

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

Přírodovědecká fakulta

Katedra ekologie a životního prostředí

**Fenologie a sezónní dynamika pokryvnosti klíčových druhů
subalpínských vysokostébelných trávníků svazu
Calamagrostion villosae v Hrubém Jeseníku**

Phenological pattern and seasonal dynamic of dominant plant species on subalpine tall
grasslands.

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Markéta Medlenová

Ochrana a tvorba životního prostředí

Olomouc 2009

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

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracovala samostatně na základě konzultací a jen s použitím citované literatury.

V Olomouci, listopad 2009

.....

Moje poděkování patří na prvním místě RNDr. Marku Banašovi, Ph. D. za ochotu a pomoc při zpracování této diplomové práce. Dále děkuji RNDr. Miroslavu Zeidlerovi, Ph. D. a RNDr. Marku Banašovi, Ph. D. za pomoc při práci v terénu a Mgr. Janu Šipošovi za úžasnou pomoc se statistickým zpracováním dat. Nakonec bych chtěla poděkovat ještě jednou RNDr. Marku Banašovi, Ph. D. a RNDr. Miroslavu Zeidlerovi, Ph. D., a to za možnost poznat kus nezkrocené a jedinečné přírody, kterou vrcholové partie Hrubého Jeseníku bezpochyby jsou.

Abstrakt

Medlenová, M.: Fenologie a sezónní dynamika pokryvnosti klíčových druhů subalpínských vysokostébelných trávníků svazu *Calamagrostion villosae* v Hrubém Jeseníku

Klíčová slova: fenologie, pokryvnost, sjezdová trať, subalpínské vysokostébelné trávniky, sníh

Distribuce a hustota rostlinných druhů v arktických a alpínských oblastech je silně ovlivňována distribucí sněhové pokrývky. Její prostorové rozmístění a délka trvání vytváří v alpínských areálech poměrně stabilní mozaiku rostlinných společenstev, které kopírují isolinie odtávajícího sněhu. Sněhová pokrývka určuje distribuci a hustotu populací přímo, ale také nepřímo ovlivňováním vývoje, růstu, reprodukce a fenologie rostlin, a to díky následujícím vlastnostem: chrání před extrémními mrazy, silnými větry a fyziologickým vyschnutím, podporuje či zastavuje transport živin a dostupnost dusíku, zásadně ovlivňuje vývoj svrchního půdního horizontu (ochranou před chladem, čímž je umožněna mikrobiální aktivita) a v neposlední řadě míchá se vším již zmíněným při cyklu mráz-tání.

My jsme studovali vliv sjezdové tratě na třtinu chloupkatou (*Calamagrostis villosa*) a ostatní druhy ve společenstvu vysokostébelných trávníků v subalpínském pásu Hrubého Jeseníku. Výzkum jsme založili na hledání vlivu sjezdové tratě na zimní podmínky na stanovišti, na teplotu půdy, na fenologický vývoj *C. villosa* a změn v pokryvnosti vegetace na sjezdovce a v přirozeném prostředí. Výzkum trval tři zimy a následující vegetační sezony 2004 až 2006.

Dokonce jen nepatrné změny v čase tání a průběhu půdní teploty na sjezdové trati způsobily signifikantní a dlouhodobé změny vegetace. Rozdíl tání posledního sněhu mezi sjezdovkou a přirozenými pozorovacími plochami byl téměř dva týdny, během zimy a na začátku vegetační sezony byla naměřena výrazně nižší teplota půdy. Odlišné podmínky prostředí na sjezdovce tak způsobily zpoždění iniciálních fenologických fází u *C. villosa*. Byly zjištěny také změny v pokryvnosti a druhovém složení vegetace. Zatímco většina dvouděložných druhů společenstva na sjezdové trati snižuje svoji pokryvnost, *C. villosa* a *Luzulla sylvatica*, zdá se, sjezdovou trať preferují.

Abstract

Medlenová, M.: Phenological pattern and seasonal dynamic of dominant plant species on subalpine tall grasslands.

Key words: phenology, species cover, ski slope, subalpine tall grasslands ,snow

The distribution and abundance of plant species in arctic and alpine regions are strongly influenced by the distribution of snow cover. Patterns of snow distribution and snow duration in alpine areas create rather stable mosaics of vegetation types which follow the isolines of snow melt . Snow cover influences plant distribution and abundance both directly and indirectly by affecting establishment, growth, reproduction and phenology of plants. In addition, snow distribution determines the length of the growing season, protects against extreme cold, strong winds and drought, influences nitrogen availability and nutrient transport , induces respiration during winter, influences soil development and soil environment as soil temperature, freeze-thaw cycles and microbial activity.

We studied the impact of a ski slope on *Calamagrostis villosa* and associated vegetation in the alpine belt of the Hrubý Jeseník Mts.,Czech Republic. This study was focused on identifying the impact of the ski slope on snow conditions, soil temperature and phenological development and growth of *Calamagrostis villosa*, and examining any differences in species composition between the ski slope and the natural environment. The research took three winters and three vegetative seasons, years 2004, 2005, 2006.

Even relatively small differences in the time of snow melt and soil temperature development on the ski slope resulted in significant and long-term changes in vegetation. The difference in the time of snow melt between the ski slope and natural stands was about two weeks. Significantly lower soil temperature was measured on the ski piste during the winter period and at the beginning of the growing period. Different environmental conditions on the ski piste caused a delay of the initial phenological development of *Calamagrostis villosa* in the late spring. Significant changes in the species composition of the studied vegetation were recorded as well. As it was shown two species *C. villosa* and *Luzulla sylvatica* prefer the conditions of ski slope. In contrast species cover of another species of tall alpine grasslands (dicotyledonae) sink on the ski slope.

Obsah

1. Úvod	7
2. Cíl práce a hypotézy	9
3. Charakteristika zájmového území	10
3.1 Základní geografické údaje a legislativní ochrana.....	10
3.2 Geologické, geomorfologické a půdní poměry	11
3.2.1 Regionálně-geomorfologické členění území.....	12
3.2.2 Půdní poměry	12
3.3 Klimatické a hydrologické poměry.....	13
3.3.1 Hydrologická charakteristika	14
3.4 Sněhové poměry	14
3.5 Charakteristika bioty	15
3.5.1 Vegetace zájmového území.....	16
3.6 Historický vývoj území.....	18
4. Svaz <i>Calamagrostion villosae</i> Pawlowski, Sok. Et Wall. 1928	21
4.1 Charakteristika svazu <i>Calamagrostion villosae</i>	21
4.2 Soupis druhů rostlin svazu <i>Calamagrostion villosae</i>	22
4.3 Základní charakteristika klíčových druhů svazu <i>C.villosae</i>	23
5. Fenologie a pokryvnost rostlin	27
5.1 Pokryvnost rostlin	27
5.2 Fenologie jako věda	28
6. Metodika práce	31
6.1 Založení, lokalizace a identifikace jednotlivých pracovních ploch	31
6.1.1 Výběr a zakládání ploch, identifikace	32
6.1.2 Lokalizace čtverců	32
6.2 Fenologické fáze a jejich pozorování	35
6.3 Metodika sledování dynamiky pokryvnosti	35
6.4 Statistická analýza dat	37
7. Výsledky	38
7.1 Výsledky fenologických sledování za sezónu 2004.....	38
7.2 Výsledky fenologických sledování za sezónu 2006.....	44
7.3 Výsledky sledování dynamiky pokryvnosti vegetace za sezónu 2004.....	45
7.4 Výsledky sledování dynamiky pokryvnosti vegetace za sezónu 2005.....	45
7.5 Výsledky sledování dynamiky pokryvnosti vegetace za sezónu 2006	47
8. Diskuze	50
9. Závěr	54
10. Seznam použité literatury	55
Přílohy	62

1. Úvod

Mráz, sníh, led, voda, vítr a silná insolace. Těmito faktory a jejich kombinacemi je vytvářeno a neustále měněno množství lokalit v alpínských polohách (Ellenberg 1988). Dále jsou alpínské polohy charakterizovány dlouhou zimou, kde růst rostlin je limitován krátkou vegetační sezonou (Billings 1974, Bliss 1971, Walker et al. 1995). Drsné podmínky zdejšího prostředí způsobují, že alpínské organismy žijí téměř na hranicích akceptovatelných podmínek k životu (Williams et al. 1998).

V posledních letech byla zpracována řada studií zkoumajících vlivy faktorů prostředí na růst a vývoj alpínské vegetace (př.: Billings 1974, Bliss 1971, Atkin et al. 1994, Chambers 1995, Walker et al. 1994). Zdá se, že mezi hlavní faktory patří sníh a jeho charakteristiky. Ze studií vyplývá, že s přibývajícím nadmořskou výškou i zeměpisnou šířkou stoupá význam sněhové pokrývky (Jeník 1961, Körner 1999). Někteří autoři rozložení a vlastnosti sněhové pokrývky považují za klíčový faktor (př.: Walker et al. 1993, Benedikt 1990, Heegaard 2002). Její prostorové rozmístění a délka trvání vytváří v alpínských areálech poměrně stabilní mozaiku rostlinných společenstev, které kopírují isolinie odtávajícího sněhu (Körner 1999). Sněhová pokrývka určuje distribuci a hustotu populací přímo, ale také nepřímo ovlivňováním vývoje, růstu, reprodukce a fenologie rostlin, a to díky následujícím vlastnostem: chrání před extrémními mrazy, silnými větry a fyziologickým vyschnutím, podporuje či zastavuje transport živin a dostupnost dusíku, kyslíku a CO₂, zásadně ovlivňuje vývoj svrchního půdního horizontu (ochranou před chladem, čímž je umožněna mikrobiální aktivita) a v neposlední řadě míchá se vším již zmíněným při cyklu mráz - tání (Billings et Bliss 1959, Liston et al. 2002, Walker et al. 1999, Jones et Pomeroy 2001, Körner 1999).

Je tedy zřejmé, že v přírodě existuje velmi těsná zpětná vazba mezi charakteristikami reliéfu, výškou sněhové pokrývky, její strukturou, fyzikálně-chemickými vlastnostmi sněhu, dobou trvání sněhové pokrývky na jednotlivých stanovištích a charakteristikami vegetace (Jones et Pomeroy 2001).

Méně známým aspektem ve vztahu sněhové pokrývky a horské vegetace je problematika ekologického vlivu různých typů sněhu na (sub)alpínskou vegetaci, který se může projevat na lyžařských tratích (Banaš et al. 2005). Utužení (kompakce) sněhu na

sjezdových tratích se projevuje ve změnách jeho termálních a hydrologických vlastností (Banaš et al. 2005). Hustota sněhu, tvrdost, tepelná vodivost, vodní hodnota sněhu a doba jeho trvání rostou, zatímco poréznost a permeabilita klesají (Neumann et Merriam 1972, Baiderin 1981, Fahey et al. 1999, Pesant 1987), i přesto, že na sjezdové trati je sněhová pokrývka zpravidla vyšší (Banaš et al. 2005).

V předchozím textu je naznačeno, že základní charakteristiky zimního prostředí se výrazně liší na lokalitách s utuženým sněhem (sjezdové tratě) ve srovnání s přirozeným prostředím. Otázkou zůstává do jaké míry se tyto změny projevují na vegetaci.

Výzkum vlivů různých zimních podmínek na vegetaci byl doposud realizován zejména v arкто-alpínské tundře Severní Ameriky, evropských Alpách, omezeně ve Skandinávii (Körner 1999) a přizpůsobivost růstu a fenologie alpínských rostlin byla zkoumána při manipulaci se sněhovou pokrývkou (Gahlen et Stanton 1993., Rixen et al. 2001). Vztahem sněhové pokrývky a vegetace v podmínkách Hercynských pohoří se zabývá pouze několik prací, zejména ze sudetských pohoří, např. Jeník (1961), Klimešová (1993), přičemž podrobné studie zabývající se kvantitativní a kvalitativní odezvou vegetace na odlišné zimní podmínky zatím nejsou k dispozici.

V současné době, kdy se stále zvyšuje poptávka po zimních rekreačních aktivitách na horách, a to často na přírodovědecky unikátních lokalitách, se otázka vlivu změněných zimních podmínek na vegetaci stává aktuálním tématem k diskuzi. Pozměněné vlastnosti sněhové pokrývky, průběh teplot a další v návaznosti působící faktory ovlivňují přezimující části rostlin a jejich následnou dynamiku vývoje během a hlavně v počátcích vegetačního období.

V mé diplomové práci se snažím trochu poodhalit tuto tematiku a prokázat vliv změněných zimních podmínek pomocí sledování fenologických fází a dynamiky pokrývnosti rostlin v subalpínském společenstvu svazu *Calamagrostion villosae*.

Tato práce je zpracovávána v rámci výzkumného projektu VaV/620/15/03 „Vliv rekreačního využití na stav a vývoj biotopů ve vybraných VCHÚ (CHKO Beskydy, Krkonošský národní park, CHKO Jeseníky, Národní park a CHKO Šumava)“, který na studovaném území probíhá od roku 2003.

