

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích  
Přírodovědecká fakulta

Katedra botaniky



**Srovnání vegetace sjezdových tratí  
s umělým a přírodním sněhem v CHKO  
Bílé Karpaty a v CHKO Beskydy**

Bakalářská práce

Jitka Kocková

Školitelka: RNDr. Jana Jersáková, PhD.

České Budějovice 2008

**Kocková J. (2008):** Srovnání vegetace sjezdových tratí s umělým a přírodním sněhem v CHKO Bílé Karpaty a v CHKO Beskydy. [Comparison of vegetation on ski slopes with artificial or natural snow in CHKO Bílé Karpaty and CHKO Beskydy. Bc. Thesis, in Czech]. – 25 p., Faculty of Sciences, The University of South Bohemia, České Budějovice, Czech Republic.

### **Annotation**

Vegetation cover of ten ski slopes was studied during the summer season in 2007. A method of direct gradient analysis (RDA) was used to detect differences in the composition of phytocenological reléves of ski slopes with natural or artificial snow. However, no impact of use of artificial snow on vegetation was identified.

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci jsem vypracovala samostatně, pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách.

V Českých Budějovicích dne 5. 5. 2008

Jitka Kocková

## **Poděkování**

Především bych chtěla poděkovat své školitelce Janě Jersákové za čas a trpělivost při pročitání práce, dále také správám CHKO Bílé Karpaty a CHKO Beskydy za poskytnuté informace o sjezdovkách, Kouřovi a osazenstvu naší pracovny za pomoc s určováním rostlin a Petru Šmilauerovi za rady ohledně statistického vyhodnocení dat programem Canoco.

V neposlední řadě patří dík i mé rodině za gastronomické a kurýrní služby a za asistenci při sběru dat v terénu.

# Obsah

<b>1. Úvod .....</b>	<b>1</b>
1.1. Obecná problematika sjezdového lyžování.....	1
1.2. Upravování a provoz sjezdových tratí.....	1
1.3. Výroba a vlastnosti umělého sněhu.....	2
1.4. Vliv na půdu a vodní režim .....	2
1.5. Vliv lyžování na vegetaci.....	3
1.6. Vliv lyžování na faunu .....	4
1.7. Cíle práce.....	5
<b>2. Metodika .....</b>	<b>6</b>
2.1. Charakteristika jednotlivých lokalit .....	6
2.2. Sběr dat.....	7
2.3. Statistické zhodnocení dat.....	7
<b>3. Výsledky .....</b>	<b>8</b>
3.1. Výsledky Principal Component Analysis (PCA).....	8
3.2. Výsledky Redundancy Analysis (RDA) .....	11
3.3. Vliv umělého sněhu na celkovou pokryvnost rostlin, na počet druhů na sjezdovce, na pokryvnost trav a pokryvnost mechů.....	11
3.4. Výskyt chráněných druhů rostlin na sjezdovkách.....	12
<b>4. Diskuze .....</b>	<b>13</b>
4.1. Kontrolní plochy .....	13
4.2. Stáří sjezdovek .....	13
4.3. Pokryvnost vyšších rostlin, mechů a trav.....	13
4.4. Počet druhů rostlin na sjezdovkách.....	14
4.5. Chráněné druhy rostlin .....	14
4.6. Další studium vegetace sjezdových tratí .....	14
<b>5. Literatura.....</b>	<b>16</b>
<b>6. Přílohy .....</b>	<b>19</b>
6.1. Seznam použitých zkratk rostlinných druhů .....	19
6.2. Fytcenologické snímky .....	20
6.3. Obrazová dokumentace .....	23

# 1. Úvod

## 1.1. Obecná problematika sjezdového lyžování

Sjezdové lyžování je sportovním odvětvím s velkým vlivem na životní prostředí a s masovým rozvojem tohoto sportu stále vzrůstá potřeba nových lyžařských center a nároky na jejich technické vybavení. Výstavba lyžařského areálu je provázána významnými zásahy do krajiny, jako je stavba komunikací, vleků nebo lanovek a často také ubytovacího a stravovacího zařízení následovaná terénními úpravami sjezdových tratí a popřípadě i budováním vodních nádrží. Dopady na životní prostředí jsou nejvíce patrné v horských ekosystémech, které jsou citlivé na zásahy, jež způsobují změny vegetačního krytu a tím i erozi (STRONG ET AL. 2002).

Globální změny klimatu se začínají také projevovat na množství sněhu, které začíná být nejen v nižších polohách nedostatečné a lyžařská střediska stále častěji zavádějí produkci umělého sněhu (ELSASSER & MESSERLI 2001, KAMMER 2002). Nadmořská výška, ve které je přes zimní období dostatek sněhu pro provozování zimních sportů, se má v evropských Alpách posunout až o 300 m výše během následujících 30 let (ABEGG 1996).

Lyžování se stalo masovým sportem, a tak lyžařská střediska nejen v Alpách, ale i v České Republice nestačí pokrýt poptávku lyžařů; vzniká tak tlak na zřizování dalších sjezdových tratí nebo jejich rozšiřování. Často dochází ke konfliktu mezi zájmy orgánů ochrany přírody a provozovatelů vleků vzhledem k možným dopadům sjezdového lyžování na životní prostředí (DOLEŽAL 2003).

## 1.2. Upravování a provoz sjezdových tratí

Při výstavbě většiny sjezdových tratí jsou prováděny významné terénní úpravy, jako například rovnání terénu nebo odstranění kamenů a vegetace spolu se svrchní částí půdy; v případě sjezdovek s umělým zasněžováním i výkopy pro vodovodní potrubí. Častým následkem je pak eroze svahu (MOSIMANN 1985), která je většinou neúspěšně napravována vyséváním nepůvodních druhů rostlin (RUTH-BALAGANSKAYA & MYLLYNNEN-MALINEN 2000). Výsev nepůvodních druhů rostlin obvykle omezuje rekolonizaci místními druhy rostlin (BAYFIELD 1980, VAN OMMEREN 2001), v jistých případech však může uchycování původních druhů zlepšit (BAYFIELD 1996). Eroze způsobená terénními úpravami může být v letním období ještě více prohloubena intenzivní pastvou dobytka (RIES 1996). Narušená vegetace sjezdovek se tak stává náchylnou k invazi nepůvodních druhů (TITUS & LANDAU 2003).

V horských oblastech je ale tato invaze redukována drsnými přírodními podmínkami a plocha obnažené půdy není tak silně korelována s výskytem nepůvodních druhů, jako je tomu v oblastech s nižší nadmořskou výškou (TITUS & TSUYUZAKI 1999).

### 1.3. Výroba a vlastnosti umělého sněhu

Lyžařská střediska v nižších polohách se poslední dobou potýkají s nedostatkem přírodního sněhu a umělé zasněžování se stává běžnou součástí provozu sjezdových tratí. Umělý sníh se používá ale i ve vyšších polohách, a to hlavně z důvodu prodloužení lyžařské sezóny.

Umělý sníh má jiné fyzikální i chemické vlastnosti než sníh přírodní. Odlišuje se svou krystalickou strukturou; na rozdíl od přirozeného sněhu tvoří sférické (viz **Obr. 4**, str. 23) krystaly, nikoli dendritické (RIXEN ET AL. 2004). Je proto mnohem kompaktnější, což způsobuje dvojnásobně vyšší obsah vody v jednotce objemu oproti přírodnímu sněhu a snižuje jeho tepelnou izolační schopnost. Dále povrchová voda používaná na výrobu umělého sněhu obsahuje více minerálních látek (například dusičnanů, iontů vápníku, chloridů a síranů), má až čtyřikrát větší vodivost než dešťová voda a působí tedy jako hnojivo (RIXEN ET AL. 2002). Na druhou stranu se někdy na uměle zasněžovaných svazích projeví spíše vliv splachu živin díky dodané vodě z tajícího sněhu než přínos živin z této vody (WIPF ET AL. 2002).

Někdy se při výrobě umělého sněhu také používají chemická nebo bakteriální aditiva, která fungují jako krystalizační jádra a tím urychlují mrznutí kapek vody, které pak tvoří umělý sníh. Jedním z mnoha přípravků na trhu je Snomax, jehož základem je lyzát bakterie *Pseudomonas syringae* (www.snowmakers.cz). Tato bakterie se běžně vyskytuje na vegetaci a obsahuje bílkoviny, které snižují bod mrznutí vody. Produkce umělého sněhu je tím umožněna již při  $-3^{\circ}\text{C}$ , bez aditiv je výroba možná až při  $-7^{\circ}\text{C}$  (RIXEN ET AL. 2003). Možná patogenita lyzátu bakterie vůči rostlinám nebyla zatím prokázána. Na sjezdových tratích využívaných k lyžařským závodům se dále používají chemická činidla zpevňující sníh, například dusičnan amonný, který působí jako hnojivo (RIXEN & STÖCKLI 2000).

