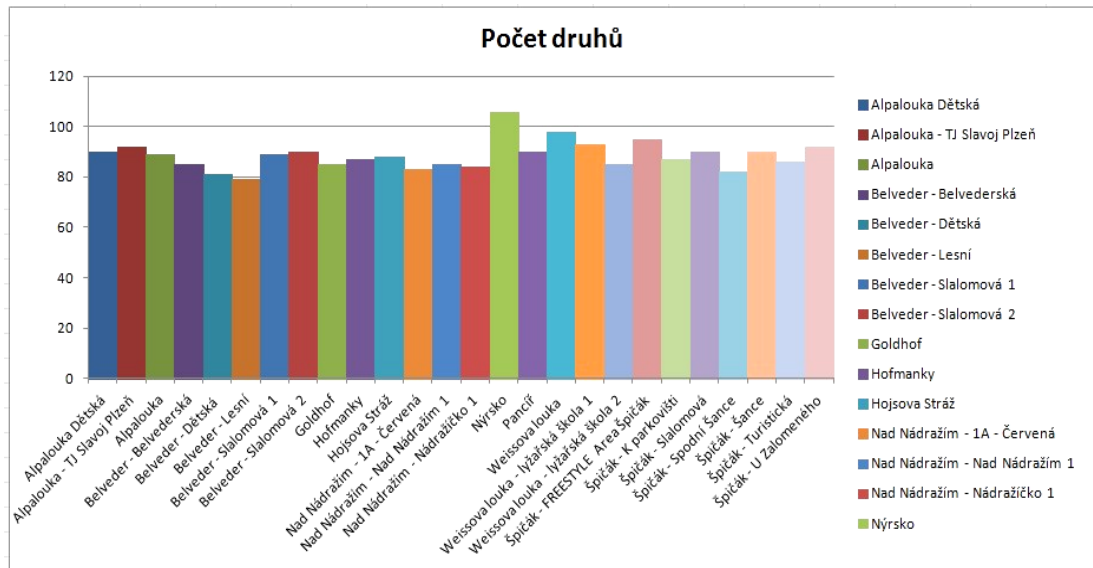
5.3.1 Porovnání vegetace sjezdovek s umělým a přírodním sněhem

Pro porovnání vegetace mezi sjezdovkami s umělým a přírodním sněhem byly vybrány vždy středové snímky a to po jednom snímku z každé sjezdovky (viz. tab. 3, obr. 5).

Sjezdovka	Průměrný počet druhů
Alpalouka Dětská	90
Alpalouka - TJ Slavoj Plzeň	92
Alpalouka	89
Belveder - Belvederská	85
Belveder - Dětská	81
Belveder - Lesní	79
Belveder - Slalomová 1	89
Belveder - Slalomová 2	90

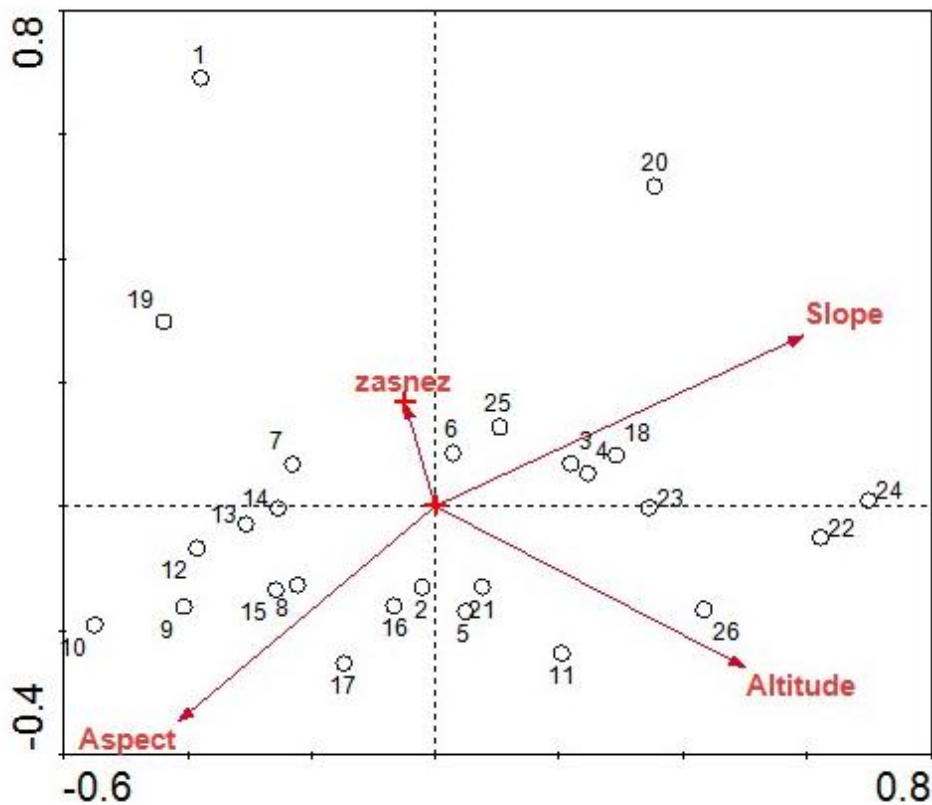
Goldhof	85
Hofmanky	87
Hojsova Stráž	88
Nad Nádražím - 1A - Červená	83
Nad Nádražím - Nad Nádražím 1	85
Nad Nádražím - Nádražičko 1	84
Nýrsko	106
Pancíř	90
Weissova louka	98
Weissova louka - lyžařská škola 1	93
Weissova louka - lyžařská škola 2	85
Špičák - FREESTYLE Area Špičák	95
Špičák - K parkovišti	87
Špičák - Slalomová	90
Špičák - Spodní Šance	82
Špičák - Šance	90
Špičák - Turistická	86
Špičák - U Zalomeného	92

Tabulka 3 Průměrný počet druhů



Obrázek 5 Graf počtu druhů na sjezdovkách

Vliv umělého zasněžování na vegetaci sjezdovek v CHKO Šumava a NP Šumava se se přímou gradientovou analýzou RDA nepodařilo prokázat (viz. obr. 6), hodnota testovacího kritéria Monte Carlo permutačního testu byla $F = 1,19$ a $p = 0,242$.