2. Cíl práce a hypotézy

Základním cílem mé práce je odpověď na otázku, zda a jak se projevují odlišné zimní podmínky subalpínské vegetace v průběhu vegetačního období, a to v prostředí s pozměněnými faktory pro přezimování rostlin (sjezdová trať) ve srovnání s přirozeným prostředím. Konkrétně jsem si položila následující otázky:

- ❖ Jak se projevují rozdílné vlastnosti zimního prostředí na průběhu fenofází u dominantního druhu vysokostébelných trávníků třtiny chloupkaté (*Calamagrostis villosa*)?
- ❖ Mají změněné zimní podmínky vliv na dynamiku pokryvnosti klíčových druhů subalpínských vysokostébelných trávníků?

Z výše uvedených otázek lze vyvodit následující hypotézy :

- ❖ Rozdílné vlastnosti zimního prostředí se budou výrazně projevovat na dynamice pokryvnosti, nástupu a průběhu fenofází u třtiny chloupkaté v úvodních částech vegetační sezony.
- ❖ V průběhu vegetační sezóny se vliv odlišné zimní historie na stanovištích stírá a lokality se chovají podobně (změny pokryvnosti vegetace, průběh fenofází).
- ❖ V přirozeném prostředí *Calamagrostis villosa* vykazuje vyšší množství generativních orgánů oproti sjezdové trati.
- ❖ Vliv existence sjezdové tratě se projevuje negativně v případě přezence biky lesní (*Luzula sylvatica*).
- ❖ Existence sjezdové tratě podporuje zastoupení třtiny a potlačuje výskyt konkurenčně méně zdatných druhů rostlin.

3. Charakteristika zájmového území

3.1 Základní geografické údaje a legislativní ochrana

Zájmové území se nachází v 1. zóně chráněné krajinné oblasti Jeseníky, z hlediska legislativy patří do okresu Bruntál a katastru Malá Morávka. Rozkládá se na území národní přírodní rezervace Praděd (vyhlášena v roce 1991 na ploše 2031,40 ha, evidenční kód 1307, kategorie IUCN IV.) na severovýchodním svahu pod Petrovými kameny, část je součástí lyžařské sjezdové tratě označené „A“.

Území sjezdových tratí je součástí PUPFL (pozemků určených k plnění funkcí lesa). V současné době je zde povoleno dočasné omezení využití lesních pozemků pro plnění funkcí lesa.

Prostor zájmového území je zároveň součástí projektu nadregionálního územního systému ekologické stability (ÚSES). Konkrétně se jedná o nadregionální biocentrum č. 88 Praděd. Zmíněné biocentrum Praděd je spojeno s okolními skladebnými částmi ÚSES několika nadregionálními biokoridory (např. biokoridory K 87: Praděd-Ptačí hora-Údolí Opavy, K88: Praděd-Vrapač, Doubrava apod.).

Jedinečnost území byla též důvodem k jeho zařazení do mezinárodních sítí ochrany přírody. V navrhovaném projektu EECONET je prostor NPR Praděd zařazen mezi jádrová území evropského významu (biocentrum evropského významu a součást biokoridoru evropského významu: západokarpatsko-sudetská trasa). Toto vymezení dle EECONET lze chápat také jako určení v rámci středoevropské ekologické sítě CEECONET.

Území rezervace Praděd je dále zařazeno do rozsáhlého projektu CORINE (Coordination of Information on the Environment), vyhlášeného Evropským společenstvím, který dlouhodobě shromažďuje a zpracovává data o nejvýznamnějších lokalitách z hlediska ochrany evropské přírody.

Lokalita Petrovy kameny (nejenom vrcholová skála, ale i navazující svahy směrem k Ovčárně) je sledována v rámci projektu Planta Europa (Important Plant Areas) - nejvýznamnější lokality výskytu evropské květeny.

Přirozené alpské bezlesí NPR Praděd je součástí Ptačí oblasti Jeseníky CZ 0711017 . Její rozloha je 52164,5 ha a zaujímá zhruba 70 % CHKO. Předmětem ochrany jsou zde 2

druhy - Jeřábek lesní (*Bonasa bonasia*) a Chřástal polní (*Crex crex*), přičemž dominantními druhy tohoto bezlesí jsou linduška horská (*Anthus spinoletta*) a linduška luční (*Anthus pratensis*). Omezeně se zde vyskytuje několik párů pěvušky podhorní (*Prunella collaris*) a ojediněle, především na tahu kulík hnědý (*Charadrius morinellus*). Zvláštní pozornost vyžaduje také sporadicky se vyskytující slavík modráček tundrový (*Luscinia svecica svecica*).

S CHKO Jeseníky a NPR Praděd se překrývá EVL Praděd CZ0714077. Rozkládá se na 6070,76 ha a byla vyhlášena vládou ČR 22. 12. 2004 pro evropskou ochranu aktivních vrchovišť, rašelinných lesů, přechodových rašelinišť a třasovišť, alpínských a boreálních vřesovišť, subbarktických vrbových křovin, silikátových alpínských a boreálních trávníků a jako lokalita chráněných druhů rostlin a živočichů. Jeseníky

3.2 Geologické, geomorfologické a půdní poměry

Popisované území je centrální částí kerné stavby Hrubého Jeseníku. Je součástí desenské klenby, resp. centrální kry Pradědu o rozměrech zhruba 18 x 12 km (Demek a Kříž 1994).

Na budování geologické stavby se tedy podílí již zmíněná desenská klenba a její obal. Z hornin, jimiž je tvořena, bych jmenovala hlavně biotické ruly s přechody do rul svorových (Lepíková 1989). V prostoru asi 200 m jižně až jihovýchodně od Petrových kamenů nasedají na tyto ruly horniny obalové vrbenské série, tvořené převážně křemenci, fylity a krystalickými vápenci (Lepíková 1989).

Z údajů podrobné geologické mapy 1:25 000 (Fišera 1987) konkrétně vyplývá, že dolní dojezdová část sjezdové trati „A“ je tvořena deluviálními písčitohlinitými, kamenitohlinitými a hlinitokamenitými sedimenty mladšího pleistocénu. Směrem vzhůru jsou střídány stejným typem sedimentů avšak staršího pleistocénu. V úzkém pásu nad silnicí vedoucí na Praděd jsou uvedené sedimenty přerušeny muskoviticko-chloritickou metamorfovanou rulou. V horní části sjezdové trati „A“ jsou sedimenty staršího pleistocénu vystřídány metamorfovanými vyvřelými horninami komplexu biotit-chlorit-muskovitického metagranitoidu (Lepíková 1989).

Zájmové území se vyznačuje složitým polygenetickým georeliéfem. V nejvyšších částech se nacházejí různě rozsáhlé plošiny se sklonem do 3 až 4° typu holorovina (Demek a Kříž

1994). V chladných obdobích pleistocénu probíhaly na plošinách a na svazích kryogenní pochody, které dále modelovaly třetihorní georeliéf. Těmito pochody vznikly nivační sníženiny, z nich následně kryoplanační terasy a kryoplanační vrcholové plošiny. Všechny tyto typy můžeme pozorovat v okolí Petrových kamenů na vrcholové plošině i na svazích směrem k Ovčárně, včetně sjezdové tratě „A“. Kryogenními pochody vznikl také torr Petrových kamenů a mrazové sruby či mrazové srázy oddělující jednotlivé kryoplanační terasy. Samotné vrcholové skály Petrových kamenů jsou tvořeny chloriticko-sericitickými fylity, modelovanými kryogenním zvětráváním (Prosová 1973, Demek 1971, Demek 1987, Demek a Kříž 1994).

3.2.1 Regionálně-geomorfologické členění území

Podle geomorfologického členění patří zájmové území do geomorfologické provincie Česká vysočina, její krkonošsko-jesenické subprovincie, jesenické podsoustavy, celku Hrubý Jeseník, podcelku Pradědská hornatina a 2 okrsků: Pradědský hřbet a zejména Vysokoholský hřbet (Demek ed. 1987).

Vysokoholský hřbet leží ve střední části Pradědské hornatiny. Jedná se o silně vyzdviženou zlomovou kru se zbytky kryogenně přemodelovaného zarovnaného povrchu s četnými periglaciálními jevy. Tato členitá hornatina budovaná metamorfovanými horninami (pararulami, migmatity, amfibolity pradědské kry a fylity a kvarcitty vrbenských vrstev) dosahuje v zájmovém území nejvýznamnějšího vrcholu Petrovy kameny (1438 m n.m.). (Demek ed. 1987).

3.2.2 Půdní poměry

Půdní poměry jsou pestré. Byly zde nalezeny půdní typy podzol typický a dále půdní typ odpovídající organozemi. Pravděpodobný je zde i čoučkovitý výskyt podzolů kambických (jedná se o silně kyselé, mělké až středně hluboké půdy se silnou vrstvou humusu) a v nižších polohách zájmového území opět čoučkovitě vtroušený výskyt kambizemí dystrických (neboli podzolovaných, které jsou půdami mělkými až středně hlubokými, písčitymi až hlinitopísčitymi, místy se značným zastoupením skeletu) případně kryptopodzolů (tzv. hnědé horské půdy, středně hluboké, hlinitopísčité, hnědé až rezivě

okrové barvy) (Šafář et al. 2003). Obsah přístupných živin (draslíku, sodíku, vápníku a hořčíku) je střední až chudší (Šafář et al. 2003).

Zcela zvláštními půdními útvary jsou polygonální půdy, které vznikly v chladných periodách čtvrtohor a které bychom našli v sousedství zájmového území JZ od vrcholové skály Petrových kamenů (Šafář et al. 2003).

3.3 Klimatické a hydrologické poměry

Všechny části Jeseníků přesahující 1200 m n. m. leží v chladné oblasti CH 4. Vyznačuje se velmi krátkým, chladným létem a velmi dlouhou a velmi chladnou, vlhkou zimou s velmi dlouhým trváním sněhové pokrývky (Quitt 1971). Z dlouhodobého sledování prováděného na meteorologické stanici na Pradědu vyplývá, že průměrná roční teplota je zde 1,1°C (Lednický 1985). Na Pradědu je v 54% dnů v roce naměřen mráz, přičemž dny s mrazem (i se sněžením) se zde mohou vyskytnout i v nejteplejších měsících červenci a srpnu (Demek a Kříž 1994, Lednický 1977). Nejteplejším měsícem je červenec (prům. t = 9,7°C), naopak nejchladnějším měsícem je leden (prům. t = -7,5°C) (Lednický 1973, Lednický 1977). Nejvyšší dosud naměřená teplota od r. 1947 byla 25,2°C dne 27.7. 1983 a nejnižší naměřená teplota -32,6°C dne 9.2. 1956 (Lednický 1985, Demek a Kříž 1994).

Množství srážek je stejně jako teplota ovlivněno nadmořskou výškou. Navíc je zde vliv silného proudění vzduchu. Proto se úhrn srážek značně liší na návětrných a závětrných svazích. Na stanici Praděd dlouhodobý roční průměr srážek činí 1213 mm za období 1947 - 1976 (Lednický 1985, Lednický 1977). Srážkově nejbohatším měsícem je červenec (prům. 182 mm), nejméně srážek spadne v únoru a říjnu (prům. 70 mm) (Tejnská a Tejnský 1972, Lednický 1977). Počet dní se srážkami činí v průměru 211 dní v roce (Tejnská a Tejnský 1972).

Velký vliv na vegetaci, zejména na lesní porosty, mají horizontální srážky (námraza a ledovka). Odhaduje se, že cca v 80% dnů v roce (nejčastěji v zimě) se vyskytuje na Pradědu mlha a bezoblačných dnů zde zbývá jen 29 dní (Lednický 1985).

Z bioklimatologického hlediska můžeme rozlišit během roku v alpínském stupni Hrubého Jeseníku 4 období (Klimešová 1993) :

- 1 **Jarní regelační období** – začíná na začátku března, kdy se objevují první místa bez sněhové pokrývky a končí v druhé polovině května, charakteristické pro něj jsou záporné noční a kladné denní teploty, málo srážek a jasné počasí. V tomto období dochází k tání sněhu, ronů tavné vody, hromadění tavné vody v terénních depresích a jejímu opakovanému zamrznání, k tvoření jehlového ledu apod.
- 2 **Vegetační sezóna** - trvá asi od poloviny května do začátku října, je charakterizována ročním maximem srážek a teplotami zřídka klesajícími pod bod mrazu. V nejteplejších měsících roku se teplota pohybuje kolem 10°C.
- 3 **Podzimní regelační období** – začíná poklesem nočních teplot do záporných hodnot na začátku října a končí v druhé polovině listopadu se vznikem souvislé sněhové pokrývky. Na podzim je regelace méně intenzivní než na jaře, protože není k dispozici voda z tajícího sněhu a radiační počasí je vzácnější.
- 4 **Zimní období** – trvá obvykle od konce listopadu do konce března. Po většinu tohoto období je území kryto souvislou sněhovou pokrývkou a průměrné měsíční teploty vzduchu jsou záporné, teplota půdy závisí na mocnosti sněhové pokrývky.

