

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE
FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

KATEDRA EKOLOGIE A ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ



**Vliv umělého zasněžování na travinnou vegetaci sjezdovek na Lysé
hoře (Krkonose)**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Vedoucí práce: doc. Dr. Ing. Vilém Pavlů

Diplomant: Věra Kašparová

2013

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma: Vliv umělého zasněžování na travinnou vegetaci sjezdovek na Lysé hoře (Krkonoše) vypracovala samostatně a použila pouze prameny, které cituji a uvádím v příložené bibliografii.

V Rokytnici nad Jizerou, 20.4.2013

Kašparová Věra

Poděkování:

Tímto bych ráda moc poděkovala vedoucímu mé diplomové práce panu doc. Dr. Ing. Vilému Pavlů za pomoc, rady a spoustu času, který mi věnoval při vedení této práce a při sběru i zpracování dat. Ráda bych také poděkovala Stanislavu Březinovi, botanikovi Správy KRNAP, za konzultace a odborné rady. Nesmím zapomenout poděkovat také všem, kteří mi pomáhali při odběru vzorků, jejich následném zpracování a při jiných praktických částech mé diplomové práce, především Ing. Františku Paškovi.

V Rokytnici nad Jizerou, 20.4.2013

Abstrakt

Produkce umělého sněhu v lyžařských areálech je dnes téměř samozřejmostí a každé větší lyžařské středisko tuto produkci technického sněhu zavádí. Bohužel technický sníh nemá stejné fyzikální ani technické vlastnosti jako sníh přírodní. Liší se také horší prodyšností a menší izolační schopností. Všechny tyto rozdíly mezi sněhem přírodním a technickým mají vliv na vegetaci sjezdovek. Přidává se k tomu ještě problém s delší dobou, po kterou leží na svazích sněhová pokrývka a s tím posunuté fenologické fáze a zkrácená vegetační doba. V této diplomové práci je v první části literární rešerše problematiky produkce umělého sněhu, v druhé části jsou zahrnuty výsledky fenologického a botanického pozorování, agrochemického rozboru půdy a měření výšky porostu na konkrétní sjezdovce na Lysé hoře v Krkonoších.

Klíčová slova: umělé zasněžování, vegetace, fenologické fáze, Lysá hora

Abstract

The production of artificial snow in ski resorts is normal today. Every major ski resort has it. Artificial snow has not the same quality as natural snow, it has different physical and chemical properties. There are also problems with worse permeability and less lower insulation. All these differences between natural and artificial snow affect vegetation and soil of slopes. As well as long-term of snow cover and short time of growing season can cause another problems. In the first part of this thesis literary research issues of artificial snow is, in the second part the results of phenology and botany are. Also there are agrochemical analysis of soil and measurement of vegetation on the concrete slope on the Lysa Mountain in the Giant Mountains.

Key words: artificial snowing, vegetation, phenological phases, Lysa Mountain

Obsah

1. Úvod	9
2. Cíle	10
3. Literární rešerše	11
3.1 Umělé zasněžování	11
3.1.1 Princip umělého zasněžování	11
3.1.2 Vlastnosti sněhu a jejich srovnání se sněhem umělým	12
3.2 Problematika umělého zasněžování	12
3.2.1 Akumulace a odběr vody, spotřeba energie	13
3.2.2 Problematika kondenzačních jader pro tvorbu umělého sněhu	14
3.2.3 Zkrácená vegetační doba a její vliv na vegetaci	15
4. Charakteristika území	16
4.1 Popis vybraného území – Krkonoše, Lysá hora	16
4.2 Lyžařský areál Horní Domky	17
4.3 Historie území	18
4.4 Hospodaření a využití v dnešní době	19
4.5 Způsob ochrany	20
5. Metodika	21
5.1 Popis území	21
5.1.1 Vymezení sledované oblasti	21
5.1.2 Klimatické poměry	23
5.1.3 Geomorfologické a geologické poměry	24
5.1.4 Hydrologické poměry	24
5.1.5 Pedologické poměry	25
5.2 Metodika fenologického pozorování	25
5.3 Metodika měření výšky porostu	27
5.4 Botanické pozorování	27

5.5 Agrochemický rozbor půdy	28
6. Výsledky	28
6.1 Výsledky fenologického pozorování	28
6.2 Výsledky měření výšky porostu	31
6.3 Výsledky botanického průzkumu	32
6.4 Výsledky agrochemického rozboru půdy	33
7. Diskuze	40
8. Závěr	43
9. Seznam použité literatury	44
Seznam příloh	47

1. Úvod

Umělé zasněžování dnes patří k téměř nezbytnému provoznímu vybavení lyžařských areálů. Pokud areál není vybaven zasněžovacím zařízením, výrazně se zde zkracuje lyžařská sezona a přichází tím o velké zisky. Proto většina areálů produkci umělého sněhu zavádí. Umělý sníh však nemá stejné vlastnosti jako sníh přírodní, je tedy otázkou nakolik se tvorba umělého sněhu podepisuje na vegetaci sjezdovek. Umělý sníh oproti přírodnímu má jiné fyzikální i chemické vlastnosti, má menší tepelnou a izolační schopnost a jeho produkce je velmi energeticky náročná. Na produkci sněhu stoupá také obrovskou měrou spotřeba vody.

Vegetace horských oblastí je citlivá na jakékoliv vnější zásahy. Při umělém zasněžování dochází k posunutí fenologických fází rostlin a tím ke zkrácení jejich vegetační doby. Jak uvádí Rixen (2004) roztává sníh na uměle zasněžovaných svazích o 2 – 4 týdny později než na svazích se sněhem pouze přírodním. Na tuto skutečnost jsem zaměřila své pozorování.

Dalším problémem produkce umělého sněhu je hromadění povrchové vody na svazích a následný splach živin při tání technického sněhu. Rixen (2002) zmiňuje, že povrchová voda používaná k tvorbě umělého sněhu může být až čtyřikrát vodivější než voda dešťová. Zároveň mívá větší obsah minerálních látek (dusičnanů, vápníku atd.) a tudíž může sloužit jako hnojivo. I na tento problém bylo zaměřené mé pozorování při vypracovávání této diplomové práce.

2. Cíle

Umělé zasněžování má významný vliv na vegetaci sjezdovek i okolní prostředí. Cílem mé diplomové práce je shrnout tyto problémy spojené s produkcí umělého sněhu a porovnat je se situací na konkrétní sjezdovce v Krkonoších na Lysé hoře. Pro splnění tohoto cíle je třeba čerpat nejen z literatury, ale je také třeba konkrétních dat z praktického pozorování, které jsem v průběhu loňského roku prováděla. Práce může být podkladem pro zhodnocení stavu vegetace na sjezdovce a zároveň jako výchozí bod pro další pozorování.

3. Literární rešerše

3.1 Umělé zasněžování

O tom, že sjezdové lyžování je jedním z moderních sportů dnešní doby není potřeba nijak dalekosáhle rozprávět. S popularitou tohoto sportu roste také tlak na stavbu nových lyžařských areálů. Je tu snaha o rozšíření či modernizaci a tím zvýšení přepravní kapacity u již fungujících lyžařských areálů. Flousek (2009) uvádí, že za poslední čtyři roky stoupla přepravní kapacita 15 největších lyžařských center v České republice téměř o třetinu. V souvislosti s co nejdelší lyžařskou sezónou a s úbytkem sněhové pokrývky v níže položených areálech je téměř ve všech střediscích zaváděna produkce technického sněhu. Nadmořská výška, ve které je přes zimní období dostatek sněhu pro provozování zimních sportů, se v evropských Alpách má posunout až o 300 m nahoru během následujících 30 let (Abbegg 1996).

3.1.1 Princip umělého zasněžování

Jak již bylo řečeno, umělé zasněžování se stalo dnes již nezbytným předpokladem pro provoz lyžařských areálů a najdeme je tedy téměř na každé sjezdovce. K vytvoření umělého sněhu slouží sněžná děla. Na rozdíl od přírodního sněhu, který vzniká desublimací vodní páry ze vzduchu na sněhové vločky, technický sníh je tvořen zmrzlými kapičkami vody. Sněžová děla se pouští při asi -3 °C. Voda je odčerpávána z malého rybníka či nádrže do vedle stojící chladicí věže. Odtud odtéká do jímky, kde je čerpána tlakovými čerpadly. Tato čerpadla ji vhánějí do tzv. budníků, což je elektrické připojení pomocí potrubí uloženým v zemi. Zpravidla se zakopává do zámrazné hloubky, což je cca 1,5 m. Voda je poté tryskami ve sněžném děle roztržena na malinké kapičky, které mohutný ventilátor vhání ven. Kapičky během letu ve vzduchu zamrzají a přetváří se na sníh. Je proto vhodné kapičky vody udržet co nejdéle ve vzduchu, aby řádně promrzly (především při

vyšších teplotách). Velmi důležitá je také velikost kapiček vody, řádově kolem 100 um, větší kapka vody nestačí promrznout. (Čech 2009)

3.1.2 Vlastnosti sněhu a jejich srovnání se sněhem umělým

Sníh je tvořen ledovými krystalkami seskupenými do sněhových vloček. Tyto krystalky jsou formovány v podmínkách nízké koncentrace molekul vody, proto nevzniká celistvá masa. Tvar krystalek je formován pomocí tepla, tlaku a koncentrace molekul vody (vlhkosti). Důležitým faktorem na velikost sněhové vločky má také čas, proto jsou vločky umělého sněhu menší a sníh je celkově hutnější. Sníh je velmi dobrým tepelným izolantem, u čerstvě napadaného sněhu je součinitel tepelné vodivosti asi $0,03 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ (Chytrý 1993). Tato vlastnost sněhu je pro vegetaci velice důležitá, bez sněhové pokrývky trpí půda promrzáním. Sníh také umožňuje poměrně dobrou plynovou výměnu a má velmi malou tepelnou vodivost. Umělý sníh má jiné fyzikální i chemické vlastnosti než sníh přírodní a taje o 2 – 6 týdnů později. Liší se především svou krystalickou strukturou, tvoří krystaly sférické a ne dendritické jako přírodní sníh. (Rixen et al. 2004) Z tohoto důvodu upravované sjezdovky mají vyšší hustotu, tvrdost i obsah vody než plochy s neupraveným sněhem. Rixen (2003) uvádí, že v jednotce objemu oproti přírodnímu sněhu může být až dvojnásobné množství vody. Komprese sněhu zvyšuje jeho tepelnou vodivost a v důsledku této nižší tepelné izolace teplota povrchu půdy klesá až hluboko pod bod mrazu. Toto může být velice negativní prvek na vegetaci, která nesnese dlouhé mrazy či úplně promrznutí půdy. Na uměle zasněžovaných svazích se také zhoršuje výměna plynů, protože technický sníh má menší prodyšnost než sníh přírodní.

3.2 Problematika umělého zasněžování

Umělé zasněžování sjezdovek výrazným způsobem ovlivňuje travní porosty (louky, pastviny), které se vyskytují pod nimi. Řada studií prokazuje významný negativní vliv technického sněhu na vodní poměry a přírodní prostředí jako takové.

Již bylo řečeno, že umělý sníh má jiné vlastnosti než sníh přírodní. Umělé zasněžování ale ovlivňuje více oblastí přilehlého ekosystému.