### 1.4. Vliv na půdu a vodní režim

Teplota v půdě měřená v hloubce 3 cm až 1 m se obvykle výrazně neliší na uměle zasněžovaných sjezdovkách a kontrolních plochách s přírodním sněhem založených mimo sjezdovku (KELLER ET AL. 2004); v obou případech se pohybuje okolo  $0^{\circ}\text{C}$ . Zvýšená tepelná vodivost umělého sněhu je totiž kompenzována vyšší vrstvou sněhu na sjezdovce oproti

kontrolní ploše. Naproti tomu na přirozeně zasněžovaných sjezdovkách dochází k promrzání půdy vlivem ztenčení a zhutnění sněhové pokrývky (WIPF ET AL. 2001, RIXEN ET AL. 2004, BANAŠ ET AL. 2007).

Na uměle zasněžovaných sjezdovkách se také často mění pH půdy v závislosti na pH vody používané na výrobu sněhu, která bývá alkaličtější než přírodní sníh (KAMMER 2002, CARAVELLO ET AL. 2006).

Výroba umělého sněhu je náročná na spotřebu elektrické energie a vody. Voda je obvykle čerpána z místních zdrojů a jejich využívání může způsobit změny vodního režimu v krajině. Období největšího čerpání vodních zdrojů se shoduje s obdobím jejich přirozené nejnižší hladiny, takže vodní toky mohou v tomto období ztratit většinu své vody. Navíc z vody využitá na tvorbu umělého sněhu je třetina ztracena v podobě výparu. Pokles vodní hladiny je patrný i na větších vodních plochách, například hladina Štrbského plesa v Tatrách klesne během zimní sezóny až o 1 metr (ČERMÁK 2004). Pro alpský region, který je silně ekonomicky závislý na provozu lyžařských tratí, se ztráta vody způsobená výrobou umělého sněhu rovná roční spotřebě vody 500 000 města (DE JONG 2007). Průměrná sjezdovka (o rozloze 10 ha) spotřebuje za jednu sezónu na výrobu sněhu 20 miliónů litrů vody a 130 MWh elektrické energie (DOLEŽAL 2003).

### 1.5. Vliv lyžování na vegetaci

Výška a hustota sněhové pokrývky na uměle a přirozeně zasněžovaných sjezdovkách se obvykle liší, což má výrazný vliv na fenologii vegetace a mechanické narušení rostlin (KELLER ET AL. 2004, RIXEN ET AL. 2004). Výška sněhové pokrývky na svazích s umělým sněhem bývá i přes zhutnění sněhu vyšší než na kontrolních plochách bez umělého sněhu umístěných mimo sjezdovou trať; na sjezdovkách s jen přírodním sněhem bývá jeho výška oproti kontrole menší (RIXEN ET AL. 2004). Z těchto důvodů na sjezdovkách s umělým sněhem roztává sníh v průměru o 2 – 4 týdny později než na kontrolních plochách a sjezdovkách s přírodním sněhem (viz **Obr. 5**, str. 23). Na uměle zasněžovaných lyžařských svazích převažují rostliny přizpůsobené nízké sněhové pokrývce a tím i zimním mrazům (tzv. wind edged species), kdežto na uměle zasněžovaných sjezdovkách rostou spíše rostliny přizpůsobené krátké vegetační době a vysoké sněhové pokrývce (tzv. snowbed species). V důsledku zkrácení vegetační sezóny a rolbování dochází i ke zmenšení produkce biomasy (WIPF ET AL. 2005). Zvýšení sněhové pokrývky umělým sněhem pomáhá zmírnit mechanickou disturbanci vegetace hranami lyží a rolbami, zvláště u dřevin, které mají své

obnovovací orgány nad zemí (RIES 1996, WARDLE & FAHEY 2002, RIXEN ET AL. 2003). Naopak u trav a časně kvetoucích rostlin byl pozorován tím větší úbytek v pokryvnosti, čím více let byl umělý sníh používán (WIPF ET AL. 2005).

Pojezdy strojů upravujících rozložení sněhu na sjezdovce způsobují tvorbu ledových vrstev (tzv. ice layers) na sjezdovkách s přirozeným i umělým sněhem, což má za následek horší plynovou propustnost sněhové vrstvy. Koncentrace kyslíku pod sněhem může klesnout natolik, že jsou rostliny náchylnější k poškození mrazem (NEWSELY 1997).

Používání umělého sněhu může být příčinou změn druhového složení vegetace či dokonce úbytku druhů, a to hlavně na oligotrofních nebo suchých sjezdovkách, protože je do půdy dodáno značné množství minerálů a vody (WIPF ET AL. 2005). Druhy, které preferují živinami více bohatá stanoviště, zvyšují na sjezdovkách s umělým sněhem svou pokryvnost na úkor druhů ze suchých a živinami chudších stanovišť (KAMMER 2002).

## **1.6. Vliv lyžování na faunu**

Sjezdové tratě, které vznikly jako lesní průseky, vytvářejí překážku v kontinuálním ekosystému lesů. Tato fragmentace může být zmírněna například ponecháním stromových ostrůvků na sjezdové trati nebo jejím zúžením, což má pozitivní vliv například na výskyt drobných hrabošů (HADLEY & WILSON 2004). Vliv sjezdových tratí na společenstva bezobratlých byl ilustrován studií, která sledovala šíření různých druhů lesních brouků (STRONG ET AL. 2002). Zjištěná diverzita brouků na sjezdovce a v původním lese byla přibližně stejná, ale tato stanoviště se téměř úplně lišila v konkrétních druzích. Autoři zjistili, že sjezdové tratě tvoří vhodné prostředí pro druhy z otevřených stanovišť a jsou kolonizovány těmito druhy brouků z nižších i vyšších nadmořských výšek.

Změny v půdě vyvolané používáním umělého sněhu mají také vliv na společenstvo žížal, a to hlavně na jejich početnost – na sjezdovkách je jich méně. Tato společenstva se zdají být dobrým bioindikátorem pro horské ekosystémy (CARAVELLO 2006).

V ptačích populacích se postupně objevují druhy, které nejsou v horských ekosystémech původní, například vrány, ale úbytek původních druhů, jako například bělokurů a tetřívků nebyl prokázán. Pravděpodobně to souvisí s lepším přístupem k potravě v člověkem využívaných územích (WATSON 1979). Dále sjezdové tratě nad horní hranicí lesa vykazují menší diverzitu i početnost lučních druhů ptáků než v lyžování neovlivněných lučních společenstvech, jednou z příčin je i menší početnost členovců, kterými se ptáci živí (ROLANDO ET AL. 2007). Okraje sjezdových tratí sousedících s lesem mají negativní efekt na



ekotonová společenstva ptáků oproti ekotonu, který vytváří sousedství pastviny a lesa. Menší druhová bohatost ekotonu sjezdovka-les je způsobena náhlým přechodem obou biotopů, chybí například keřové společenstvo (LAIOLO & ROLANDO 2005).

### **1.7. Cíle práce**

Většina citovaných studií byla prováděna v evropských Alpách nebo v USA na sjezdovkách v nadmořské výšce přesahující 1 500 m. V České republice se sjezdovky obvykle nacházejí podstatně níže, a tak jsou více ohroženy změnami klimatu. Jak již bylo výše řečeno i v České Republice stoupá poptávka po lyžování, a to i ve státem chráněných oblastech, protože většina našich pohoří patří mezi chráněná území. Správy jednotlivých chráněných území jsou zavaleny žádostmi o stavbu nových či zvětšování stávajících sjezdovek a výjimkou nejsou ani správy CHKO Beskydy a CHKO Bílé Karpaty, ačkoli obě patří mezi cenná a druhově bohatá území. Přitom účinky lyžování a umělého sněhu na životní prostředí ještě nejsou dostatečně prozkoumané a v České republice zatím proběhlo nebo probíhá jen málo takovýchto studií (např. BANAŠ ET AL. 2007).

Cílem mé práce je porovnání vegetace na sjezdovkách s přirozeným a umělým sněhem v CHKO Bílé Karpaty a v CHKO Beskydy, srovnání vegetace míst na sjezdovce s různou intenzitou lyžařské zátěže a zároveň také vytvoření podkladů pro dlouhodobější studium vlivu lyžování na vegetaci v CHKO Bílé Karpaty a CHKO Beskydy.