3.3.1 Hydrologická charakteristika

Území je významným rozvodím. Od Pradědu přes tzv. Sedlové rašeliniště v sedle mezi Pradědem a Petrovými kameny, Petrovy kameny a Vysokou holi vede rozvodnice mezi úmořím Černého a Baltského moře. Východní a severovýchodní svahy jsou odvodňovány Bílou Opavou do povodí Odry. Západní svahy jsou odvodňovány přítoky Desné do povodí Moravy (Hošek 2001).

Zájmová oblast je součástí chráněné oblasti přirozené akumulace vod (CHOPAV), která byla vyhlášena v roce 1978 nařízením vlády (Hošek 2001).

3.4. Sněhové poměry

Sněhová pokrývky trvá na vrcholech a hřebtech NPR Praděd až 180 dnů v roce. Největší výšky zde dosahuje sněhová pokrývky až začátkem března, na stanici Praděd je průměrná maximální výška sněhu 195 cm (Demek a Kříž 1994, Lednický 1985). Sněhová pokrývky

v zájmovém prostoru zůstává zpravidla od listopadu do května.

Je zásadní rozdíl mezi výškou sněhové pokrývky na vyfoukávaných lokalitách a v závětrných polohách. Převládající západní proudění je usměrňováno ve vodícím návětrném údolí Divoké Desné a Merty, zrychlováno je ve vrcholové části Vysokoholského hřbetu a v závětrném turbulentním prostoru (na svazích Petrových kamenů) dochází k ukládání sněhu (Jeník 1961). Tyto lokální větry v návaznosti na terén jsou podstatou tzv. anemo-orografických systémů v podání J. Jeníka (Jeník 1961). Existence anemo-orografických systémů podmiňuje velmi vysokou biodiverzitu v závětrných lokalitách, včetně rozsáhlé různorodosti klimatické, ekologické, edafické apod. (Quitt 1994).

Z výsledků měření vybraných vlastností sněhové pokrývky sjezdové tratě „A“ (Pavelčík 2005) vyplývá, že průměrná výška sněhové pokrývky je na sjezdové trati statisticky průkazně vyšší než-li v přirozeném prostředí. Na sjezdovce dosáhla průměrná výška sněhové pokrývky za zimní sezónu hodnoty 178 cm. V přirozeném prostředí pak hodnoty 68 cm. Vyšší mocnost sněhové pokrývky na sjezdovce koresponduje i s statisticky průkazně vyšším vodním potenciálem a s přibližně o 7 dní pozdějším odtáním sněhové pokrývky v tomto pozměněném zimním prostředí oproti přirozenému prostředí. Hustota sněhové pokrývky a průměrná teplota na bázi sněhové pokrývky na sjezdovce a v přirozeném prostředí se za celou dobu svého trvání statisticky průkazně neliší. Průměrná rychlost odtávání sněhové pokrývky na sjezdovce byla 5,37 cm/den tedy výrazně větší než v přirozeném prostředí kde byla 1,67 cm/den.

3.5 Charakteristika bioty

Prostor leží v bioregionu č.1.70 (Jesenický), oreofytiku fyto geografického okresu č. 97 (Hrubý Jeseník) (Culek ed. 1995) v supramontánním až alpinském stupni. Mísí se zde prvky středoevropských horských druhů, alpinských druhů, druhy (sub)arkto-alpinského charakteru, boreokontinentální druhy, včetně některých karpatských elementů, a zejména jsou významné endemitní taxony vrcholové skály Petrových kamenů (Hošek 2001).

Pravidelné ukládání sněhových mas v závětrném prostoru na svahu směrem k Ovčárně výrazně ovlivnilo strukturu a rozložení vegetace. Velké množství sněhu zde způsobilo přirozený pokles alpinské hranice lesa i stromové hranice na cca 1300 m n. m., podobně jako je tomu v lavinových územích na východních úbočích Vysokoholského hřbetu

(Deylová - Skočdoplová 1984).

Sjezdové tratě v zájmovém území jsou v mnoha ohledech výjimečné. Nejenom velkým množstvím dlouhodobě trvajících sněhové pokrývky podmíněné anemoorografickým systémem Divoké Desné, ale také svou nadmořskou výškou. Jsou to nejvýše položené sjezdové tratě na našem území (max. výška sjezd. tratí je cca 1425 m n. m.). Nacházejí se v 8. až 9. vegetačním stupni a vedou z pásma klimaxových horských smrčín (supramontánní stupeň) přes přechodové pásmo v obvodu horní (alpinské) hranice lesa, subalpinský stupeň tvořený zejména keříčkovitými a vysokobylinnými společenstvy až do stupně alpického, zde konkrétně ho poznáme podle fytoocenóz arktó - alpické tundry *svazu Juncion trifidi* (Hošek 2001).

Celkově lze konstatovat, že na svazích Petrových kamenů v posledních desetiletích dochází k poměrně rozsáhlým a rychlým změnám ve struktuře a druhové diverzitě vegetace, na kterých se zřejmě podílí sukcesní změny po skončení obhospodařování horských luk, acidifikace a eutrofizace prostředí (atmosférická depozice), ale také vliv přímých antropogenních činností, souvisejících se stále rostoucí návštěvností území. Řada rostlinných taxonů (i živočišných) a syntaxonů vymizela, nebo jsou jejich populace na kritické hranici. U některých taxonů a syntaxonů je velmi obtížné predikovat jejich budoucí vývoj a změny (Hošek 2001).

3.5.1 Vegetace zájmového území

Úroveň dolní části sjezdové tratě je tvořena lesními porosty. Jedná se z převážné většiny o porosty papratkových smrčín asociace *Athyrio alpestris-Piceetum*, z hlediska lesnické typologie o porosty 8Z6 - jeřábová smrčina s papratkou alpickou. Místy se objevují přechody k porostům asociace *Calamagrostio villosae-Piceetum*. Společenstvo papratkových smrčín je klimaxovým společenstvem supramontánních poloh (Jirásek 1995). V ČR se tato společenstva vyskytují roztroušeně v pohraničních horách. Jedná se o fytoocenózy poměrně vzácné (Hošek 2001).

Po prokácení porostů a vytvoření sjezdovek zmizelo stromové patro, tvořené zejména smrkem (*Picea abies*) a jeřábem (*Sorbus aucuparia*) a de facto vzniklo společenstvo s dominantní papratkou alpickou (*Athyrium distentifolium*), které můžeme řadit mezi

společenstva vysokobylinných kapradinových niv jako asociaci *Athyrietum alpestris*, případně *Adenostyli-Athyrietum alpestris* (dle zastoupení havéze chocholičnaté – česnáčkové *Adenostyles alliariae*). Stanoviště se vyznačují v zimě hromaděním sněhu (jedná se o chionofilní společenstva), který poskytuje ochranu před mrazy. Uvedené fytoocenózy mají často stálý přívod podzemní vody, přinášející mimo jiné živiny z horních částí svahů. Častý je jejich výskyt také v obvodu svahových pramenišť (Hošek 2001).

Na porosty paprkatových niv navazují směrem vzhůru společenstva vysokobylinných trávníků s dominantní třtinou chloupkatou (*Calamagrostis villosa*) asociace *Sileno vulgaris* - *Calamagrostietum villosae* (Hošek 2001), která bude více rozebrána v samostatné kapitole.

S rostoucí nadmořskou výškou se ve fytoocenózách více uplatňuje *Vaccinium myrtillus* a vzniká tak mozaika porostů s dominantní *Calamagrostis villosa* (asociace *Sileno-Calamagrostietum*) a *Vaccinium myrtillus* (as. *Festuco-Vaccinietum*), často v závislosti na mikroreliéfu. Na konvexních tvarech se uplatňuje *Vaccinium myrtillus*, na konkávních *Calamagrostis villosa*. Na trvale vlhčích stanovištích s hlubší půdou do uvedené mozaiky vstupují společenstva subalpínských trávníků s metlicí trsnatou (*Deschampsia cespitosa*) - asociace *Poo chaixii* - *Deschampsietum caespitosae* (Hošek 2001).

Téměř pod lanem vleku „A“ pod 2. sloupem (počítáno shora) se směrem ke sjezdové trati vyskytují velmi zajímavé fytoocenózy, patřící mezi druhově nejbohatší na svazích Petrových kamenů. Tyto fytoocenózy navazují na dřív zmíněná společenstva s dominantní *Deschampsia cespitosa*. Jedná se o druhově bohaté subalpínské smilkové trávníky (asociace *Thesio alpini-Nardetum*) a vysokobylinné trávníky patřící do svazu *Calamagrostion villosae*, s ovsířem dvouřízným (*Helictotrichon planiculmis*) asociace *Avenastro planiculmis* - *Poetum chaixii* (Hošek 2001). Ze zajímavých a vzácných druhů rostlin se zde vyskytují např. *Selaginella selaginoides* - silně ohrožený druh, *Carex aterrima* - vzácný glaciální relikv, *Botrychium lunaria* - ohrožený druh, *Coeloglossum viride* - silně ohrožený druh, v Hrubém Jeseníku kriticky ohrožený, *Dianthus superbus subsp.alpestris* - silně ohrožený druh, na svahu pod Petrovými kameny kriticky ohrožený druh, *Avenula (Helictotrichon) planiculmis*-silně ohrožený druh (Hošek 2001).

Na exponovanějších lokalitách v horní části sjezdové trati „A“ postupně převládají alpinské vyfoukávané trávníky s dominantní metličkou křivolakou (asociace *Cetrario-*

Festucetum supinae). Pod posledním sloupem vleku A na hraně kryoplanační terasy se vyskytují porosty významného alpinského keříčkovitého společenstva ze svazu *Juncion trifidi* s dominantní šichou obojakou (*Empetrum hermaphroditum*) - asociace *Empetro hermaphroditi* - *Juncetum trifidi*, která je v Hrubém Jeseníku vzácná a plošně omezená pouze na několik lokalit (Hošek 2001).

3.6 Historický vývoj území

Člověk začal svah pod Petrovými kameny intenzivněji využívat zřejmě již na přelomu 17. a 18. století. Horské hole a pod nimi porosty řídkého horského lesa s travnatým podrostem se začaly zprvu využívat pro pastvu ovcí, která se tu pak stala po téměř 200 let běžným jevem (Hošek, 1972,1973).

Nejvyššího rozsahu dosáhla pastva v celém prostoru jesenického bezlesí nad alpínskou hranicí lesa právě na východní straně Pradědu, na bruntálském panství, kde se ovce pásly v celém prostoru od Petrových kamenů přes Malou holi až po Velkou kotlinu nad prameny Moravice. Stav ovcí býval značný; v době rozkvětu pastvy začátkem minulého století se tu páslo 200 - 300 ovcí (Hošek, 1973). Mléko ovcí se uchovávalo na Ovčárně (Ovčárna na dnešním místě stojí od r. 1863, od té doby samozřejmě mnohokrát zcela přestavěna), odkud se pravidelně dopravovalo do panské mlékárny v Karlově Studánce, kde se dále zpracovávalo, zejména pro návštěvníky lázní (Hošek,1972,1973).

S úpadkem pastvy koncem minulého století ztratila Ovčárna svůj význam jako provozní budova velkostatku a s rostoucím počtem návštěvníků byla přebudována na turistickou ubytovnu (Hošek, 1972).

Kromě pastvy byly horské hole od 18.století využívány i pro travaření. Jeho rozsah postupně narůstal s omezováním pastvy. Původně je prováděly jednotlivé velkostatky ve vlastní režii, později se některé tratě pronajímaly soukromým zájemcům z řad obyvatelstva horských obcí. Travaření většinou bylo ukončeno v druhé polovině 19. století s tím, že nadměrně poškozují les (Hošek,1972,1973).

Pastva (tentokrát skotu) se na svahy pod Petrovými kameny ve větší míře vrátila ve dvacátých letech 20.století po vzniku německého Desensko-pradědského pastevního družstva se sídlem ve Velkých Losinách a zejména po r. 1938, kdy se celkový počet dobytka pasoucího se v nejvyšších polohách Jeseníků zvýšil až na cca 300 - 400 kusů

(ustájených v budově stájí na místě dnešní Kurzovní chaty). Z tohoto množství se na svazích pod Petrovými kameny pásala samozřejmě jen malá část dobytka (upraveno podle prací: Filipa, Korandy, Hoška).

Stáje sloužily až do r. 1942, kdy část německého personálu odešla na frontu. Několik kusů dobytka se na svazích pod Petrovými kameny páslo zřejmě i po r. 1942 a krátce po skončení války (upraveno podle prací: Filipa, Korandy, Hoška).

Výrazným antropogenním vlivem v zájmovém území bylo vysázení nepůvodních druhů dřevin, zejména kleče, ve snaze zajistit a zvýšit horní (alpínskou) hranici lesa. Největší akce zalesnění horských holí v Jeseníkách byla provedena v letech 1883 - 1907 právě v prostoru mezi Pradědem a Vysokou holí, kde bylo klečí a limbou zalesněno asi 165ha horských luk v prostoru od Ovčárny po Sokolí potok (Hošek, 1972, 1973).