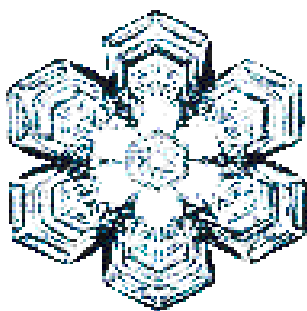
3.2.1 Akumulace a odběr vody, spotřeba energie

Výroba umělého sněhu je náročná na spotřebu elektrické energie a vody. Voda bývá čerpána z místních zdrojů a tím může způsobit změny vodního režimu v krajině. K vytvoření 1 m³ umělého sněhu je potřeba 250 – 500 l vody. Při vrstvě 20 – 35 cm sněhu to je neskutečné množství 700 000 – 1 200 000 litrů na 1 hektar sjezdovky. Bohužel zatím nebyla vypracována studie, jak se tento obrovský odběr vody v době minimálních zimních průtoků projevuje na celoroční dostupnosti vody pro obyvatele a návštěvníky lyžařských center. Ve francouzských Alpách se udává pokles průtoku vody až o 70 %. (Harčarik 2009) Pokles vodní hladiny je znatelný i na velkých vodních plochách. Podle Čermáka (2004) hladina Štrbského plesa v Tatrách klesne během lyžařské sezony až o 1 metr. Problému s nedostatkem vody se předchází výstavbou umělých vodních nádrží. Tím dojde k dalšímu zabránění půdy, k dalším změnám reliéfu a k čerpání vody z údolí do vyšších poloh. Rixen (2002) zmiňuje, že povrchová voda používaná na přípravu technického sněhu mívá více minerálních látek (např. dusičnanů, iontů, vápníku, chloridů a síranů) a může být až čtyřikrát vodivější než dešťová voda. Proto může sloužit jako hnojivo. Častěji se však projevuje vliv nadměrného dodání vody (akumulace) a následný splach živin při tání technického sněhu. Významné je i řádné posouzení vydatnosti příslušného vodního zdroje pro zavedení technologie zasněžování a nulový dopad na životní prostředí. Jak zmiňuje Štursa (2007) v případě Krkonoš se jedná o svahy, jejichž hydrologická bilance je čistě závislá na srážkových vodách, nikoli na podzemních vodních zdrojích. Svahová prameniště jsou z hlediska vegetačního a floristického většinou místy se zvýšenou biodiverzitou, která je přímo závislá na vyrovnané a dlouhodobě neměnné vodní bilanci. Rozkolísanost nebo snížení vydatnosti pramenů v důsledku odběru vody pro provoz technického zasněžování může mít v dlouhodobějším horizontu nežádoucí ochranný dopad na druhovou pestrost mokřadní vegetace na území národního parku.

Dalším problémem výroby umělého sněhu je spotřeba energie. Zasněžovací zařízení jsou velmi energeticky náročná a tím nepřímo ovlivňují životní prostředí i v jiných lokalitách. Ovlivňují mnohem rozsáhlejší území než jsou samotné lyžařské areály např. výstavbou nových zdrojů energie, produkcí emisí CO₂ apod. V Alpských zemích se odhaduje spotřeba energie při umělém zasněžování na 600 GWh ročně (Flousek 2009).

3.2.2 Problematika kondenzačních jader pro tvorbu umělého sněhu

V souvislosti s globálním oteplováním je relativně málo dní, kdy je teplota vhodná pro výrobu umělého sněhu. Proto se používají chemická nebo biologická aditiva, která fungují jako krystalizační jádra a tím urychlují mrznutí kapek vody. Tyto přípravky přispívají k eutrofizaci půdy i vodních toků a ke změně půdních poměrů (Flousek 2009). Nejčastějším přípravkem používaným na celém světě je přípravek zvaný Snomax což je zdroj bílkovin nukleujících vodu. Tato bílkovina usnadňuje proces tuhnutí tak, že slouží jako nukleací jádro krystalů. Zvýší tím teplotu přeměny skupenství vody o 4 – 5 °C (zasněžování s tímto přípravkem je možné již od – 3 °C, bez něj až na – 7 °C). Sněhové vločky mají tvar hexagonálního ledového krystalu (obr. 1). Tmavá skvrna uprostřed sněhové vločky na obr. 1 je protein vytvořený vymraženou odrůdou bakterie *Pseudomonas syringae*. Tato bakterie působí právě jako kondenzační jádro, přitahuje molekuly vody a pomáhá jim nukleovat do podoby krystalů (Calábek 2006). Patogenita lyžátu této bakterie zatím nebyla žádnou odbornou studií prokázána.



Obr. 1 Krystal sněhové vločky (zdroj Calábek 2006)

Na sjezdových tratích využívaných k lyžařským závodům se také někdy používají chemická činidla zpevňující sníh jako je dusičnan amonný. Ten může působit jako hnojivo (Rixen et al. 2000). Při používání aditiv na bázi amonných iontů se dočasně zvyšuje biomasa vegetace, ale v dlouhodobějším měřítku se snižuje její diverzita (Harčarik 2009).

3.2.3 Zkrácená vegetační doba a její vliv na vegetaci

Výška sněhové pokrývky na uměle zasněžovaných svazích se oproti svahům s přirozenou sněhovou pokrývkou výrazně liší. Sníh tu leží déle, a proto se zkracuje vegetační doba rostlin (obr. 2). Výsledkem je nižší diverzita organismů, nižší produktivita stanoviště a složení vegetace se posouvá k později kvetoucím druhům. Nelesní společenstva na místě sjezdovek a lanovek jsou nahrazována druhově velmi chudými společenstvy travin, tvořenými často geneticky nepůvodními druhy ze směsí používaných k zatravnování sjezdovek. Na přirozené louky dopadá více semen než na sjezdovky, proto je zde semenná banka bohatší a sjezdovky je třeba uměle ozeleňovat. Používané osivo však často nepochází z vhodného biotopu a na louky jsou zavlékány nepůvodní druhy, které mohou být konkurenčně silnější a vytlačit odtud druhy původní nebo způsobit jejich genetickou korozi (Harčarik 2009).

Na uměle nezasněžovaných svazích dominují rostliny přizpůsobené nízké sněhové pokrývce a odolávající vysokým mrazům, naopak na uměle zasněžovaných svazích najdeme především rostliny s krátkou vegetační dobou. Je proto nutné omezovat produkci umělého sněhu na stanovištích s výskytem rostlin nesnášejících dlouhé ležení sněhu. Takovými stanovišti jsou např. alpské vřesoviště, kde prodloužení sněhové pokrývky umělým zasněžením či sešlap a komprese sněhu má za následek rozšíření borůvky na úkor vřesu. Také alpské trávníky nesnáší dlouhou dobu sněhové pokrývky a kompresy sněhu. (Chytrý et al. 2007) Bylo zpozorováno, že čím déle byl používán technický sníh, tím byl větší úbytek v pokryvnosti u trav a časně kvetoucích rostlin (Wipf et al. 2005). V důsledku zkrácení vegetační sezony a rollbování dochází také ke zmenšení produkce biomasy (Wipf et al. 2005). Naopak

zvýšení sněhové pokrývky umělým zasněžením zmírňuje mechanické poškození vegetace hranami lyží a snowboardů i rolbami (Rixen et al., 2003).



Obr. 2 Delší doba sněhové pokrývky na sjezdovkách s umělým zasněžením (Lysá hora)

4. Charakteristika území

4.1 Popis vybraného území – Krkonoše, Lysá hora

Krkonoše jsou krystalické pohoří prvohorního stáří. Tvoří nejsevernější středoevropskou horskou hradbu, rozpínající se v délce těsně nad 50 ° severní šířky. Jejich svahy vyčnívají nad alpínskou hranici lesa a představují tak mohutný přirozený val na okraji rozlehlých nížin Německa a Polska. Mají délku přibližně 35 km a jejich hlavní hřbety a údolí jsou uspořádány ve směru severozápad–jihovýchod. To významně ovlivňuje všechny geografické, klimatické a biologické vlastnosti těchto evropských středohor a jejich okolí. Celé pohoří Krkonoš je vyhlášeno jako území národního parku a je ze zákona chráněno.

Lysá hora je vrchol ležící v západní části Krkonoš dosahující nadmořské výšky 1 344 metrů. Německý název zní Kahleberg. Je to výrazná dominanta známého zimního turistického střediska Rokytnice nad Jizerou. Vrchol Lysé hory

zasahuje do první zóny Krkonošského národního parku a je tudíž pro turisty nedostupný.

4.2 Lyžařský areál Horní Domky

Na jižních svazích Lysé hory v nadmořské výšce 657 – 1 315 m. n. m. se rozkládá lyžařský areál Horní Domky provozovaný společností Spartak Rokytnice, a.s. (obr. 3). Celková délka lyžařských sjezdových tratí v tomto ski areálu je 14,4 km. Převážná kapacita celého areálu je díky dvěma čtyřsedačkovým lanovým drahám a šesti tyčovým vlekům až 7 620 osob za hodinu. Novější lanová dráha byla postavena roku 2006 a její provoz běží celoročně, starší lanová dráha vystavěná v roce 1996 vedoucí až téměř k vrcholu Lysé hory je v provozu pouze v zimním období. Je to jediná lanová dráha v ČR vedoucí do I. zóny národního parku (v tomto případě KRNAPu). Celý areál je vybaven technickým zasněžováním. Spartak Rokytnice, a.s. uvádí, že je schopen pokrýt technickým sněhem až 90% sjezdových tratí na Lysé hoře. Areál využívá moderní zasněžovací stroje značky Kässbohrer. (www.skiareal-rokytnice.cz)



Obr. 3 Plánek ski areálu Horní Domky na Lysé hoře (zdroj Spartak Rokytnice, a.s.)

V celém areálu působí hlídka Skipatrol, která vznikla na podnět správy KRNAP. Má za úkol zabránit neukázněným lyžařům a snowboardistům vyjíždět mimo sjezdové tratě, obzvláště pak v I. zóně Krkonošského národního parku. Pro areál bylo správou KRNAP vyškoleny 12 zaměstnanců se statutem ochránce přírody. (www.skiareal-rokytnice.cz)

4.3 Historie území

Lysá hora, stejně jako jiné vysoko položené území v horách, byla využívána jako pastva pro dobytek, na trvalé usídlení obyvatel zde panovaly příliš kruté podmínky. Od jara do podzimu se na svazích pásala drobná stáda dobytka, která se přes zimní období sháněla dolů do údolí. Skot a kozy se pásli nejen na loukách, ale i v lese či nad jeho horní hranicí, čímž bránili přirozenému zmlazování porostů (obr. 4). Pastvou se udržovaly nelesní porosty stále v raném stadiu sukcese a to prospívalo lučním porostům v rozvoji. Vznikaly druhově bohaté louky v montánním a spodním alpínském stupni Krkonoš, které horalové pravidelně kosili, pásli na nich krávy, kozy nebo koně, čas od času louky přihnojovali. Dnes můžeme v Krkonoších nalézt pouze několik málo těchto krásných květnatých krkonošských luk jako pozůstatek této doby. (Štursa 2012)



Obr. 4 Dobová kresba budního hospodaření v 2. pol. 19. století (zdroj KRNAP)

Horská příroda byla zvláště v 18. století navštěvována sběrateli léčivých bylin. Ve velkém se sklízeli porosty především arniky, hořců, rozchodnice růžové a dalších rostlin poskytujících medicínální drogy. Úpadek cechu laborantů nastal sice už na konci téhož století, ale mnohá naleziště vzácné květeny byla již vážně poničena. V dobách 1. a 2. světové války tyto cenné lokality zůstávaly nespásané a zarůstaly nálety dřevin a bujnou vegetací. V poválečném období následoval intenzivní chov dobytka, který měl na tyto bezlesé oblasti destruktivní vliv. (Štursa 2012). Mnoho cenných travinných společenstev bylo zcela zničeno. Ve druhé polovině 20. století vrcholí snaha o zachování přírodního bohatství hor před stále tvrdšími a bezohlednějšími zásahy lidskými zásahy a dne 17. 5. 1963 je slavnostně vyhlášen první český národní park (www.krnap.cz). Jak říká Nařízení č. 165/1991 Sb. posláním národního parku je uchování a zlepšení jeho přírodního prostředí, zejména ochrana či obnova samořídících funkcí přírodních systémů, přísná ochrana volně žijících živočichů a planě rostoucích rostlin, zachování typického vzhledu krajiny, naplňování vědeckých a výchovných cílů, jakož i využití území národního parku k ekologicky ušlechtilé turistice a rekreaci nezhoršující životní prostředí.