Obrázek 6 Ordinační diagram přímé gradientové analýzy RDA

Vysvětlivky: snímky 1-26 : 1 = Nýrsko, 2 = Belveder – Belvederská, 3 = Belveder – Lesní, 4 = Belveder - Slalomová 1, 5 = Belveder - Dětská , 6 = Goldhof, 7 =

Hofmanky, 8 = Nad Nádražím - Nad Nádražím 1, 9 = Nad Nádražím - 1A – Červená, 10 = Nad Nádražím - Nádražíčko 1, 11 = Pancíř, 12 = Weisssova louka - lyžařská škola 1, 13 = Weisssova louka - lyžařská škola 2, 14 = Weisssova louka, 15 = Alpalouka – Dětská, 16 = Alpalouka - TJ Slavoj Plzeň, 17 = Alpalouka, 18 = Belveder - Slalomová 2, 19 = Hojsova Stráž, 20 = Špičák - FREESTYLE Area Špičák, 21 = Špičák - K parkovišti, 22 = Špičák – Slalomová, 23 = Špičák - Spodní Šance, 24 = Špičák – Šance, 25 = Špičák – Turistická, 26 = Špičák - U Zalomeného

První dvě osy RDA (hlavní komponenty) vysvětlují 15,4 % (0,107 + 0,047, rep. 10,7 % + 4,7 %) variability.

V programu Excel byla otestována nulová hypotéza, že mezi sjezdovkami zasněžovanými umělým sněhem a přírodním sněhem není z hlediska pokryvnosti rozdíl. Byl použit dvouvýběrový t-test s nerovností rozptylů (viz. tab. 4 a 5).

Pokryvnost			
Zasněžované		Nezasněžované	
Alpalouka	88	Goldhof	73
Alpalouka - Dětská	87	Hofmanky	69
Alpalouka - TJ Slavoj Plzeň	83	Hojsova Stráž	70
Belveder - Belvederská	68	Pancíř	85
Belveder - Dětská	72	Špičák - FREESTYLE Area Špičák	73
Belveder - Lesní	65	Špičák - Šance	78
Belveder - Slalomová 1	67	Špičák - Turistická	78
Belveder - Slalomová 2	86	Weisssova louka	91
Nad Nádražím - 1A - Červená	75	Weisssova louka - lyžařská škola 1	90
Nad Nádražím - Nad Nádražím 1	78	Weisssova louka - lyžařská škola 2	87
Nad Nádražím - Nádražíčko 1	66		
Nýrsko	86		
Špičák - K parkovišti	57		
Špičák - Slalomová	74		
Špičák - Spodní Šance	74		
Špičák - U Zalomeného	74		
Průměr	75		79

Tabulka 4 Srovnání průměrné pokryvnosti sjezdovek

Dvouvýběrový t-test s nerovností rozptylů *		
	Zasněžované	Nezasněžované
Stř. hodnota	75	79.11111111
Rozptyl	83.86667	71.61111111
Pozorování	16	10
Hyp. rozdíl stř. hodnot	0	
Rozdíl	18	
t Stat	-1.40687	
P(T<=t) (1)	0.088249	
t krit (1)	1.734064	
P(T<=t) (2)	0.176498	
t krit (2)	2.100922	

Tabulka 5 Dvouvýběrový t-test s nerovností rozptylů

Vysvětlivky: Dvouvýběrový t-test s nerovností rozptylů: Je zřejmé, že dosažená hodnota signifikance je větší než stanovená hladina 0,05, a tudíž není možné zamítnout nulovou hypotézu.

Závěr testování: Je nutno přijmout nulovou hypotézu: „Zasněžované a nezasněžované sjezdovky se neliší v průměrné pokrývnosti.“

Závěr byl potvrzen i testováním jednocestnou ANOVOU (viz. tab. 6)

ANOVA		Zasněžované				
<i>Zdroj variability</i>	<i>SS</i>	<i>Rozdíl</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Hodnota</i>	
					<i>P</i>	<i>F krit</i>
Mezi výběry	92.46282	71	1.302293	0.32792	1	1.292669
Všechny výběry	37740.03	9503	3.971381			
Celkem	37832.49	9574				

ANOVA		Nezasněžované				
<i>Zdroj variability</i>	<i>SS</i>	<i>Rozdíl</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Hodnota</i>	<i>F krit</i>

<i>P</i>						
Mezi výběry	59.19699	45	1.315489	0.361714	0.9999738	1.372243
Všechny výběry	22075.5	6070	3.63682			
Celkem	22134.7	6115				

Tabulka 6 Pokryvnost z pohledu jednocestné ANOVY

5.3.2 Porovnání počtu druhů mezi sjezdovkami uměle zasněžovanými a nezasněžovanými

Průměrný počet druhů na na sjezdovkách s umělým sněhem byl mírně nižší (viz. tab.7), než na sjezdovkách s přírodním sněhem, nicméně ani tento rozdíl nebyl průkazný. V programu Excel byla otestována nulová hypotéza, že mezi sjezdovkami zasněžovanými umělým sněhem a přírodním sněhem není z hlediska počtu druhů rozdíl. Byl použit dvouvýběrový t-test s nerovností rozptylů (viz. tab. 8). Druhově nejbohatší sjezdovky byly zasněžovaná sjezdovka Nýrsko a nezasněžovaná sjezdovka Weissova louka.

Průměrný počet druhů		Průměrný počet druhů	
	Zasněžované		Nezasněžované
Alpalouka Dětská	90	Goldhof	85
Alpalouka - TJ Slavoj Plzeň	92	Hofmanky	87
Alpalouka	89	Hojsova Stráž	88
Belveder - Belvederská	85	Pancíř	90
Belveder - Dětská	81	Weissova louka	98
Belveder - Lesní	79	Weissova louka - lyžařská škola 1	93
Belveder - Slalomová 1	89	Weissova louka - lyžařská škola 2	85
Belveder - Slalomová 2	90	Špičák - FREESTYLE Area Špičák	95
Nad Nádražím - 1A - Červená	83	Špičák - Šance	90
Nad Nádražím - Nad Nádražím 1	85	Špičák - Turistická	86
Nad Nádražím - Nádražičko 1	84		
Nýrsko	106		
Špičák - K parkovišti	87		
Špičák - Slalomová	90		
Špičák - Spodní Šance	82		
Špičák - U Zalomeného	92		
Celkový průměr	87.75		89.70

Tabulka 7 Srovnání průměrného počtu druhů na sjezdovkách

Dvouvýběrový t-test s nerovností rozptylů *		
	<i>Sjezdovka zasněžovaná</i>	<i>Sjezdovka nezasněžovaná</i>
Stř. hodnota	87.75	89.7
Rozptyl	39.66666667	19.56666667
Pozorování	16	10
Hyp. rozdíl stř. hodnot	0	
Rozdíl	24	
t Stat	-0.925863581	
P(T<=t) (1)	0.181866995	
t krit (1)	1.710882067	
P(T<=t) (2)	0.363733991	
t krit (2)	2.063898547	

Tabulka 8 Dvouvýběrový t-test s nerovností rozptylů

* Vysvětlivky: Dvouvýběrový t-test s nerovností rozptylů: Je zřejmé, že dosažená hodnota signifikance je větší než stanovená hladina 0,05, a tudíž není možné zamítnout nulovou hypotézu.