Na svazích Petrových kamenů došlo k vysazování zřejmě v letech 1899 - 1904 (na území lesní správy Malá Morávka), patrně převážně klečí. Původně se více věřilo na limbu, později se ukázalo, že limba se pro tamní poměry nehodí a posléze se spoléhalo více na kleč, které se po roce 1902 využívalo výlučně (upraveno podle: Hošek, 1963).

Zalesnění se nejprve zdálo úspěšné a převážně limbový porost, který tu byl založen, dosáhl stáří 20 - 40 let, načež po roce 1920 začala limba náhle odumírat a porost poměrně rychle zmizel. Z tohoto zalesnění zbyly jen dodnes stávající úzké pruhy kleče pod vrcholem Vysoké hole (upraveno podle: Hošek, 1963).

Výsadby začaly vybudováním horizontálního chodníku na vrstevnici 1390 m kolem Vysoké hole a zalesněním nad ním ležícího 10 – 50 m širokého pruhu klečí. Pod chodníkem se potom provádělo vlastní zalesnění holí. Množství vysázené limby nelze přesně stanovit, ale vzhledem ke snižování jejího podílu ve výsadbě (od počátku století) jí bylo zřejmě méně než na výsadbách na Pradědu či Malém Dědu (upraveno podle: Hošek, 1963).

Z mapy, kterou publikoval Hošek (1963), vyplývá, že výsadby zasahovaly zřejmě i část svahu směrem k Ovčárně, pravděpodobně do části sjezdové trati A. Kleč byla v zájmovém území vysazována také v 70. a 80. letech 20.století, v porostech *as. Cetrario - Festucetum supinae*, na vrcholové plošině Petrových kamenů a v prostorách severozápadně od vrcholové skály (Bureš a Burešová, 1989).

Zájmové území bylo také ovlivněno mechanickými zásahy, např. výstavbou chatových objektů, obslužných stanic vleků a samotných lyžařských vleků.

V těsném sousedství námi zkoumaného území v posledních cca 20 letech docházelo při budování vodních jímek v prostoru vodního zdroje nad Ovčárnou k pohybu stavebních strojů a převrstvení půdního materiálu.

Samotnou kapitolou je turistické a rekreační využívání území, které se začalo výrazněji rozvíjet od druhé poloviny 19.století a zejména v druhé polovině 20.století, které zanechalo v terénu hustou síť starých turistických chodníků.

4. Svaz *Calamagrostion villosae* Pawlowski, Sok. Et Wall. 1928

4.1 Charakteristika svazu *Calamagrostion villosae*

Vymezení svazu

Subalpínské vysokostébelné trávníky (Subalpine tall grasslands)

svaz *Calamagrostion villosae* Pawlowski, Sok. Et Wall. 1928

asociace *Sileno vulgaris-Calamagrostietum villosae* Jeník et al. 1980

fyziotyp SH Subalpínské a alpínské nivy a hole

Ekologie

Společenstvo se vyskytuje na chráněných, závětrných místech s dlouhodobě ležící sněhovou pokrývkou (akumulace sněhu a jeho mechanické působení brání rozrůstání dřevin, v jarním období je zásobárnou vody), většinou Z – SZ orientace (Kočí 2001). Preferuje silikátní horninové podloží a hluboké alpínské hnědozemě s kyselou reakcí, bohaté na humus a vláhu (Bureš et Burešová 1990). Půda je pokryta vyšší vrstvou polosetlelé stařiny a svrchu je obohacována eolickými sedimenty.

Společenstvo v jednom směru navazuje na acidofilní porosty svazu *Vaccinion myrtilli*, v druhém směru pak na vysokostébelné nivy svazu *Adenostyli-Athyrietum alpestris* (Jeník 1961).

Struktura a druhové složení

Jedná se většinou o druhově relativně chudé fytoceenózy. Dominantním druhem je vždy *Calamagrostis villosa*, akcesorickými *Silene vulgaris*, *Luzula luzuloides subsp. rubella*, *Luzula sylvatica* aj. (Bureš et Burešová 1990). Místy se v těchto fytoceenózách objevuje větší zastoupení *Rubus idaeus*, zřejmě zejména v menších zavlhčených terénních depresích. Porosty jsou většinou zcela zapojené a dosahují výšky 40–60cm. Mechové patro bývá jen slabě vyvinuto (Kočí et al. 2001).

Místy se ve střední až horní části sjezdovky „A“ vyskytují poměrně rozsáhlé plochy se zcela dominantní *Calamagrostis villosa*. Někteří autoři uvádí, že se jedná o porosty vzniklé druhotně místo vysokostébelných niv s dominantní papratkou a havezí asociace *Adenostyli* – *Athyrietum* (Bureš et Burešová 1990).

Rozšíření

Tento svaz je plošně nejrozšířenější typ vysokobylinné vegetace na území Hrubého Jeseníku. Plošně zabírá 2 procenta NPR Praděd (Bureš 1989). V ČR bychom ho dále našli v Krkonoších, na Králickém Sněžníku a fragmentárně na Šumavě (Kočí et al. 2001). Mimo Hercynská pohoří lze svaz nalézt také v jiných evropských pohořích (Alpy, Karpaty, Iremelské hory – Rusko) (Kočí 2001).

Ohrožení svazu

Vysazování kosodřeviny a jiné nevhodné zalesňování, vysoké stavy jelení a kamzičí zvěře (nezbytná redukce), expanze trav *Avenella flexuosa* a *Calamagrostis villosa* na úkor ostatních druhů, sukcese po skončení hospodaření na horách (již dnes se hrozivým tempem snižuje biodiverzita horských luk).

Převodní vztahy

Natura 2000. - 6430 Hydrophilous tall herb fringe communities of plains and of the montane to alpine levels (viz také M5, M7, A4.2, A4.3, T1.6 a T1.8)

Smaragd. –

CORINE. - 37.82 Subalpine small reed meadows

Pal. Hab. - 37.82 Alpigene tall grass communities

EUNIS. - E4.5/P-37.82 Alpigene tall grass communities

4.2 Soupis druhů rostlin svazu *Calamagrostion villosae*

V následujícím soupisu druhů jsou uvedeny pouze druhy, které byly zjištěny na sledovacích plochách, případně se vyskytují v jejich těsném sousedství, na svahu pod Petrovými kameny. Terminologie druhů je sjednocena podle Kubát et al. 2002.

- bika bělavá měděná (*Luzula luzuloides* subsp. *rubella*)
- bika lesní (*Luzula sylvatica*)
- brusnice borůvka (*Vaccinium myrtillus*)
- kapraď rozložená (*Dryopteris dilatata*)
- silenska dvoudomá (knotovka červená) (*Silene dioica*)
- koprníček bezobalný (*Ligusticum mutellina*)
- kýchavice bílá Lobelova (*Veratrum album* subsp. *lobelianum*)
- metlice trsnatá horská (*Deschampsia cespitosa* subsp. *gaudinii*)
- metlička křivolaká (*Avenella flexuosa*)
- ostružiník maliník (*Rubus idaeus*)
- podbělice alpská (*Homogyne alpina*)
- rdesno hadí kořen (*Bistorta major*)
- sedmikvítek evropský (*Trientalis europaea*)
- silenska nadmutá pravá (*Silene vulgaris* subsp. *vulgaris*)
- starček hercynský (*Senecio hercynus*)
- šřavel kyselý (*Oxalis acetosella*)
- šřovík áronolistý (horský) (*Rumex arifolius*)
- tomka alpská (*Anthoxanthum alpinum*)
- třtina chloupkatá (*Calamagrostis villosa*)

4.3 Základní charakteristika klíčových druhů rostlin svazu *Calamagrostion villosae*

Následující popis klíčových druhů rostlin je zaměřen na dominanty svazu *Calamagrostion villosae*, konkrétně: třtina chloupkatá, bika lesní, bika bělavá měděná, tomka alpská.

Třtina chloupkatá (*Calamagrostis villosa* (Chaix) J. F. Gmel.)

Řídce trsnatá bylina s plazivým, dlouze výběžkatým oddenkem (díky podzemním výběžkům se úspěšně šíří) a krátce kolénkatě vystoupavými stébly. Výška 50 – 150 cm. Stébla pod latou hladká a nevětvená. Listy 3 – 8 mm široké, ploché nebo svinuté, na líci drsné a roztroušeně chlupaté, na přechodu pochvy a čepele postranní svazečky chloupků. Květenstvím je, jak již bylo zmíněno, přímá lata. Je 10 – 20 cm dlouhá, řídká, převislá s fialovými prašníky (Dostál 1989).

Výskyt : acidofilní bučiny, horské smrčiny, vysokostébelné nivy, paseky, kolinní až subalpínský stupeň. Ve vyšších polohách velmi hojně, v nížinách až pahorkatinách vzácně nebo chybí (Kubát et al. 2002).

Krátce k ekologii druhu : *Calamagrostis villosa* je víceletá tráva se silnou konkurenční strategií. V nepříznivých podmínkách vytváří často sterilní odnože. Na jaře působí polehlá stařina díky přetrvávajícímu spojení s kořeny jako izolant, takže při odtávání sněhu a při případných jarních deštích se na svažitých plochách výrazně zvyšuje povrchový odtok na úkor vsakovacích schopností půdy (Samek 1988). Zapojené porosty třtiny působí po odumření lesního porostu naopak jako výrazný protierozní činitel, který napomáhá k udržení produkční schopnosti půdy. Každoročně vysokou produkcí nadzemní biomasy přispívá *C. villosa* také k obnově humusového horizontu půdy (Morávková 1999).

Pozn. : V posledních letech je stav porostů našich pohraničních hor pod silným vlivem imisních škodlivin a dalších faktorů. V jejich důsledku došlo na řadě míst k odumírání lesa od submontánních až do kolinních poloh a vzniku rozsáhlých imisních pasek a holin. Na vzniklých odlesněných stanovištích se jednak šíří pasekové druhy, čímž se zvyšuje diverzita lokality, ale také sem expandují některé konkurenčně silné druhy, které výsledně druhovou diverzitu výrazně snižují (Morávková 1999).

Mezi takovéto expanzivní druhy patří i Calamagrostis villosa. Spontánně zarůstá rozsáhlé plochy imisních holin ve většině českých hor. Je to způsobeno řadou faktorů, mezi něž patří životní strategie a široké ekologická valence třtiny (Samek 1988). C. villosa je zřejmě přizpůsobivá účinku imisí a do určité míry je schopna přizpůsobit se i druhotným změnám prostředí (změněný biochemismus půdy) . Její vitalita je prosvětlováním porostů zvýšena, což svědčí o světlomilnosti druhu. Pro herbivory je jako potrava téměř nezajímavá, proti hmyzům a houbovým škůdcům se zatím jeví jako odolná (Morávková 1999).

Bika lesní (*Luzula sylvatica* (Huds.) Gaud.)

Statná, volně trsnatá rostlina, s přímými listnatými lodyhami. Rostliny až 90 cm vysoké,

mohutné, výběžkaté, často tvořící větší porosty (někdy pouze sterilních listových růžic). Listy v přízemní růžici, obvykle 10 – 15 mm široké. Konce listů ostře špičaté, neztloustlé. Květenství volně složený kružel tvořený květy v hustých kláscích. Okvětí světle až tmavě hnědé. Semena alespoň 1,4 mm dlouhá. Dolní listen výrazně kratší než květenství. Květenství po 2 – 4 v malých strboulech. Výška rostliny 0,45 – 0,9 m. Hemikryptofyt. Doba kvetení V – VI. Plodem oválná, slabě lesklá semena a malým masíčkem (Dostál 1989).

Horské lesy (bučiny a smrčiny), lesní paseky, řídkěji i nad hranicí lesa ve vysokostébelných nivách, montánní až subalpínský vegetační stupeň. Výskyt ve většině pohraničních pohoří ČR, pouze v Krkonoších vzácně (Kubát et al. 2002).

Bika bělavá měděná (*Luzula luzuloides subsp. rubella* (Mert. et Koch, Holub)

Volně trsnatá rostlina s plazivým oddenkem a přímými, krátce listnatými lodyhami. Výběžky obvykle kratičké, rostliny často jednotlivé, nevytvářející porosty. Přízemní listy úzce čárkované, 3 – 6 mm široké, na kraji hustě dlouze jemně brvitě, nejvyšší list převyšuje květenství. Konce listů ostře špičaté, neztloustlé. Květenství volně složený kružel tvořený květy v hustých kláscích. Okvětí načervenalé až hnědočervené. Doba kvetení VI – VII. Plodem vejčité tobolky s malým masíčkem (Dostál 1989).

Druhotné horské louky, montánní až subalpínský vegetační stupeň. Výskyt v pohraničních pohořích hojně, na Šumavě vzácně, ojediněle sestupuje i do inverzních poloh (Kubát et al. 2002).