4.4 Hospodaření a využití v dnešní době

Na konci 20. století je na svazích Lysé hory vystavěn lyžařský areál. Je postavena lanová dráha i několik menších tyčových vleků, jsou vykáceny úseky lesa a přeměněny na travinná společenstva, budoucí sjezdovky. Dochází k obrovským terénním úpravám svahů a k následnému zasetí nepůvodního travního semene. Zásadním způsobem se mění styl hospodaření a pastvu zvířat nahrazuje seč. Jak uvádí Klauďisová (2004) období a počet sečí je volen dle typu porostu, nadmořské výšky, zeměpisné orientace, tvaru a svažitosti pozemku a klimatických i půdních podmínek. Seč se provádí 2 x – 3 x ročně a výška posečeného porostu je 6 – 8 cm . Pokosená biomasa se přímo odváží hned po pokosení a bývá využívána jako zelené krmivo pro dobytek.

Využití svahů Lysé hory je z hlediska cestovního ruchu obrovské. Přes zimní období jsou travinné lokality využívány jako sjezdové trasy pro lyžaře a

snowboardisty, pohybuje se po nich těžká technika – rolby a provádí se umělé zasněžování. Přes letní období vede přes svahy Lysé hory trasa pro sjíždění horských kol tzv. freeride a downhill. Zároveň celé území křížuje několik turistických značení.

4.5 Způsob ochrany

Lysá hora je součástí pohoří Krkonoš a celá spadá pod ochranu národního parku. Zároveň je také vyhlášena jako Evropsky významná lokalita v rámci NATURA 2000 (obr. 5). V roce 1992 byla vyhlášena jako biosférická rezervace. Je zahrnuta do Plánu péče o Krkonošský národní park a jeho ochranné pásmo (2010 – 2020), který byl schválen Ministerstvem životního prostředí ČR roku 2010. Pro jakékoliv zásahy do krajiny, změny hospodaření či změny využití je třeba písemného souhlasu Správy Krkonošského národního parku, která sídlí ve Vrchlabí a je řízená Ministerstvem Životního prostředí ČR. Platí zde všechna nařízení i omezení, která nařizuje Zákon 114/1992 Sb. část třetí, hlava druhá o ochraně přírody a krajiny pojednávající o zvláště chráněných územích – národních parcích.



Obr. 5 Vyznačení území Ptačí oblasti a Evropsky významné lokality (zdroj KRNAP)

5. Metodika

5.1 Popis území

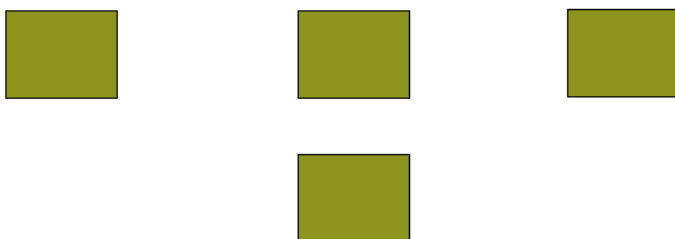
5.1.1 Vymezení sledované oblasti

Jako sledovanou oblast jsem si vybrala Lysou horu a lyžařské středisko Horní domky ve známém a hojně navštěvovaném zimním středisku Rokytnice nad Jizerou. Rokytnice byla založena na počátku 16. století jako sklářská a hornická obec. Hlavně na Sachrově vrchu a v Rokytnu byly těženy rudy, především mědí, olova, stříbra a dalších kovů. Dolování zaniklo pro malou výtěžnost ložisek již v 18. století. Rokytnice nad Jizerou se nachází v nadmořské výšce 520 m a počet obyvatel se pohybuje okolo 3 500. (Dvořák 1996)

Vybrali jsme úseky ve třech různých nadmořských výškách, na kterých jsme vytyčili vždy 4 čtverce na uměle zasněžovaných plochách a 4 čtverce na plochách, kde připadá pouze přírodní sníh. Všechny sledované plochy umístěné ve stejné nadmořské výšce musely splňovat tyto požadavky:

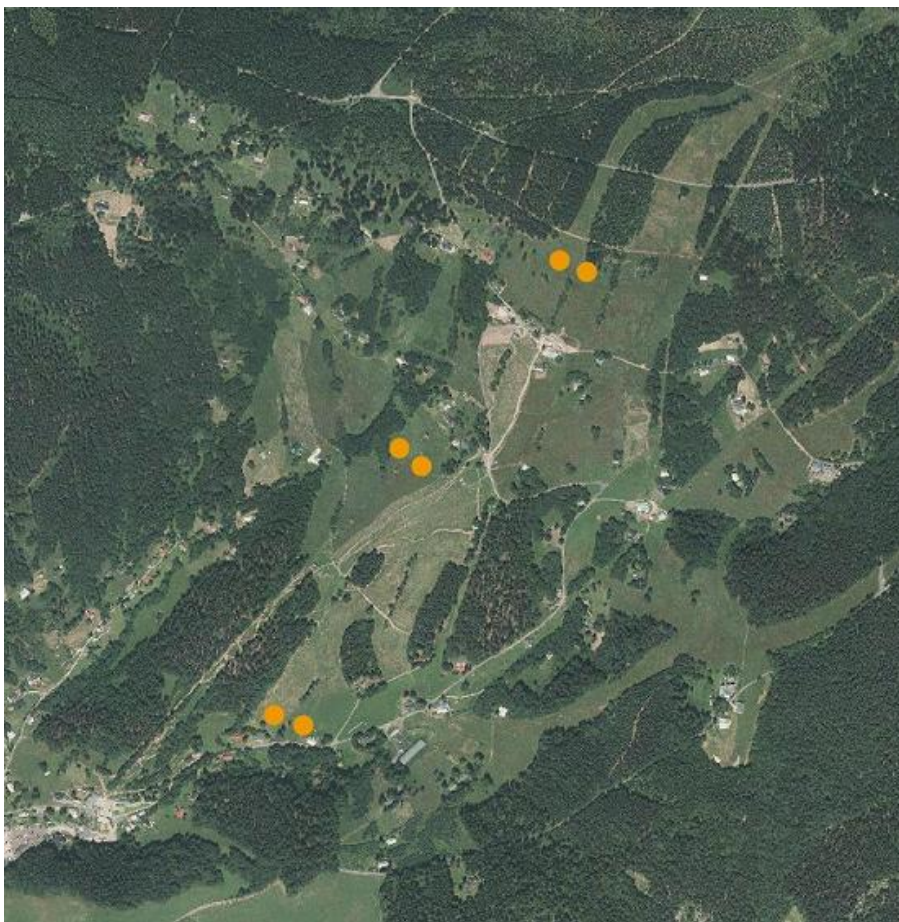
- stejná expozice a stejné oslunění svahu
- stejný sklon svahu
- stejný či podobný vegetační pokryv
- stejný či podobný management.

Rozměry vytyčovaných ploch byly 2 m x 2 m. Čtverce se vytyčovaly vedle sebe ve vzdálenosti 3 metry, poslední čtvrtý čtverec se umístil 1 metr pod čtverec prostřední (obr. 6).



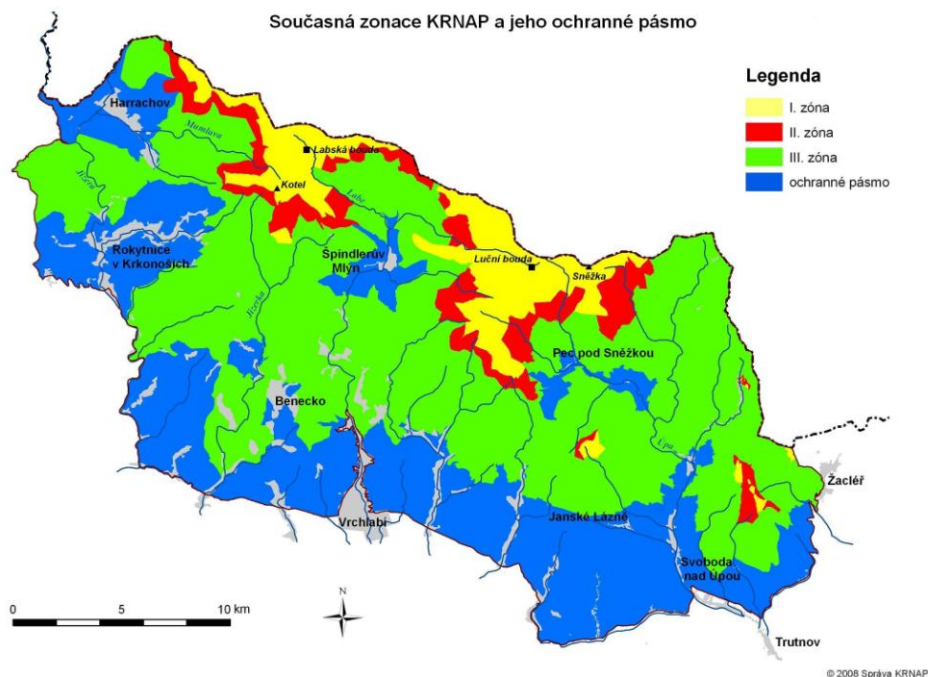
Obr. 6 Schématické znázornění umístění čtverců na jednom stanovišti

Celkem bylo položeno 24 čtverců na 6ti různých stanovištích. U všech čtverců byly zaměřeny body pomocí GPS a v těchto místech byly umístěny kovové destičky pro jednodušší dohledání v budoucnosti. Podrobné zaměření všech bodů je v příloze č. 1, mapka oblasti na obr.7.



Obr. 7 Mapka oblasti zaměřeného území (zdroj KRNAP)

Nejnižše položené sledované území dosahovalo nadmořské výšky 750 m, prostřední čtverce se pohybovaly v nadmořské výšce 860 m a nejvýše položené plochy dosahovaly 1.000 m. n. m. Tato nejvýše položená oblast v 1 000 m. n . m. zasahuje do třetí zóny Krkonošského národního parku, níže položené oblasti se nacházejí v ochranném pásmu Krkonošského národního parku. Celá oblast je vyhlášena jako biosférická rezervace. Z obr. 8 je jasně zřetelné ohraničení jednotlivých zón v Krkonošském národním parku.