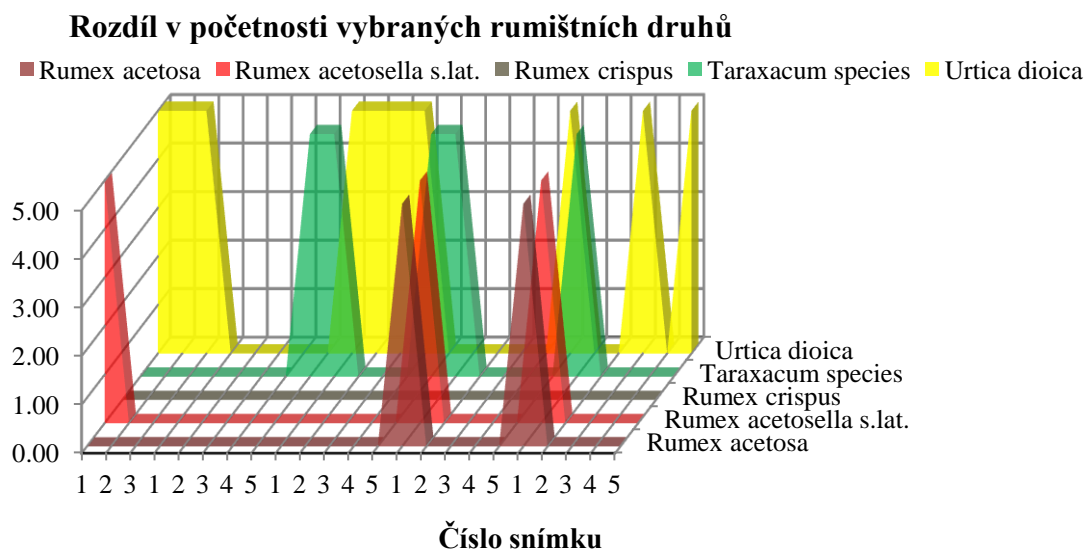
Závěr testování: Je nutno přijmout nulovou hypotézu: „Zasněžované a nezasněžované sjezdovky se neliší v průměrném počtu druhů.“

Závěr byl potvrzen i testováním jednocestnou ANOVOU (viz. tab. 9)

ANOVA Zasněžované						
<i>Zdroj variability</i>	<i>SS</i>	<i>Rozdíl</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Hodnota P</i>	<i>F krit</i>
Mezi výběry	92.46282	71	1.302293	0.32792	0.999999985	1.292669
Všechny výběry	37740.03	9503	3.971381			
Celkem	37832.49	9574				
ANOVA Nezasněžované						
<i>Zdroj variability</i>	<i>SS</i>	<i>Rozdíl</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Hodnota P</i>	<i>F krit</i>
Mezi výběry	59.19699	45	1.315489	0.361714	0.99997383	1.372243
Všechny výběry	22075.5	6070	3.63682			

5.3.3 Srovnání vegetace s různou zátěží

Vegetace okrajových fytocenologických snímků na sjezdovkách byla průkazně odlišná od vegetace snímků ve vnitřních částech sjezdovek. Prokázala se především častější přítomnost tzv. ruderálních (rumištních) druhů (viz. obr. 7).



Obrázek 7 Rozdíl v početnosti vybraných rumištních druhů – areál Belveder

6. Výsledky

Na sledovaných sjezdovkách bylo zaznamenáno celkem 133 druhů rostlin, z toho 5 druhů spadá do Červeného seznamu cévnatých rostlin (GRULICH a CHOBOT, 2012). Celkově bylo na lokalitě zpracováno 118 fytocenologických snímků. Vliv umělého zasněžování na vegetaci se nepodařilo prokázat ($F = 1,19$ a $p = 0,242$), rozdíly v pokryvnosti ani počtu druhů mezi sjezdovkami uměle zasněžovanými a nezasněžovanými nebyly statisticky významné (viz. tab. 4-9, obr. 5). Průkazný vliv měl na vegetaci pouze sklon svahu ($F = 1,77$, $p = 0,022$). Na sjezdovkách s umělým sněhem byla pokryvnost rostlin nižší než na sjezdovkách s přírodním sněhem (viz tab. 4), ale ani tento rozdíl nebyl průkazný. Rozdíl se prokázal pouze při porovnání míst s různou intenzitou zátěže, kdy se na okrajových snímcích prokázalo větší množství ruderálních druhů, než na snímcích umístěných uvnitř sjezdovky.

6.1 Výskyt chráněných druhů rostlin na sjezdovkách

Na 26 zkoumaných sjezdovkách se podařilo nalézt 5 druhů chráněných rostlin (GRULICH a CHOBOT, 2012), jejichž seznam, výskyt a stupeň ochrany je uveden v tab. 10. Největší počet ohrožených druhů se vyskytuje na sjezdovce Pancíř, kde byl také nalezen zástupce druhu *Verbena officinalis*, zatímco druh *Hieracium aurantiacum* se nalézal na většině zkoumaných sjezdovek (viz. obr. 8). Naopak nejmenší počet druhů byl nalezen na sjezdovce Belveder – Slalomová 2 a Nad Nádražím 1. Většina druhů chráněných rostlin zaznamenané na sjezdovkách byly přítomné pouze v počtu několika jedinců.

	<i>Arnica montana</i>	<i>Carduus nutans</i>	<i>Cicerbita alpina</i>	<i>Hieracium aurantiacum</i>	<i>Verbena officinalis</i>
Stupeň ochrany	C3 *	C4a *	C4a *	C3 *	C3 *
Nýrsko	r	+	r	r	
Pancíř	r	+	+	r	r
Hofmanky		+	+	r	
Goldhof		+		r	
Weissova louka			r	r	
Weissova louka - lyžařská škola 1		+	r	r	
Weissova louka - lyžařská škola 2		+	r		
Nad Nádražím - Nad Nádražím 1			+		
Nad Nádražím - Nádražíčko 1	r		+	r	
Nad Nádražím - 1A - Červená		+	+	r	
Belveder - Slalomová 1		+	r	r	
Belveder - Belvederská		+	+	r	
Belveder - Lesní	r	+	+	r	
Belveder - Slalomová 2				r	

Špičák - Turistická	r		r	+	
Špičák - U Zalomeného			+	r	
Špičák - Slalomová			+	r	
Špičák - Šance	r		+	r	
Špičák - FREESTYLE Area Špičák			+	r	
Špičák - Spodní Šance	r		+	r	
Špičák - K parkovišti		+	+	r	
Hojsova Stráž	r	+	r	r	
Alpalouka - Dětská		+	r	r	
Alpalouka - TJ Slavoj Plzeň		+	+	r	
Alpalouka	r	+		r	

Tabulka 10 Výskyt chráněných rostlin

*Vysvětlivky: C3 – ohrožený taxon, C4a – vzácnější taxon vyžadující pozornost – méně ohrožený



Obrázek 8 *Hieracium aurantiacum*, sjezdovka Weisssova louka, foto autorka

7. Diskuze

7.1 Vliv umělého zasněžování na vegetaci

Vliv umělého zasněžování na vegetaci sjezdovek v CHKO Šumava a NP Šumava se se přímou gradientovou analýzou RDA nepodařilo prokázat, hodnota testovacího kritéria Monte Carlo permutačního testu byla $F = 1,19$ a $p = 0,242$.