## 2. Metodika

### 2.1. Charakteristika jednotlivých lokalit

V CHKO Bílé Karpaty a v jižní části CHKO Beskydy (Vsetínské vrchy) byly vybrány luční sjezdovky s podobným managementem (tj. pravidelně kosené a nedosévané). Původním záměrem bylo porovnat vegetaci sjezdovek s kontrolními plochami neovlivněnými lyžováním poblíž dané sjezdové tratě, podobně jako ve studiích prováděných v Alpách či jinde nad horní hranicí lesa. Vhodné kontrolní plochy však bylo problematické nalézt, v okolí sjezdovek buď nejsou luční porosty (často sady nebo les) nebo jsou louky intenzivně zemědělsky využívány nebo naopak neudržované. V sezóně 2007 bylo osnímkováno 10 sjezdových tratí (viz **Tab 1**), v příštích sezónách budou osnímkovány další, aby byla lépe pokryta variabilita způsobená rozdílnou nadmořskou výškou sjezdovek a také jejich různým stářím.

**Tab. 1:** Základní informace o snímkaných sjezdovkách.

sjezdovka	oblast	GPS souřadnice	založení	nadmořská výška	umělý sníh
<b>Hovězí</b>	Beskydy	N 49°17' E 18°03'	1983	500 m.n.m.	ne
<b>Vranča</b>	Beskydy	N 49°19' E 18°11'	nezjištěno	620 m.n.m.	ne
<b>Kyčerka</b>	Beskydy	N 49°21' E 18°17'	60. léta	700 m.n.m.	ano (12 let)
<b>Karolinka</b>	Beskydy	N 49°20' E 18°15'	nezjištěno	700 m.n.m.	ano
<b>Kohútka</b>	Beskydy	N 49°17' E 18°13'	nezjištěno	800 m.n.m.	ano
<b>Soláň sedlo</b>	Beskydy	N 49°23' E 18°14'	1976	820 m.n.m.	ano (5 let)
<b>TJ Rožnov</b>	Beskydy	N 49°23' E 18°15'	50. léta	850 m.n.m.	ano
<b>Seník</b>	Beskydy	N 49°17' E 18°14'	nezjištěno	910 m.n.m.	ne
<b>Jeleňovská</b>	Bílé Karpaty	N 49°07' E 17°59'	70. léta	650 m.n.m.	ne
<b>Lopata</b>	Bílé Karpaty	N 48°57' E 17°48'	nezjištěno	750 m.n.m.	ano

## 2.2. Sběr dat

V létě 2007 bylo osnímkováno 10 lučních sjezdovek (tj. nikoliv sjezdovek, které vznikly jako průsek v lese) v oblasti CHKO Beskydy a CHKO Bílé Karpaty, a to 6 uměle zasněžovaných a 4 s přírodním sněhem (viz **Tab. 1.**). Na každé sjezdovce bylo umístěno 5 fytoocenologických snímků o rozměrech 4 x 4 metry a v nich byla odhadnuta pokryvnost jednotlivých druhů rostlin v procentech. Ve střední části sjezdovky byly umístěny nad sebou 3 snímky a dále po jednom snímku u výjezdu z vleku a poblíž nástupního místa na vlek. Dále byly zaznamenány další druhy rostlin na sjezdovce, které se nevyskytovaly v žádném z pěti snímků. Druhov a rodová jména rostlin jsou ve shodě s nomenklaturou Klíče ke květeně České Republiky (KUBÁT ET AL. 2002). Rostliny z rodů *Taraxacum*, *Crataegus*, *Alchemilla*, *Rosa* a *Rubus* nebyly určeny do konkrétních druhů z důvodu jejich taxonomické složitosti.

## 2.3. Statistické zhodnocení dat

Ke statistickému vyhodnocení fytoocenologických snímků byl použit program Canoco for Windows verze 4.5. K analýze byly použity pouze tři snímky z těla sjezdovky, osnímkování krajních snímků často nebylo možné provést na všech sjezdovkách kvůli prodlužování sjezdových tratí nebo jiným stavebním úpravám v letním období. Tyto plochy budou dosnímkovány v následující sezóně.

Nejprve byla provedena analýza DCA (Detrended Correspondence Analysis), a poté nepřímá gradientová analýza PCA (Principal Component Analysis) i přímá gradientová analýza RDA (Redundancy Analysis) (LEPŠ & ŠMILAUER 2000).

V PCA analýze byly do výsledného diagramu promítnuty charakteristiky prostředí.

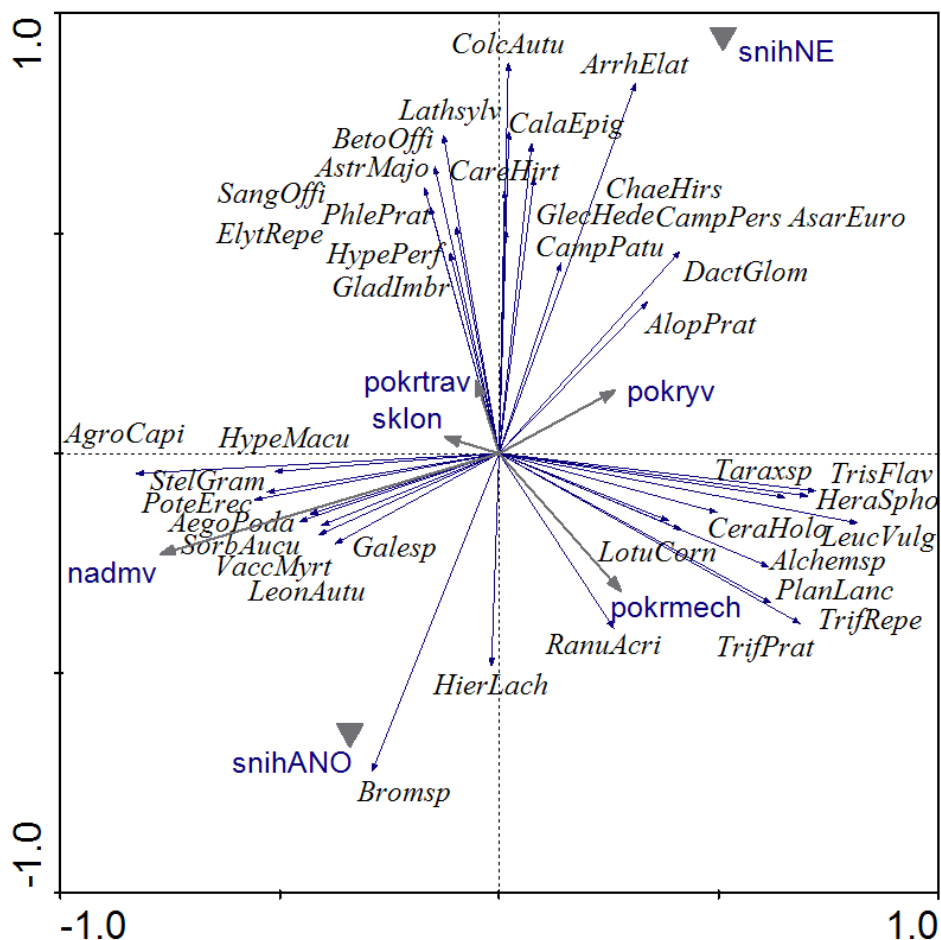
Rozdíly ve fytoocenologickém složení sjezdovek s umělým a přirozeným sněhem byly otestovány pomocí Monte Carlo permutačního testu v RDA analýze. Příslušnost fytoocenologických snímků k jednotlivým sjezdovkám byla vyřešena pomocí split-plot designu, kdy jednotlivé sjezdovky byly označeny jako bloky (tzv. whole plots) a jednotlivé snímky tvořily tzv. split-plots. Jako environmentální proměnná sloužil umělý sníh (jako tzv. dummy variable) a nadmořská výška byla použita jako kovariáta (tzv. covariable).

K dalším statistickým analýzám byl použit program Statistica verze 8. Jednocestnou analýzou variance (ANOVA) (LEPŠ 1996) bylo otestováno, zda má umělé zasněžování vliv na počet druhů na sjezdovce, na celkovou pokryvnost rostlin, pokryvnost trav a na celkovou pokryvnost mechů. Jako závislé proměnné byly použity průměry daných hodnot ze 3 snímků na těle sjezdovky.