Obr. 8 Hranice jednotlivých zón Krkonošského národního parku (zdroj KRNAP)

5.1.2 Klimatické poměry

Podnebí v této oblasti má oceánický charakter, je chladné a vlhké. Převládají zde západní větry. Průměrná teplota se pohybuje od +6 °C v nižších polohách po 0 °C na hřebenech. Dešťové srážky jsou od 800 mm na úpatí po 1.600 mm na hřebenech. Sněhová pokrývka leží v průměru 180 dnů v roce a bývá 100 až 300 cm vysoká. Množství srážek přibývá s nadmořskou výškou, ve vyšších polohách v celoročním úhrnu převažují pevné formy srážek jako je sníh, kroupy, námraza nad dešťovými. Nejvyšší úhrn srážek bývá v srpnu, kvůli západnímu proudění a četným bouřkám zde panujícím. Nejnižší srážky bývají naopak v jarních měsících. (Jeník 2003)

Pro Krkonoše je typické výrazné střídání ročního období, stejně jako silná proměnlivost počasí během krátkých časových intervalů. Velmi typická tu je také teplotní inverze, kdy ve vyšších polohách je slunečno a teplo, zatímco v údolích se hromadí chladný vzduch, mlha a nízká oblačnost. Inverzní počasí bývá v Krkonoších

zejména v podzimních a zimních měsících, kdy trvá i několik dnů. Je obecně známo, že s přibývajícím nadmořskou výškou klesá teplota vzduchu; na 100 m výšky ubývá teplota zhruba o 0,5 - 1,0°C (Demek 2006). V soulase s tím jsou vrcholy Krkonoš studenější než nižší údolní polohy a ty jsou zase studenější než podhůří Krkonoš.

5.1.3 Geomorfologické a geologické poměry

Krkonoše jsou geologicky velmi starým pohořím, jejich geomorfologický vývoj a modelaci ale můžeme sledovat až od období třetihor. Během čtvrtohor došlo při střídání dob ledových a meziledových k přemodelování do nynější podoby. (www.krnap.cz)

Spolu s Jizerskými horami tvoří geologický komplex tzv. krkonoško-jizerského krystalinika. Tento komplex je budován starohorními a prvohorními krystalickými břidlicemi, zejména svory, fylity a ortorulami a má stáří 600 milionů až jednu miliardu let. Z dalších hornin se na stavbě podílejí převážně křemence a krystalické vápence. V menší míře zde můžeme nalézt i třetihorní čedič. Na jižním okraji Krkonoš se krkonoško-jizerské krystalinikum noří pod zemský povrch a je překryto různými sedimenty mladšího geologického stáří, zejména usazenými permokarbonskými horninami (podkrkonošský permokarbon). Před asi 300 mil. let proniklo pod starší horniny mohutné žulové těleso, kterému říkáme krkonoško-jizerský pluton. Tvoří hraniční hřbet Krkonoš od úpatí Sněžky po Harrachov, téměř celé Jizerské hory a polské svahy Krkonoš. (Chlupáč 2011)

5.1.4 Hydrologické poměry

Krkonoše patří mezi velmi důležité pramenné oblasti. Mají zde svůj počátek významné středoevropské toky. Voda je tu výhradně srážkového původu a odtéká ze západní části hor povodím Labe do Severního moře. Vody, které stékají z polské strany míří do řeky Odry a s ní do Baltu. Pro krkonošské toky je charakteristický

prudký spád a nevyrovnaný podélný profil, kde se střídají úseky s větším a menším sklonem. (www.krnap.cz)

Obecně nejsou Krkonoše zvláště významnou zásobárnou vody. Malou jímavost krkonošských hornin a převážně mělkých zvětralin kompenzují sice poněkud vysoké srážky a velká lesnatost území, ale při nevelké ploše pohoří i jednotlivých povodí trpí přesto řeky velkou rozkolísaností průtoků, která se projevuje velmi nízkými průtoky při dlouhodobějších suchých obdobích a nebezpečnými povodněmi za vydatných dešťů. Krkonošská historie zaznamenává celou řadu povodní. (Paczos 2003)

5.1.5 Pedologické poměry

Půdy jsou přírodním útvarem, který se vyvinul vlivem dlouhodobých půdotvorných procesů z povrchových zvětralin zemské kůry a z organické hmoty. V Krkonoších je typická výrazná výšková půdní zonace. Kvalitu půd tu ovlivňuje zejména kyselé, minerálně chudé geologické podloží a chladné, velmi vlhké klima. Převážná většina krkonošských půd je kyselá. V nejnižších polohách převládají hnědé lesní půdy, výše mají převahu humusové a rašelinné podzoly a podzolové rankery. Na výchozech vápenců jsou vzácně vyvinuté rendziny a na nejvyšších vrcholech převládají mrazem tříděné kamenité a velmi mělké alpské půdy. Podél vodních toků bývají různě mocné nivní a glejové půdy. Na zájmovém území na Lysé hoře dle geologické mapy nalezneme kambizem a modální kryptopodzol. (Chlupáč 2011)

5.2 Metodika fenologického pozorování

Jakl (2005) uvádí, že fenologická fáze neboli fenofáze je funkčně nebo tvarově zřetelná vývojová fáze u rostliny, opakující se v závislosti na sezónních změnách podnebí. Tyto jednotlivé fáze jsou rozděleny dle mezinárodní stupnice

BBCH, která rozlišuje rostliny jednoděložné a dvouděložné. Při mém fenologickém pozorování jsem se řídila dle této stupnice, kterou uvádí Meier (1997) :

JEDNODĚLOŽNÉ ROSTLINY	DVOUDĚLOŽNÉ ROSTLINY
0 - klíčení	0 - klíčení
1 – vývoj listů	1 – vývoj listů
2 – tvorba vedlejších výhonů	2 – tvorba vedlejších výhonů
3 – růst hlavní osy	3 – růst hlavní osy
4 – naduřování listové pochvy	4 – vývoj vegetativních částí rostliny
5 – metání	5 – květ, květenství
6 – kvetení	6 – kvetení
7 – vývoj plodu	7 – vývoj plodu
8 – dozrávání	8 – dozrávání
9 – stárnutí, dormance	9 – stárnutí, dormance

Fenologické pozorování na zájmovém území jsem začala po vytyčení čtverců, začátkem měsíce května. Od této doby jsem docházela na stanoviště v intervalu přibližně pěti dnů a vedla si záznamy s datem a probíhající fenologickou fází u konkrétního druhu. Byly vybrány tři dominantní druhy vyskytující se ve všech sledovaných plochách, jeden jako zástupce jednoděložných rostlin, další dva jako zástupci rostlin dvouděložných. Jedná se o tyto druhy – *Poa Chaixii*, *Hyporicum perforatum* a *Potentilla erecta*. Fenologické pozorování bylo ukončeno v měsíci červnu, kdy byla studijní plocha pokosena a tím ukončena probíhající fenofáze. V mém pozorování proto nejsou obsaženy všechny fáze dle stupnice BBCH.

Naměřená data byla zpracována do přehledných tabulek pro každý druh zvlášť (příloha č. 2) a dále zpracována do grafů, kterými se zabývá následující kapitola Výsledky.

5.3 Metodika měření výšky porostu

Při fenologickém pozorování byla zapisována a měřena také výška porostu. Měření probíhalo ve stejném časovém období, tedy od začátku května do konce června, kdy byla všechna zájmová území pokosena. Opět doba mezi jednotlivým měřením byla cca 5 dnů. V každém čtverci bylo měření porostu provedeno na pěti různých místech. K měření jsem používala tyčové měřidlo, měrnou jednotkou byl centimetr (cm). Z naměřených dat byl vypočítán průměr, jehož hodnoty pro každý čtverec byly zpracovány do přehledné tabulky (příloha č. 3). Tato zprůměrovaná data byla opět zpracována do grafů.

5.4 Botanické pozorování

Začátkem měsíce června bylo v průběhu dvou týdnů provedeno na každém čtverci botanické pozorování. Pomocí Klíče ke květeně České republiky (Kubát 2002) jsem určila jednotlivá druhová a rodová jména všech rostlin zde se vyskytujících. K určování rostlin mi také pomáhala další literatura (Spohn 2010, Beffa 2000). Tento botanický rozbor zájmového území jsem konzultovala, abych předešla chybám ze špatného taxonomického zařazení. Zároveň byla provedena fotodokumentace všech vytyčených území. Zjištěná data byla opět zpracována do přehledné tabulky (příloha č. 4) a byla vypracována mnohorozměrná analýza.

5.5 Agrochemický rozbor půdy

V měsíci listopad byl proveden odběr vzorků půdy. Po obvodu každého čtverce se pomocí sondýrky odebralo do hloubky 95 mm do igelitových pytlíků potřebné množství půdy. Tyto pytlíky byly přímo na místě odběru označeny plastovými cedulkami s popisem jednotlivých lokalit, aby se předešlo případným chybám se zaměněním vzorku a lokality. Vzorky byly sušeny při teplotě 70 °C po dobu 24 hodin. Poté byly vzorky půdy zbaveny případných zbytků vegetace, přesety přes jemné síto a v množství 100 gramů označeny a poslány na agrochemický rozbor. Vždy byly z každé lokality poslány dva vzorky, aby se předešlo případným chybám z poškození či ztráty vzorku. Tento agrochemický rozbor (dle Mehlicha) zpracovával Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., oddělení ekotoxikologie v Chomutově (příloha č. 5). V agrochemickém rozboru jsme sledovali obsah živin P, K, Ca a Mg v mg/ kg půdy v sušině, dále obsah humusu v sušině, obsah Cox a Nt. Vyhodnocena byla také půdní reakce s CaCl₂ a tím zjištěna hodnota pH.

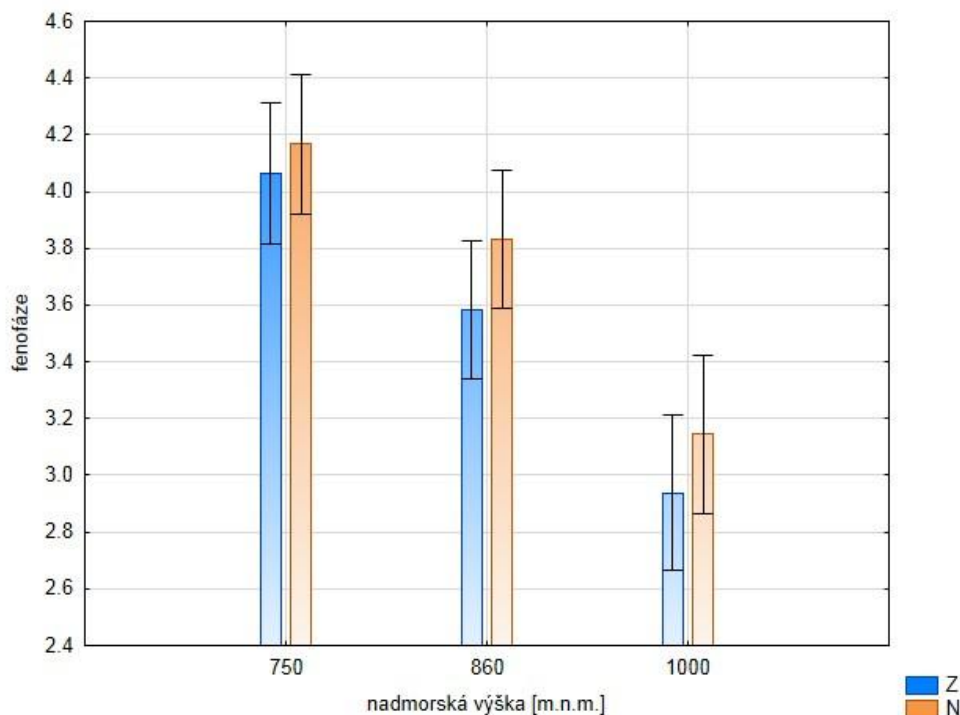
6. Výsledky

6.1 Výsledky fenologického pozorování

Fenologické pozorování, jak již bylo uvedeno v metodice, bylo prováděno po dobu dvou měsíců roku 2012. Začátek pozorování jednotlivých fenologických fází (fenofází) byl 1. května 2012 a v intervalu cca 5ti dnů byly lokality pozorovány a výsledky zapisovány. Pozorování bylo ukončeno 25. června, kdy všechny plochy byly pokoseny a tím byly fenofáze vráceny o krok zpět.