Oproti jiným studiím, týkajících se dané problematiky, a které většinou probíhaly nad horní hranicí lesa (KAMMER, 2002; WIPF a kol. 2002 a 2005), nebylo možné vegetaci jednotlivých sjezdovek srovnat s kontrolními snímky se srovnatelným typem vegetace. V nejtěsnějším okolí jsou to totiž převážně lesní porosty, které se nacházejí v blízkosti sjezdovek jakožto plochy lyžařsky neovlivněné, a proto byly pro umístění kontrolních snímků nevhodné.

Vegetační pokryv sjezdovek byl proto porovnán jen mezi sjezdovkami zasněžovanými umělým sněhem a sjezdovkami zasněžovanými přírodním sněhem. Mnohé rozdíly mohly být zapříčiněné i místními podmínkami, jako je intenzita využívání sjezdovky, nebo typ sjezdovky (lesní, luční), které mohly převážit nad rozdíly způsobenými technickým sněhem. Dalším problémem byly rekonstrukce, prováděné mimo zimní sezónu. Především se to týkalo celého areálu Alpalouka, kde probíhala plánovaná rekonstrukce stávajícího systému zasněžování a významně se to projevilo například u malé sjezdové tratě Špičák – K parkovišti, která vlivem narušování stavební technikou během rekonstrukce obsahovala nejnižší pokryvnost i počet druhů (viz. obr. 5). Samostatnou kapitolou je využívání sjezdových tratí během tzv. „vedlejší“ sezóny. Nicméně samotná výstavba sjezdovky, a s tím související terénní úpravy, způsobují degradační změny jak fyzikálních, tak i chemických vlastností půdy (FLOUSEK, 2016). To má samozřejmě poměrný vliv na vegetační složení. Jak upozorňuje CHLAPEK a kol. (2009), sjezdové tratě - a to bez ohledu na to, zda jsou zasněžované technickým sněhem nebo přírodním - mají vyšší hustotu, tvrdost i obsah vody než plochy se sněhem neupravovaným. Samostatnou kapitolou je údržba sjezdových tratí, která s sebou přináší narušování vegetace a půdy v důsledku pojezdu techniky, která upravuje sněhovou pokrývku během zimní sezony (ZEIDLER a kol. 2013). Nicméně i sjezdovka s přírodním sněhem výrazně mění podmínky prostředí (ZEIDLER a BEDNÁŘ, 2016). FLOUSEK (2009), zabývající se

vlivem sjezdového lyžování z pohledu ochrany přírody, sice naznačuje, že čerstvě prokácená sjezdovka s obnaženými svahy může za optimálních podmínek poskytnout prostředí pro některé zvláště chráněné druhy rostlin (např. plavuníky rodu *Diphysastrum* či hořeček nahořklý), nicméně jak sám zdůrazňuje, jako odůvodnění dramatického zásahu do území to přece jen nestačí.

Důsledky sjezdového lyžování se zabýval i ZEIDLER (2013) během své studie v oblasti Petrových kamenů (Hrubý Jeseník), kdy prokázal vliv sjezdového lyžování jako takového na parametry sorpčního komplexu, který měl na sjezdovce horší vlastnosti než v přirozených podmínkách. Další jeho výzkumy v Hrubém Jeseníku navíc ukázaly, že současná struktura půdy i její vlastnosti odrážejí kromě ekologického vlivu vegetace i vliv samotné existence sjezdové tratě, ale i řadu jiných účinků. Například jsou to změny polohy horní hranice lesa, resp. její snížení – což lze přičíst lidským aktivitám relativně nedávné době.

ZEIDLER a kol. (2014) mj. prokázali zřetelné rozdíly v intenzitě dekompozice mezi sjezdovou tratí a přirozeným prostředím. Jejich výsledky ukázaly významný vliv na dekompozici a existence sjezdových tratí a vegetační složení na tratích se může odrážet v koloběhu uhlíku a dusíku, a tím i v půdních parametrech. Vliv sjezdových tratí na prostředí má podle jejich průzkumu charakter komplexu dlouhodobě a každoročně působících faktorů, jejichž vliv se kumuluje.

FLOUSEK (2009) ve své studii upozorňuje, že výstavba lanovek a vleků, a s tím spojené terénní úpravy včetně rekonstrukcí, jsou spojeny s rozsáhlou stavební činností, při které dochází k plošnému poškozování a změnám vegetačního krytu. Úbytek a fragmentace lučních biotopů, stejně jako u lesních porostů, vede ke snižování jejich ekologické stability a druhové rozmanitosti.

Ekologickými aspekty sjezdového lyžování se zabývá i ŠTURSA (2007). Ve své studii, kteroužto prováděl v Krkonoších, poukazuje nejen na problematiku umělého zasněžování, ale i na vliv činností odehrávajících se mimo zimní sezónu – tedy turistiku jako takovou, jízda na horských kolech, čtyřkolkách apod. Vzhledem k tomu, že se tyto činnosti odehrávají v různých časových obdobích, ŠTURSA (2007) upozorňuje, že aktuální vegetační kryt, nacházející se na studovaných plochách, se nalézal v různých stádiích a sukcesních fázích rostlinstva. Osévání a drnování sjezdových tratí je dalším problémem, a to bez ohledu na způsob

zasněžování, a představuje potenciální hrozbu pro místní vegetaci. To prokázal i KANGAS (2009) ve své studii v lyžařském středisku Ruka v severním Finsku, kdy provedla průzkum půdy a vegetace na sjezdovkách a blízkých lesích. Podle průzkumu způsobily postupy správy lyžařských areálů značné změny ve struktuře vegetace a zvýšení koncentrací živin v půdě, pH a vodivosti na sjezdovkách v porovnání s okolními lesy. Protože vyluhování živin způsobuje jak zhoršování životního prostředí, tak změny ve struktuře vegetace, může nakonec představovat velké environmentální riziko. ŠTURSA (2007) zdůrazňuje nutnost používání vhodných osevních směsí, ať už z pohledu přírodního prostředí, tak z hlediska platných legislativních norem. Problém vhodných resp. nevhodných osevních směsí potvrzuje i OMEREN (2001), který se ve své studii zabýval problematikou osévání a invazivními druhy, vyskytujícími se na arizonských sjezdovkách. Ačkoliv byl vegetativní pokryv podobný, bohatost rostlinných druhů byla na osévaných sjezdovkách ve srovnání s kontrolními oblastmi výrazně nižší. Podíl původních druhů byl v kontrolních oblastech ve srovnání s osévanými sjezdovkami více než trojnásobný. Podíl nepůvodních druhů byl na osévaných sjezdovkách více než 5krát větší než v kontrolních oblastech. Jeho výsledky naznačují, že minimalizace počátečního narušení půdy, zachování ornice a udržování ostrůvků a míst přirozené vegetace podpořilo opětovnou obnovu původních druhů na sjezdovkách.