## 3. Výsledky

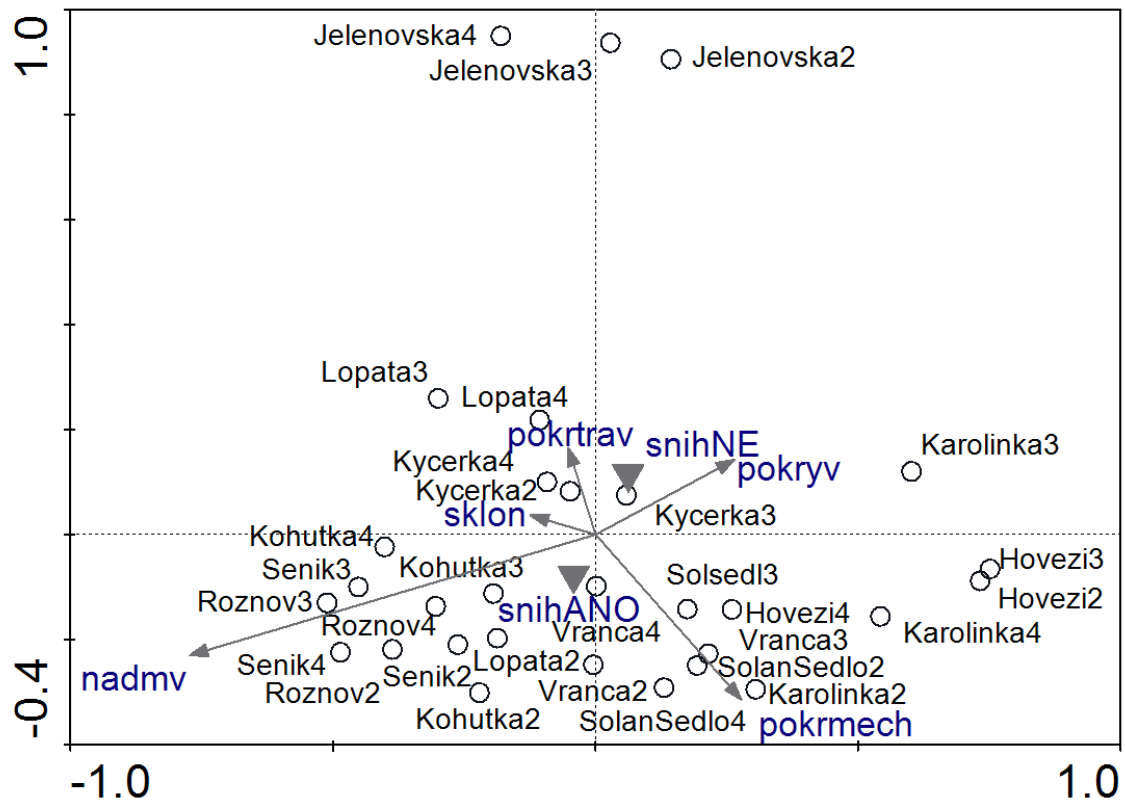
### 3.1. Výsledky Principal Component Analysis (PCA)

Nadmořská výška koreluje s první osou diagramu PCA vysvětlující nejvíce variability v druhovém složení snímků (viz **Obr. 1.**), z tohoto důvodu je v přímé analýze RDA (viz. **Obr. 3**) použita jako kovariáta, aby byl její vliv odstraněn. Pokryvnost trav a celková pokryvnost rostlin pozitivně koreluje s nepřítomností umělého sněhu. Tato závislost naznačuje větší intenzitu lyžování na sjezdovkách s umělým sněhem a tím pádem i větší vydírání (viz **Obr. 7**, str. 24) oproti sjezdovkám s přírodním sněhem, na kterých se v posledních letech z důvodu nedostatku přírodního sněhu lyžuje méně.



**Obr. 1.** Ordinační diagram nepřímé gradientové analýzy PCA zobrazující rozložení pokryvností rostlinných druhů na sjezdovkách podél gradientu největší variability. Do diagramu jsou promítnuty charakteristiky prostředí. První osa vysvětluje 18,1 %, druhá 12,5 % druhové variability. Použité zkratky: snihANO (= uměle zasněžováno), snihNE (= bez umělého sněhu), pokrmech (= pokryvnost mechů), nadmv (= nadmořská výška), pokrýv (= celková pokryvnost rostlin), pokrtrav (= pokryvnost trav); zkratky označující druhy rostlin jsou uvedeny v příloze (viz **Tab. 4**, str. 19).

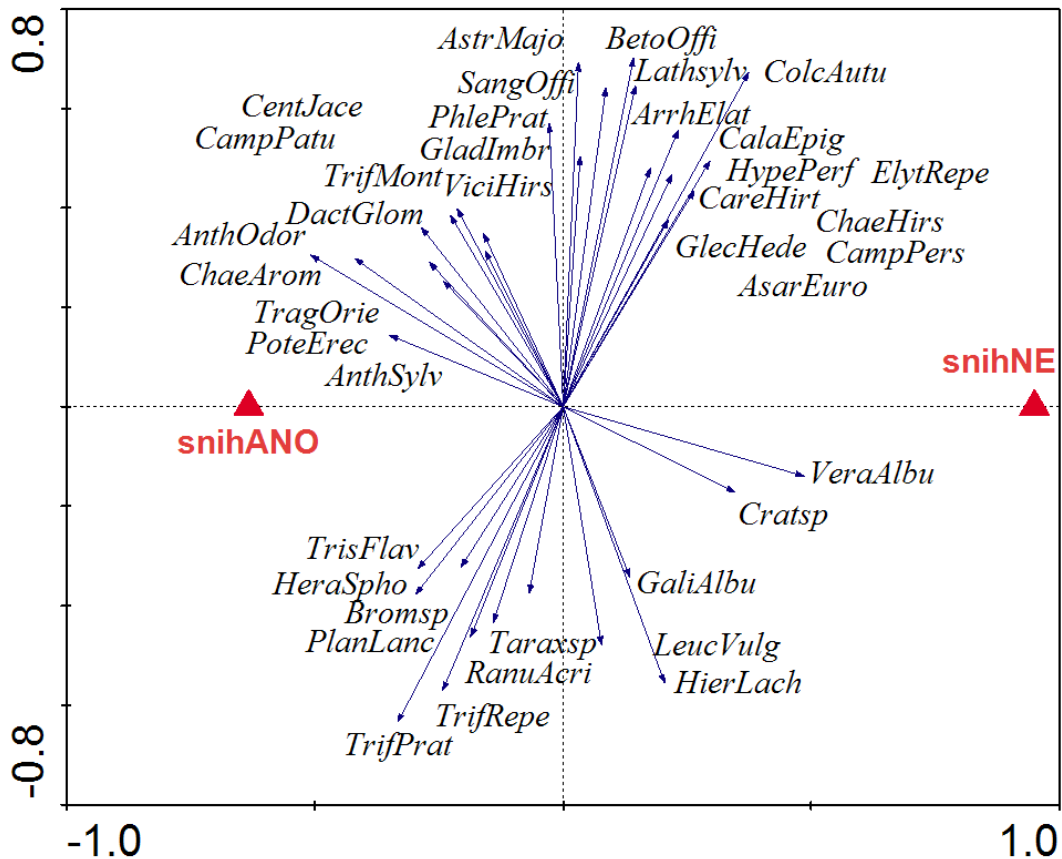
V diagramu nepřímé gradientové analýzy PCA zobrazující jednotlivé fytoocenologické snímky nelze vysledovat žádný výrazný trend, podle kterého by se snímky (sjezdovky) v ordinačním prostoru dělily na uměle zasněžované a s přírodním sněhem. Sjezdovka Jeleňovská leží v ordinačním diagramu poměrně daleko od skupiny ostatních sjezdovek zřejmě díky tomu, že oproti ostatním sjezdovkám je velmi blízko les (sjezdovka je ve své horní a dolní části poměrně úzká), a tak se ve fytoocenologických snímcích objevují i lesní byliny a semenáčky stromů. Z tohoto důvodu má také nejvyšší počet zaznamenaných druhů ze všech sjezdovek.



**Obr. 2.** Ordinační diagram PCA zobrazující rozložení jednotlivých fytoocenologických snímků (zelenou barvou jsou vyznačeny sjezdovky s přírodním sněhem) podél gradientu největší variability. Do diagramu jsou promítnuty charakteristiky prostředí. Použité zkratky: snihANO (= uměle zasnežováno), snihNE (= bez umělého sněhu), pokrmech (= pokryvnost mechů), nadmv (= nadmořská výška), pokryv (= celková pokryvnost rostlin), pokrtrav (= pokryvnost trav).

### 3.2. Výsledky Redundancy Analysis (RDA)

Vliv umělého sněhu na složení vegetace se nepodařilo přímou gradientovou analýzou RDA prokázat, hodnota testovacího kritéria pro Monte Carlo permutační test je  $F=1,57$  a  $p=0,57$ .



**Obr. 3.** Ordinační diagram RDA zobrazující vliv umělého sněhu na druhové složení a pokryvnost rostlin ve fytoecenologických snímcích sjezdovek. První osa vysvětluje 4,8 %, druhá 12,8 % druhové variability. Použité zkratky: snihANO (= uměle zasněžováno), snihNE (= bez umělého sněhu); zkratky označující druhy rostlin jsou uvedeny v příloze.

### 3.3. Vliv umělého sněhu na celkovou pokryvnost rostlin, na počet druhů na sjezdovce, na pokryvnost trav a pokryvnost mechů.

Ve všech pěti fytoecenologických snímcích na sjezdovce se vyskytuje průměrně 84 % všech rostlinných druhů nalezených na dané sjezdovce. Snímky tedy poměrně dobře zachycují variabilitu vegetace na dané sjezdovce.

