

Univerzita Palackého v Olomouci
Přírodovědecká fakulta
Katedra ekologie a životního prostředí



**Dlouhodobé změny subalpínské vegetace na lyžařské sjezdové trati pod
Petrovými kameny v NPR Praděd – situace po deseti letech**

Markéta Šedá

Bakalářská práce

předložená

na Katedře ekologie a životního prostředí

Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci

jako součást požadavků

na získání titulu Bc. v oboru

Ekologie a ochrana životního prostředí

Vedoucí práce: RNDr. Marek Banaš, Ph.D.

Olomouc 2017

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně pod vedením RNDr. Marka Banaše, Ph.D. a jen s použitím citovaných literárních pramenů.

Ve Svinošicích dne 24. července 2017

.....

podpis

Šedá M. (2017): Dlouhodobé změny subalpínské vegetace na lyžařské sjezdové trati pod Petrovými kameny v NPR Praděd – situace po deseti letech. Bakalářská práce, Katedra ekologie a ochrany životního prostředí, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Palackého Olomouc, 24 s., 8 příloh, v češtině.

Abstrakt

Tato bakalářská práce navazuje na předchozí výzkum RNDr. Marka Banaše, Ph.D. a RNDr. Miroslava Zeidlera, Ph.D. v roce 2005 na severovýchodním svahu Petrových kamenů, kde se na založených trvalých plochách zabývali vlivem sjezdové tratě na vegetaci.

V rámci předložené bakalářské práce bylo provedeno posouzení vlivu lyžařské sjezdové trati na subalpínskou vegetaci – srovnání stavu po 10 letech.

V teoretické části tato práce popisuje detailně sledované území a metody sběru dat pomocí fytoecologického snímkování. V praktické části práce popisuje výsledky provedené v programu Canoco for Windows Version 4.56.

Z výsledků je patrný rozdíl ve vegetaci mezi lyžařskou sjezdovou tratí a kontrolní plochou. Na sjezdovkách se vyskytují teplemilnější druhy patřící do primárního bezlesí oproti kontrolním plochám, kde jsou druhy spíše stíněné. Dále bylo zjištěno, že za posledních deset let na sledovaných plochách narostly indikační Ellenbergovy hodnoty pro dusík, teplotu a vlhkost, což může být způsobeno pozdějším odtáváním sněhové pokrývky. Negativní rys je, že došlo k poklesu početnosti druhů na snímkaných plochách.

Klíčová slova: fytoecologické snímkování, Jeseníky, sjezdové tratě, subalpínská společenstva, vegetace

Šedá M. (2017): Long-term changes of subalpine vegetation on the ski slope of the Petrovy kameny Mt. in the National nature reserve Praděd - situation after 10 years. Master Thesis, Department of Ecology and Environmental Sciences, Faculty of Science, Palacky University of Olomouc, 24 pp., 8 appendices, in Czech.

Abstract

This bachelor thesis follows on the previous research of RNDr. Marka Banaše, Ph.D. and RNDr. Miroslava Zeidlera, Ph.D. in 2005 on the northeastern slope of Petrovy kameny, where they dealt with the influence of the downhill course on vegetation on the established permanent areas.

In the submitted bachelor thesis, the influence of the downhill slope on the subalpine vegetation was assessed - a comparison of the condition after 10 years.

In the theoretical part, this work describes detailed surveyed areas and methods of collecting data using phytosociological pictures. In the practical part of the thesis, the results are described in Canoco for Windows Version 4.56.

The results show a difference in vegetation between the ski slopes and the control area. On the slopes there are more thermophilic species belonging to the primary treeless than the control areas where the species are shielded. It has also been found that Ellenberg's values for nitrogen, temperature and humidity have increased over the past ten years on the areas under investigation, which may be due to the later defrosting of the snow cover. The negative feature is that there has been a decrease in the number of species on the frames.

Key words: Phytosociological imaging, Jeseníky, downhill courses, subalpine communities, vegetation

Obsah:

Seznam tabulek	vii
Seznam obrázků	viii
Seznam grafů	ix
Seznam příloh	x
Poděkování.....	xi
1. Úvod	1
2. Cíl práce.....	3
3. Metody práce.....	4
3.1. Sledované území a sběr dat.....	4
3.2. Statistické analýzy	7
4. Charakteristika zájmového území.....	8
4.1. Geografické údaje a legislativa	8
4.2. Geologie.....	8
4.3. Geomorfologie	9
4.4. Pedologie.....	9
4.5. Klimatické poměry.....	10
4.6. Sněhové poměry.....	10
4.7. Hydrologie	11
4.8. Charakteristika bioty	11
4.9. Vegetace na sjezdové trati „A“	12
5. Výsledky.....	13
6. Diskuze	17
7. Závěr	19
8. Literatura.....	20
9. Přílohy	25

Seznam tabulek

Tab. 1: Kódy sledovaných ploch	5
--------------------------------------	---

Seznam obrázků

Obr. 1: Lokalizace jednotlivých sledovacích ploch	6
Obr. 2: Společenstvo papratkových niv	25
Obr. 3: Vegetační snímkování za využití pevného rámu	25

Seznam grafů

Graf 1: Zobrazení mnohorozměrné analýzy (CCA) závislosti jednotlivých druhů na faktorech prostředí a EIV	13
Graf 2: Zobrazení výsledku CCA analýzy závislosti jednotlivých druhů na přímých proměnných prostředí	14
Graf 3: Zobrazení CCA analýzy pro jednotlivé snímky. Pro zobrazení byla využita klasifikace snímků na základě roku odběru a GLM analýza Shanonova indexu diverzity. Šipky označují přímé proměnné prostředí (typ stanoviště - kontrola vs. sjezdovka, rok odběru)	15

Seznam příloh

Příloha 1: Fotodokumentace	25
Příloha 2: Tabulka s Ellenbergovými indikačními hodnotami	26
Příloha 3: Tabulka s transformovanými daty pokryvnosti vegetace za rok 2015 pro sjezdovku v papratkových nivách	27
Příloha 4: Tabulka s transformovanými daty pokryvnosti vegetace za rok 2015 pro kontrolní plochy v papratkových nivách	28
Příloha 5: Tabulka s transformovanými daty pokryvnosti vegetace za rok 2015 pro sjezdovku ve třtinových trávnících	29
Příloha 6: Tabulka s transformovanými daty pokryvnosti vegetace za rok 2015 pro kontrolní plochy ve třtinových trávnících	30
Příloha 7: Tabulka s transformovanými daty pokryvnosti vegetace za rok 2015 pro sjezdovku v brusnicových porostech	31
Příloha 8: Tabulka s transformovanými daty pokryvnosti vegetace za rok 2015 pro kontrolní plochy v brusnicových porostech	32

Poděkování

Především bych chtěla poděkovat svému vedoucímu práce RNDr. Marku Banašovi, Ph.D. za cenné rady, poskytnutí literatury, ochotu a trpělivost. Dále bych chtěla poděkovat Mgr. Barboře Hertlové za statistické zpracování dat. Nakonec chci poděkovat své rodině za psychickou podporu a zázemí.

1. Úvod

V bakalářské práci s názvem „Dlouhodobé změny subalpínské vegetace na lyžařské sjezdové trati pod Petrovými kameny v NPR Praděd – situace po deseti letech“ se zabývám posouzením vlivu lyžařské sjezdové trati na subalpínskou vegetaci.

Téma jsem si zvolila, protože lyžařské sjezdové tratě působí přímo i nepřímo na horskou subalpínskou vegetaci, která se řadí mezi nejzranitelnější společenstva, a to především díky vysoké návštěvnosti jak v letních, tak i v zimních měsících. V posledních letech se návštěvnost v CHKO Jeseníky pohybuje kolem půl miliónu turistů za rok (Banaš et al. 2004). Lyžařské sjezdové tratě přitahují milióny návštěvníků a představují tím hlavní ekonomický faktor v horských oblastech (Elsasser a Messerli 2001; Isselin-Nondedeu a Be'de'carrats 2007).

Horské ekosystémy se charakterizují jako velmi drsné prostředí pro růst a vývoj rostlin, vzhledem k jejich dlouhotrvajícím nízkým teplotám, krátkou vegetační sezónou, silnými větry a vysokým UV zářením (Hanley et al. 1983; Phoenix et al. 2000). Ale na druhé straně jsou zároveň vysokohorské ekosystémy velice citlivé na změny okolního prostředí a mají tak nízkou odolnost k narušení (Körner 1999). Během zimy totiž dochází k utužení sněhové pokrývky, ať už sněhovými rolbami nebo lyžaři, což má za následek poškození celkové vegetace a půdy (Rixen et al. 2003, Delgado et al. 2007).