Ve své dřívější studii (2007) se KANGAS zabývá i samostatnými dopady rekreačního využití na životní prostředí, kde poukazuje na to, že nejcitlivější jsou právě horské biotopy. Změnami vegetačního složení na různých typech sjezdových tratí v Japonsku se zabíral KUBOTA (2009). Jeho průzkum zahrnoval vegetaci sedmi různých stanovišť, jako lesy, opuštěné sjezdovky, oblast pod liniemi gondoly, lesní okraje, mokřady, okraje sjezdovek a aktivní sjezdovky. KUBOTA zjistil, že ve studovaném lyžařském středisku ovlivňují vegetaci především dva hlavní faktory. Prvním je stav stanoviště, včetně vody a světla, a druhým faktorem je frekvence sečení a management péče o sjezdovku. Zkoumané lyžařské středisko se ukázalo jako refugium pro různé druhy, z nichž některé patří mezi druhy ohrožené. Přes jasné negativní účinky, jako je povrchová půda poškozená erozí a změny velikosti rostlin v důsledku použití síranu amonného KUBOTA zjistil, lyžařská střediska mohou být důležitými stanovišti rostlin s velmi rozmanitým druhovým složením.

7.2 Porovnání pokrývnosti mezi sjezdovkami uměle zasněžovanými a nezasněžovanými

Na sjezdovkách s umělým sněhem byla pokrývnost rostlin nižší než na sjezdovkách s přírodním sněhem (viz. tab. 4), ale ani tento rozdíl nebyl průkazný. Narušování vegetace sice probíhá na obou typech sjezdovek, ale podle studie RIESE (1996) by měl být tento efekt na uměle zasněžovaných sjezdovkách zmírněn vyšší vrstvou sněhu. To ostatně potvrzuje i RIXEN a kol. (2003), který potvrzuje, že umělý sníh zmírňuje mechanické narušení vegetace prostřednictvím lyžařů a techniky na úpravu sněhu. Zatímco na sjezdovkách s přírodním sněhem byly její počty sníženy, přítomnost na sjezdovkách s umělým sněhem byla hojnější. To ale nebylo v tomto průzkumu jasně prokázáno. Nižší pokrývnost rostlin na uměle zasněžovaných sjezdovkách v NP a CHKO Šumava by mohla poukazovat na prodloužené období, ve kterém je na sjezdovku dodáván umělý sníh, nicméně jeho vrstva nestačí na ochranu rostlin před vydřením lyžaři nebo mechanickým narušováním pojezdy roleb.

7.3 Porovnání počtu druhů mezi sjezdovkami uměle zasněžovanými a nezasněžovanými

Průměrný počet druhů na sjezdovkách s umělým sněhem byl mírně nižší (viz. tab.7-9), než na sjezdovkách s přírodním sněhem, nicméně ani tento rozdíl nebyl průkazný. Naopak BANÁŠ a kol. (2010) ve své studii zjistili, že druhová pestrost vegetace na nezasněžované sjezdovce v subalpínském stupni a mimo ni se na jednu stranu takřka nelišila, zásadní rozdíl nicméně zaznamenali v druhovém složení, kdy byly významně zastoupeny druhy subalpínských vysokostébelných trávníků na sjezdovce (zejména třtina chloupkatá *Calamagrostis villosa*, sedmikvítek evropský *Trientalis europaea* aj.) a naopak druhy ze společenstev vysokobylinných kapradinových niv vně sjezdovky (např. šťavel kyselý *Oxalis acetosella* či havez česnáčková *Adenostyles alliariae*). BANÁŠ a kol. (2010) tak dokládají, že i relativně malé rozdíly v době odtávání sněhu a ve vývoji půdních teplot mohou vést k významným změnám rostlinných společenstev na sjezdovkách.

Zdá se tedy, že umělý sníh - aspoň prozatím - nemá vliv na druhovou diverzitu šumavských sjezdovek. Jak ale zdůrazňuje KAMMER (2002), vliv umělého sněhu ovšem může být kumulativní a na mnou sledovaných sjezdových tratích je zřejmě používán příliš krátce na to, aby se jeho důsledky stihly projevit.

7.4 Porovnání vegetace na místech s různou zátěží

Vegetace okrajových fytoecologických snímků na sjezdovkách byla průkazně odlišná od vegetace snímků ve vnitřních částech sjezdovek. Prokázala se především častější přítomnost tzv. ruderálních druhů (např. obr. 7), což se dá vysvětlit větší intenzitou disturbance v okrajových částech sjezdovek. Nejvytíženějšími místy na sjezdovkách jsou právě místa poblíž nástupu a výstupu z vleku, kde se shromažďuje větší množství lidí a po delší dobu. To může způsobit mimo jiné větší vydírání vegetace při nedostatku sněhu. Podobná situace se odehrává i v tzv. vedlejší sezóně, kde se např. u nástupního místa u lanové dráhy Pancíř vzhledem k frekvenci jízd, tj. 2x za hodinu, shromažďuje velké množství lidí.

Ke stejnému závěru dospěla ve své bakalářské i diplomové práci KOCKOVÁ (2008 a 2011), která kromě problémů s různou zátěží jako další důvod rozdílů zmiňuje i blízkost jiných typů vegetace (např. les nebo různé ruderální porosty), což také může mít vliv na složení vegetace v těchto částech sjezdovky.

Pokud mám zohlednit samostatnou problematiku umělého zasněžování, je zjevné, že umělé zasněžování přináší z ekologického hlediska řadu závažných problémů, kterým je třeba se dlouhodobě věnovat (ŠTURSA, 2007; KAMMER, 2002). Je třeba mít na paměti, že vliv umělého zasněžování může být kumulativní (WIPF a kol. 2005). Jak zmiňuje POPELÁŘOVÁ (2009), díky odlišné struktuře krystalů je umělý sníh mnohem kompaktnější než přirozený a na technicky zasněžované sjezdovce je proto dvakrát větší množství vody než na těch s přírodním sněhem. Umělé zasněžování výrazným způsobem ovlivňuje nejen odlesněné plochy, ale i uměle zasněžované louky, a vyloučit nelze ani rizika při zásobování kvalitní pitnou vodou (FLOUSEK a HARČARIK, 2009).