Ani jedna ze závislých proměnných (celková pokryvnost rostlin, pokryvnost mechů, pokryvnost trav a počet druhů na sjezdovce) není průkazně závislá na vlivu umělého sněhu,

výsledky jednocestné ANOVY jsou uvedeny v **Tab. 2**. Průměrné hodnoty těchto závislých proměnných a střední chyba průměru pro sjezdovky uměle zasněžované a sjezdovky s přírodním sněhem jsou uvedené také v **Tab. 2**.

**Tab. 2.** Porovnání průměrných hodnot počtu druhů rostlin na sjezdovce, pokryvnosti mechů, pokryvnosti trav a celkové pokryvnosti rostlin na přirozeně a uměle zasněžovaných sjezdovkách a výsledky vlivu umělého sněhu testované jednocestnou ANOVOU.

	průměr ± střední chyba průměru (S.E.)		výsledky ANOVY	
	uměle zasněžované	přirozeně zasněžované	F <sub>(1,8)</sub>	p
počet druhů na sjezdovce	58,3 ± 3,5	55,3 ± 8,0	0,16	0,70
celková pokryvnost rostlin	97,8 ± 1,3 %	99,5 ± 0,5 %	1,03	0,34
pokryvnost mechů	43,0 ± 3,5 %	51,3 ± 13,9 %	0,49	0,51
pokryvnost trav	54,8 ± 2,1 %	55,5 ± 2,6 %	0,04	0,85

### 3.4. Výskyt chráněných druhů rostlin na sjezdovkách

Na 10 studovaných sjezdovkách se mi podařilo nalézt 8 druhů chráněných rostlin; jejich seznam, výskyt a stupeň ochrany je uveden v **Tab. 3**. Největší počet ohrožených druhů se vyskytuje na sjezdovce TJ Rožnov a na sjezdovce Soláň Sedlo. *Gladiolus imbricatus* se v hojném počtu (několika desítek jedinců) nalézá pouze na sjezdovce Soláň Sedlo, na ostatních sjezdovkách je jen v počtu několika kusů. Ostatní druhy chráněných rostlin zaznamenané na uvedených sjezdovkách jsou přítomné pouze v počtu několika jedinců, výjimkou je *Veratrum album*, které je hojné na obou uvedených sjezdovkách

**Tab. 3.** Tabulka výskytu ohrožených druhů na sjezdovkách.

druh	kategorie ohrožení (HOLUB & PROCHÁZKA 2000)	výskyt na sjezdovkách
<i>Gladiolus imbricatus</i>	C 2 (silně ohrožené druhy)	Jeleňovská, Lopata, Soláň Sedlo a TJ Rožnov
<i>Traunsteinera globosa</i>	C 2	Hovězí, Soláň Sedlo, Vranča a TJ Rožnov
<i>Aquilegia vulgaris</i>	C 3 (ohrožené druhy)	Hovězí
<i>Orchis mascula</i>	C 3	Vranča a Kohútka
<i>Platanthera bifolia</i>	C 3	TJ Rožnov a Vranča
<i>Dactylorhiza fuchsii</i>	C 4 (vzácnější druhy, vyžadující další pozornost)	TJ Rožnov a Soláň Sedlo
<i>Listera ovata</i>	C 4	Soláň Sedlo
<i>Veratrum album ssp. lobelianum</i>	C 4	Seník a Kohútka



## **4. Diskuze**

### **4.1. Kontrolní plochy**

Vliv umělého sněhu na vegetaci sjezdovek se v CHKO Beskydy a v CHKO Bílé Karpaty nepodařilo prokázat. Na rozdíl od jiných výzkumných projektů, které probíhaly nad horní hranicí lesa (např. KAMMER 2002, ROLANDO ET AL. 2007, WIPF ET AL. 2005), nebylo možné vegetaci jednotlivých sjezdovek srovnat s kontrolními (lyžováním neovlivněnými) snímky umístěnými poblíž dané sjezdovky ve srovnatelném typu vegetace. Ačkoli je v obou chráněných oblastech dostatek lučních porostů, nebyly tyto vhodné pro umístění kontrolních snímků například kvůli jiné orientaci svahu nebo z důvodu jiného typu managementu. Louky v blízkosti sjezdovek byly buď neudržované (nekosené) nebo naopak příliš intenzivně využívané (hnojené nebo pasené). V okolí mnoha sjezdovek také nejsou luční porosty vůbec přítomné, v nejtěsnějším okolí se nachází například pouze sady nebo lesní porosty. Vegetace sjezdovek proto byla porovnána jen mezi uměle zasněžovanými sjezdovkami a sjezdovkami s přírodním sněhem navzájem. Soubor osnímkovaných sjezdovek je ale poměrně malý a navíc z relativně velkého území, a tak rozdíly zapříčiněné místními podmínkami (nadmořská výška, sklon svahu, intenzita využívání sjezdovky, ...) mohly převážit nad rozdíly způsobenými umělým sněhem.

### **4.2. Stáří sjezdovek**

U většiny sjezdovek se zatím nepodařilo zjistit jejich přesné stáří ani případnou dobu používání umělého sněhu, která může být příliš krátká na to, aby se změny ve vegetaci projevíly. Z informací, které se podařilo zjistit, je nejdéle zasněžovanou sjezdovkou Kyčerka v CHKO Beskydy (12 let). Například ve studii KAMMERA (2002) se rozdíly ve vegetaci sjezdovek a kontrolních ploch v Alpách projevíly až za 10 let od počátku používání umělého sněhu.

### **4.3. Pokryvnost vyšších rostlin, mechů a trav**

Rozdíly v celkové pokryvnosti vyšších rostlin v této studii se průkazně nelišily mezi uměle zasněžovanými sjezdovkami a sjezdovkami s přírodním sněhem. Ve studii RIESE (1996) byl zjištěn úbytek pokryvnosti rostlin na sjezdových tratích nejen v důsledku samotného lyžování, ale hlavně upravováním sjezdového svahu rolbami. Narušování vegetace probíhá na obou typech sjezdovek, ale na uměle zasněžovaných by toto narušování mělo být

zmírněno vyšší vrstvou sněhové pokrývky (RIXEN ET AL. 2003). Rozdíly nevyšly průkazně ani v případě porovnávání pokrývnosti trav mezi sjezdovkami s umělým a přírodním sněhem, i když ve studii WIPF ET AL. (2005) byl pozorován procentuální úbytek pokrývnosti trav v závislosti na počtu let, po které byl používán umělý sníh. Podle studie WARDLE & FAHEY (2002) dochází na sjezdovkách s narušovaným povrchem ke zvyšování pokrývnosti mechů; v CHKO Bílé Karpaty a v CHKO Beskydy tento rozdíl zaznamenán nebyl.

#### **4.4. Počet druhů rostlin na sjezdovkách**

Snižování počtu druhů vyšších rostlin na uměle zasněžovaných sjezdovkách se taktéž nepodařilo prokázat, ačkoli v porovnání s kontrolními plochami mimo sjezdovou trať umělé zasněžování obvykle vede k úbytku rostlinných druhů (KAMMER 2002).

#### **4.5. Chráněné druhy rostlin**

I přes možné negativní vlivy sjezdového lyžování (již výše zmíněná kratší vegetační sezóna, nadbytek minerálních látek a vody při umělém zasněžování nebo vydírání vegetace) byl na mnoha sjezdovkách zjištěn výskyt chráněných druhů (viz. **Tab. 3.**). Ze všech sjezdovek osnímkovaných v sezóně 2007 bylo narušení povrchu rolbou nejvýraznější právě na sjezdovce TJ Rožnov (viz. **Obr. 8.**, str. 25), což by mohlo být důvodem přítomnosti tří chráněných druhů orchidejí na této sjezdovce. Obnažená půda vytváří vhodné podmínky pro vyklíčení semínek orchidejí, která jsou velmi malá a tudíž málo schopná konkurovat ostatním druhům rostlin v zapojeném porostu.

#### **4.6. Další studium vegetace sjezdových tratí**

Pro další studium rozdílů ve vegetaci sjezdových tratí s umělým a přírodním sněhem by mohlo být užitečné změřením jednak dalších charakteristik prostředí (rozbory přírodního a umělého sněhu, pH vody používané k výrobě sněhu a případné následné změny pH v půdě) a dále také porovnání množství rostlinné biomasy uměle zasněžovaných sjezdovek a sjezdovek s přírodním sněhem. Produkce biomasy by na uměle zasněžovaných sjezdovkách měla být podpořena zvýšenou dodávkou vody a minerálních látek v umělém sněhu a menším vydíráním z důvodu vyšší vrstvy sněhu (WIPF ET AL. 2005).

Pro pokrytí variability sjezdovek týkající se nadmořské výšky a různého stáří je možné v následujících sezónách osnímkovat ještě další sjezdovky; v CHKO Bílé Karpaty se

nachází ještě devět vhodných sjezdovek (z toho dvě uměle zasněžované) a v CHKO Beskydy dalších 21 sjezdovek (z toho 9 uměle zasněžovaných).