Jak je patrné z grafu pro zástupce jednoděložných rostlin – *Poa chaixii*, který byl podroben fenologickému pozorování (obr. 9), fenologická fáze je na uměle zasněžovaném území oproti území nezasněžovanému opožděna. Děje se tak kvůli delší době, kdy sněhová pokrývka leží na území. Obecně je známo, že s rostoucí nadmořskou výškou se zkracuje vegetační doba rostlin, jednotlivé fenologické fáze

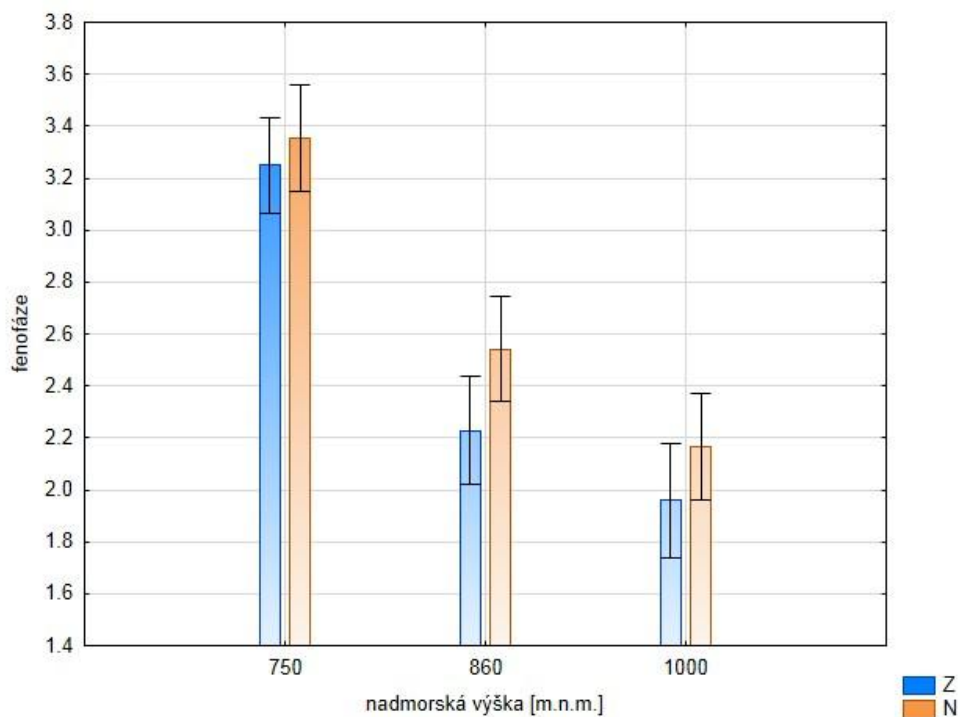
přicházejí o několik dnů až týdnů později. Z grafu je však také patrné, že čím výše je území položené, tím je větší rozdíl mezi probíhajícími fenologickými fázemi u druhu *Poa chaixii* na zasněžovaném a nezasněžovaném území.



Obr. 9 Fenologické fáze *Poa chaixii*

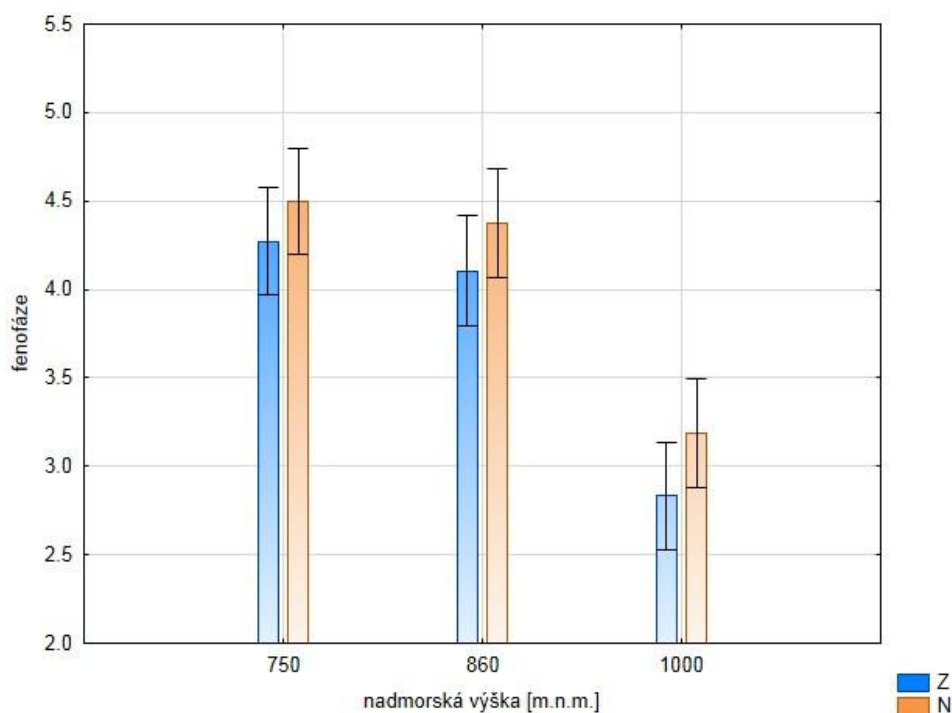
Z naměřených hodnot (příloha č. 2) je patrné, že fenofáze *Poa chaixii* jsou opožděny na zasněžovaném území s nadmořskou výškou 750 m pouze nepatrně, kdežto při nadmořské výšce 1 000 m toto opoždění činí až 10 dnů.

Jedním ze zástupců dvouděložných rostlin, u kterýho bylo prováděno fenologické pozorování, byl druh *Hyporicum perforatum*. Také v tomto případě, jak je patrné z grafu (obr. 10) jsou fenologické fáze na uměle zasněžovaném území opožděny. I zde je z grafu patrné, že čím výše položené území, tím větší rozdíl jednotlivých fenofází na zasněžované a nezasněžované ploše. Z hodnot v příloze 3 pro *Hyporicum perforatum* je vidět, že tento druh je značně přizpůsobivý pro zkrácení vegetační doby umělým zasněžováním, která při nadmořské výšce 750 m není téměř žádná a v nadmořské výšce 1 000 m činí maximálně 5 dnů.



Obr. 10 Fenologické fáze *Hyporicum perforatum*

Druhým ze zástupců dvouděložných rostlin byl druh *Potentilla erecta*. I zde je patrné z grafu fenologických fází na zasněžovaném území opoždění jednotlivých fází (obr. 11). Fenologické fáze u tohoto druhu probíhají téměř současně v nadmořské výšce 750 m i 860 m a rozdíl mezi zasněžovaným a nezasněžovaným územím je nepatrný. V nadmořské výšce jsou však fenologické fáze opožděny oproti níže položeným územím téměř o 14 dní a rozdíly mezi zasněžovanou a nezasněžovanou plochou činí cca 7 dní. Vysvětlují si tuto skutečnost tím, že druh *Potentilla erecta* je při nadmořské výšce 1 000 m již na hranici svého areálu výskytu a nejsou pro jeho normální růst optimální podmínky.

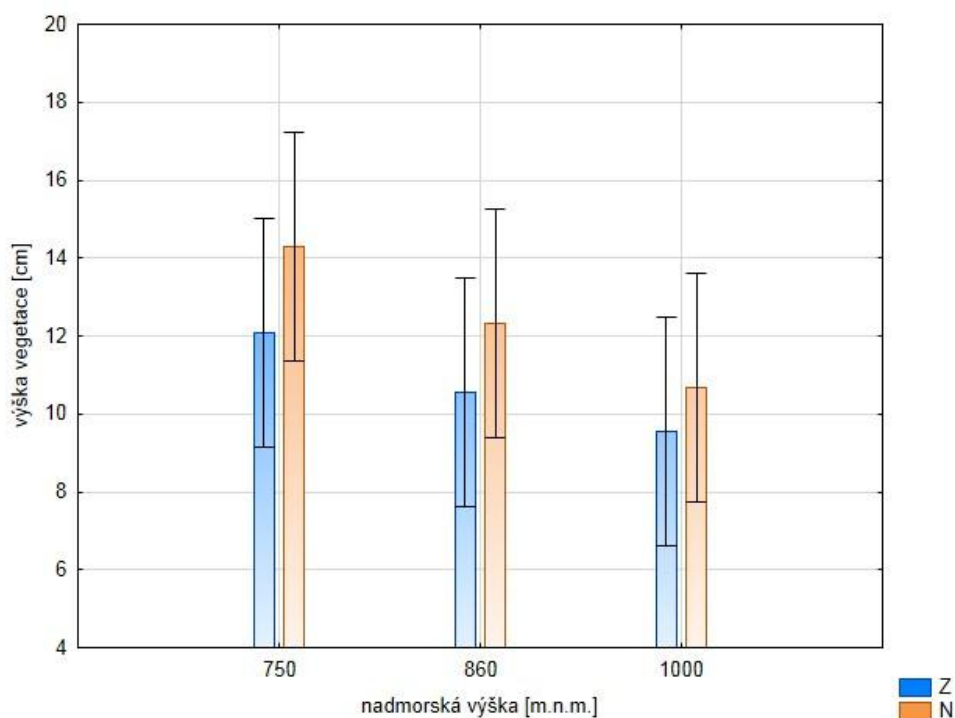


Obr. 11 Fenologické fáze *Potentilla erecta*

6.2 Výsledky měření výšky porostu

Výška porostu byla měřena ve stejném časovém období jako probíhalo fenologické pozorování, tedy od 1. května 2012 do 25. června 2012. V každém čtverci bylo provedeno 5 měření v intervalu zhruba 5ti dnů. Pro tvorbu grafu byl z jednotlivých měření na každém čtverci vypočítán průměr. Z grafu (obr. 12) je patrné, že vegetace na nezasněžovaném území roste oproti vegetaci na zasněžovaném území rychleji. Výška porostu jak je vidět z naměřených dat v příloze č. 3 se liší o 1 – 3 centimetry. Tento rozdíl mezi zasněžovaným a nezasněžovaným územím je způsoben rozdílnou dobou, po kterou leží sněhová pokrývka. Je zajímavé, že výška porostu na zasněžovaném území v nadmořské výšce 750 m je téměř stejná jako výška porostu na nezasněžovaném území v nadmořské výšce 860 m. Totéž platí pro výšku porostu na zasněžovaném území v nadmořské výšce 860 m a nezasněžovaném území v nadmořské výšce 1 000 m. Z této skutečnosti by se dalo usuzovat, že sněhová pokrývka na zasněžovaném území mizí z plochy zhruba ve stejném časovém období jako sněhová pokrývka přirozeného sněhu položeného o cca 1 000 metrů

výše. Na takovéto prohlášení by ale byla potřebná data o sněhové pokrývce, která v mé práci chybí, tudíž z toho nelze usuzovat žádné závěry.



Obr. 12 Měření výšky porostu

6.3 Výsledky botanického průzkumu

V měsíci červen 2012 byl postupně na všech čtvercích proveden botanický průzkum. Jednotlivé rostliny zde se vyskytující jsem určovala pomocí Klíče ke květeně České republiky (Kubát 2002). Přehledná tabulka veškeré vegetace na zájmovém území je v příloze 4. Poměr jednotlivých druhů byl přepočítán na procenta dle zastoupení druhu na dané lokalitě.