Sněhová pokrývka je hlavní přírodní faktor v arktickém a (sub)alpínském prostředí, kde kryje půdu a rostliny často i více než půl roku, ovlivňuje množství a kvalitu světla pronikající pod povrchem půdy, dále také mění koncentraci plynů a v neposlední řadě ovlivňuje dostupnost vody ve vegetačním období (Jones et al. 2001, Körner 2003).

Zvýšená tepelná vodivost snižuje izolační schopnost sněhu, to se projevuje nižší teplotou půdy (Rixen et al. 2004), což vede ke snížení půdní mikrobiální aktivity (Meyer 1993) a tím i rychlosti dekompozičních procesů, se kterými je úzce spjata dostupnost minerálních látek nezbytných pro růst a vývoj rostlin (Zeidler 2016).

Jakékoliv změny sněhové pokrývky na lyžařské sjezdové trati vedou k porušení struktury a složení vegetace (Bayfield 1980, Tsuyuzaki 1990, Titus a Tsuyuzaki 1990, Kammer 2002, Banaš et al. 2010). Změny mohou být způsobeny globálními, klimatickými nebo antropogenními dopady (Grabherr et al. 1994, Rixen et al. 2003, Wipf et al. 2005, Wipf et al. 2009).

S globálními změnami narůstá i velký význam interakcí mezi sněhovou pokrývkou a alpínskými společenstvy rostlin (Symon et al. 2005). Za nejvýznamnější

globální změny lze považovat posuny v nástupu odtávání sněhu v jarním období, změna výšky sněhové pokrývky a v neposlední řadě také změny v množství zimních srážek především ve formě sněhu. Výsledkem bude vyšší sněhová pokrývky ve výše položených horských oblastech (Zeidler 2016).

Většina subalpínských rostlin reaguje na posuny mezi odtávajícím sněhem a počátkem kvetení (Zeidler 2016). Jde o délku vegetačního období, která díky pomalému a opožděnému odtávání sněhové pokrývky může být snížena až o několik týdnů (Wipf et al. 2005).

Využití lyžařských sjezdových tratí výrazně mění estetickou funkci krajiny a také tím potencionálně ohrožuje křehkou vysokohorskou biologickou rozmanitost (Tsuyuzaki 1995; Rixen 2002; Delgado et al. 2007; Burt a Rice 2009; Pohl et al. 2009).

2. Cíl práce

Cílem mé bakalářské práce je na základě fytoocenologického snímkování na trvale založených plochách ve třech typech rostlinných společenstvech vyhodnotit vliv lyžařské sjezdové tratě na subalpínskou vegetaci. Dále je cílem srovnat změny vegetace na sjezdové trati a v přirozeném prostředí na svahu pod Petrovými kameny po deseti letech od předchozích výzkumů Marka Banaše a Miroslava Zeidlera.

3. Metody práce

Studované území se nachází v severovýchodní části České republiky, přesněji v nejvyšších partiích Hrubého Jeseníku. Hrubý Jeseník je druhé nejvyšší hercynské pohoří střední Evropy (Jeník a Štursa 2003). Konkrétní území se nachází na severovýchodním svahu Petrových kamenů (1448 m n. m.), které leží v subalpínském a částečně i alpínském stupni (Jeník 1972).

3.1. Sledované území a sběr dat

Zkoumané území se třemi typy vegetace na severovýchodním svahu pod Petrovými kameny bylo před deseti lety rozděleno na dvě části – sjezdová trať označovaná jako „A“ a přirozená, kontrolní plocha, která se nachází mimo sjezdovou trať. Náhodným výběrem se vybralo a vyznačilo 20 čtverců o velikosti 50x50 cm na sjezdové trati a 20 čtverců na kontrolní ploše ve dvou typech společenstva (papratkové nivy a třtinové trávníky). Ve třetím společenstvu (brusnicové porosty) bylo vybráno a vyznačeno 10 +10 čtverců (Banaš et al. 2005).

Pro vlastní pozorování subalpínské vegetace bylo následně vybráno 10 čtverců na sjezdové trati a 10 čtverců na kontrolní ploše v každém ze tří sledovaných společenstvech. Založené plochy byly v terénu označeny žlutým kovovým kolíkem s vyznačeným číslem dané plochy v levém horním rohu a plochým dřevěným kolíkem v pravém horním rohu (Banaš et al. 2005).

Tato bakalářská práce je zaměřena na 3 typy vegetace, a to přesně na subalpínské kapradinové nivy s dominancí *Athyrium distentifolium* (papratka alpínská), subalpínské vysokostébelné trávníky s dominancí *Calamagrostis villosa* (třtina chloupkatá) a na subalpínské brusnicové porosty s dominancí *Vaccinium myrtillus* (brusnice borůvka) (Chytrý 2010).

Pro rozlišení tří typů vegetace a dvou typů sledovaných území byly k číslům založených ploch přiřazeny kódy společenstev a daného území:

AS – Papratkové nivy na sjezdovce (*Athyrietum*-sjezdovka)

AK – Papratkové nivy na kontrolní ploše (*Athyrietum*-kontrola)

VS – Keříčky s borůvkou na sjezdovce (*Vaccinietum*-sjezdovka)

VK – Keříčky s borůvkou na kontrolní ploše (*Vaccinietum*-kontrola)

CS – Třtinové trávníky na sjezdovce (*Calamagrostietum*-sjezdovka)

CK – Třtinové trávníky na kontrolní ploše (*Calamagrostietum*-kontrola)

(Banaš et al. 2005)

Tab. 1: Kódy sledovaných ploch

Papratkové nivy - sjezdovka	Papratkové nivy - kontrola	Třtinové trávníky - sjezdovka	Třtinové trávníky - kontrola	Keříčky s borůvkou – sjezdovka	Keříčky s borůvkou - kontrola
AS2	AK1	CS21	CK41	VS64	VK85
AS4	AK3	CS22	CK42	VS66	VK86
AS6	AK5	CS26	CK43	VS67	VK88
AS8	AK6	CS27	CK47	VS68	VK90
AS10	AK9	CS28	CK48	VS69	VK91
AS12	AK13	CS30	CK50	VS71	VK92
AS13	AK15	CS31	CK55	VS73	VK93
AS14	AK16	CS32	CK58	VS74	VK94
AS16	AK18	CS33	CK59	VS75	VK96
AS18	AK20	CS34	CK60	VS76	VK98



Obr. 1: Lokalizace jednotlivých sledovacích ploch

Aktuální výzkum probíhal ve vegetační sezóně v polovině července roku 2015. Pro vegetační snímkování na plochách 50x50 cm byla použita nejpoužívanější metoda vegetačního snímkování podle Braun-Blanquetovy stupnice pokryvnosti (Jurko 1990).

Braun-Blanquetova stupnice pokryvnosti v procentech:

r – druh vzácný nebo druh ve velmi malé početnosti na lokalitě

+ - velmi malá pokryvnost, do 1%

1 – pokryvnost 1 až 5%

2 – pokryvnost 5 až 25%, pro větší přesnost se rozděluje ještě na 2m (pokryvnost 5%), 2a (pokryvnost 5 až 15%) a na 2b (pokryvnost 15 až 25%)

3 – pokryvnost 25 až 50%

4 – pokryvnost 50 až 75%

5 – pokryvnost nad 75%

(Jurko 1990)

Na založených plochách byly určeny a zapsány všechny druhy vegetace a následně bylo provedeno fytoecologické snímkování pokryvnosti jednotlivého druhu na vyměřené ploše pomocí kovového rámu o velikosti 50x50 cm. Data byla následně sepsána do programu MS Excel a statisticky vyhodnocena.

3.2. Statistické analýzy

Mnohorozměrná data byla analyzována v programu Canoco for Windows Version 4.56 (Lepš a Šmilauer 2003). Primární model DCA (Detrended correspondence analysis) vycházel z dat o pokryvnosti jednotlivých druhů ve vegetačním snímku na daných plochách. Výsledky indikují unimodální model (CCA) rozložení dat (eigenvalue = 3.905). Nebyly detekovány žádné odlehle hodnoty. Monte Carlo permutační model (500 permutací) byl použit pro testování verifikace první kanonické osy.