Na mnou studovaných sjezdovkách však být technický sníh používán příliš krátce na to, aby se jeho vliv stihl projevit. KAMMER (2002) ve své studii právě poukazuje na to, že se diverzita druhů rostlin snížila až po 10 letech umělého zasněžování. Je nutné zdůraznit, že jeho výzkum probíhal v Alpách nad horní hranicí lesa, zatímco šumavská střediska patří v rámci Česka k těm menším, co se týče celkové délky a rozmanitosti sjezdových tratí, ale i počtu a kapacity přepravních zařízení. Stávající terénní členitost a náročnost sjezdových tratí vyhovuje spíše mírně pokročilým

lyžařům a rodinám s dětmi. KAMMER (2002) ve své dlouholeté studii (studovaným cílem byly alpské sjezdovky v nadm. výšce 1190 a 1780 m) zjistil, že hustota a propustnost se u umělého sněhu a přírodní sněhová pokrývka výrazně neliší. Nicméně celkový počet druhů byl výrazně nižší na uměle zasněžených plochách než na kontrolních plochách, a to nejen na suchých loukách, ale také, a to ještě výrazněji, na plochách bohatých na živiny. Jeho studie tak odhalila významné rozdíly mezi vegetací na uměle zasněžených sjezdovkách a vegetací kontrolních ploch. Tento pokles byl významně prokázán i v počtu vzácných druhů na těchto plochách. Zřetelné rozdíly v kvalitativní floristické skladbě na uměle zasněžené sjezdovce a kontrolních plochách byly viditelné už po 10 letech umělého zasněžování. Prodloužení sněhové pokrývky na uměle zasněžených sjezdovkách nevyhnutelně vede ke zpoždění vývoje vegetace, čímž KAMMER potvrdil i svou dřívější studii (1990), ve které poukázal na to, že na konci června na uměle zasněžených površích pozdě kvetoucí druhy stále kvetly, zatímco rostliny na kontrolních pozemcích již plodily. Tento efekt tak může upřednostňovat vegetativně se rozmnožující druhy, zatímco brání šíření druhů, které jsou závislé na reprodukci semen. Závěry jeho studie naznačují, že 10 až 22 let umělého zasněžování vede k detekovatelnosti změny ve floristické skladbě. Zejména jde o konkurenční rovnováhu v rámci komunity, zvýhodnění rychleji rostoucích druhů na stanovištích bohatých na živiny na úkor slabších konkurentů, což představuje pro živinově méně náročné druhy vážnou hrozbu.

TSUYUZAKI (1994) ve své práci, věnující se environmentálním problémům ve spojitosti s lyžařskými areály v Japonsku, poukazuje na to, že mechanismy zhoršování životního prostředí a znečištění z něj odvozené jsou komplexním problémem. Jedná se např. o fragmentaci lesa nebo erozi půdy a s tím spojené zhoršení kvality vody. Umělý sníh se hromadí se na sjezdovkách, které jsou obecně na strmějších svazích. Výsledkem je, že chemické sloučeniny, obsažené v umělém sněhu, mají tendenci ze sjezdovek rychle stékat.

RIXEN (2003, 2004) se ve své studii přímo zabývá účinku umělého sněhu na vegetaci a prostředí a důsledky jeho používání. Kvůli specifickým rozdílům mezi přírodním a umělým sněhem poukazuje na to, že možné účinky umělého sněhu a přírodního sněhu na sjezdovkách na životním prostředí musí být projednány odděleně. Jeho studovaným územím byly sjezdové tratě ve švýcarských Alpách.

Kromě změn teploty a hydrologie, které souvisí se sjezdovkami jako takovými, je povrch sjezdovek často vyrovnáván a nerovnosti bývají odstraněny, aby se zmírnily dopady nedostatku sněhu na začátku zimy. Tato opatření vedou k narušení půdního horizontu, který se obvykle vyvíjel po dlouhou dobu. Obzvláště vysoko v alpských oblastech permafrostu může odstranění velkých hornin vážně narušit tepelné vlastnosti půdy.

Jak RIXEN zdůrazňuje, zatím bylo provedeno jen málo studií ke specifikaci dopadů umělého zasněžování na životní prostředí. Na sjezdovkách s přírodním sněhem měla tenká a kompaktní sněhová pokrývka za důsledek silný a dlouhodobý sezónní mráz v půdě. Na sjezdovkách s umělým sněhem se mráz v půdě vyskytoval méně často kvůli zvýšené izolaci v důsledku větší hloubky sněhu. Nicméně kvůli větší hmotnosti sněhu se začátek kvetení zpozdil o více než 2 týdny. Brzy kvetoucí druhy byly častější na sjezdovkách s přírodním sněhem než na sjezdovkách s umělým sněhem. Tím (stejně jako WIPF a kol. 2004), potvrzuje, že zpožděný začátek sezóny může být nejdůležitějším faktorem ovlivňujícím růst rostlin. Toto zjištění je v souladu s jinými studiemi, kde byl čas, po který se sníh držel na povrchu půdy, experimentálně prodloužen. Průměrná teplota půdy pod souvislou sněhovou pokrývkou byla přibližně o 1° C nižší na obou typech sjezdovek ve srovnání s kontrolními plochami mimo sjezdovku. Výsledky naznačují, že ke změnám tepelné bilance vysokohorské půdy dochází u obou typů sjezdovek, a to buď tepelnou ztrátou na sjezdovkách s přírodním sněhem, nebo delší sněhovou pokrývkou na sjezdovkách s umělým sněhem. Dalším jejich zjištěním bylo, že zvýšená hloubka umělého sněhu na sjezdovkách může být mechanickou ochranou rostlin jak před lyžaři, tak před mechanikou na úpravu sněhu (rolbami) a to právě kvůli zvýšené hloubce sněhu. Druhy citlivé na mechanické narušení dle jejich zkoumání byly běžnější na sjezdovkách s umělým sněhem než na jiných sjezdovkách.

8. Závěr

Závěrem lze konstatovat, že z průzkumu vlivu umělého zasněžování na vegetaci šumavských sjezdovek nevyplývají prokazatelné negativní následky z důvodu umělého zasněžování. Přesto je třeba brát zřetel na to, že vliv umělého sněhu může být kumulativní, a jeho následky v floristické skladbě se mohou projevit až po 10-22 letech (KAMMER, 2002). Proto je nanejvýš rozumné brát v úvahu prokazatelné účinky technického sněhu, který s sebou přináší mj. i zvýšené vyluhování živin, jenž může představovat velké environmentální riziko (KANGAS, 2009). Prozatím není dlouhodobé působení technického sněhu dostatečně prozkoumané, proto by jeho vliv měl být i do budoucna sledován.

Pro management péče o sjezdové tratě by mělo být striktním používání vhodných osevních směsí pro dosev. Je třeba mít na zřeteli, že k zatravnění dochází na území NP, a proto je nezbytné respektovat přírodní prostředí, přírodní podmínky, ale především platné legislativní normy (ŠTURSA, 2007).