Zjednoděložných rostlin nejvíce se vyskytujících na mnou vytyčených oblastech je zástupce druhu *Poa chaixii*, který zaujímá zhruba 20 % veškeré vegetace. V menším zastoupení zde roste také *Agrostis capillaris*, *Luzula luzuloides* a *Poa annua*. Na mokřejších oblastech se také vyskytuje *Juncus effusus*.

Nejvíce rozšířené druhy dvouděložných rostlin jsou především *Hypericum perforatum* a *Potentilla erecta*, vyskytující se v daných lokalitách mezi 10 – 20 % vegetace. Dále zde můžeme nalézt druhy *Galium saxatile*, *Achillea millefolium* a *Ranunculus acris*. Na mokřejších stanovištích nalezneme také *Hypericum maculatum* a *Caltha palustris*. V menší populaci se tu vyskytují také druhy *Campanula patula*, *Silene dioica*, *Ajuga reptans*, *Bellis perennis*, *Veronica chamaedrys*, *Trifolium pratense*, *Taraxacum officinale* a *Plantago lanceolata*. V jarním období je poměrně hojná *Anemone nemorosa*.

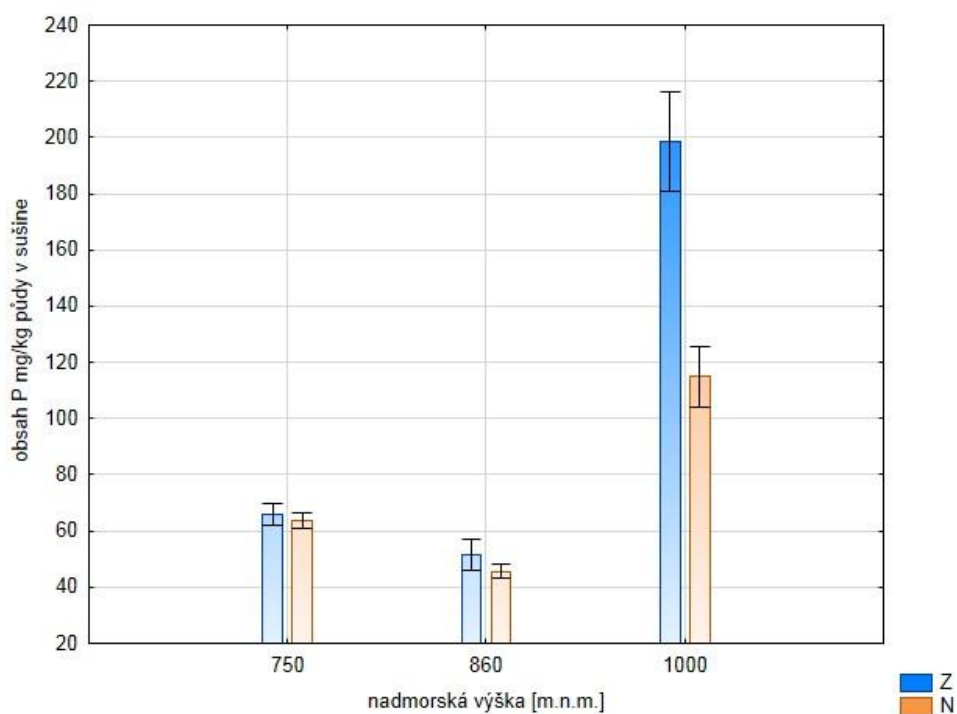
Z naměřených dat (příloha č. 4) nevyplývá téměř žádný rozdíl mezi zasněžovaným a nezasněžovaným územím. Na nezasněžovaných plochách především v nadmořské výšce 1 000 m se vyskytuje více druhů rostlin než na území zasněžovaném. Jedná se ale pouze o pár jedinců daných druhů, proto z tohoto faktu nelze nic usuzovat. Nejvíce se skladba druhů lišila v rámci území nadmořské výšky 860 m, ovšem zde je třeba tento fakt připočíst k blízkosti nezasněžovaných lokalit k vodnímu zdroji.

6.4 Výsledky agrochemického rozboru půdy

Dne 28. listopadu 2012 byly ze zájmových území odebrány půdní vzorky, které byly dále zpracovány dle metodiky popsané v předchozí kapitole. Výsledky agrochemického rozboru, které byly zpracovány dle Mehlicha 3, jsou zpracované do přehledné tabulky v příloze 5. Zajímaly nás obsahy živin fosforu P, draslíku K, vápníku Ca a hořčíku Mg. Z agrochemického rozboru půdy je také patrná reakce půdy na činidlo CaCl_2 . Při této reakci nabývá pH půdy kolem hodnoty 4, půda na celém území je tedy lehce kyselá.

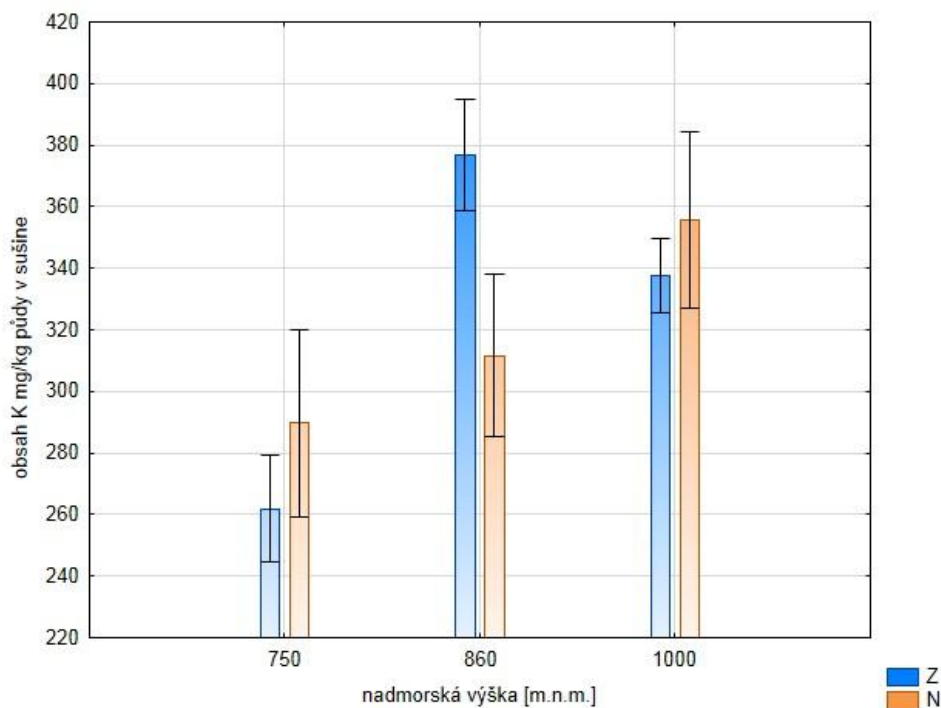
Obsah P v půdě, jak ukazuje graf na obr. 13, je na zasněžovaném i nezasněžovaném území v nadmořské 750 m podobný, pohybuje se okolo 60 mg/ kg půdy v sušině. Totéž platí i pro území v nadmořské výšce 860 m, kde nám výsledky ukazují hodnoty kolem 50 mg/ kg půdy v sušině. Naprosto jiná je situace na území

v nadmořské výšce 1 000 m. Hodnota na zasněžovaném území je oproti území nezasněžovanému téměř dvojnásobná, pohybuje se okolo 200 mg/ kg půdy v sušině.



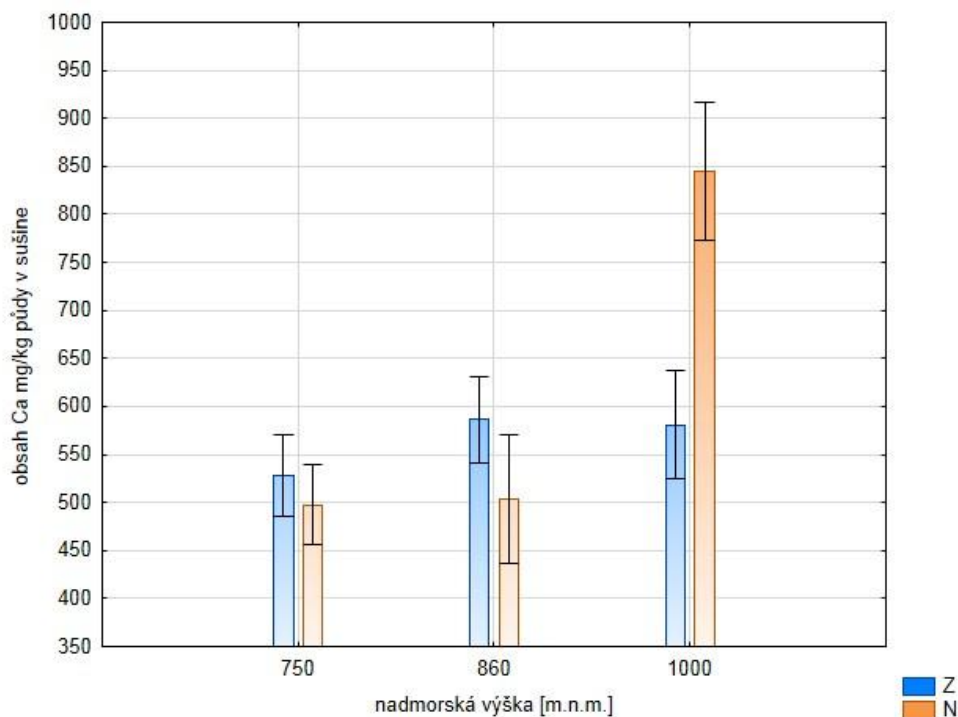
Obr. 13 Obsah fosforu (P)

Co se týče obsahu K v půdě, je z grafu (obr. 14) patrné, že hodnoty pro jednotlivá území se od sebe značně liší. Na nezasněžovaných územích lehce rostou s nadmořskou výškou. Od hodnot okolo 280 mg/ kg půdy v sušině v nejnižší položených oblastech po hodnoty okolo 350 mg/ kg půdy v sušině v nejvyšší položených oblastech. Na uměle zasněžovaných územích jsou hodnoty K v půdě lehce nižší než na stanovištích s přírodním sněhem. Výjimkou je pouze uměle zasněžovaná území v nadmořské výšce 860 m, kde hodnoty K nabývají až 400 mg/ kg půdy v sušině. Těmito hodnotami převyšují nezasněžovaná území obsah K až o 60 mg/ kg půdy v sušině.