## 5. Literatura

- ABEGG B. (1996): Klimaänderung und Tourismus – Klimafolgenforschung am Beispiel des Wintertourismus in den Schweizer Alpen. Schlussbericht NFP 312: 1–222.
- BANAŠ M., HOŠEK J., ZEIDLER M. & DUCHOSLAV M. (2007): Předběžná zpráva o vlivu rozdílných zimních podmínek na alpínskou vegetaci – příkladová studie výzkumu na svahu pod Petrovými kameny. Campanula, Sborník referátů z konference k 35. výročí CHKO Jeseníky (1969-2004): 119–121.
- BAYFIELD N. G. (1980): Replacement of vegetation on disturbed ground near ski lifts in the Cairngorm Mountains, Scotland. *Journal of Biogeography* 7: 249–260.
- BAYFIELD N. G. (1996): Long-term changes in colonization of bulldozed ski pistes at Cairn Gorm, Scotland. *Journal of Applied Ecology* 33: 1359–1365.
- CARAVELLO G., CRESCINI E., TAROCCO S. & PALMERI F. (2006): Environmental modifications induced by the practice of “Artificial snow-making” in the Obereggen/Val D’Ega Area (Italy). *Journal of Mediterranean Ecology* 7: 31–39.
- ELSASSER H. & MESSERLI P. (2001): The Vulnerability of the Snow Industry in the Swiss Alps. *Mountain Research and Development* 21: 335–339.
- FAUVE M., RHYNER H. & SCHNEEBELI M. (2002): Pistenpräparation und Pistenpflege – Das Handbuch für den Praktiker. Eidgenössisches Institut für Schnee- und Lawinenforschung, SLF.
- HADLEY G. L. & WILSON K. R. (2004): Patterns of small mammal density and survival following ski-run development. *Journal of Mammalogy* 85: 97–104.
- HOLUB J. & PROCHÁZKA F. (2000): Red List of vascular plants of the Czech Republic – 2000. *Preslia* 72: 187–230.
- KAMMER P. M. (2002): Floristic changes in subalpine grasslands after 22 years of artificial snowing. *Journal for Nature Conservation* 10: 109–123.
- KELLER T., PIELMEIER CH., RIXEN CH., GADIANT F., GUSTAFSSON D. & STAHLI M. (2004): Impact of artificial snow and ski-slope grooming on snowpack properties and soil thermal regime in a sub-alpine ski area. *Annals of Glaciology* 38: 314–318.
- KUBÁT K., HROUDA L., CHRTEK J. JUN., KAPLAN Z., KIRSCHNER J. & ŠTĚPÁNEK J. [EDS.] (2002): Klíč ke květeně České republiky. Academia, Praha.
- LAIOLO P. & ROLANDO A. (2005): Forest bird diversity and ski-runs: a case of negative edge effect. *Animal Conservation* 7: 9–6.
- LEPŠ J. (1996): Biostatistika. Biologická fakulta Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích, České Budějovice.

- LEPŠ J. & ŠMILAUER P. (2000): Mnohorozměrná analýza ekologických dat. Biologická fakulta Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích, České Budějovice.
- MOSIMANN T. (1985): Geo-ecological impacts of ski piste construction in the Swiss Alps. *Applied Geography* 5: 29–37.
- NEWSELY C. (1997): Auswirkungen der künstlichen Beschneigung von Schipisten auf Aufbau, Struktur und Gasdurchlässigkeit der Schneedecke, sowie auf den Verlauf der Bodentemperatur und das Auftreten von Bodenfrost. Dissertation, Naturwissenschaftliche Fakultät, Leopold Franzens Universität, Innsbruck.
- RIES J. B. (1996): Landscape damage by skiing at the Schauinsland in the Black Forest, Germany. *Mountain Research and Development* 16: 27–40.
- RIXEN CH., HAEBERLI W. & STOECKLI V. (2004): Ground temperatures under ski pistes with artificial and natural snow. *Arctic, Antarctic, and Alpine Research* 36: 403–411.
- RIXEN C. & STÖCKLI V. (2000): Snow additives in man made snow – reaction of alpine plants. Poster presented at the "Umweltforschungstag" of the Institute of Environmental Science at the Univeristy of Zurich 2000, 20<sup>th</sup> June 2000.
- RIXEN CH., 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* 5: 219–230.
- RIXEN CH., STÖCKLI V. & WIPF S. (2002): Kunstschnee und Schneezusätze: Eigenschaften und Wirkungen auf Vegetation und Boden in alpinen Skigebieten. Schlussbericht eines Forschungsprojektes am Eidg. Institut für Schnee- und Lawinenforschung SLF Davos.
- ROLANDO A., CAPRIO E., RINALDI E. & ELLENA I. (2007): The impact of high-altitude ski-runs on alpine grassland bird communities. *Journal of Applied Ecology* 44: 210–219.
- RUTH-BALAGANSKAYA E. & MYLLYNEN-MALINEN K. (2000): Soil nutrient status and revegetation practices of downhill skiing areas in Finnish Lapland – a case study of Mt. Yllas. *Landscape and Urban Planning* 50: 259–268.
- STRONG A. M., DICKERT C. A. & BELL R. T. (2002): Ski trail effects on a beetle (Coleoptera: Carabidae, Elateridae) community in Vermont. *Journal of Insect Conservation* 6: 149–159.
- TITUS J. H. & LANDAU F. (2003): Ski slope vegetation of Lee Canyon, Nevada, USA. *Southwestern Naturalist* 48: 491–504.
- TITUS J. H. & TSUYUZAKI S. (1999): Ski slope vegetation of Mount Hood, Oregon, U.S.A. *Arctic, Antarctic, and Alpine Research* 3: 283–292.
- VAN OMMEREN R. J. (2001): Species composition on reclaimed ski runs compared with unseeded areas. *Journal of Range Management* 54: 307–311.

WARDLE K. & FAHEY B. (2002): Monitoring vegetation changes at Treble Cone Ski field, New Zealand. *Science for Conservation* 192.

WATSON A. (1979): Bird and mammal numbers in relation to human impact at ski lifts on Scottish Hills. *Journal of Applied Ecology* 16: 753–764.

WIPF S., RIXEN CH., FISCHER M., SCHMID B. & STOECKLI V. (2005): Effects of ski piste preparation on alpine vegetation. *Journal of Applied Ecology* 42: 306–316.

WIPF S., RIXEN CH., FREPPAZ M. & STOECKLI V. (2002): Ski piste vegetation under artificial and natural snow: patterns in multivariate analysis. *Interdisciplinary Mountain Research* (eds. R Bottarin & U Tappeiner), Blackwell Science, Berlin, Germany.

WIPF S., RIXEN CH. & STÖCKLI V. (2001): Artificial snow on alpine ski pistes: How does the vegetation react to the changed environment? Poster presented at the GfOe, 27.–31.8.2001 in Basel.

### **Internetové zdroje:**

ČERMÁK M. (2004): Sjezdovky v národním parku. Server <http://www.tatry.cz>.

DOLEŽAL T. (2003): Vliv jednotlivých sportovních odvětví na životní prostředí. Server <http://www.olympic.cz>.

DE JONG C. (2007): Artificial snow drains mountain resources. Server <http://environmentalresearchweb.org/cws/article/opinion/30703>.

<http://www.snowmakers.com>

## 6. Přílohy

### 6.1. Seznam použitých zkratk rostlinných druhů

Tab. 4. Seznam zkratk rostlinných druhů použitých v ordinačních diagramech.