Tomka alpská (*Anthoxanthum alpinum* A. Love et D. Love)

Vytrvalá bylina s hojnými nekvetoucími výhonky. Stébla v horní polovině nevětvená. Lichoklasy podlouhlé, husté. Pluchy a plušky fertálních květů alespoň svrchu při okrajích velmi krátkými štětinkami drsné. Dobře vyvinuté čepele listů (sterilních výhonků) navinuté (i mladší dosud ploché listy se krátce po utržení stočí), na líci šedozelené a matné, na rubu žlutozelené a lesklé. Dolní pleva obvykle bez drobných jednobuněčných háčkovitých chlupů (rozdíl od *A. odoratum*), chlupy na pluše sterilního květu často dosahují nebo přesahují její vrchol. Výška rostliny 0,15 – 0,25 m. Hemikryptofyt. Doba kvetení V – VII (Kubát et al. 2002).

Výskyt: louky, světlé lesy, montánní až subalpínský vegetační stupeň. V ČR roztroušeně v Krkonoších, Kralickém Sněžníku, na Šumavě a v Hrubém Jeseníku (Kubát et al. 2002).

5. Fenologie a pokryvnost rostlin

5.1. Pokryvnost rostlin

Kvantitativní zastoupení jednotlivých druhů v rostlinném společenstvu závisí na hustotě či početnosti jejich populací a na velikosti (a tím biomase) jejich jedinců. Tím je určena biomasa populace a prostor, který ve společenstvu zaujímá. Tento prostor lze vyjádřit pokryvností populace v určitém vegetačním patře (Moravec et al.1994).

Pokryvnost čili dominance určité druhové populace ve společenstvu je zpravidla definována jako vertikální projekce jejich nadzemních orgánů na analyzovanou plochu a vyjadřována v procentech celkové analyzované plochy (Moravec et al. 1994). K určení pokryvnosti druhu se používá vícero metod. Krátce bude zmíněno několik z nich, přičemž více rozeberu metodu, jež byla využívána při měření.

Bodová metoda stanovení pokryvnosti, považovaná za nejpřesnější, byla zavedena americkými autory. Provádí se spouštěním dlouhých tenkých jehel do porostu většinou pomocí posuvného rámečku a zaznamenáváním druhů, které se jehly dotýkají. Celkový počet doteků určitého druhu se přepočítává na celkový počet spuštěných jehel a vyjádří se v procentech (Moravec et al.1994).

Liniová metoda. Při této metodě se odečítají délky úseků překrytých populacemi jednotlivých druhů na měřicím pásmu položeném v analyzovaném prostoru. Pokryvnost určitého druhu se vypočte jako podíl délky překryté jeho nadzemními orgány z celkové délky transektu a vyjádří se v procentech (Moravec et al.1994) .

Grafická metoda se opírá o zmapování části analyzovaného prostoru a o planimetrické změření plochy jednotlivých druhových populací. Tato metoda je použitelná jen omezeně. Nehodí se pro druhově bohatá společenstva s překrývajícími se podpatry. Je však vhodná pro dlouhodobé sledování dynamiky vegetace na trvalých plochách (Moravec et al.1994).

Stanovení bazální pokryvnosti. Zjišťuje se plocha, kterou jedinci jednotlivých druhů zaujímají na povrchu půdy svými bázemi. Stanoví se měřením průměru báze rostlinných jedinců a výpočtem plochy kruhu, který tato báze zaujímá. Bazální pokryvnost bývá používána hlavně pro dřeviny (Moravec et al.1994).

Na plochách bylo provedeno také zjištění pokryvnosti vegetace metodou odhadu

pokryvnosti. U odhadu pokryvnosti je brána v potaz jen zelená nadzemní biomasa. Při užití této metody se většinou používá stupnic pokryvnosti, kde jednotlivé stupně vyjadřují třídy o určitém rozpětí pokryvnosti. Proto není toto stanovení příliš obtížné a po zacvičení není zatíženo příliš velkou subjektivní chybou. Jeho přesnost je ovšem nižší než u předešlých metod (Moravec et al.1994). Při odhadu pokryvnosti jsou využívány např. následující stupnice pokryvnosti (Moravec et al.1994) :

- 2 Hult (1881), Sernander (1898).....pětičlenná stupnice
- 3 Braun – Blanquet (1928).....šesti až sedmičlenná stupnice, nejužívanější a hlavně mnou použitá
- 4 Domin (1933)....desetičlenná, velmi přesná stupnice

Přesnost odhadu pokryvnosti lze kontrolovat sečtením procent pokryvnosti populací jednotlivých druhů. U společenstva či vegetačního patra, kde se jednotlivé populace nepřekrývají, se součet má blížit procentu celkové pokryvnosti. Díky vzájemnému překrývání populací, zejména v hustě zapojeném společenstvu, může tento součet značně překročit sto procent (Moravec et al.1994).

5.2. Fenologie jako věda

Fenologie je nauka o životních projevech rostlinných a živočišných druhů úzce souvisejících s klimatickými podmínkami a především výkyvy v jednotlivých ročních obdobích. Vychází z toho, že fenologické chování či vývoj jedinců rostlin je u téhož druhu funkcí slunečního záření (teploty) a vlhkosti stanoviště. Je zařazena do systému práce meteorologické služby jako pomocná nauka klimatologie (Zahradnický slovník naučný 1996).

Základní pracovní metodou fenologie je zjišťování časových údajů, kdy u sledované rostliny, nebo živočicha nastoupí tzv. fenologická fáze, zkráceně fenofáze. Fenofáze je vnější viditelná změna v průběhu životního cyklu. Dále je možné fenofázi definovat jako určitý, zjevně dobře rozpoznatelný, zpravidla každoročně se opakující projev vývinu nadzemních orgánů (zejména pupenů, listů, květenství) sledovaných druhů vyšších rostlin. V neposlední řadě jsou fenofáze projevy rostlin, nebo živočichů, které postupně a

každoročně v pravidelném pořádku nastupují a jsou podmíněny povahou rostlin a podmínkami prostředí (Larcher 1988). V případě, že zaznamenáváme ve společenstvu některé opticky výrazné fenofáze, především kvetení, zjistíme fenologické aspekty (vzhled) společenstva v určité době. Květní (generativní) fenofáze a její průběh je nejnápadnějším znakem periodičnosti společenstva (Slavíková 1982). Ekologicky nejvýznamnější je fenofáze olistění, která radikálně mění fyto klima fyto cénózy. Nejnápadnější je však fenofáze kvetení (Moravec et al. 1994).

V zájmu zachování potřebné úrovně pozorování a hodnocení jevů v přírodě byla vypracována pravidla, zpracovaná a publikovaná meteorologickými službami, u nás Českým hydrometeorologickým ústavem. V současné době je pro fenologická pozorování závazný „Návod pro činnost fenologických stanic“, zahrnující obecné pokyny a pravidla pro pozorování.

Fenologie není omezena jen na popisné datování jevů, ale pokouší se také o objasňování vlivů, které na ně mají klimatické faktory. Odborníci uvádějí, že fenologické fáze vyjadřují přímo časový průběh ve vývoji a růstu rostlin v závislosti na hodnotě meteorologických prvků. Fenologická data jsou tedy vyjádřením klimatu dané oblasti, i když samozřejmě nenahrazují zcela meteorologická měření (Bagar et al. 2001).

Pozn. 1: Sřídání fenofází v oblastech mírného pásu (upraveno dle Larcher 1988)

Doba nástupu fenofází první poloviny roku závisí především na dobách překročení určitých teplotních hranic. Lze se o tom přesvědčit porovnáním rozdělení teplot na určitém území s fenologickými daty. Otevírání pupenů, samotné rašení, začátek kvetení stromů a keřů a klíčení semen jsou obvykle možné teprve tehdy, když teploty vzduchu i půdy překročí kritický bod, charakteristický pro každou fázi životního cyklu. Teplotní hranice pro otevírání pupenů a kvetení je většinou 6-10 °C, ale u rostlin kvetoucích na jaře a u horských rostlin bývá nižší 0-6 °C a u rostlin kvetoucích později naopak vyšší 10-15 °C. Rašení a kvetení může být, ale teplem vyvoláno pouze tehdy, jsou-li rostliny k tomu již připraveny, tzn. že již skončilo jejich zimní klidové období. Fenologická data, která spadají do druhé poloviny roku, jako jsou doby zrání plodů, zbarvování listů, opadu listů a doby sklizně úrody, mohou být ovlivněna všemi podmínkami prostředí, které zpožďují nebo urychlují procesy zrání a stárnutí. I zde má opět největší význam teplota, avšak v tomto případě se její úloha zřejmě týká urychlování syntetické aktivity. Proto nejsou ani tak důležité prahové hodnoty teploty, jako spíše suma tepla – tj. časový integrál průměrných denních teplot přesahujících specifické prahové hodnoty. Dalšími důležitými faktory jsou zásoba živin a vody a především vliv diurnální fotoperiody na doby opadu listů a přechodu do zimního klidu. Různé druhy rostlin se připravují na zbarvování a opad listů, jakmile se začnou zkracovat dny. Teprve pak, když teploty klesnou pod prahové hodnoty ležící mezi 5-10 °C, se dostávají

závěrečné fáze fenologického kalendáře. Místní proměnlivost těchto dat je rovněž velmi zajímavá, například na horách začíná opad listů ve vyšších polohách a rychle postupuje dolů do údolí.

Pozn. 2: Podle nástupu některých fenofází se dělí rok na fenologická roční období (převzato z Naučného slovníku zemědělského 1968).

1. Fenologické předjaří, kdy dochází k probuzení přírody – nástupu vegetace. Rozkvétají stromy a keře ještě neolistěné – líska, jíva, olše lepkavá a z bylin např. sněženka, bledule jarní, podběl, jaterník aj., přilétají stěhovaví ptáci jako skřivan a špaček.

2. Fenologické jaro se dělí na časné, kdy raší např. kaštan koňský, bříza a buk, a na plné, kdy rozkvétají již olistěné stromy a keře jako jabloň, hrušeň, třešeň aj.

3. Fenologické léto se rovněž dělí na časné, charakteristické květem lípy, akátu, vinné révy a lučních trav, a na plné léto, kdy dozrávají obiloviny, bez černý, maliník a začíná kvést vřes obecný. Období mezi koncem léta začátkem podzimu je označováno jako podletí (babí léto). Charakterizuje ho květ ocúnu, dozrávání jírovce maďalu a ovoce.

4. Fenologický podzim charakterizuje žloutnutí listů a sklizeň okopanin. Konec podzimu je dán opadáváním listů.

5. Fenologická zima je obdobím vegetačního klidu. Půda v našich klimatických podmínkách zamrzá a jen v mimořádných případech může dojít ke krátkodobému probuzení vegetace.

6. Metodika práce

6.1 Založení, lokalizace a identifikace jednotlivých pracovních ploch

6.1.1 Výběr a zakládání ploch, identifikace

Na severovýchodním svahu Petrových kamenů (sjezdová trať „A“ a okolí) byly na podzim roku 2003 náhodně vybrány a založeny plošky ve čtyřech typech subalpínské vegetace : papratkové nivy, třtinové trávníky, keříčková společenstva s borůvkou a metličkové trávníky. Jelikož pracuji pouze ve třtinových trávnících, omezím se v následujícím textu již jen na ně.

Území bylo rozděleno na dvě základní části – kontrolní, přirozená část a sjezdová dráha. V obou částech bylo prováděno vlastní měření na deseti čtvercích (10 na sjezdovce a 10 v kontrolní části) o rozměrech 50 x 50 cm. Každý čtverec byl rozdělen na sektory A, B, C, D o velikosti 25 x 25 cm. Pro mé měření byly stěžejní sektory A a D pro rok 2004 a v roce 2005, 2006 všechny podplošky A, B, C, D, v nichž jsem sledovala pokryvnost a nástup vybraných fenologických fází u všech druhů zde se nacházejících. Má práce začala s nástupem vegetačních sezón a trvala až do jejich ukončení.

Sledovací čtverce jsou vždy v levém horním rohu fixovány žlutě zbarveným železným kolíkem s vyraženým číslem. Jednotlivé plochy byly při každém měření vytyčeny pomocí přenosného kovového čtverce o rozměru 50 x 50 cm. Čtverce založené ve vysokostébelných trávnících na sjezdovce jsou značené CS (*Calamagrostietum*, sjezdovka) a čísla 21 – 40. Čtverce založené ve vysokostébelných trávnících na kontrolních plochách (mimo sjezdovku) značíme jako CK (*Calamagrostietum*, kontrola) a čísla 41 – 60.