9. Přehled literatury

Banaš M., 2010: Lyžařské sjezdové tratě a horská příroda. Beskydy - zpravodaj CHKO (online) [cit. 2019-04-02], dostupné z <https://www.msk.cz/assets/4_2010.pdf>.

Beneš J., 2003: Šumava: příroda, historie, život. Kolektiv autorů. Šumava v pravěku a v době slovanské. Nakladatelství Praha: Baset, ISBN 80-734-0021-9, 800 s.

Brooks, M. L., 1999: Biological Invasions (online) [cit. 2019-04-04], dostupné z <<http://link.springer.com/10.1023/A:1010057726056>>.

Bennie J., Davies T. W., Cruse D., Gaston K. J., Swenson, N., 2016: Ecological effects of artificial light at night on wild plants. Journal of Ecology (online) [cit. 2020-05-21], dostupné z <<https://besjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/1365-2745.12551>>.

Bufka L. 2001: Plán péče Národního parku Šumava. Šumperk: Vimperk: Správa NP a CHKO Šumava, 140 s.

Culek M. [ed.], 2013: Biogeografické regiony České republiky. Brno: Masarykova univerzita, 2013. ISBN 978-80-210-6693-9.

Czudek T., 1972: Geomorfologické členění ČSR. Brno: Geografický ústav ČSAV, 137 s.

Demek J., Mackovčín P.[ed.], 2006: Zeměpisný lexikon ČR. Vyd. 2. Brno: AOPK ČR, ISBN 80-86064-99-9.

Flousek J., 2016: Vliv lyžování na horskou přírodu: shrnutí současných poznatků a stav v Krkonoších (online) [cit. 2020-04-01], dostupné z <https://www.researchgate.net/publication/320443302_Vliv_lyzovani_na_horskou_prirodu_shrnuti_soucasnych_poznatku_a_stav_v_Krkonosich_Impact_of_skiing_on_mountain_nature_review_of_the_present_knowledge_and_situation_in_the_Krkonos_eGiant_Mts_Czech_Republ>.

Flousek J., Harčarik J., 2009: Sjezdové lyžování a ochrana přírody. Ochrana přírody (online) [cit. 2020-04-01], dostupné z <<http://www.casopis.ochranaprirody.cz/pece-o-prirodu-a-krajinu/sjezdove-lyzovani-a-ochrana-prirody/>>.

Grulich V., Chobot, K., 2012: Červený seznam cévnatých rostlin České republiky (stav v roce 2012). Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, 2001. ISBN 978-80-88076-47-6.

Hennekens S. M., Schaminée J. H. J., 2001: TURBOVEG, a comprehensive data base management system for vegetation data. *Journal of Vegetation Science* (online) [cit. 2020-01-20], dostupné z <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.2307/3237010>>.

Chábera S., 1987: Příroda na Šumavě: Přírodovědný průvodce. České Budějovice: Jihočeské nakladatelství, 181 s.

Chlapek J., Hlušek J., Jaskula F., Lehký J., 2009: Lyžování ve světle ochrany přírody (online) [cit. 2020-04-01], dostupné z <<http://www.casopis.ochranaprirody.cz/zamereno-na-verejnost/lyzovani-ve-svetle-ochrany-prirody/>>.

Jeník J., 1994: Lesní ekosystém základem lesního hospodářství. *Bulletin NLK*.

Jílek T., 2003: Šumava: příroda, historie, život. Šumava v podmínkách studené války. Praha: Baset, ISBN 80-734-0021-9, 800 s.

Kammer P. M., 2002: Floristic changes in subalpine grasslands after 22 years of artificial snowing. *Journal for Nature Conservation: Urban & Fischer Verlag*. Bern, Switzerland, 109–123 s.

Kangas K., Sulkava P., Koivuniemi P., Tolvanen A., Siikamäki P., Norokorpi Y., 2007: What determines the area of impact around campsites? A case study in a Finnish national park. *Forest Snow and Landscape Research* (online) [cit. 2020-04-04], dostupné z <<https://www.dora.lib4ri.ch>>.

Kangas K., Tolvanen A., Kälkälä T., Siikamäki P., 2009: Ecological Impacts of Revegetation and Management Practices of Ski Slopes in Northern Finland. *Environmental Management* (online) [cit. 2020-04-04], dostupné z <<http://link.springer.com/10.1007/s00267-009-9336-2>>.

Knollová I., Michalcová D., 2015: MANUÁL aneb jak správně vytvořit databázi a zadávat data do Turbovegu 2.100 (online) [cit. 2020-02-20], dostupné z <https://www.sci.muni.cz/botany/vegsci/dbase/manual_tv.pdf>.

Kocková J., 2008: Srovnání vegetace sjezdových tratí s umělým a přírodním sněhem v CHKO Bílé Karpaty a v CHKO Beskydy, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Přírodovědecká fakulta, Katedra botaniky, České Budějovice. 25 s. (bakalářská práce). „nepublikováno“. Dep. SIC JČU v Českých Budějovicích.

Kocková J., 2011: Srovnání vegetace sjezdových tratí s umělým a přírodním sněhem v CHKO Bílé Karpaty a v CHKO Beskydy, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Přírodovědecká fakulta, Katedra botaniky, České Budějovice. 32 s. (diplomová práce). „nepublikováno“. Dep. SIC JČU v Českých Budějovicích.

Kaplan Z., Danihelka J., Chrtek J., 2019: Klíč ke květeně České republiky. Druhé, aktualizované a zcela přepracované vydání. Praha: Academia, ISBN 978-80-200-2660-6.

Kočárek E., st., 2003a: Šumava: příroda, historie, život. Kolektiv autorů. Geologie a petrologie Šumavy. Praha: Baset, ISBN 80-734-0021-9, 800 s.

Kočárek E., st., 2003b: Šumava: příroda, historie, život. Kolektiv autorů. Nerostné suroviny, minerály a půdy. Praha: Baset, ISBN 80-734-0021-9, 800 s.

Kubota H., Shimano K. 2010: Effects of ski resort management on vegetation. Landscape and Ecological Engineering (online) [cit. 2020-04-28], dostupné z <<http://link.springer.com/10.1007/s11355-009-0085-4>>.

Lepš J., Šmilauer P., 2000: Mnohorozměrná analýza ekologických dat (online) [cit. 2017-12-02], dostupné z: <https://docplayer.cz/281493-Mnohorozmerna-analyza-ekologicky-ch-dat.html>

Mapy.cz: dostupné z <<https://mapy.cz>>

Matějka K., 2008: Vývoj počasí na Šumavě (online) [cit. 2017-12-02], dostupné z <www.infodatasys.cz/sumava/klima.htm 2008>.