Pro přímé analýzy byly údaje rozšířeny hodnotami faktorů prostředí (rok odběru dat, typ prostředí) a kovariátami prostředí. Jako vysvětlující proměnné byly také využity Ellenbergovy indikační hodnoty pro světlo, teplotu, půdní reakci, množství dostupného dusíku v půdě a vlhkost. Pro tyto analýzy byla využita metoda CCA.

Pro grafické znázornění byl použit program CanoDraw. Pro grafickou projekci Shannonova indexu diverzity bylo využito GLM analýz v programu CanoDraw.

4. Charakteristika zájmového území

Dle Hošek 2001

4.1. Geografické údaje a legislativa

Zájmové území se nachází v 1. zóně Chráněné krajinné oblasti Jeseníky. Z hlediska legislativy patří do katastru Malá Morávka, která se nachází v okrese Bruntál. Území se nachází v NPR Praděd na severovýchodním svahu pod Petrovými kameny na lyžařské sjezdové trati označené „A“.

Lyžařská sjezdová trať je součástí PUPFL (pozemků určených k plnění funkce lesa). Studované území je také součástí ÚSES (Územní systém ekologické stability). Patří do nadregionálního biokoridoru číslo 88 Praděd, který je spojen s okolními skladebními prvky ÚSES. Dále jsou Petrovy kameny sledovány v rámci projektu Plant Europe (Important Plant Areas).

Lokalita NPR Praděd, kde je alpské bezlesí je také součástí Ptačí oblasti Praděd, která zaujímá asi 70% rozlohy CHKO. Nachází se zde dva druhy, které jsou předmětem ochrany a to, jeřábek lesní a chřástal polní.

Zájmová oblast je i součástí CHOPAV podle nařízení vlády od roku 1978. Dále je území rezervace Praděd zařazeno do projektu CORINE, které bylo vyhlášeno Evropským společenstvím. Jedná se o organizaci, která dlouhodobě shromažďuje a zpracovává data o nejvýznamnějších lokalitách z hlediska ochrany evropské přírody.

4.2. Geologie

Zájmové území patří do centrální kerné stavby Hrubého Jeseníku a je součástí devonské klenby neboli centrální kry Pradědu (Demek a Kříž 1994).

Klenbu tvoří biotické ruly s přechodem do rul svorových. Na tyto ruly pak jižním až jihovýchodním směrem od Petrových kamenů nasedají horniny vrbenské série, tvořené křemenci, fylity a krystalickými vápenci (Lepíková 1989).

Z údajů podrobné geologické mapy 1 : 25 000 (Fišer 1989) vyplývá, že v dolní části sjezdové tratě „A“ se nachází diluviální písčitohlinité, kamenitohlinité a hlinitokamenité sedimenty z doby mladšího pleistocénu. Uvedené sedimenty jsou v úzkém pásu nad silnicí, která vede na Praděd přerušované muskoviticko-chloritickou metamorfovanou rulou. V zájmovém území se nachází i horniny z doby staršího pleistocénu, které jsou vystřídány v horní části lyžařské sjezdové tratě metamorfovanými

vyvřelými horninami komplexu biotit-chlorit-muskovitického metagranitoidu (Lepíková 1989).

Zájmové území pod Petrovými kameny se vyznačuje složitým polygenetickým georeliéfem. V nejvyšších oblastech území se nachází rozsáhlé plošiny se sklonem 3 až 4 stupně typu holorovina (Demek a Kříž 1994). V době pleistocénu, kdy bylo chladné období, probíhaly na plošinách a na svazích kryogenní procesy modelující třetihorní georeliéf. Díky těmto procesům vznikaly nivační sníženiny, kryoplanační terasy a vrcholné plošiny. Všechny výše uvedené typy se nacházejí v okolí Petrových kamenů na vrcholné plošině, ale i na svazích směrem k Ovčárně, a to včetně lyžařské sjezdové trati „A“. Kryogenními procesy vznikl nejenom torr Petrových kamenů, ale také mrazové sruby, anebo srázy oddělující kryoplanační terasy (Demek 1971, Prosová 1973, Demek a Kříž 1994).

4.3. Geomorfologie

Zájmové území podle geomorfologického členění patří do geomorfologické provincie Česká Vysočina, její krkonoško-jesenické subprovincie, jesenické podsoustavy, celku Hrubý Jeseník, podcelku Pradědská hornatina a dvou okrsků – Pradědský hřbet a Vysokohorský hřbet (Demek et al. 1987). Zmíněný Vysokohorský hřbet patří do střední části Pradědské hornatiny. Jedná se o velmi silnou vyzdviženou kru se zbytkem kryogenně přemodelovaného zarovnaného povrchu s četnými periglaciálními jevy. Tato členitá hornatina je tvořená metamorfovanými horninami, konkrétně to jsou pararuly, migmatity, amfibolity pradědské kry a fylity (Demek et al. 1987).

4.4. Pedologie

V zájmovém území se nachází půdní typy, převážně podzol typický a půdní typ odpovídající organozemi. Je zde i pravděpodobný čoučkovitý výskyt kambických podzolů, což jsou silně kyselé, mělké až středně hluboké půdy s velmi silnou vrstvou humusu. V nižších polohách můžeme najít roztroušený výskyt kambizemě dystrické neboli podzolované. V sousedství zájmového území jihozápadně od vrcholové skály Petrových kamenů se nacházejí zcela zvláštní útvary, jako jsou polygonální půdy, které vznikly v chladných dobách čtvrtohor (Šafář et al. 2003).

4.5. Klimatické poměry

Území Jeseníků, které se rozkládá nad 1 200 m n. m., leží v chladné oblasti CH4. Ta se vyznačuje velmi krátkým, chladným létem a velmi dlouhou, chladnou a vlhkou zimou s velmi dlouhým trváním sněhové pokrývky (Quitt 1971). Podle dlouhodobého sledování z meteorologické stanice umístěné přímo na Pradědu vyplývá, že průměrná roční teplota je kolem 1,1 C (Lednický 1985). Dále se uvádí, že je v 54% na Pradědu naměřen mráz, který se může objevit i v nejteplejších měsících roku (Lednický 1977, Demek a Kříž 1994). Za nejteplejší měsíc lze označit červenec s průměrnou roční teplotou 9,7 C. Naopak nejchladnějším měsícem bývá zaznamenán leden, jehož průměrná roční teplota se pohybuje okolo – 7,5 C (Lednický 1973).

Množství srážek bývá ovlivněno nadmořskou výškou i vlivem silného proudění vzduchu. A proto se úhrn srážek liší jak na návětrné tak i na závětrné straně svahu. Roční průměr srážek za období 1947 – 1976 tak činí 1213 mm (Lednický 1977, Lednický 1985). Nejvíce srážek bývá naměřeno v červenci. Jejich průměrný úhrn se pohybuje okolo 182 mm. Naopak nejméně naměřených srážek je v únoru a říjnu, jejichž roční úhrny se pohybují pouze kolem 70 mm (Lednický 1977). Další velký vliv na vegetaci, převážně na lesní porosty, mají i horizontální srážky jako jsou námraza nebo ledovka. Dále z meteorologického průzkumu vyplývá, že v 80 % dnů se na Pradědu vyskytuje mlha, z čehož je patrné, že bezoblačných dnů zbývá pouhých 29 dní (Lednický 1985).

4.6. Sněhové poměry

Sněhová pokrývka vyskytující se na vrcholech a hřebenech NPR Pradědu trvá kolem 180 dní v roce. Sněhová pokrývka dosahuje největší výšky na začátku března. Její průměrná maximální výška činí 95 cm (Demek a Kříž 1994, Lednický 1985). Sněhová pokrývka na svahu zůstává od listopadu až do května. Je zde hodně velký rozdíl mezi výškou sněhové pokrývky nacházející se na vyfoukaných trávnicích a na závětrných lokalitách. Převládá zde převážně západní proudění, které je usměrňováno vodícím návětrným údolím Divoké Desné a Merty. Ve vrcholové části Vysokohorského hřbetu dochází ke zrychlování proudění a v závětrném prostoru tak dochází k ukládání sněhu. Jedná se o takzvaný anemoorografický systém (Jeník 1961). Díky anemoorografickému systému dochází k velmi vysoké biodiverzitě na závětrné straně svahu (Quitt 1994).

Z výsledku měření výšky sněhové pokrývky na severovýchodním svahu sjezdové trati „A“ vyplývá, že průměrná výška sněhové pokrývky na sjezdové trati je 178 cm, čímž je vyšší než v přirozeném prostředí až o 110 cm (Pavelčík 2005).