6.1.2 Lokalizace čtverců

Tab. 1 : Lokalizace čtverců pro sledování změn pokrývnosti a fenologie pomocí geodetických souřadnic

Kód plochy	Souřadnice „x“ (severní zeměpisná šířka)	Souřadnice „y“ (západní zeměpisná délka)	Souřadnice „z“ (nadm. výška)
CS 25	543094.152	1068510.832	1357.102
CS 26	543091.650	1068522.412	1359.003
CS 27	543095.413	1068526.963	1360.618
CS 28	543086.912	068532.203	1360.026
CS 30	543097.332	1068540.170	1363.646
CS 31	543102.219	1068544.139	1365.552
CS 33	543110.604	1068550.109	1368.410
CS 36	543115.891	1068567.186	1373.200
CS 37	543113.425	1068568.592	1372.938
CS 38	543109.911	1068570.316	1372.410
CK 41	543121.374	1068505.942	1361.794
CK 42	543130.270	1068517.429	1365.871
CK 43	543133.280	1068519.798	1367.038
CK 47	543157.905	1068546.708	1378.466
CK 48	543165.334	1068553.975	1380.984
CK 50	543167.066	1068513.082	1373.464
CK 55	543184.297	1068510.456	1374.979
CK 58	543174.788	1068488.275	1368.535
CK 59	543152.091	1068511.750	1369.561
CK 60	543169.282	1068526.487	1374.861

6.2 Fenologické fáze a jejich pozorování

Fenologické sledování subalpínských vysokostébelných trávníků probíhalo během celého vegetačního období od 13.5. do 20.9. 2004 a od 16.5. do 25.10. 2006. Průběh fenofází byl zaznamenáván na trvalých studijních plochách v pravidelných časových intervalech - většinou týdenních (viz tab. 4).

V této kapitole jsou uvedeny jednotlivé fenofáze, jak byly určovány při mém pozorování.

Metodika je převzata z metodiky Českého hydrometeorologického ústavu číslo 10 – Návod pro činnost fenologických stanic (Valter 1985). Fenofáze byly určovány u jednotlivých stonků rostlin i u trsů (polykormonů) s těžko definovatelným stonkem (trávy a keříčky).

U počátečních stádií (iniciální rašení, rašení, začátek olistování) byla zapisována pouhá přítomnost daného stadia ve čtverci. Přítomnost stadia byla zaznamenána v případě, kdy minimálně 50 procent terminálních pupenů splňuje popis dané fenofáze. Počáteční stadia byla pozorována jen u dominanty společenstva *Calamagrostis villosa*.

Jinak je to s generativními fenofázemi (butonizace, kvetení, odkvět a tvorba plodů). Jsou sledovány u všech druhů ve čtvercích a navíc je prováděn kvantitativní zápis. Konkrétně zaznamenávám počet těchto fází na počet jedinců (u bylin), a prostý celkový počet generativních částí u trsů (pozn. pro následné vyhodnocení v rámci diplomové práce byla využita pouze data o *Calamagrostis villosa*).

Vegetativní fenofáze

Iniciální rašení

U *Calamagrostis villosa* byla zapisována pouhá přítomnost tohoto stadia ve čtverci v případě, kdy minimálně 50 procent terminálních pupenů splňuje popis této fenofáze.

Popis fáze : ze země raší pupeny, z nich ještě nevystupují ani náznaky listů.

Rašení

U *Calamagrostis villosa* byla zapisována pouhá přítomnost tohoto stadia ve čtverci v případě, kdy minimálně 50 procent terminálních pupenů splňuje popis této fenofáze.

Popis fáze : ve spojitosti s růstem orgánů (stonek, listy) skrytých až dosud uvnitř pupenu došlo k částečnému rozevření obalných šupin, takže na vrcholové části pupenu jsou vidět špičky listů, nebo jehlic.

Začátek olistování

U *Calamagrostis villosa* byla zapisována pouhá přítomnost tohoto stadia ve čtverci v případě, kdy nejvíce pokročilé listy na rostlině zhruba odpovídají popisu fenofáze.

Popis fáze : při pohledu shora na lícovou stranu listu je právě vidět celé listové žebro. Čepel listu je již částečně rozvinuta, avšak způsob složení listu v pupenu (řasnaté složení, svinutí) je stále náznakově patrný. List ještě nedosáhl své konečné, dospělosti odpovídající velikosti.

Generativní fenofáze

Butonizace

U bylin byl zaznamenáván počet květů (květenství) ve fázi butonizace na počet jedinců. U trav a keříčků jen celkový počet květů, nebo květenství ve fázi butonizace v trsech.

Popis fáze: v úžlabích listů, uprostřed listové růžice, nebo ihned po rozevření pupenu jsou právě zřetelně vidět dosud nedorostlé květenství. U trav jde o tzv. metání – polovina květenství právě vyčnívá z pochvy nejvyššího listu.

Kvetení

U bylin byl zaznamenáván počet květů (květenství) ve fázi kvetení na počet jedinců. U trav a keříčků jen celkový počet květů, nebo květenství ve fázi kvetení v trsech.

Popis fáze: Květy jsou rozevřené (jehnědy či šištice rozvolněné), prašníky viditelné, alespoň některé se právě otevírají a uvolňují pyl.

Odkvět

U bylin byl zaznamenáván počet květů (květenství) ve fázi odkvět na počet jedinců. U trav a keříčků jen celkový počet květů, nebo květenství ve fázi odkvět v trsech.

Popis fáze: Prašníky v květu jsou již prázdné, tmavnou a zasychají. Také korunní plátky nebo okvěti zasychá a opadáva.

Zralost plodů

U bylin byl zaznamenáván počet plodů na počet jedinců, u trav a keříčků jen celkový počet plodů ve fázi zralosti v trsech.

Popis fáze: Plody či šištice mají charakteristický tvar a zabarvení, jsou dorostlé do konečné velikosti a začínají měknout (př. bobule borůvky) či naopak jsou typicky ztvrdlé. U dalších druhů je pro určení zralosti rozhodující praskání či otevírání plodů a uvolňování semen, či roznos jednotlivých plodů větrem.

Tab. 2 : Seznam sledovaných fenofází a jejich zkratky

zkratka	vegetativní fenofáze	zkratka	generativní fenofáze
IR	iniciální rašení	B	butonizace
R	rašení	K	kvetení
ZO	začátek olisťování	OD	odkvět
		ZR	zralost

6.3 Metodika sledování dynamiky pokryvnosti

Sledování dynamiky pokryvnosti rostlin společenstva vysokostébelných trávníků probíhalo zároveň s fenologickým sledováním v období 13.5. - 20.9. 2004, 7.6. - 2.10. 2005 a 16.5. – 25.10. 2006 na stejných čtvercích (viz tab. 4). Při sledování byla používána upravená Braun-Blanquettova stupnice (viz tab. 3). Podle ní byl prováděn odhad pokryvnosti všech druhů rostlin v jednotlivých fenologických čtvercích o velikosti 25 x 25 cm, přičemž se soustředilo pouze na zelenou nadzemní biomasu.

Tab. 3 : Vyjádření pokryvnosti pomocí upravené Braun-Blanquettovy stupnice

pokryvnost (%)	Braun-Blanquettova stupnice (upraveno)
druh s min. pokryvností	r
5%	1
5-25%	2
25-50%	3
50-75%	4
75-100%	5

Tab. 4 : Seznam termínů měření pro roky 2004, 2005, 2006.

Den od začátku roku 2004	Datum měření	Den od začátku roku 2005	Datum měření	Den od začátku roku 2006	Datum měření
134	13.5.	158	7.6.	136	16.5.
143	22.5.	165	14.6.	143	23.5.
147	26.5.	172	21.6.	150	30.5.
153	1.6.	179	28.6.	157	6.6.
156	4.6.	189	8.7.	164	13.6.
164	12.6.	199	18.7.	171	20.6.
170	18.6.	209	28.7.	178	27.6.
177	25.6.	219	7.8.	188	7.7.
182	30.6.	233	21.8.	198	17.7.
189	8.7.	247	4.9.	208	27.7.
197	15.7.	261	18.9.	218	6.8.
206	24.7.	275	2.10.	228	16.8.
213	31.7.			242	30.8.
229	16.8.			256	13.9.
238	25.8.			270	27.9.
252	8.9.			284	11.10.
264	20.9.			298	25.10.

Tab. 5: Vysvětlení kódování jednotlivých termínů terénního měření v roce 2004

Datum záznamu	Kód daného data záznamu	Datum záznamu	Kód daného data záznamu
13.-14.5.2004	1	8.-9.7.2004	10
22.-23.5.2004	2	15.-16.7.2004	11
26.-27.5.2004	3	23.-24.7.2004	12
1.-2.6.2004	4	30.-31.7.2004	13
4.-5.6.2004	5	12.-13.8.2004	14
11.-12.6.2004	6	25.-26.8.2004	15
17.-18.6.2004	7	8.-9.9.2004	16
25.-26.6.2004	8	20.-21.9.2004	17
29.-30.6.2004	9		

6.4 Statistická analýza dat

Statistické testy vlivu faktoru Sjezdovka na průběh fenofází byly provedeny v programu R (2.10.0), ve stejném programu byly i vizualizovány. Data byla hodnocena dvakrát, poprvé ANOVA – Repeated Measures Analysis of Variance (ANOVA s opakovanými měřeními), kde faktory prostředí (sjezdovka, kontrola) byly považovány za fixní „between subject“ a faktor čas za „within subject“. Jednotlivé podplochy byly považovány za subjekty, které byly opakovaně zaznamenávány. Z důvodu nepřítomnosti normálního rozdělení (Shapiro test) a nehomogenního rozptylu, byla data testována také v GLM mixed models. Jako fixní faktory byly považovány faktory prostředí a jejich interakce a počet dní byl „random“. Dále bylo použito rozdělení Poissonovo, transformační link funkce „log“ a autokovarianční struktura I. řádu.

Změny pokryvnosti v průběhu vegetační sezony a interakce sjezdovky / kontrolní plochy byly analyzovány v programu CANOCO (Ter Braak 1998), byl použit split-plot design. Pro testování délky gradientů dat byla zvolena detrendovaná korespondenční analýza DCA (délky gradientů spíše napovídají použití RDA než CCA). Pro znáhodnění floristického složení proti rozdělení na sjezdovou trať a kontrolní plochy (vyšší pravděpodobnost výskytu stejných druhů v jednotlivých čtvercích než mezi čtverci navzájem) a proti času (zachována sekvence v čase) byl použit randomizační test Monte Carlo o 499 permutacích.

7. Výsledky

7.1 Výsledky fenologického pozorování pro sezonu 2004

Oběma analýzami bylo zjištěno, že se statisticky vysoce průkazně liší průběh sledovaných fenofází na sjezdovce a v přirozeném prostředí v čase ($p = 0,000^*$). Nulovou hypotézu, že faktor sjezdovka nemá vliv na fenologii třtiny, vyvrací interakce sjezdovka – čas (počet dní), samotná sjezdovka nemá vliv.

Na sjezdové trati dochází k posunu začátku vegetativních fenofází, toto zpoždění je v průběhu sezony vyrovnáno. To je patrné také z mírné tendence dřívějšího výskytu generativních fenofází na sjezdovce. Skoky v křivce grafu, potéco třtina přešla do generativních fází vývoje, budou vysvětleny v diskuzi.

Tab. 5: Sumární přehled výsledků analýzy ANOVA pro fenologii *Calamagrostis villosa* ve vysokostébelných trávnicích na sjezdovce a kontrolních plochách (NPR Praděd)

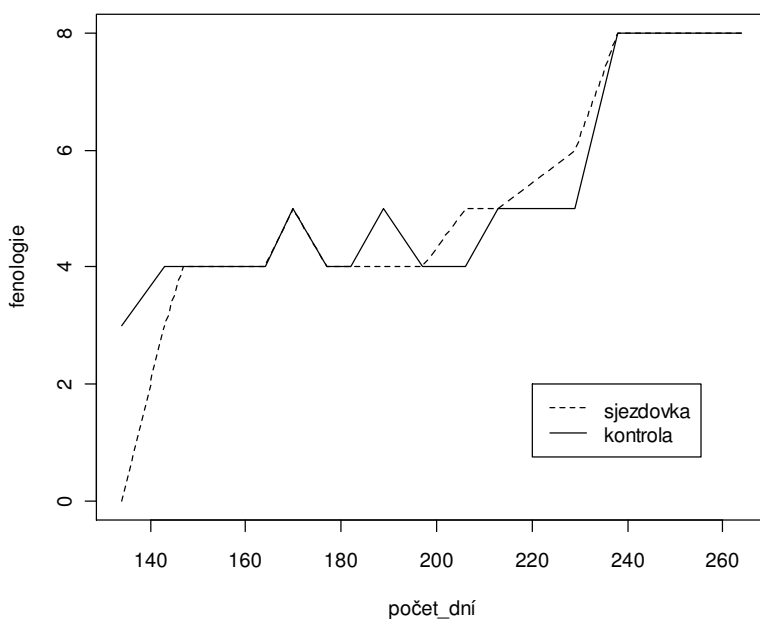
Testované faktory	Počet stupňů volnosti DF	Testovací kritérium F	Hladina pravděpodobnosti
Sjezdovka	1	0.0477	0.8273
Sjezdovka:počet dní	1	27.6117	1. 99e-07 *

* statisticky významná hodnota, hladina $\alpha=0.05$

Tab. 6: Výsledky GLM Mixed pro fenologii *Calamagrostis villosa* ve vysokostébelných trávnicích na sjezdovce a kontrolních plochách (NPR Praděd), analysis of 'Wald statistic' Table, model poisson, link log, response fenologie

Testované faktory	Počet stupňů volnosti DF	Hladina pravděpodobnosti
počet dní	1	0.672
sjezdovka	1	0.805
počet dní: sjezdovka	1	7.492e-06

Graf 1: Grafické výstupy analýzy ANOVA pro maximální průběh fenofází *Calamagrostis villosa* ve vysokostébelných trávnicích na sjezdovce a kontrolních plochách. Fenofáze : **1** – IR, **2** – R, **3** –ZO, **4** – B, **5** – K, **6** – OD, **7** – ZR. Vynesené body v grafu = maximální hodnota fenofází v daném čase. Konkrétní časové termíny terénních sledování jsou uvedeny v tab. 4, celé názvy fenofází v tab. 2 .