Mísař Z., Dudek A.; Havlena V.; Weiss J., 1983: Geologie ČSSR I. Český masív. Praha: SPN, 336 s.

Moravec J., 2000: Fytocenologie: (nauka o vegetaci). Vyd. 1., dot. Praha: Academia, ISBN 80-20001-28-x.

Němeček J., Muhlhansellová M., Macků J., Vokoun J., Vavříček D., Ing. Novák P., 2011: Taxonomický klasifikační systém půd České republiky. 2. uprav. vyd. Česká zemědělská univerzita, ISBN 978-80-213-2155-7.

Nikrmajer L., 2003: Šumava: příroda, historie, život. Šumava od poloviny 18. století do roku 1938. Praha: Baset, 2003. ISBN 80-734-0021-9, 800 s.

Ommeren R. J. V., 2001: Species Composition on Reclaimed Ski Runs Compared with Unseeded Areas. Journal of Range Management (online) [cit. 2020-04-04], dostupné z <<https://www.jstor.org/stable/4003252?origin=crossref>>.

Petráš J., 2003: Šumava: příroda, historie, život. Šumava od roku 1938 do roku 1945. Praha: Baset, ISBN 80-734-0021-9, 800 s.

Popelářová M., 2010: Zasněžování aneb Není peřina jako peřina. Beskydy - zpravodaj CHKO (online) [cit. 2020-04-02], dostupné z <https://www.msk.cz/assets/4_2010.pdf>.

Prach K., 1994: Monitorování změn vegetace - Metody a principy. ČÚOP, Praha, 69 s.

Pretel J., 2013: Změny klimatu v Česku: Současný vývoj a pravděpodobný výhled (online) [cit. 2020-04-02], dostupné z <<https://www.casopis.ochranaprirody.cz/zvlastni-cislo/soucasny-vyvoj-klimatu-a-jeho-vyhled/>>.

Průša E., 2001: Pěstování lesů na typologických základech [CD-ROM]. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, ISBN 80-86386-10-4.

Quitt E., 1971: Klimatické oblasti Československa. Praha: Academia, 74 s.

Ries J., B., 1996: Landscape Damage by Skiing at the Schauinsland in the Black Forest, Germany. Mountain Research and Development (online) [cit. 2020-05-24], dostupné z <<https://www.jstor.org/stable/3673893?origin=crossref>>.

Rixen C., Stoeckli V., Ammann W., 2003: Does artificial snow production affect soil and vegetation of ski pistes? A review. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* (online) [cit. 2020-04-04], dostupné z

<<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.500.320&rep=rep1&type=pdf>>.

Rixen C., Haeberli W., Stoeckli V., 2004: Ground Temperatures under Ski Pistes with Artificial and Natural Snow. *Arctic, Antarctic, and Alpine Research* (online) [cit. 2020-04-04], dostupné z <<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1657/1523-0430%282004%29036%5B0419%3AGTUSPW%5D2.0.CO%3B2>>.

Řezníčková Z., 2003: Šumava: příroda, historie, život. Kolektiv autorů. Osídlení Šumavy. Praha: Baset, ISBN 80-734-0021-9, 800 s.

Slavík B., 1987: Regionálně fytogeografické členění ČSR.. Praha: Academia, nakl. ČSAV.

SOFRON J., 1969: Bibliografie Šumavy 1945-1967. Plzeň: Krajské středisko státní památkové péče a ochrany přírody v Plzni, 192 s.

Stejskal A., 2003: Šumava: příroda, historie, život. Kolektiv autorů. Šumava ve středověku a v raném novověku. Praha: Baset, ISBN 80-734-0021-9, 800 s.

Svoboda J., 1964: Regionální geologie ČSSR: Díl I. Český masív. 1. Praha: Československá akademie věd, Ústřední ústav geologický, 380 s.

Špalková G., 2007: Bílé stopy na českém západě: historie lyžování na Šumavě, Plzeňsku a Domažlicku. Plzeň: Starý most, ISBN 978-80-254-1548-1.

Štursa J, 2007: Ekologické aspekty sjezdového lyžování v Krkonoších: Geoekologické problémy Krkonoš (online) [cit. 2020-04-04], dostupné z <<https://docplayer.cz/4535952-Ekologicke-aspekty-sjezdoveho-lyzovani-v-krkonosich.html>>.

Ústav pro hospodářskou úpravu lesů Brandýs nad Labem pobočka Plzeň, 2001: Textová část oblastního plánu rozvoje lesa. Přírodní lesní oblast č.13 ŠUMAVA. Platnost 2001 – 2020 (online) [cit. 2020-04-04], dostupné z <http://www.uhul.cz/images/ke_stazeni/oprl_oblasti/OPRL-LO13-Sumava.pdf>.

Tsuyuzaki S., 1994: Environmental Deterioration Resulting from Ski-resort Construction in Japan. *Environmental Conservation* (online) [cit. 2020-05-24], dostupné z https://www.cambridge.org/core/product/identifier/S0376892900024541/type/journal_article.

Vacek S., Krejčí F., 2009: Lesní ekosystémy v Národním parku Šumava. Druhé, aktualizované vydání. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, ISBN 978-80-87154-68-7, 511 s.

Vystoupil J., Šauer M., Trousil, M., 2015: Geografie cestovního ruchu ČR. Hradec Králové: Gaudeamus, ISBN 978-80-7435-538-7, 154 s.

Wipf S., Rixen, C., Freppaz M., Stoeckli V., 2002: Ski piste vegetation under artificial and natural snow: patterns in multivariate analysis. 2002. In R. Bottarin & U. Tappeiner (Eds.), *Interdisciplinary Mountain Research* (pp. 170-179). Berlin; Wien: Blackwell.

Wipf S., Rixen C., Fischer M., Schmid B., Stoeckli V., 2005: Effects of ski piste preparation on alpine vegetation. *Journal of Applied Ecology* (online) [cit. 2020-04-01], dostupné z < <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1365-2664.2005.01011.x>>.

Zeidler M., Banaš M., Hédl R., Houška J., 2013: Stopy sjezdového lyžování v půdě. *Živa* (online) [cit. 2020-04-01], dostupné z < <https://ziva.avcr.cz/files/ziva/pdf/stopy-sjezdoveho-lyzovani-v-pude.pdf>>.

Zeidler M., Bednář M., 2016: Sjezdová trať – spása, nebo prokletí? (online) [cit. 2020-04-01], dostupné z < <https://www.casopis.ochranaprirody.cz/vyzkum-a-dokumentace/sjezdova-trat-spasa-nebo-prokleti/>>.

Zeidler, M., Bednář M., 2014: Důsledky sjezdového lyžování nejen pro dekompozici (online) [cit. 2020-04-01], dostupné z < <https://www.casopis.ochranaprirody.cz/vyzkum-a-dokumentace/dusledky-sjezdoveho-lyzovani-nejen-pro-dekompozici/>>.