4.7. Hydrologie

Oblast Jeseníků je významným evropským rozvodím, kdy od Pradědu přes Sedlové rašeliniště, v sedle mezi Pradědem a Petrovými kameny, Petrovými kameny a Vysokou holí vede rozvodnice mezi Černým a Baltským mořem. Východní a severovýchodní svahy, tudíž i zájmové území se sjezdovou tratí „A“, jsou odvodňovány Bílou Opavou do povodí Odry. Západní svahy jsou naopak odvodňovány přítoky Desné do povodí Moravy (Hošek 2001).

4.8. Charakteristika bioty

Zájmové území leží v bioregionu číslo 1.70 (Culek et al. 1995) v supramontánním až alpínském stupni. Mísí se zde prvky středoevropských horských druhů, alpínských druhů, subarktoalpínské druhy, ale i boreokontinentální druhy, včetně karpatských elementů. Významné jsou především endemické taxony na vrcholové části Petrových kamenů (Hošek 2001). Díky velkému množství sněhové pokrývky došlo k poklesu převážně alpínské hranice lesa, ale i stromové hranice nad 1 300 m n. m. (Deylová-Skočdoplová 1984).

Lyžařské sjezdové tratě jsou významné pro velké množství dlouhotrvající sněhové pokrývky, ale i nadmořskou výškou 1425 m n. m., jsou to nejvýše položené lyžařské sjezdové tratě v České republice. Nacházejí se v 8 až 9 vegetačním stupni. Tyto vegetační stupně vedou z pásma horských klimaxových smrčín, přes přechodné pásmo u horní alpínské hranice lesa, dále přes subalpínský stupeň tvořený keříčkovými a vysokobylinnými společenstvy, až do stupně alpínského (Hošek 2001).

Na svazích u Petrových kamenů dochází k velkoplošným a rychlým změnám jak ve struktuře, tak také v druhové diverzitě vegetace, na kterých se podílí sukcesní změny po skončení obhospodařování luk, eutrofizace prostředí či antropogenního vlivu, jako je převážně návštěvnost a rekreace. Díky těmto změnám většina taxonů vymizela nebo jsou na kritické úrovni (Hošek 2001).

4.9. Vegetace na sjezdové trati „A“

Na dolní části sjezdové tratě se vyskytují převážně lesní porosty. Jedná se o porosty papratkovitých smrčín asociace *Athyrio Alpestris-Piceetum*. Z hlediska lesní typologie mluvíme o porostech jeřábových smrčín s dominantní papratkou alpínskou (*Athyrietum distentifolium*). Místy se zde objevují i pomalé přechody k porostům asociace *Calamagrostis Villosae-Piceetum* (Jirásek 1995).

Po vykácení porostů a vytvoření lyžařské sjezdové tratě, zmizelo stromové patro tvořené smrkem (*Picea abies*) a jeřábem (*Sorbus aucuparia*). Díky tomu a neustálému přísunu podzemní vody, která z horních částí svahů přináší i živiny, zde vzniklo společenstvo s dominantní papratkou alpínskou, které řadíme mezi vysokostébelné kapradinové nivy (Hošek 2001).

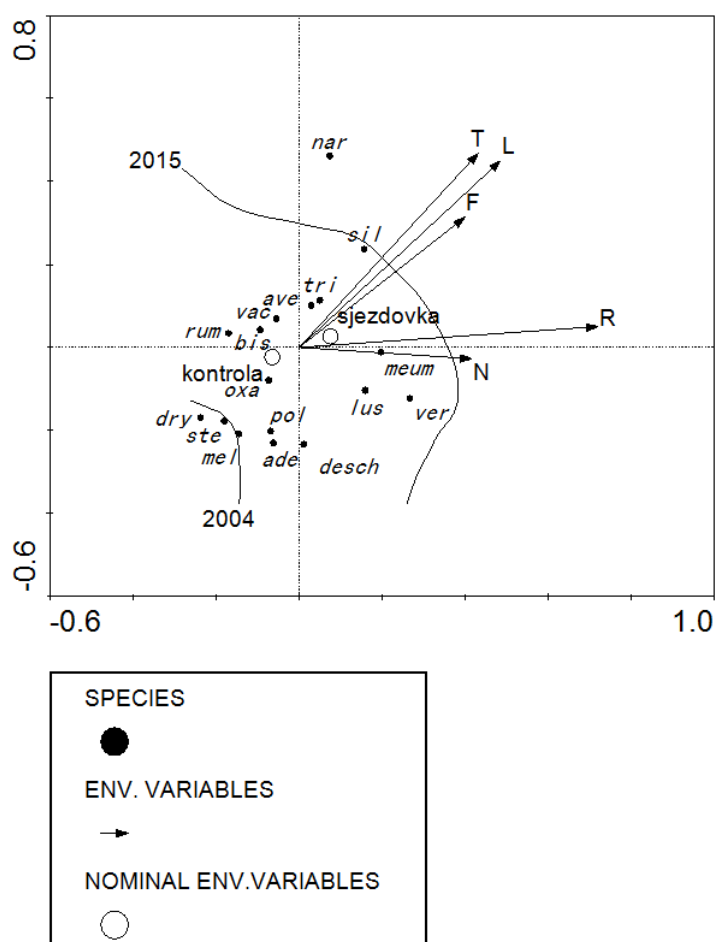
Na porosty s papratkou navazují směrem vzhůru další společenstva, a to konkrétně společenstva vysokobylinných trávníků s dominantní třtinou chloupkatou (*Calamagrostis villosa*), (Hošek 2001). Tato společenstva vysokobylinných trávníků se vyskytují převážně na chráněných závětrných stranách, většinou na hlubokých alpínských hnědozemích, kde dlouhodobě leží sněhová pokrývka (Bureš a Burešová 1990).

Na společenstvo vysokostébelných trávníků dále navazuje keříčkové společenstvo s dominancí brusnice borůvky (*Vaccinium myrtillus*). Na lokalitách v horní části sjezdové tratě postupně převládají vyfoukané trávníky s dominantní metličkou křivolakou (*Avenella flexuosa*), (Hošek 2001).

5. Výsledky

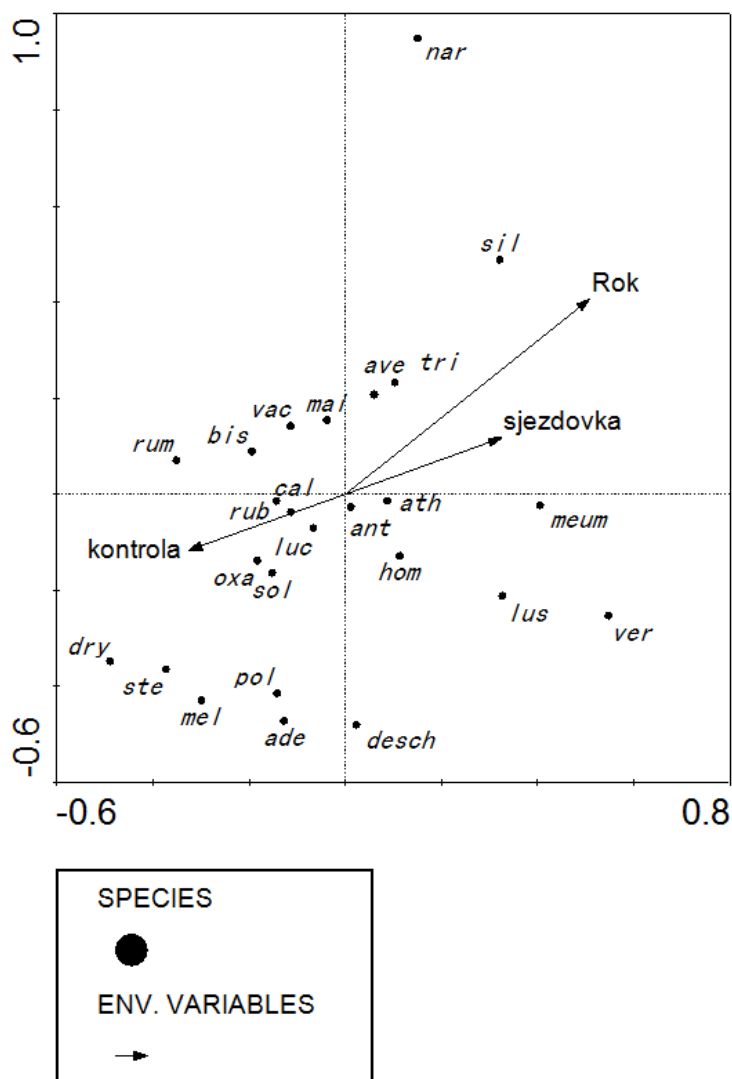
První dvě kanonické osy vysvětlují 47 % celkové variability. Největší variabilitu tvoří podle předpokladu rozdíl mezi jednotlivými typy prostředí, kde byla data odebrána tj. mezi sjezdovkou a kontrolními plochami ($p = 0,039$). Můžeme tedy konstatovat, že jak v roce 2004, tak v roce 2015 existuje statistický rozdíl v pokryvnosti a zastoupení jednotlivých druhů mezi sjezdovou tratí a kontrolními plochami.