Druh	Zkratka
<i>Aegopodium podagraria</i>	AegoPoda
<i>Agrostis capillaris</i>	AgroCapi
<i>Alchemilla sp.</i>	Alchemsp
<i>Alopecurus pratensis</i>	AlopPrat
<i>Anthoxantum odoratum</i>	AnthOdor
<i>Anthriscus sylvestris</i>	AnthSylv
<i>Arrhenatherum elatior</i>	ArrhElat
<i>Asarum europaeum</i>	AsarEuro
<i>Astrantia major</i>	AstrMajo
<i>Betonica officinalis</i>	BetoOffi
<i>Bromus sp.</i>	Bromsp.
<i>Calamagrostis epigejos</i>	CalaEpig
<i>Campanula patula</i>	CampPatu
<i>Campanula persicifolia</i>	CampPers
<i>Carex hirta</i>	CareHirt
<i>Centaurea jacea</i>	CentJace
<i>Cerastium holosteloides</i>	CeraHolo
<i>Colchicum autumnale</i>	ColcAutu
<i>Crataegus sp.</i>	Cratsp
<i>Dactylis glomerata</i>	DactGlom
<i>Elytrigia repens</i>	ElytRepe
<i>Galeopsis sp.</i>	Galesp
<i>Galium album</i>	GaliAlbu
<i>Gladiolus imbricatus</i>	GladImbri
<i>Glechoma hederacea</i>	GlechHede
<i>Heracleum sphondylium</i>	HeraSpho
<i>Hieracium lachenalii</i>	HierLach

<i>Chaerophyllum aromaticum</i>	ChaeArom
<i>Hypericum perforatum</i>	HypePerf
<i>Hypericum maculatum</i>	HypeMacu
<i>Chaerophyllum hirsutum</i>	ChaeHirs
<i>Lathyrus sylvestris</i>	LathSylv
<i>Leontodon autumnale</i>	LeonAutu
<i>Leucanthemum vulgare</i>	LeucVulg
<i>Lotus corniculatus</i>	LotuCorn
<i>Phleum pratense</i>	PhlePrat
<i>Plantago lanceolata</i>	PlanLanc
<i>Potentilla erecta</i>	PoteErec
<i>Ranunculus acris</i>	RanuAcri
<i>Sanguisorba officinalis</i>	SangOffi
<i>Sorbus aucuparia</i>	SorbAucu
<i>Stellaria graminea</i>	StelGram
<i>Taraxacum sp.</i>	Taraxsp
<i>Tragopogon orientalis</i>	TragOrie
<i>Trifolium montanum</i>	TrifMont
<i>Trifolium pratense</i>	TrifPrat
<i>Trifolium repens</i>	TrifRepe
<i>Trisetum flavescens</i>	TrisFlav
<i>Vaccinium myrtillus</i>	VaccMyrt
<i>Veratrum album ssp. lobelianum</i>	VeraAlbu
<i>Vicia hirsuta</i>	ViciHirs

## 6.2. Fytocenologické snímky

Tab. 5. Procentuální pokryvnosti druhů rostlin v jednotlivých fytocenologických snímcích.

	Hovezi2	Hovezi3	Hovezi4	Jelenovska2	Jelenovska3	Jelenovska4	Karolinka2	Karolinka3	Karolinka4	Kycetka2	Kycetka3	Kycetka4	Lopata2	Lopata3	Lopata4	Senik2	Senik3	Senik4	Vranca2	Vranca3	Vranca4	Solan Sedlo2	Solan Sedlo3	Solan Sedlo4	Roznov2	Roznov3	Roznov4	Kohutka2	Kohutka3	Kohutka4	
<i>Acer pseudoplatanus</i>																			0,1								0,1		0,1		
<i>Aegopodium podagraria</i>														1			4											1	5	3	5
<i>Agrostis capillaris</i>				4	30					25	15	10	30	15	8	40	30	40	1	0,1	0,1	10	15	10	30	75	15	10	30	40	
<i>Achillea millefolium</i>	1	1		2	1	1	7			1	8	3	3	2	1	5			1	1	3	3	2			1	7	1			
<i>Alchemilla sp.</i>	5		5	1	0,1		1	3		4	4	3	1	4					0,5	7	1,5	5	5	2		0,5	0,1				
<i>Alopecurus pratensis</i>		2		1	2				4						4																
<i>Anthoxanthum odoratum</i>				0,5	1	0,5	0,1	5		3	5	5	5	4					2	0,5		1		0,5		10	10	2	1		
<i>Anthriscus sylvestris</i>				2	20	10	5																								
<i>Arrhenatherum elatius</i>	10	7	1	20	70	40		5		2	5		3	6					1		0,5		4						4		
<i>Asarum europaeum</i>					0,1																										
<i>Astrantia major</i>				5	10									8	6								1,5								
<i>Athyrium filix-femina</i>																1													15	4	
<i>Betonica officinalis</i>				2	2	10							10	0,1								1									
<i>Briza media</i>												1	2						1	10		1	5	15							
<i>Bromus inermis</i>								4		10	2																				
<i>Bromus sp.</i>	10	1	70				35	2	10	25	25	10	30	60	50	15	5	40	40	45	50	15	20	20	50	20	15	50	30	15	
<i>Calamagrostis epigejos</i>				4	2																										
<i>Campanula patula</i>	1	1	0,1	1	1	3		3	0,5	1	8	4	1	1			0,5										1	1	2		
<i>Campanula persicifolia</i>					1																										
<i>Campanula rapunculoides</i>	2																														
<i>Campanula trachelium</i>				0,1																										0,1	
<i>Carex hirta</i>				0,5	5						1																				
<i>Carex pallescens</i>										0,5	3																1				
<i>Carum carvi</i>																														1,5	
<i>Centaurea jacea</i>				3		8					15		8	15	2				0,1	1		3	10	10		8	8				
<i>Cerastium holosteloides</i>	0,1	0,1					0,1	0,5																							
<i>Cirsium sp.</i>					3			30																							
<i>Cirsium vulgare</i>				5	3								0,5				0,5	10					1,5	0,5				8	0,5		
<i>Colchicum autumnale</i>				8	6	3																									
<i>Crataegus sp.</i>																			0,5	0,5	0,5										
<i>Dactylis glomerata</i>	7	0,1	4	6	4	3	3	10	8	4	8	1	4	5					1	0,5	0,1	1,5	4	3			0,5	0,5	1		
<i>Dryopteris filix-mas</i>																														0,5	
<i>Elytrigia repens</i>					0,5																										
<i>Epilobium angustifolium</i>																1															
<i>Equisetum pratense</i>											1																				
<i>Euphorbia cyparissias</i>						0,1																							2	1	2
<i>Euphrasia rostkoviana</i>															3														1,5	0,1	
<i>Fragaria vesca</i>													0,5						5		0,1			0,1			1	6	2	2	
<i>Galeopsis pubescens</i>																										2					
<i>Galeopsis sp.</i>																1,5		4								5					
<i>Galium album</i>	15						1	1			1					10						4									
<i>Galium boreale</i>	3	1	8	1	4	1	5		0,5	0,5	1	1	4	5	5			1	4	0,1	1	6	8	8		4	8	10	3	7	
<i>Genista tinctoria</i>			5										3	2																	
<i>Geranium robertianum</i>																2															
<i>Gladiolus imbricatus</i>						0,1									0,1																
<i>Glechoma hederacea</i>					3																										
<i>Heracleum sphondylium</i>	1	2	5			0,5		10	8		1	1				0,5						1,5	1,5	0,5							
<i>Hieracium lachenalii</i>	1,5	7	0,1						8		0,5	0,5				15	5	8	5		0,5	7	6	15	8	5		2			
<i>Holcus mollis</i>	1	5					0,1																			1		5			
<i>Hypericum maculatum</i>			5	3	2	10	1,5	2	8	3	12	10	30	7	5	10	20	5	8	7	6	5	5	7		8	5	4	4	25	
<i>Hypericum perforatum</i>						5																									
<i>Chaerophyllum aromaticum</i>		2		6	0,1	6		5	2	2	3	7	4	4	4	0,5				1		10	8	7		5	3				
<i>Chaerophyllum hirsutum</i>				8	1																										
<i>Knautia arvensis</i>									0,5			2	3						2		1	1	1	0,5		3					
<i>Lathyrus sylvestris</i>	0,5				5	5		0,1	1					1,5	1																