Výsledky srovnání průběhu fenofáze iniciální rašení (IR) na sjezdovce a kontrolních plochách u *Calamagrostis villosa*

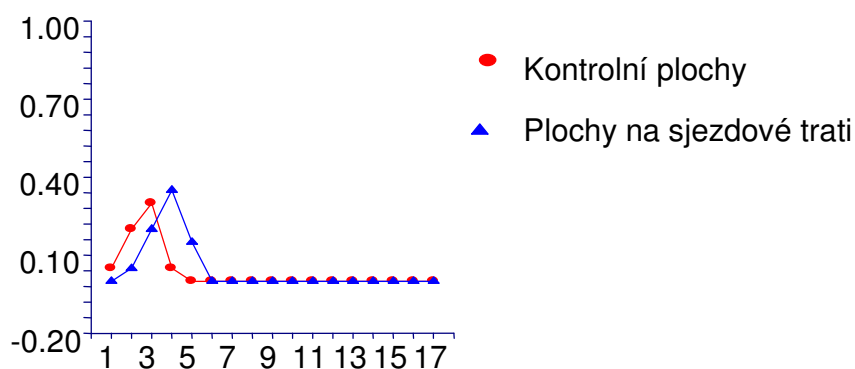
Analýzou variance bylo zjištěno, že se statisticky průkazně liší průběh fenofáze iniciální rašení na sjezdovce a v přirozeném prostředí v čase ($p = 0.000112$). Na sjezdové trati dochází k posunu začátku fenofáze a její průběh je o něco delší než v přirozeném prostředí.

Tab 7: Sumární přehled výsledků analýzy ANOVA pro iniciální rašení *Calamagrostis villosa* ve vysokostébelných trávnicích na sjezdovce a kontrolních plochách (NPR Praděd)

Testované faktory	Počet stupňů volnosti DF	Testovací kritérium F	probability level
A: Sjezdovka	1	0.32	0.573726
C: Cas	16	7.81	0.000000*
AC	16	2.63	0.000112*

* statisticky významná hodnota, hladina $\alpha=0.05$

Graf 2: Grafické výstupy analýzy ANOVA pro iniciální rašení *Calamagrostis villosa* ve vysokostébelných trávnicích na sjezdovce a kontrolních plochách (NPR Praděd)



osa x : termín sledování

osa y : relativní zastoupení (podíl) sledovaných plošek

Konkrétní časové termíny terénních sledování pro jednotlivé kódy času (1-17) jsou uvedeny v tabulce 5.

Výsledky srovnání průběhu fenofáze rašení (R) na sjezdovce a kontrolních plochách u *Calamagrostis villosa*

Analýzou variance bylo zjištěno, že se statisticky průkazně liší průběh fenofáze rašení na sjezdovce a v přirozeném prostředí v čase ($p = 0.000000$). Na sjezdové trati stejně jako u IR dochází k posunu začátku fenofáze a její průběh je také o něco delší než v přirozeném

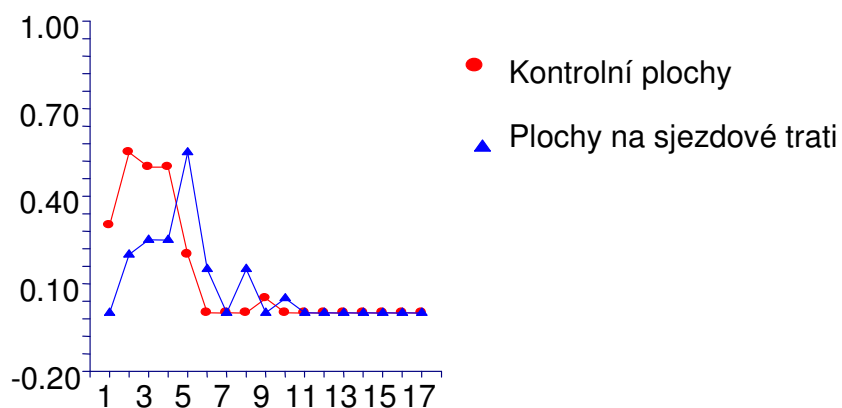
prostředí.

Tab. 7: Sumární přehled výsledků analýzy ANOVA pro rašení *Calamagrostis villosa* ve vysokostébelných trávnicích na sjezdovce a kontrolních plochách (NPR Praděd)

Testované faktory	Počet stupňů volnosti DF	Testovací kritérium F	probability level
A: Sjezdovka	1	1.43	0.239751
C: Čas	16	14.66	0.000000*
AC	16	4.58	0.000000*

* statisticky významná hodnota, hladina $\alpha=0.05$

Graf 3: Grafické výstupy analýzy ANOVA pro rašení *Calamagrostis villosa* ve vysokostébelných trávnicích na sjezdovce a kontrolních plochách (NPR Praděd)



osa x : termín sledování

osa y : relativní zastoupení sledovaných plošek

Konkrétní časové termíny terénních sledování pro jednotlivé kódy času (1-17) jsou uvedeny v tabulce 5.

Výsledky srovnání průběhu fenofáze začátek olistování (ZO) na sjezdovce a kontrolních plochách u *Calamagrostis villosa*

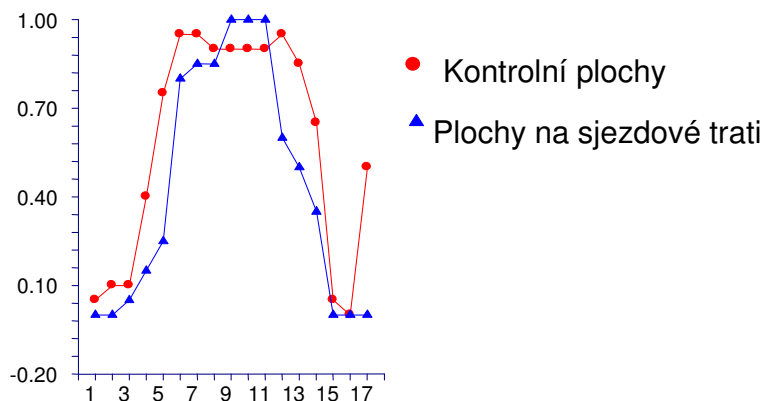
Analýza variance ukázala obdobné výsledky jako u předcházejících fenofází. Průběh fenofáze začátek olistování se statisticky průkazně liší na sjezdovce a v přirozeném prostředí v čase ($p = 0.000000$). Na sjezdové trati dochází opět k posunu začátku fenofáze, ale její průběh je ale něco kratší než v přirozeném prostředí.

Tab. 8: Sumární přehled výsledků analýzy ANOVA pro začátek olistování *Calamagrostis villosa* ve vysokostébelných trávnicích na sjezdovce a kontrolních plochách (NPR Praděd)

Testované faktory	Počet stupňů volnosti DF	Testovací kritérium F	probability level
A: Sjezdovka	1	21.47	0.000041*
C: Cas	16	59.97	0.000000*
AC	16	3.90	0.000000*

* statisticky významná hodnota, hladina $\alpha=0.05$

Graf 4: Grafické výstupy analýzy ANOVA pro začátek olistování *Calamagrostis villosa* ve vysokostébelných trávnicích na sjezdovce a kontrolních plochách (NPR Praděd)



osa x : termín sledování

osa y : relativní zastoupení sledovaných plošek

Konkrétní časové termíny terénních sledování pro jednotlivé kódy času (1-17) jsou

uvedeny v tabulce 5.

7.2 Výsledky fenologického pozorování pro sezonu 2006

Oběma analýzami bylo zjištěno, že se statisticky vysoce průkazně liší průběh sledovaných fenofází na sjezdovce a v přirozeném prostředí v čase ($p = 0,000^*$), přičemž je průkazný vliv jak sjezdovky (tzn. výraznější projev fenofází na kontrole), tak interakce sjezdovka – počet dní od začátku roku (liší se fenologie druhu na sjezdovce a kontrole během času) .

Výsledky ukazují výrazné zpoždění nástupu fenofází na sjezdové trati oproti kontrole. Zatímco na kontrolních plochách třtina již kvete, na sjezdovce prochází iniciálními vegetačními fázemi. Skoky v návratu křivky z fáze kvetení do butonizace a absence fází odkvět a zralost v přirozeném prostředí budou objasněny v diskuzi.

Pokles křivky na konci znamená, že se nevyskytovala žádná z pozorovaných fenofází, *Calamagrostis villosa* povolna přešla do senescence.

Tab. 9: Sumární přehled výsledků analýzy ANOVA pro fenologii *Calamagrostis villosa* ve vysokostébelných trávnicích na sjezdovce a kontrolních plochách (NPR Praděd)

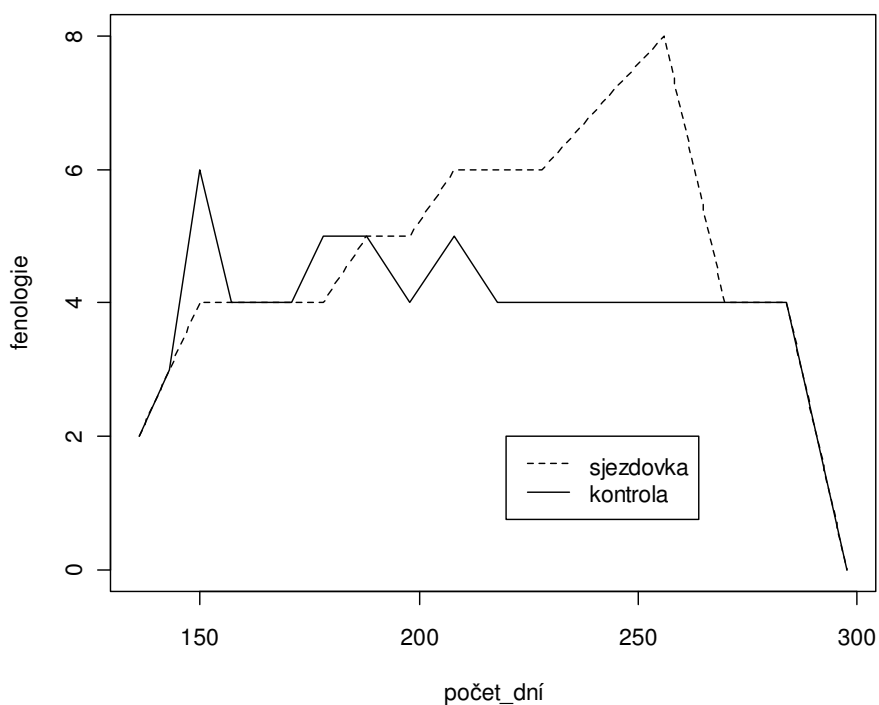
Testované faktory	Počet stupňů volnosti DF	Testovací kritérium F	Hladina pravděpodobnosti
Sjezdovka	1	3.9309	0.04761 *
Sjezdovka:počet dní	1	5.8459	0.01574 *

* statisticky významná hodnota, hladina $\alpha=0.05$

Tab. 10: Výsledky GLM Mixed pro fenologii *Calamagrostis villosa* ve vysokostébelných trávnicích na sjezdovce a kontrolních plochách (NPR Praděd), analysis of 'Wald statistic' Table, model poisson, link log, response fenologie

Testované faktory	Počet stupňů volnosti DF	Hladina pravděpodobnosti
počet dní	1	0.53
sjezdovka	1	0.02
počet dní: sjezdovka	1	0.002918

Graf 5: Grafické výstupy analýzy ANOVA pro maximální průběh fenofází *Calamagrostis villosa* ve vysokostébelných trávnicích na sjezdovce a kontrolních plochách. Fenofáze : **1** – IR, **2** – R, **3** –ZO, **4** – B, **5** – K, **6** – OD, **7** – ZR. Vynesené body v grafu = maximální hodnota fenofází v daném čase. Konkrétní časové termíny terénních sledování jsou uvedeny v tab. 4, celé názvy fenofází v tab. 2 .



7.3 Výsledky sledování dynamiky pokryvnosti vegetace pro sezonu 2004

Analýzou RDA bylo zjištěno, že model není signifikantní (Monte Carlo permutační test, 499 permutací, eigenvalue = 0,002, $F = 1,54$, $p = 0,096$), nebyly tedy zjištěny rozdíly v sezónních změnách vegetace svazu *Calamagrostion villosae* na sjezdovce a v přirozeném prostředí. Variabilita druhových dat vysvětlená 1. kanonickou osou je 0,6%.