Ellenbergovy indikační hodnoty navíc naznačují, že se na sjezdovkách objevují mnohem více druhy indikující vyšší obsah dusíku v půdě ($p = 0,043$), druhy spíše vlhčích stanovišť ($p = 0,049$) a navíc druhy teplomilnější oproti druhům na kontrolních plochách ($0,053$).



Graf 1: Zobrazení mnohorozměrné analýzy (CCA) závislosti jednotlivých druhů na faktorech prostředí a EIV. Kódy druhů: Ade – *Adenostyles aliarie*, Ave – *Avenella flexuosa*, Bis – *Bistorta major*, Desch – *Deschampsia caespitosa*, Dry – *Dryopteris dilatata*, Lus – *Luzula sylvatica*, Mel – *Melampyrum pratense*, Meum – *Ligusticum mutellina*, Nar – *Nardus stricta*, Oxa – *Oxalis acetosella*, Pol – *Polygonatum verticillatum*, Rum – *Rumex arifolius*, Sil – *Silene dioica*, Ste – *Stellaria nemorum*, Tri – *Trientalis europaea*, Vac – *Vaccinium myrtillus*, Ver – *Veratrum album*

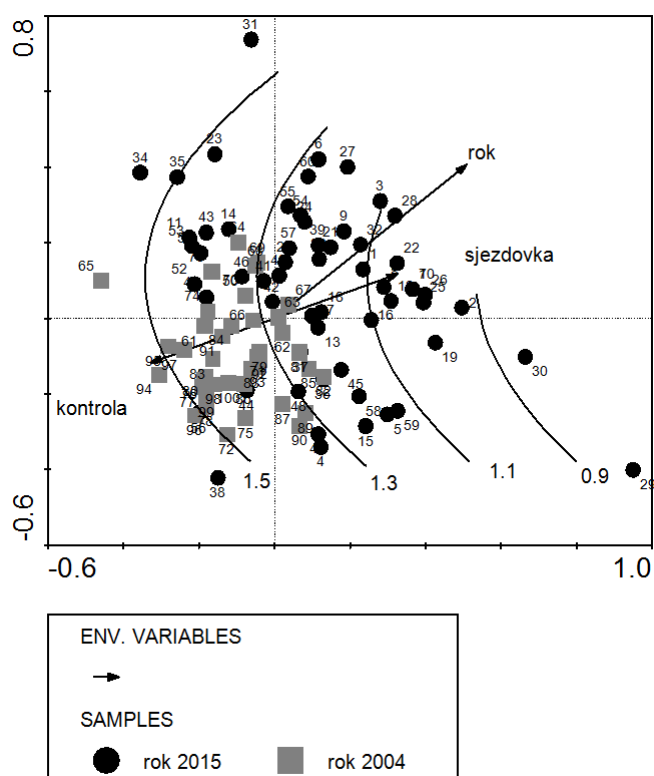
Rozdílnost mezi jednotlivými typy stanovišti vychází především z rozdílnosti v zastoupení jednotlivých druhů (graf 2). Na kontrolních plochách se jako unikátní druhy objevují *Silene dioica*, *Nardus stricta*, *Dryopteris dilatata*, *Stellaria nemorum*, *Melampyrum pratense*, *Adenostyles aliarie*, *Polygonatum verticillatum*.



Graf 2: Zobrazení výsledku CCA analýzy závislosti jednotlivých druhů na přímých proměnných prostředí. Kódy druhů: Ade – *Adenostyles aliarie*, Ant – *Anthoxanthum odoratum*, Ath – *Athyrium distentifolium*, Ave – *Avenella flexuosa*, Bis – *Bistorta major*, Cal – *Calamagrostis villosa*, Desch – *Deschampsia caespitosa*, Dry – *Dryopteris dilatata*, Hom – *Homogyne alpina*, Luc – *Luzula luzuloides*, Lus – *Luzula sylvatica*, Mai – *Maianthemum bifolium*, Mel – *Melampyrum pratense*, Meum – *Ligusticum mutellina*, Nar – *Nardus stricta*, Oxa – *Oxalis acetosella*, Pol – *Polygonatum verticillatum*, Rub – *Rubus idaeus*, Rum – *Rumex arifolius*, Sil – *Silene dioica*, Sol – *Solidago virgaurea*, Ste – *Stellaria nemorum*, Tri – *Trientalis europaea*, Vac – *Vaccinium myrtillus*, Ver – *Veratrum album*

Z grafu 2 také vyplývá, že na kontrolních plochách se společně spíše vyskytují druhy horských smrčín případně horní hranice lesa jako je *Dryopteris dilatata*, *Stellaria nemorum*, *Adenostyles aliarie*, *Rubus idaeus*, *Oxalis acetosella* tj. druhy spíše stíněné, naopak na sjezdových tratích se objevují druhy patřící spíše do primárního bezlesí nejen v Hrubém Jeseníku jako je *Avenella flexuosa*, *Veratrum album*, *Homogyne alpina*, *Nardus stricta*.

Při grafickém zpracování jsme se také zaměřili na zjištění početnosti snímků a zobrazení Shannonova indexu diverzity. Nejvíce početný snímek byl zjištěn na kontrolní ploše AK6 v roce 2004 s celkovým počtem druhů 10, a v roce 2015 na sjezdovce CS26 s celkovým počtem 8 druhů. Naopak nejméně druhů a to 2 bylo zjištěno hned v několika snímcích především v roce 2015, a to jak na sjezdových tratích AS13, AS18, CS33, VS67, tak i na kontrolních plochách AK3, VK88, VK91. Nejméně početný snímek z roku 2004 byl na kontrolní ploše AK9 pouze se 2 druhy.



Graf 3: Zobrazení CCA analýzy pro jednotlivé snímky. Pro zobrazení byla využita klasifikace snímků na základě roku odběru a GLM analýza Shannonova indexu diverzity. Šipky označují přímé proměnné prostředí (typ stanoviště - kontrola vs. sjezdovka, rok odběru).

Při promítnutí Shannonova indexu diverzity do grafu (graf 3) pak zjistíme, že nejvyšší hodnoty toho indexu jsou v levé části grafu, kde jsou jednak snímky pro kontrolní plochy ale také se zde vyskytují s větší pravděpodobností snímky z roku 2004. Naopak v roce 2015 diverzita poklesla a to zejména na plochách sjezdovky, kde zmizely *Adenostyles aliarie*, *Deschampsia caespitosa*, *Dryopteris dilatata*, *Melampyrum pratense*, *Poa chaixii*, *Polygonatum verticillatum*, *Senecio hercynius*, *Sorbus aucuparia*, *Stellaria nemorum*, *Streptopus amplexifolium*.

6. Diskuze

Výsledky z roku 2015 nám ukazují statisticky významný rozdíl v pokryvnosti a zastoupení jednotlivých druhů mezi lyžařskou sjezdovou tratí a kontrolní plochou. V rámci analýzy Ellenbergových indikačních hodnot pro světlo, teplotu, půdní reakci, množství dostupného dusíku v půdě a vlhkost se prokázalo, že za posledních 10 let v prostředí sjezdové tratě pravděpodobně narostlo množství dusíku, indikační hodnoty teploty a vlhkosti.

V porovnání s výzkumem v roce 2005 můžeme konstatovat, že nám zcela vymizely jednotlivé druhy rostlin a to především na sjezdových plochách. Už se zde nevyskytují druhy *Adenostyles aliarie*, *Deschampsia caespitosa*, *Dryopteris dilatata*, *Melampyrum pratense*, *Poa chaixii*, *Polygonatum verticillatum*, *Senecio hercynius*, *Sorbus aucuparia*, *Stellaria nemorum*, *Streptopus amplexifolium*. V roce 2005 jsme tyto druhy mohli spatřit jak na sjezdových tratích, tak i na kontrolní ploše, ale pouze v malých počtech. Je to pravděpodobně dáno ve změně výšky a hustoty sněhové pokrývky, která má velký vliv na vegetační období horské vegetace.