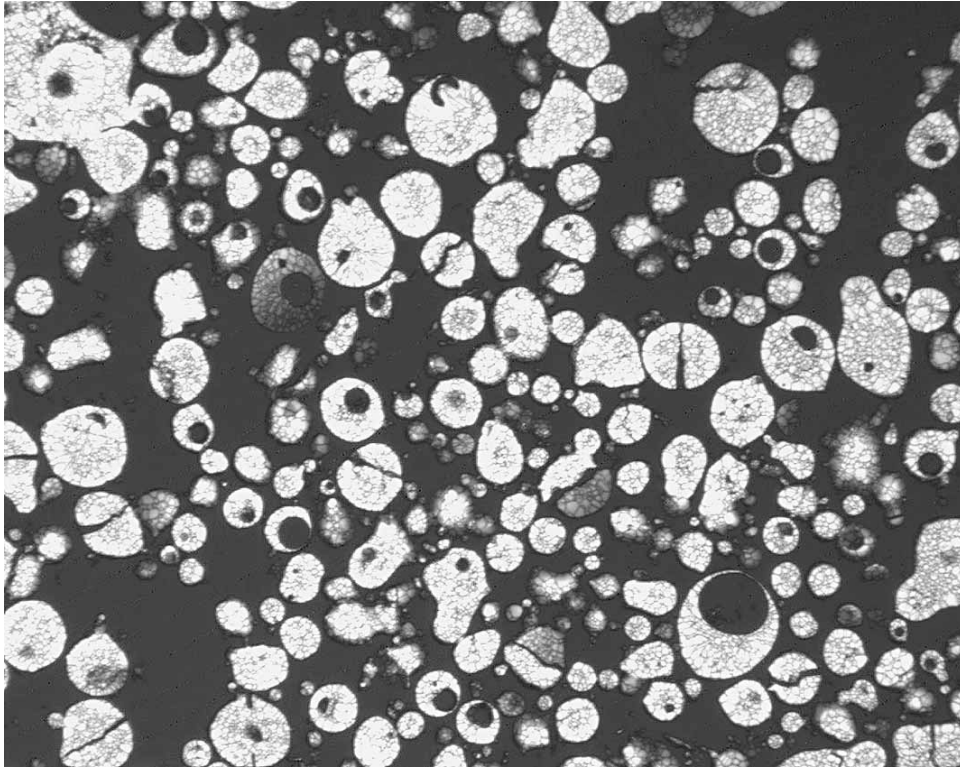


	Hovezi2	Hovezi3	Hovezi4	Jelenovska2	Jelenovska3	Jelenovska4	Karolinka2	Karolinka3	Karolinka4	Kycecka2	Kycecka3	Kycecka4	Lopata2	Lopata3	Lopata4	Senik2	Senik3	Senik4	Vranca2	Vranca3	Vranca4	Solan Sedlo2	Solan Sedlo3	Solan Sedlo4	Roznov2	Roznov3	Roznov4	Kohutka2	Kohutka3	Kohutka4
<i>Leontodon autumnale</i>														3	6		2	10	15						0,1		8	8	5	
<i>Leucanthemum vulgare</i>	20	20	20				0,5	10	6						0,1				0,1	2	1	0,5	2	0,1						
<i>Linaria vulgaris</i>																														1
<i>Lotus corniculatus</i>	0,5	7	15	3	2		0,1		10	2	8	1,5	1	2	2	1			10	20		4	6	6			5	3	5	
<i>Luzula pilosa</i>													0,5	2	1				0,1		4	1,5			1,5					
<i>Lysimachia nummularia</i>	1		0,1	4			5	0,1													0,1							5	20	
<i>Petasites albus</i>																	25												5	20
<i>Phalaris arundinacea</i>				4,5																								4		3
<i>Phleum pratense</i>				3	2	2				1	1	2		1	5			1,5				3						4		4
<i>Pimpinella major</i>	1,5	0,5	5							1	1	5	10		1					0,5	0,5	5	6	3			2			
<i>Pimpinella saxifraga</i>														0,5									4							
<i>Plantago lanceolata</i>	2	8					8	7	3				7		2				0,5	15	1		1	1				0,5		
<i>Plantago media</i>																								0,1						
<i>Poa pratensis</i>	1	1		3		1	0,5		1	1	1	1			2				6			0,5							1	
<i>Polygala multicaulis</i>																						8								
<i>Polygala vulgaris</i>													2	0,5																
<i>Polygonatum verticillatum</i>																		2										0,1		
<i>Populus tremula</i>																					1						0,1			
<i>Potentilla erecta</i>										1	6	5	7		1,5	2									15	10	10			
<i>Primula elatior</i>				0,1	0,1								0,1																	2
<i>Prunella vulgaris</i>				1																		1	2	2				3		
<i>Ranunculus acris</i>	20	2	2	1			1,5	4	8	3	2	3	4	3	3	5	4	3	3	0,5	1	4	7	2		1	5	1	10	3
<i>Rhinantus major</i>														1	2					0,5		10	7	4		1	0,1	0,5		
<i>Rosa sp.</i>																				1							3			
<i>Rubus idaeus</i>											3					2		8												5
<i>Rumex acetosa</i>	1									0,5	2					2	0,1	1,5					4							
<i>Rumex acetosella</i>																					0,1				1,5					
<i>Salix caprea</i>																												2	8	
<i>Salix sp.</i>																									4	10				
<i>Sanguisorba officinalis</i>				1,5	2									4																
<i>Silene dioica</i>																														3
<i>Sorbus aucuparia</i>																									4	3	3			2
<i>Stellaria graminea</i>										0,5	0,5	1	3	3									0,5	0,5	1	1	1			
<i>Taraxacum sp.</i>	1	8	2					3	3	1														0,5					0,1	
<i>Tragopogon orientalis</i>										2	0,5				2															
<i>Trifolium alpestre</i>														0,1																
<i>Trifolium montanum</i>				4										8	6								0,5	5						
<i>Trifolium pratense</i>	25	30					16	10	5	3	5		6						1	5		8	8	10		1	10	8		
<i>Trifolium repens</i>	5	20					25	5	5			4			2	3			5			8	4	5		1	1	3		
<i>Trisetum flavescens</i>	45	10	0,1				1	20	5	1	5			5	10				0,5	0,5	0,5	10	3	8						
<i>Tussilago farfare</i>														6	5	3											1	8		
<i>Urtica dioica</i>																														0,1
<i>Vaccinium myrtillus</i>																			8						0,5	2	0,1			
<i>Veratrum album ssp. lobelianum</i>																2	9	0,5												
<i>Veronica chamaedris</i>	1				1	2		6	0,5	4		1,5	2	7	1,5				3		1					0,1			2	6
<i>Veronica officinalis</i>			1				2																		0,5		0,1			
<i>Veronica serpyllifolia</i>																					0,5			5						
<i>Vicia cracca</i>	1	0,5		2			0,5							2									6	5	1		2	5	2	
<i>Vicia hirsuta</i>				1			0,1	2	0,5	1			3	2					2		1									
<i>Vicia sepium</i>							0,1														3									
<i>Viola canina</i>														0,5																

**Tab. 6:** Další charakteristiky fytoocenologických snímků a celkový počet druhů na sjezdovce.

	datum pořízení snímku	umělý sníh	nadmořská výška (m)	pokryvnost rostlin (%)	pokryvnost trav (%)	pokryvnost mechů (%)	sklon svahu (%)	počet druhů na sjezdovce
Hovezi2	7. 6. 2007	ne	451	100	50	65	6	52
Hovezi3	7. 6. 2007	ne	437	100	50	70	8	-
Hovezi4	7. 6. 2007	ne	423	100	65	75	4	-
Jelenovska2	7. 7. 2007	ne	597	100	75	15	8	78
Jelenovska3	7. 7. 2007	ne	606	100	65	10	9	-
Jelenovska4	7. 7. 2007	ne	625	100	50	50	12	-
Karolinka2	10. 6. 2007	ano	567	100	60	50	15	48
Karolinka3	10. 6. 2007	ano	520	100	50	70	8	-
Karolinka4	12. 6. 2007	ano	510	100	40	5	10	-
Kycerka2	11. 6. 2007	ano	663	90	65	50	15	49
Kycerka3	11. 6. 2007	ano	633	100	75	50	15	-
Kycerka4	11. 6. 2007	ano	610	100	30	50	12	-
Lopata2	8. 7. 2007	ano	707	100	70	20	9	67
Lopata3	8. 7. 2007	ano	667	100	50	30	11	-
Lopata4	8. 7. 2007	ano	635	100	50	30	8	-
Senik2	6. 7. 2007	ne	840	100	45	20	7	41
Senik3	6. 7. 2007	ne	893	100	50	40	9	-
Senik4	6. 7. 2007	ne	908	100	60	30	7	-
Vranca2	9. 6. 2007	ne	593	100	50	80	7	50
Vranca3	9. 6. 2007	ne	560	100	50	80	8	-
Vranca4	9. 6. 2007	ne	528	95	55	80	10	-
Solan Sedlo2	5. 7. 2007	ano	772	100	60	50	12	57
Solan Sedlo3	5. 7. 2007	ano	799	100	65	50	15	-
Solan Sedlo4	5. 7. 2007	ano	805	100	50	25	10	-
Roznov2	5. 7. 2007	ano	817	90	75	40	5	62
Roznov3	5. 7. 2007	ano	777	100	65	50	7	-
Roznov4	5. 7. 2007	ano	760	85	40	50	12	-
Kohutka2	6. 7. 2007	ano	724	95	50	50	12	67
Kohutka3	6. 7. 2007	ano	829	100	45	60	13	-
Kohutka4	6. 7. 2007	ano	805	100	45	40	18	-

### 6.3. Obrazová dokumentace



**Obr. 4.** Mikroskopický snímek umělého sněhu (FAUVE ET AL. 2002).



**Obr. 5.** Pozdní tání sněhu na uměle zasněžovaných sjezdovkách (převzato z RIXEN ET AL. 2002).



**Obr. 6.** Přenosné sněžné dělo (převzato z ELSASSER & MESSERLI 2001).



**Obr. 7.** Sjezdovka TJ Rožnov na jaře 2007 s místy vydřenou vegetací. Snímek Jany Jersákové.





**Obr. 8.** V popředí povrch sjezdovky TJ Rožnov narušený rolbou. Na snímku je také vidět nádrž na vodu pro výrobu umělého sněhu. Snímek Jany Jersákové.