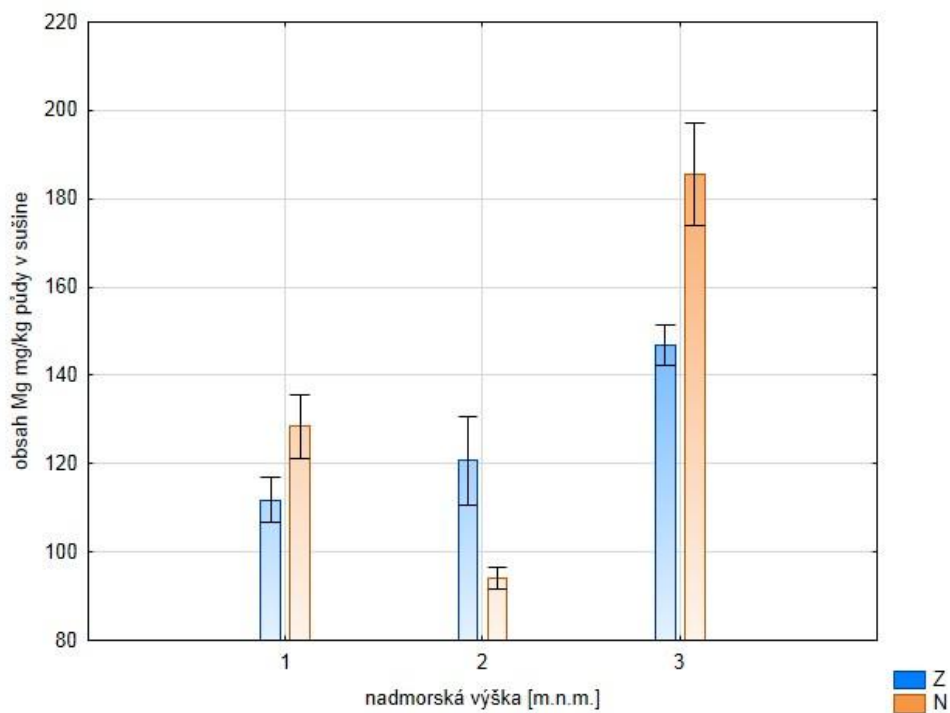
Obr. 14 Obsah draslíku (K)

Z grafu na obr. 15 můžeme pozorovat obsah Ca v půdě. Na zasněžovaném území v nadmořské výšce 750 m se hodnoty Ca pohybují okolo 550 mg/ kg půdy v sušině a oproti nezasněžovanému území jsou vyšší pouze o cca 50 mg/ kg půdy v sušině. Tato situace obdobná i v nadmořské výšce 860 m. Naprosto jiný výsledek nám vychází v nadmořské výšce 1 000 m, kde hodnota Ca zůstává na zasněžovaném území podobná hodnotám na území níže položených, avšak hodnota Ca na území nezasněžovaném prudce vzrostla a to až na 980 mg/ kg půdy v sušině.



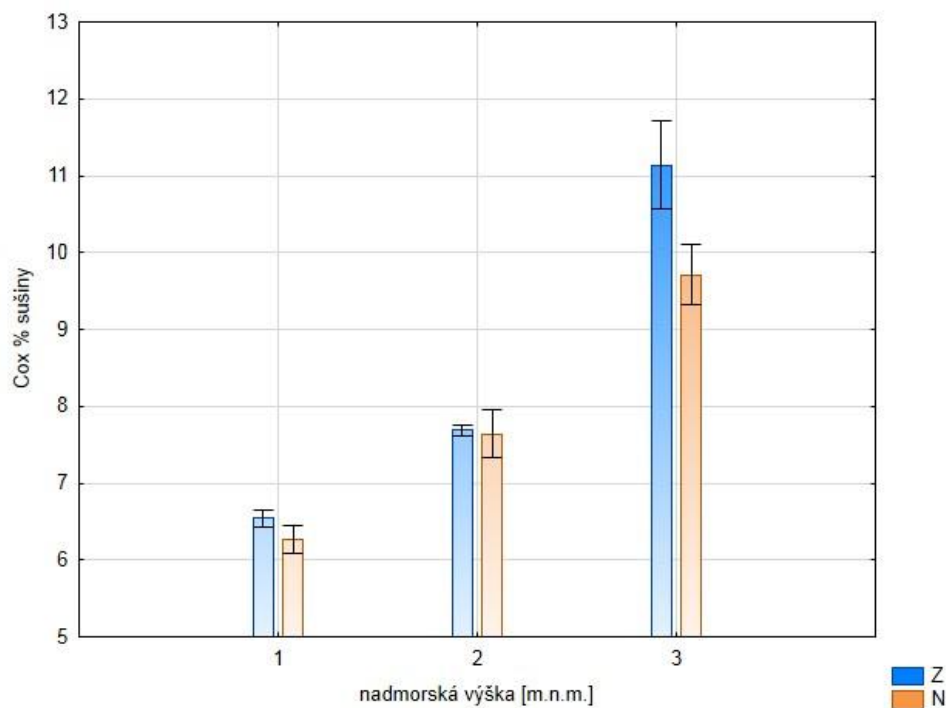
Obr. 15 Obsah vápníku (Ca)

Poslední zkoumaný prvek v půdě byl Mg. Jak je vidět na grafu (obr. 16) hodnoty Mg se na zasněžovaných územích konstantně zvedají od 100 – 150 mg/ kg půdy v sušině po celém výškovém gradientu. Na nezasněžovaných plochách jsou hodnoty značně kolísavé, v nadmořské výšce 750 m se pohybují okolo 130 mg/ kg půdy v sušině, v nadmořské výšce 860 m jsou hodnoty Mg pouze kolem 95 mg/ kg půdy v sušině a na území 1 000 m. n. m. jsou hodnoty Mg kolem 180 mg/ kg půdy v sušině.



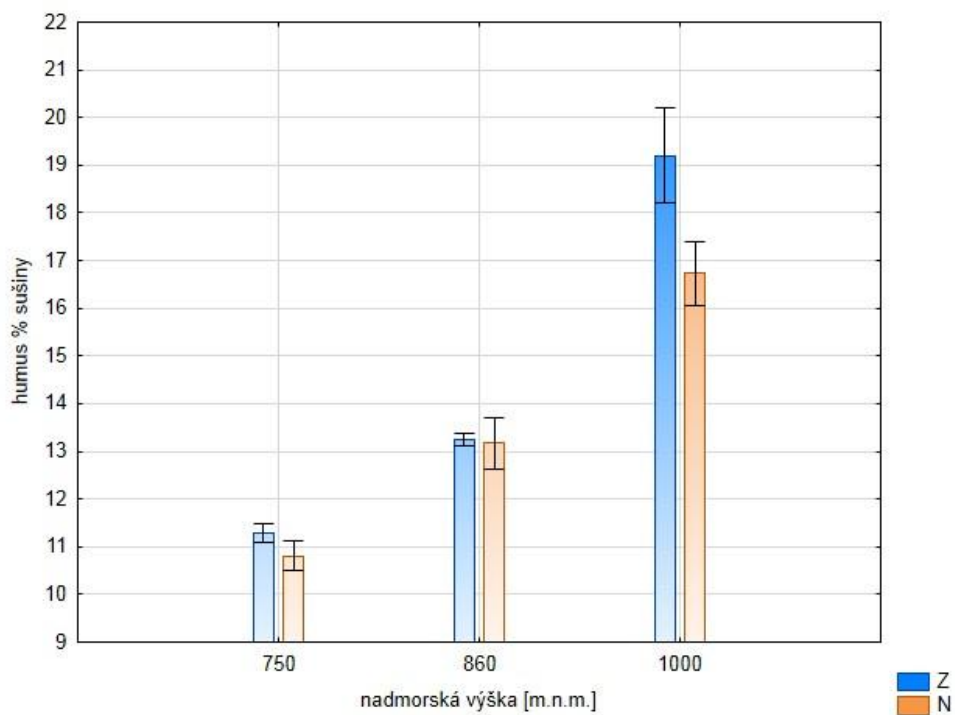
Obr. 16 Obsah hořčíku (Mg)

Z agrochemického rozboru půdy vyplývá také podíl Cox v sušině. Z grafu (obr. 17) je zřejmé, že s nadmořskou výškou obsah Cox v sušině konstantně stoupá a to zhruba ze 7 % na 11 %. Hodnoty na zasněžovaném a nezasněžovaném území jsou podobné, pouze v nejvýše položeném území mají zasněžované plochy až o 2 % větší podíl Cox v sušině než plochy nezasněžované.



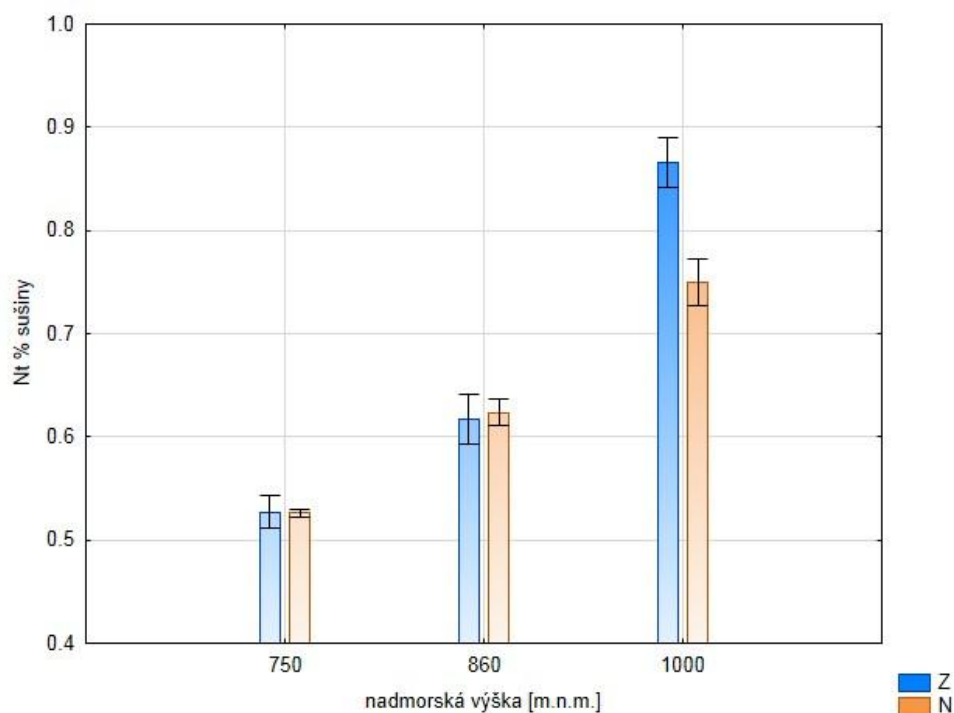
Obr. 17 Obsah Cox

Další sledovanou veličinou v agrochemickém rozboru je obsah humusu v sušině. Z grafu (obr. 18) je patrné, že území zasněžované i nezasněžované v nadmořské výšce 750 m a 860 m si jsou hodnotami velmi blízká. V nadmořské výšce 750 m se hodnoty humusu pohybují okolo 11 % v sušině na obou variantách (zasněžované i nezasněžované území), o 1 000 metrů výše jsou tyto hodnoty na obou variantách kolem 13 % humusu v sušině. Výrazně se liší nejvýše položené území, kde na nezasněžovaných plochách se pohybuje podíl humusu kolem 17 % a na uměle zasněžovaném obsah humusu stoupá až 20 %.



Obr. 18 Obsah humusu

Podobná situace jako u obsahu humusu a Cox je také u podílu Nt v sušině (obr. 19). I zde obsah Nt v sušině konstantně stoupá s rostoucí nadmořskou výškou a zasněžovaná i nezasněžovaná území jsou si hodnotami podobná. Pouze v nadmořské výšce 1 000 m opět nastává rozdíl mezi zasněžovanými a nezasněžovanými plochami. Nezasněžované plochy mají více obsahu Nt a to zhruba o 0,2 %.