Díky vyšší sněhové pokrývce dochází k pozdějšímu odtávání sněhu v jarním období, což může způsobit i pozdější vzestup teploty půdy. Na sjezdové trati je tedy pravděpodobně menší teplotní stres pro rostliny než na přirozené kontrolní ploše, protože průměrné zimní teploty na sjezdovce jsou zhruba 5 až 7x nižší než na přirozené kontrolní ploše. Navíc utužení sněhu na sjezdových plochách se projevuje změnami termálních a hydrologických vlastností. Takto pozměněné fyzikální vlastnosti sněhové pokrývky oddalují vegetační sezónu a brání tak přísunu tepla, které by jinak urychlilo dekompoziční procesy (Rixen 2002).

Všechny změny sněhové pokrývky pak mohou ovlivňovat aktivitu dekompozitorů z důvodu jejich vysoké citlivosti ke změnám teploty (Schimel 2004). Přesto na založených trvalých plochách pravděpodobně funguje dekompozice, a to zejména brzo na jaře, kdy je na sjezdové trati i více vody z postupného odtávajícího sněhu, který podporuje vlhkomilnější druhy. Všeobecně lze říci, že na stanovištích s dřívějším odtáváním sněhu se vyskytují půdy s vyšším obsahem humusu a anorganických látek než na stanovištích, kde sníh vytrvává delší dobu (Stanton et al. 1994).

I přes většinu provedených statistických testů se neprokázal signifikantní rozdíl v rychlosti dekompozice mezi sjezdovou tratí a kontrolní plochou, přesto ale můžeme konstatovat, že na lyžařských sjezdových tratích dochází ke zpomalení dekompozice vlivem

klimatického stresu a následné snížení mikrobiální aktivity z důvodu dlouhodobého promrzání svrchní části půdy a opožděného tání sněhu (Meyer 1993), což může znamenat nižší uvolňování živin a snížení fitness u rostlin (Banaš et al. 2005).

I přes všechny negativní projevy, je z výsledku patrný nárůst společenstev keříčků s borůvkou (*Festuco-Vaccinietum*) a to jak na sjezdové trati, tak i na kontrolní ploše (Banaš et al. 2005). Obsazení stanovišť společenstvy keříčků v subalpínském stupni můžeme považovat za dlouhodobé vzhledem k tomu, že zde funguje zpětná vazba ve vztahu ke sněhové pokrývce (Liston et al. 2002). Také zde významně narostlo zastoupení papratkových niv (*Adenostyli-Athyrietum*), v obou typech zkoumaných lokalit. Naopak je to u společenstev třtinových trávníků (*Sileno-Calamagrostietum*), kde došlo k výraznému poklesu, a to především na kontrolní ploše (Banaš et al. 2005).

Podle výsledků Ellenbergových indikačních hodnot, nám na trvale založených plochách narostlo množství dusíku v půdě, což může být způsobeno vyšší sněhovou pokrývkou. Díky ní během zimy probíhá větší mineralizace a následná fixace dusíku (Schimel 2004). Dusík se do půdy dostává nejrůznějšími způsoby, především procesy probíhající v atmosféře (spad emise) nebo mícháním sněhu a půdy (Pomeroy et al. 1999).

Dále byla zjištěna, i když ne moc prokazatelně, větší vlhkost na založených plochách, která je dána typem vegetačního pokryvu udržující míru vlhkosti (Berg 1975). Vlhkost se udává jako limitující faktor, především pro vegetaci na strmých a hlubokých půdách. Na druhou stranu má taková vegetace častý přívod vody s živinami z horních částí svahu (Hošek 2001).

Pozitivní jev je i zvýšená teplota na sledovaných plochách, která je pravděpodobně dána větší vrstvou sněhu s izolujícími schopnostmi. Zvýšená teplota je způsobena orientací svahu, typem půdy, ale také vlhkostí.

7. Závěr

Tato bakalářská práce se zaměřuje na posouzení vlivu lyžařské sjezdové trati na subalpínskou vegetaci na severovýchodním svahu Petrových kamenů v NPR Praděd. Práce navazuje na předešlý výzkum RNDr. Marka Banaše, Ph.D. a RNDr. Miroslava Zeidlera, Ph.D., který probíhal v letech 2004–2005 na sjezdové trati pod Petrovými kameny. Byla zkoumána změna vegetace na základě fyzikálních vlastností sněhové pokrývky, rychlosti dekompozice, ročního chodu teploty půdy a v neposlední řadě také vegetační období.

Po 10 letech od předchozího výzkumu, tj. v roce 2015 bylo provedeno fytoocenologické snímkování celkem 60 trvalých ploch na sjezdové trati a na kontrolních plochách, celkem ve třech typech subalpínské vegetace a následné statistické vyhodnocení dat.

Z výsledků je patrný velký rozdíl mezi lyžařskou sjezdovou tratí a kontrolními plochami v roce 2015. Výsledky ukazují i zřetelné rozdíly ve vegetaci mezi roky 2005 a 2015. Řada druhů, které se na plochách vyskytovaly v roce 2005, vymizela. Například ze sjezdovek vymizely druhy jako je *Adenostyles aliarie*, *Deschampsia caespitosa*, *Dryopteris dilatata*, *Melampyrum pratense*, *Poa chaixii*, *Polygonatum verticillatum*, *Senecio hercynius*, *Sorbus aucuparia*, *Stellaria nemorum*, *Streptopus amplexifolium*.

Celkově je možné říci, že kombinací globálních, mikroklimatických a antropogenních podmínek dochází ke značnému ovlivnění struktury subalpínské vegetace. Dále je vhodné říci, že lyžařské sjezdové tratě mají velký negativní vliv na subalpínskou vegetaci, konkrétně s přispěním k vymizení druhů. Je proto vhodné nadále sjezdové tratě pravidelně kontrolovat a porovnávat data s předcházejícími výzkumy a případně navrhnout vhodná opatření.

8. Literatura

Banaš M., Duchoslav M., Hošek J., Kloubec B., Kovařík P., Kuras T., Lukavský J., Rauch O., Sedlák P., Tremel V. a Zeidler M. 2005: Zpráva o řešení projektu VaV/620/15/03 „Vliv rekreačního využití na stav a vývoj biotopů ve vybraných VCHÚ (CHKO Beskydy, Krkonošský národní park, CHKO Jeseníky, Národní park a CHKO Šumava)“ za r. 2004. Manuskript pro MŽP ČR, 140 s.

Banaš M., Zeidler M., Duchoslav M., Hošek J. 2010: Growth of Alpine lady-fern (*Athyrium distentifolium*) and plant species composition on a ski piste in the Hrubý Jeseník Mts., Czech Republic – *Ann. Bot. Fenn.* 47: s. 280–292.

Bayfield N. G. 1980: Replacement of vegetation on disturbed ground near ski lifts in Cairngorm Mountains, Scotland – *J. Biogeogr.* 7: s. 249–260.

Berg B., Karenlampi L., Veum A. K., 1975: Comparisons of decomposition rates measured by means of cellulose. In: Wiegolaski, F. E., (ed): *Fennoscandian Tundra Ecosystems, Part 1, Plants and Microorganisms*, Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, s. 261-267

Bureš L. a Burešová Z. 1990: Doba květu u rostlin Velké kotliny v Hrubém Jeseníku. *Campanula*, č. 4, s. 203 – 214

Burt J. W. a Rice K. J. 2009: Not all ski slopes are created equal: disturbance intensity affects ecosystem properties. *Ecological Applications*, 19, s. 2242–2253.

Culek M. a kol. 1995: *Biogeografické členění České republiky*, Praha, Enigma

Delgado R., Sanchez-Maranon M., Martin-Garcia J. M., Aranda V., Serrano-Bernardo F. a Rosua J. L. 2007: Impact of ski pistes on soil properties: a case study from a mountainous area in the Mediterranean region. *Soil Use and Management*, 23, s. 269–277.

Demek, J. a kol. 1987: *Zeměpisný lexikon ČSR. Hora a nížiny*, Praha, Academia, 584 s.

Demek, J. a Kříž, V. 1994: Terénní cvičení z fyzické geografie (na příkladu Jeseníků a okolí), Ostrava, Ostravská univerzita, 86 s.

Deylová-Skočdoplová B. 1984: Horní hranice lesa v Hrubém Jeseníku, Ostrava, Campanula, č. 6, s. 5-14

Elsasser H. a Messerli P. 2001: The vulnerability of the snow industry in the Swiss Alps. *Mountain Research and Development*, 21, s.335–339

Fišera, M. a kol. 1987: Základní geologická mapa ČSSR, 1:25 000, list 14-244 Karlova Studánka. Ústřední ústav geologický

Grabherr G., Gottfried M., Pauli H 1994: Climate effects on mountain plants. *Nature.*, s. 369:448

Hanley J. L. a Smith W. K. 1983: Influence of wind exposure on needle desiccation and mortality for timberline conifers in Wyoming. *Arc. Apl. Res.*, Sv. 15

Hošek, J., 2001: Znalecký posudek: Posouzení stavu ploch v prostoru Ovčárna – Petrovy kameny (CHKO Jeseníky) z hlediska jejich ovlivnění provozováním zimních sportů, lyžařských vleků a souvisejících činností, 135 s.

Isselin-Nondedeu F. a Be´de´carrats A. 2007: Influence of alpine plants growing on steep slopes on sediment trapping and transport by runoff. *Catena*, 71, s. 330–339.

Jeník J. 1961: Alpínská vegetace Krkonoš, Kralického Sněžníku a Hrubého Jeseníku, Praha, Academia, 409 s.

Jeník J. 1972: Výšková stupňovitost Hrubého Jeseníku: otázka alpínského stupně. – *Campanula* 3, s. 45–52.

Jeník J. a Štursa J. 2003: Vegetation of the Giant Mountains, Central Europe. – In: Nagy L. et al. [eds], *Alpine biodiversity in Europe*, s. 47–52, *Ecological studies*, Springer.

Jirásek J. 1995: Společenstva přirozených smrčín České republiky, Praha, Preslia, 67, s. 225-259

Jones H. G., Pomeroy J. W., Walker D. A., Hoham R. W. 2001: Snow Ecology. An Interdisciplinary Examination of Snow-Covered Ecosystems. Cambridge – New York: Cambridge University Press, 378 s.

Jurko A. 1990: Ekologické a socioekonomické hodnotenie vegetácie. Bratislava: Príroda

Kammer P. M. 2002: Floristic changes in subalpine grasslands after 22 years of artificial snowing, J. Nat. Conserv. 10: s. 109–123.

Körner C. 1999 Alpine Plant Life: Functional Plant Ecology of High Mountain Ecosystems. Springer Verlag, Berlin, Germany.

Körner C. 2003: The alpine plant life. Functional plant ecology of high mountain ecosystems. 2nd ed. – Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 359 s.

Lednický V. 1973: Sněhové poměry na Pradědu, Praha, Meteorologické zprávy, č. 26, s. 52-58

Lednický V. 1977: Zhodnocení klimatických poměrů vrcholových partií Hrubého Jeseníku na příkladu Pradědu pro potřeby rekreace, Špindlerův mlýn – Svatý Petr, Sborník referátů z vědecké pracovní konference Člověk a horská příroda ve 20. století, sv. 3, s. 175-184

Lednický V. 1985: Podnebí Pradědu, Šumperk, Severní Morava, sv. 49, s. 44-48

Lepš J. a Šmilauer P. 2003: Multivariate analysis of ecological data using CANOCO. Cambridge Univ. Press.

Liston GE, McFadden JP, Sturm M, Pielke RA. 2002: Modelled changes in arctic tundra snow, energy and moisture fluxes due to increased zhruba. Global Change Biology, 8, s. 17-32.

Meyer E. 1993: Beeinflussung der Fauna alpiner Böden durch Sommer - und Wintertourismus in West-Österreich (Ötztaler Alpen, Rätikon). *Revue Suisse de Zoologie*, vol. 100, no. 3, s. 519-527.

Meyer E. 1993: The impact of summer and winter tourism on the fauna of alpine soils in western Austria (Oetztal Alps, Ratikon) – *Rev Suisse Zool.* 100, s. 519–527.

Pavelčík P. 2005: Vybrané fyzikální vlastnosti sněhové pokrývky a jejich vliv na vegetaci v alpínském stupni, bakalářská práce, UP Olomouc

Phoenix G. K a kol. 2000: The impacts of UV-B radiation on the regeneration of subarctic heath community. *Plant Ecology*.

Pohl M., Alig D., Korner C. a Rixen C. 2009: Higher plant diversity enhances soil stability in disturbed alpine ecosystems. *Plant and Soil*, 324, s. 91– 1020.

Pomeroy J. W., Davies H. G. Jones P., Marsh N. E., Peters and M. Tranter 1999: Transformations of snow chemistry in the boreal forest: accumulation and volatilisation *Hydrological Processes* 13: s. 2257 - 2273

Prosová M. 1973: Zalednění Hrubého Jeseníku, Ostrava, *Campanula* č. 4, s. 115-123

Quitt E. 1971: Klimatické oblasti Československa. Praha. Academia. 73 s.

Rixen C. 2002: Artificial snow and snow additives on ski pistes: interactions between snow cover, soil and vegetation. Ph.D. thesis, University of Zürich, Swiss Federal Institute for Snow and Avalanche Research-SLF, 162 s.

Rixen C., Stoeckli V. a Ammann W. 2003: Does artificial snow production affect soil and vegetation of ski pistes? A review. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, 5, s.219–230.

Rixen C., Haeberli W., Stoeckli V. 2004: Ground temperatures under ski pistes with artificial and natural snow. *Arct. Antarct. Alp. Res.* 36: s. 419 – 427.

Schimel J. P., Bilbrough C., Welker J. M., 2004: Increased snow depth affects microbial activity and nitrogen mineralization in two Arctic tundra communities, *Soil biology & Biochemistry*, 36, s217-227

Stanton M. L., Rejmánek M., Galen C. 1994: Changes in vegetation and soil fertility along a predictable snowmelt gradient in the Colorado Park Range. *Arctic and Alpine Research* 26, s. 364-374

Symon C., Arris L., Heal B. 2005: *Arctic Climate Impact Assessment*. Cambridge – New York: Cambridge University Press, 1046 s.

Šafář J a kol. 2003: *Chráněné území ČR (Olomoucko)*, Praha, Agentura

Tsuyuzaki S. 1990: Species composition and soil erosion on a ski area in Hokkaido, northern Japan – *Environmental Management*, 14, s. 203–207.

Tsuyuzaki, S. 1995: Ski slope vegetation in central Honshu, Japan. *Environmental Management*, 19, s. 773–777.

Wipf S., Rixen C., Fischer M., Schmid B., Stoeckli V. 2005: Effects of ski piste preparation on alpine vegetation. *J. Appl. Ecol.* 42, s. 306 – 316

Wipf S, Stoeckli V, Bebi P. 2009: Winter climate change in alpine tundra: plant responses to changes in snow depth and snowmelt timing. *Clim Change*. 94, s. 105–121

Wipf S., Rixen C. 2010: A Review of Snow Manipulation Experiments in Arctic and Alpine Tundra Ecosystems. *Polar Research*, 29, s. 95–109.

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

9. Přílohy

Příloha 1: Fotodokumentace



Obr. 2: Společenstvo papratkových niv



Obr. 3: Vegetační snímkování za využití pevného rámu

Příloha 2: Tabulka s Ellenbergovými indikačními hodnotami. Zkratky: L – světlo, T – teplota, F - vlhkost , R – půdní reakce, N – množství dostupného dusíku v půdě

Druh Asociace	L	T	F	R	N
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	7	6	4,5	5	3
<i>Athyrium distentifolium</i>	5	3	6	6	7
<i>Avenella flexuosa</i>	6	3	4,5	2	3
<i>Bistorta major</i>	5	4	7	2	2
<i>Calamagrostis villosa</i>	6	4	7	2	2
<i>Homogyne alpina</i>	6	4	6	4	2
<i>Ligusticum vulgare</i>	7	6	4	8	3
<i>Luzulu luzuloides</i>	4	5	5	3	4
<i>Luzula sylvatica</i>	4	4	5	4	4
<i>Maianthemum bifolium</i>	3	4,5	5	3	3
<i>Nardus stricta</i>	8	7	3	2	2
<i>Oxalis acetosella</i>	1	6	5	4	6
<i>Rubus idaeus</i>	7	3	4,5	4	6
<i>Rumex arifolius</i>	7	5	5	4	3
<i>Silene dioica</i>	5	6	6	7	8
<i>Silene vulgaris</i>	8	4	4	7	4
<i>Solidago virgaurea</i>	8	5	4,5	6	6
<i>Trientalis europaea</i>	5	5	4,5	3	2
<i>Vaccinium myrtillus</i>	5	6	4,5	2	3
<i>Veratrum album</i>	7	4	4,5	7	6