Obr. 19 Obsah Nt

7. Diskuze

Obecně lze lyžařské sjezdovky vnímat jako druhově relativně pestré plochy, kde se projevuje rozmanité spektrum stanovištních podmínek širšího zázemí míst, kterými tyto tratě procházejí. Začátek tratí se většinou nachází v supramontánním, v našem případě sjezdovek na Lysé hoře dokonce i v subalpínském stupni Krkonoš a svými spodními úseky zasahují až na hranici montánního a submontánního stupně. Tato území proto představují velmi rozmanitý soubor vegetačních typů. Projevuje se tu jak rozmanitá nadmořská výška, tak různá orientace ke světovým stranám, svažitost, geologický substrát, velmi rozdílný způsob a rozsah technických a biotechnických zásahů při výstavbě či rekonstrukci sjezdovek a také stáří jednotlivých odlesněných ploch. (Štursa 2007) Při vytyčování našeho území jsme dbali na podobné podmínky prostředí, proto se vegetace na jednotlivých stanovištích příliš neliší. Do skladby vegetace se tedy prolíná jen nadmořská výška (750 – 1 000

m) a v případě jednoho stanoviště blízkost drobného vodního toku a tím větší vlhkost.

Zásadním problémem při zakládání sjezdovek je složení osevních směsí. Protože k zatravňování dochází na území národního parku, je nezbytné respektovat stávající přírodní prostředí, přírodní podmínky a zejména platné legislativní normy (zákon 114/92 Sb.), které nepřipouští na území národního parku vědomé rozšiřování organismů cizího původu. Tyto horské oblasti, kde se lyžařské areály nacházejí, mají zcela jinou skladbu vegetace než klasické zatravňované plochy (hřiště, trávníky sídlišť). Naše semenářské podniky bohužel neprodukují osivo takových druhů, které by bylo možné při rekultivaci sjezdových tratí na území národního parku bez problémů použít. Zejména nejsou k dispozici základní tři nosné druhy a to: *Calamagrostis villosa*, *Avenella flexuosa* a *Deschampsia cespitosa*. (Štursa 2007) Také na našem sledovaném území byl přítomen druh *Trifolium pratense* jako pozůstatek použití nevhodné skladby osevní směsi.

Na uměle zasněžovaných svazích je větší výška sněhové pokrývky než na svazích s přirozenou sněhovou pokrývkou. Tím je prodloužena délka trvání sněhové pokrývky i rozsah komprimace, tedy ztuhnutí sněhového profilu. Kvůli těmto jevům dochází ke zkrácení délky vegetační doby a posunu fenologických fází. Jak uvádí Rixen (2004) na zasněžovaných svazích taje sníh o 2 – 4 týdny později. Při fenologickém pozorování tří dominantních druhů vyskytujících se na zájmovém území, byl zjištěn posun fenologických fází o dobu několika dnů až dvou týdnů. Největší posun fenologické fáze na zasněžovaném a nezasněžovaném území byl zjištěn u zástupce jednoděložných rostlin *Poa chaixii*. U všech pozorovaných druhů, ale bylo patrné, že čím je vyšší nadmořská výška území, tím se rozdíl mezi fenologickými fázemi na zasněžovaném a nezasněžovaném území zvětšuje. Tento problém může v horizontu mnoha let snížit vitalitu některých rostlinných druhů natolik, že začnou ustupovat a na místo ekologicky diferencované vegetační mozaiky, kde jednotlivé druhy, populace a společenstva obsazují přesné ekologické niky, může postupně vznikat uniformní typ společenstev (Štursa 2007).

Rixen (2002) zmiňuje, že povrchová voda používaná při produkci umělého sněhu může mít vliv na obsah minerálních látek v půdě. Také dle Rixena (2002) může docházet při umělém zasněžování k nahromadění vody a následném splachu živin v jarním období do údolí. Při agrochemickém rozboru půdy nebyly zjištěny výrazné rozdíly mezi zasněžovanými a nezasněžovanými plochami. Pouze v nadmořské výšce 1 000 m zasněžované plochy výrazně převyšovaly nezasněžované v obsahu humusu, Cox a Nt. Také hodnoty P na těchto plochách byly výrazně větší. V nižších nadmořských výškách se ale hodnoty mezi zasněžovanými a nezasněžovanými plochami ve většině případů téměř nelišily a tudíž nelze z mého pozorování teorii o vlivu umělého zasněžování na obsah živin v půdě potvrdit.

Vliv umělého zasněžování na vegetaci sjezdovek je patrný. Rozhodně se jedná o procesy dlouhodobé, které se neprojeví po 1–2 zimních obdobích. Problematika umělého zasněžování je pořád ještě celkem nová věc a účinky technického sněhu na vegetaci i okolní prostředí nejsou zcela prozkoumány. Štursa (2007) uvádí, že by mělo být vždy žádoucí formulovat při správním řízení požadavek na zajištění dlouhodobého monitorování a podrobného vyhodnocení stavu vegetace na sjezdovkách s technickým zasněžováním. Jeho výsledkem nemusí být potenciální zrušení systému technického zasněžování v případě zjištění nežádoucích jevů, avšak přijetí takových opatření ze strany provozovatele, která zabrání procesům nežádoucích změn půdních (erozní procesy) i vegetačních (provedení následných biologických asanací, dosevů, drnování atd.).

8. Závěr

Cílem této diplomové práce bylo nashromáždit z dostupné literatury domácích i zahraničních autorů problematiku umělého zasněžování, získat data z konkrétních pozorování na sjezdovce v Krkonoších (Lysá hora, lyžařský areál Horní Domky) a tyto data porovnat s literární rešerší. Lze říci, že problematika umělého zasněžování je obsáhlá, má vliv na několik různých aspektů přírody a vzhledem ke krátkému časovému období, kdy se produkce technického sněhu používá (pouze několik desetiletí) ještě není zdaleka celá probádaná. Umělý sníh má vliv jak na vegetaci sjezdovek, tak na hydrologii území, nárůst spotřeby energie, změnu půdních profilů a její eutrofizaci a také na vegetační dobu a její zkrácení delší dobou, kdy na území leží sníh. Z mého pozorování je patrný posun fenologických fází jednotlivých druhů a to v některých případech až o 14 dnů. Proto je potřeba monitorovat tato zasněžovaná území a sledovat případné změny v hydrologickém režimu i ve změnách složení vegetace. V dnešní době nelze produkci technického sněhu zcela zakázat, ale vhodnými opatřeními lze tyto negativní vlivy na vegetaci zmírnit či zcela odvrátit. Vždy by se měl hledat kompromis mezi ekonomickou složkou (zisk lyžařského areálu z cestovního ruchu) a složkou ochrany přírody.

9. Seznam použité literatury

- ABEGG B., 1996:** Klimaänderung und Tourismus – Klimafolgenforschung am Beispiel des Wintertourismus in den Schweizer Alpen. Schlussbericht NFP 312.
- BEFFA M., 2000:** Luční květiny. Euromedia Group, Praha.
- CALÁBEK A., 2006:** Camping Baldovec s.r.o. – Lyžařský vlek Baldovec II. Nepsublikováno, Dep.: Geo- hydro- konsult Olomouc.
- ČECH J., 2009:** Výroba umělého sněhu. Maskot 1/09: 9-10.
- DEMEK J., MACKOVČIN P., 2006:** Zeměpisný lexikon ČR: Hory a nížiny. AOPK ČR, Brno.
- DVOŘÁK J., JIRÁSKO F., ŠTURSA J., 1996:** Krkonoše – turistický průvodce. Gentiana, Jilemnice.
- FLOUSEK J., HARČARIK J., 2009:** Sjezdové lyžování a ochrana přírody. Ochrana přírody 6/09: 8-10.
- CHLUPÁČ I., BRZOBOHATÝ R., KOVANDA J., STRÁNÍK Z., 2011:** Geologická minulost České republiky. Academia, Praha.
- CHYTRÝ J., 1993:** Technický průvodce – Větrání a klimatizace. Mladá fronta a.s., Praha.
- CHYTRÝ M., 2007:** Vegetace České republiky - 1. Travinná a keříčková vegetace. Academia, Praha.
- JAKL J., 2005:** Víte, co je to fenologie? Naše příroda 6/05: 18-19
- JENÍK J., ŠTURSA J., 2003:** Polygenous Flora and its Refugia in the Hercynian Mountains, Central Europe. Alpine Biodiversity in Europe 03: 47 – 51.
- KLAUDISOVÁ A., 2004:** Zásady péče o nelesní biotopy v rámci soustavy NATURA 2000 – Seč. Planeta 8/04: 13-15.
- KUBÁT K., HROUDA L., CHRTEK J., KAPLAN Z., KIRSCHNER J., ŠTĚPÁNEK J., 2002:** Klíč ke květeně České republiky. Academia, Praha.
- MEIER U., 1997:** Growth stages of mono and dicotyledons plants. Wissenschafts Verlag, Blackwell.
- PACZOS A., 2003:** Čím překvapí země: Krkonošské potopy. Krkonoše – Jizerské hory 8/03: 7-9.

RIXEN CH., 2000: Snow additives in man made snow – reaction of alpine plants. Poster presented at the „Umweltforschungstag“ of the Institute of Environmental Science at the University of Zurich 2000, 20th June 2000.

RIXEN CH., 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.

RIXEN CH., 2003: Does artificial snow production affect soil and vegetation of ski pistes? A review. Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics 5/03: 219-230.

RIXEN CH., 2004: Ground temperatures under ski pistes with artificial and natural snow. Arctic, Antarctic and Alpine Research 36/04: 403-411.

SPOHN M., GOLTE- BECHTLE M., 2010: Co tu kvete? Květena střední Evropy. Euromedia Group, Praha.

ŠTURSA J., 2007: Ekologické aspekty sjezdového lyžování v Krkonoších. Opera Concortica 44/2: 603-616.

ŠTURSA J., 2012: Dědictví krkonošských hospodářů. Jak se měnila péče o horské louky. Krkonoše -Jizerské hory 8/12: 12-14.

WIPF S., RIXEN CH., FISCHER M., SCHMID B., STOECKLI V., 2005: Effects of ski piste preparation on alpine vegetation. Journal of Applied Ecology 42/05: 306-316.

NAŘÍZENÍ Č. 165/1991 Sb. v platném znění.

PLÁN PÉČE O KRKONOŠSKÝ NÁRODNÍ PARK A JEHO OCHRANNÉ PÁSMO (2010 – 2020) z roku 2010.

ZÁKON Č. 114/1992 Sb. v platném znění o ochraně přírody a krajiny.

Internetové zdroje:

ČERMÁK M., 2004: Sjezdovky v národním parku. Online: <http://www.tatry.cz> cit 14. 3.2011.

KRNAP, 2013: Geologie. Online: <http://www.krnep.cz> cit 13. 4. 2013.

KRNAP, 2013: Historie vlivu člověka na území Krkonoš. Online: <http://www.krnep.cz> cit 16. 4. 2013.

KRNAP, 2013: Vodopis. Online: <http://www.krnep.cz> cit 11. 4. 2013.

SKI AREÁL ROKYTNICE NAD JIZEROU, 2013: Ski areál Horní Domky. Online: www.skiareal-rokytnice.cz cit 5. 4. 2013.

Seznam příloh

1. GPS souřadnice vytyčených čtverců
 - 1.1 Vytyčené čtverce v nadmořské výšce 1 000 m
 - 1.2 Vytyčené čtverce v nadmořské výšce 860 m
 - 1.3 Vytyčené čtverce v nadmořské výšce 750 m
 - 1.4 Souřadnice všech vytyčených bodů
2. Tabulky fenologického pozorování
 - 2.1 Tabulka fenologického pozorování druhu *Hyporicum perforatum*
 - 2.2 Tabulka fenologického pozorování druhu *Potentilla erecta*
 - 2.3 Tabulka fenologického pozorování druhu *Poa chaixii*
3. Tabulka měření výšky porostu
4. Tabulka botanického pozorování
5. Tabulka agrochemického rozboru půdy