Příloha 3: Tabulka s transformovanými daty pokryvnosti vegetace za rok 2015 pro sjezdovku v papratkových nivách

Druh Asociace	AS2 ATH	AS4 ATH	AS6 ATH	AS8 ATH	AS10 ATH	AS12 ATH	AS13 ATH	AS14 ATH	AS16 ATH	AS18 ATH
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Athyrium distentifolium</i>	9	9	8	9	9	7	9	9	8	9
<i>Avenella flexuosa</i>	2	0	3	0	0	3	0	0	0	0
<i>Bistorta major</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Calamagrostis villosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Homogyne alpina</i>	2	0	0	3	0	0	0	0	0	0
<i>Ligusticum vulgare</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Luzulu luzuloides</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Luzula sylvatica</i>	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Maianthemum bifolium</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Nardus stricta</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Oxalis acetosella</i>	3	0	0	0	4	0	0	0	0	0
<i>Rubus idaeus</i>	0	0	0	0	0	5	0	0	4	0
<i>Rumex arifolius</i>	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
<i>Silene dioica</i>	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
<i>Silene vulgaris</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Solidago virgaurea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Trientalis europaea</i>	0	2	2	0	0	3	3	3	3	2
<i>Vaccinium myrtillus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Veratrum album</i>	0	1	0	0	3	0	0	2	0	0

Příloha 4: Tabulka s transformovanými daty pokryvnosti vegetace za rok 2015 pro kontrolní plochy v papratkových nivách

Druh Asociace	AK1 ATH	AK3 ATH	AK5 ATH	AK6 ATH	AK9 ATH	AK13 ATH	AK15 ATH	AK16 ATH	AK18 ATH	AK20 ATH
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Athyrium distentifolium</i>	9	9	8	7	9	9	9	9	8	9
<i>Avenella flexuosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bistorta major</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Calamagrostis villosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
<i>Homogyne alpina</i>	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0
<i>Ligusticum vulgare</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Luzulu luzuloides</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Luzula sylvatica</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0
<i>Maianthemum bifolium</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Nardus stricta</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Oxalis acetosella</i>	2	0	3	2	2	2	2	2	0	0
<i>Rubus idaeus</i>	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0
<i>Rumex arifolius</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Silene dioica</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Silene vulgaris</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Solidago virgaurea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Trientalis europaea</i>	0	2	2	2	0	2	0	2	2	3
<i>Vaccinium myrtillus</i>	4	0	0	3	0	0	0	0	0	0
<i>Veratrum album</i>	0	0	0	0	3	3	0	0	4	0

Příloha 5: Tabulka s transformovanými daty pokryvnosti vegetace za rok 2015 pro sjezdovku ve třtinových trávnících

Druh Asociace	CS21 CAL	CS22 CAL	CS26 CAL	CS27 CAL	CS28 CAL	CS30 CAL	CS31 CAL	CS32 CAL	CS33 CAL	CS34 CAL
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Athyrium distentifolium</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Avenella flexuosa</i>	4	2	3	4	3	5	4	4	0	5
<i>Bistorta major</i>	2	0	2	0	0	0	0	3	0	0
<i>Calamagrostis villosa</i>	7	7	7	7	4	3	0	0	0	0
<i>Homogyne alpina</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ligusticum vulgare</i>	0	2	0	0	4	1	4	3	3	4
<i>Luzulu luzuloides</i>	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0
<i>Luzula sylvatica</i>	0	0	0	0	7	7	6	7	8	6
<i>Maianthemum bifolium</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Nardus stricta</i>	0	0	3	0	0	0	3	3	0	0
<i>Oxalis acetosella</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Rubus idaeus</i>	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0
<i>Rumex arifolius</i>	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0
<i>Silene dioica</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Silene vulgaris</i>	3	0	0	4	0	0	0	2	0	0
<i>Solidago virgaurea</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Trientalis europaea</i>	3	3	2	0	0	0	2	0	0	0
<i>Vaccinium myrtillus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Veratrum album</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Příloha 6: Tabulka s transformovanými daty pokryvnosti vegetace za rok 2015 pro kontrolní plochy ve třtinových trávnících

Druh Asociace	CK41 CAL	CK42 CAL	CK43 CAL	CK47 CAL	CK48 CAL	CK50 CAL	CK55 CAL	CK58 CAL	CK59 CAL	CK60 CAL
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	0	2	3	0	0	0	0	0	0	3
<i>Athyrium distentifolium</i>	0	0	0	0	0	2	2	3	0	0
<i>Avenella flexuosa</i>	8	8	7	7	6	4	0	0	5	4
<i>Bistorta major</i>	0	0	0	4	5	4	3	0	4	4
<i>Calamagrostis villosa</i>	0	3	5	3	6	0	3	6	0	0
<i>Homogyne alpina</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ligusticum vulgare</i>	2	2	3	0	0	0	9	0	0	0
<i>Luzulu luzuloides</i>	3	0	4	0	0	0	0	0	0	3
<i>Luzula sylvatica</i>	0	0	0	0	0	8	0	6	7	6
<i>Maianthemum bifolium</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Nardus stricta</i>	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Oxalis acetosella</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Rubus idaeus</i>	0	0	0	0	0	0	2	5	0	0
<i>Rumex arifolius</i>	0	0	0	4	3	0	1	0	0	0
<i>Silene dioica</i>	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0
<i>Silene vulgaris</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Solidago virgaurea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Trientalis europaea</i>	3	0	0	0	2	0	0	0	3	1
<i>Vaccinium myrtillus</i>	4	0	0	3	3	0	0	0	0	0
<i>Veratrum album</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Příloha 7: Tabulka s transformovanými daty pokryvnosti vegetace za rok 2015 pro sjezdovku v brusnicových porostech

Druh Asociace	VS64 VAC	VS66 VAC	VS67 VAC	VS68 VAC	VS69 VAC	VS71 VAC	VS73 VAC	VS74 VAC	VS75 VAC	VS76 VAC
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Athyrium distentifolium</i>	0	0	0	0	2	0	3	3	0	0
<i>Avenella flexuosa</i>	4	2	0	4	0	0	0	0	0	0
<i>Bistorta major</i>	3	3	4	5	0	3	0	0	1	3
<i>Calamagrostis villosa</i>	3	4	0	0	3	2	0	1	3	2
<i>Homogyne alpina</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ligusticum vulgare</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Luzulu luzuloides</i>	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Luzula sylvatica</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Maianthemum bifolium</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Nardus stricta</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Oxalis acetosella</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Rubus idaeus</i>	0	0	0	0	3	4	4	3	0	0
<i>Rumex arifolius</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Silene dioica</i>	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0
<i>Silene vulgaris</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Solidago virgaurea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Trientalis europaea</i>	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0
<i>Vaccinium myrtillus</i>	7	7	8	6	8	8	7	8	8	8
<i>Veratrum album</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Příloha 8: Tabulka s transformovanými daty pokryvnosti vegetace za rok 2015 pro kontrolní plochy v brusnicových porostech

Druh Asociace	VK85 VAC	VK86 VAC	VK88 VAC	VK90 VAC	VK91 VAC	VK92 VAC	VK93 VAC	VK94 VAC	VK96 VAC	VK98 VAC
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Athyrium distentifolium</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Avenella flexuosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bistorta major</i>	0	0	0	0	0	3	4	0	0	0
<i>Calamagrostis villosa</i>	2	2	0	0	0	4	0	5	0	0
<i>Homogyne alpina</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ligusticum vulgare</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Luzulu luzuloides</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Luzula sylvatica</i>	0	0	0	0	0	0	0	5	4	0
<i>Maianthemum bifolium</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Nardus stricta</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Oxalis acetosella</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Rubus idaeus</i>	3	3	3	3	0	4	0	3	5	4
<i>Rumex arifolius</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Silene dioica</i>	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0
<i>Silene vulgaris</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Solidago virgaurea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Trientalis europaea</i>	0	0	0	2	2	0	2	0	0	2
<i>Vaccinium myrtillus</i>	8	7	7	8	7	7	7	7	7	9
<i>Veratrum album</i>	0	0	0	0	0	0	0	3	3	0