Tab. 11: Shrnutí RDA analýzy

Osy	1	2	3	4
Eigenvalues	0.002	0.001	0.158	0.049
Procentuelní vyjádření variance druhových dat	0.6	0.8	40.4	52.8

Tab. 12: Shrnutí testu enviromentálních (vysvětlujících) proměnných

Proměnné	P	F
čas	0.006	2.23
čas : sjezdovka	0.096	1.54

7.4 Výsledky sledování dynamiky pokryvnosti vegetace pro sezonu 2005

Analýzou RDA bylo zjištěno, že se statisticky průkazně liší průběh pokryvnosti u vybraných druhů svazu *Calamagrostion villosae* na sjezdové trati a kontrole v čase (Monte Carlo permutační test, 499 permutací, eigenvalue = 0,022, $F = 7,19$, $p = 0,01$, H_0 druhová data jsou nezávislá na vysvětlujících proměnných). Variabilita druhových dat vysvětlená 1. kanonickou osou je 9.8%.

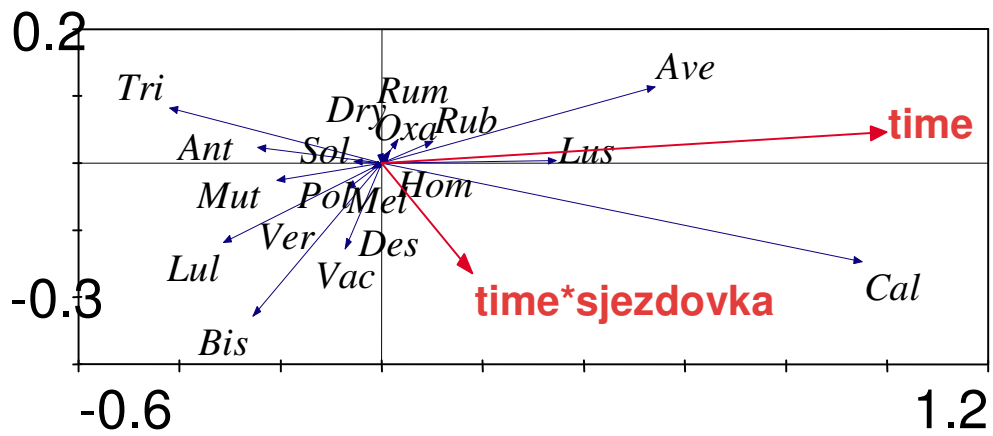
Tab. 13: Shrnutí RDA analýzy

Osy	1	2	3	4
Eigenvalues	0.022	0.002	0.067	0.024
Procentuelní vyjádření variance druhových dat	9.8	10.5	39.9	50.5

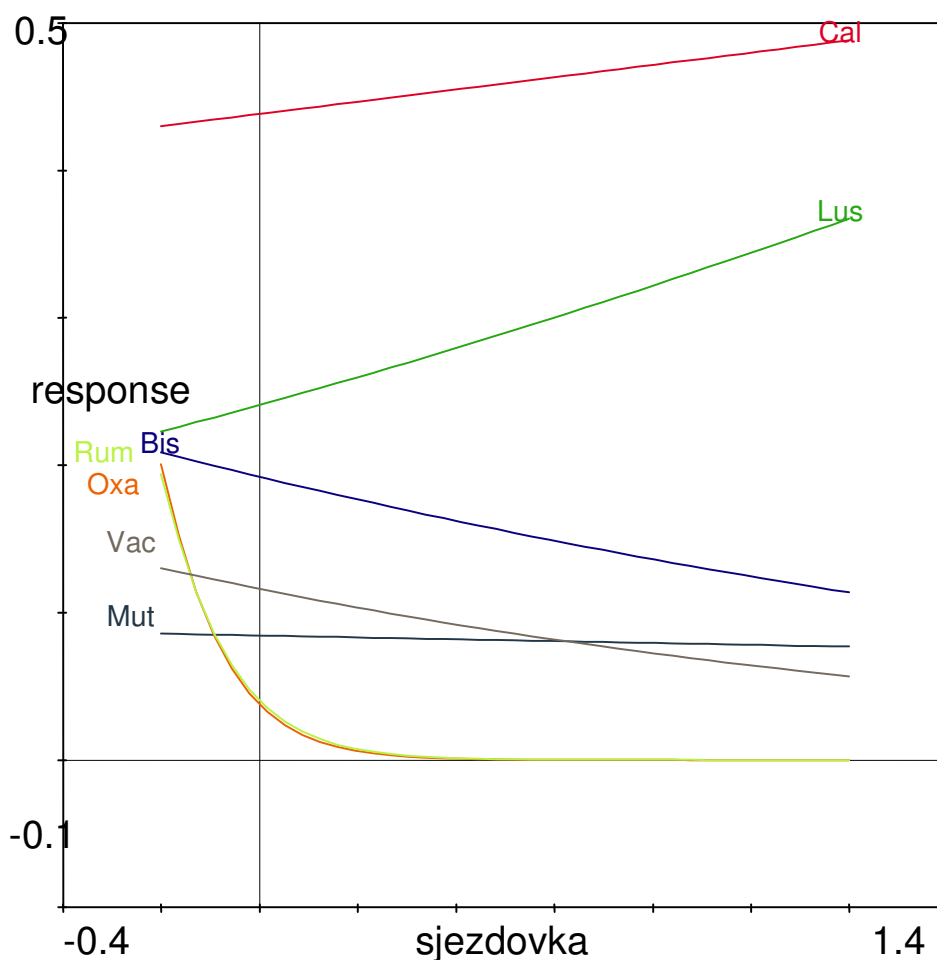
Tab. 14: Shrnutí testu enviromentálních (vysvětlujících) proměnných

Proměnné	P	F
čas : čas	0.050	95.27
čas : sjezdovka	0.01	7.19

Obrázek 1: Ordinační diagram (seřazení jednotlivých druhů podle rostoucí charakteristiky prostředí, jediný druh reagující na interakci sjezdovka: čas je třtina chloupkatá)



Graf 6: Odpovědi dynamiky pokryvnosti vybraných druhů rostlin společenstva *Calamagrostion villosae* na vliv sjezdové tratě (oxa - *Oxalis acetosella*, lus - *Luzula sylvatica*, mut - *Ligusticum mutellina* , bis - *Bistorta major*, rum - *Rumex arifolius*, vac – *Vaccinium myrtillus*)



7.5 Výsledky sledování dynamiky pokryvnosti vegetace pro sezonu 2006

Analýzou RDA bylo zjištěno, že se statisticky průkazně liší průběh pokryvnosti u vybraných druhů svazu *Calamagrostion villosae* na sjezdové trati a kontrole v čase (Monte Carlo permutační test, 499 permutací, eigenvalue = 0,018, $F = 3,21$, $p = 0,004$, H_0 druhová

data jsou nezávislá na vysvětlujících proměnných). Variabilita druhových dat vysvětlená 1. kanonickou osou je 5.6%.

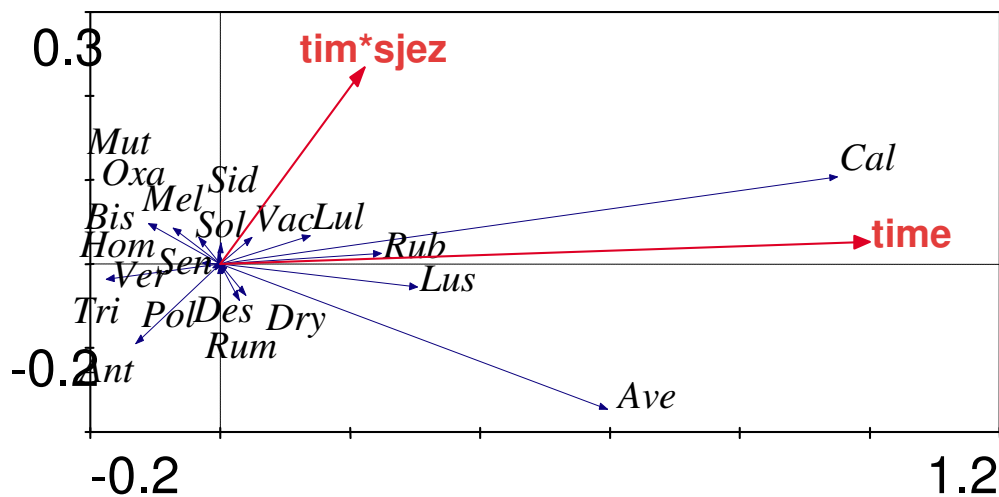
Tab. 15: Shrnutí RDA analýzy

Osy	1	2	3	4
Eigenvalues	0.018	0.001	0.12	0.039
Procentuelní vyjádření variance druhových dat	5.6	5.8	42.7	54.7

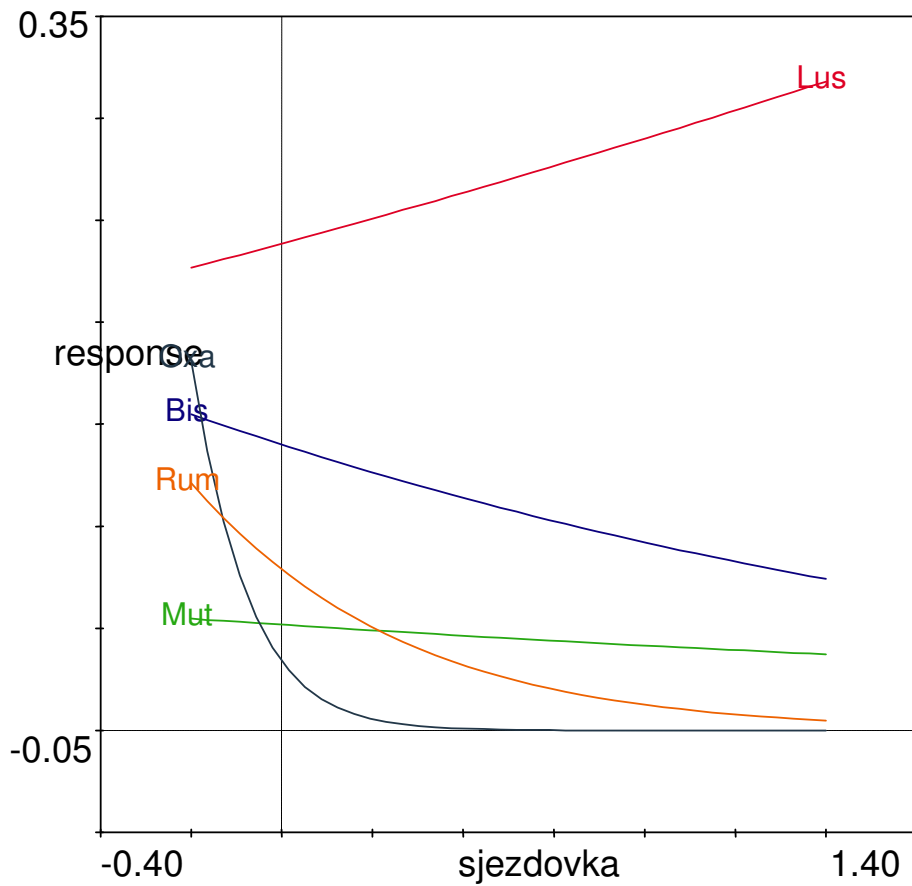
Tab. 16: Shrnutí testu enviromentálních (vysvětlujících) proměnných

Proměnné	P	F
čas	0.002	75.71
čas : sjezdovka	0.004	3.21

Obrázek 2: Ordinační diagram (seřazení jednotlivých druhů podle rostoucí charakteristiky prostředí)



Graf 7: Odpovědi dynamiky pokryvnosti vybraných druhů rostlin společenstva *Calamagrostion villosae* na vliv sjezdové tratě (oxa - *Oxalis acetosella*, lus - *Luzula sylvatica*, mut - *Ligusticum mutellina* , bis - *Bistorta major*, rum - *Rumex arifolius*)



8. Diskuze

Rozmístění a vývoj rostlin v alpínských, ale také v arktických a jiných oblastech s chladným klimatem striktně závisí na distribuci a fyzikálních vlastnostech sněhové pokrývky (Walker et al. 1993, Körner 1999, Ellenberg 1988). Vlastnosti sněhové pokrývky (např.: výška a doba jejího trvání) úzce souvisí s charakteristikami reliéfu (Jones et Pomeroy 2001).

Sněhová pokrývky je dynamický systém vystavený fyzikálním metamorfozám a chemickým transformacím, které tak vytváří prostředí pro nejrůznější formy života (Jones et Pomeroy 2002). Pro přežití organismů pod sněhem je důležitá mechanická ochrana sněhové pokrývky před extrémním chladem (Körner 1999, Jones et Pomeroy 2001). Pokryvnost některých druhů rostlin, např. smilky tuhé (*Nardus stricta*), roste přímo úměrně se vzrůstající sněhovou pokrývkou (Klimešová 1993).

Sníh nepůsobí jen jako izolant před chladem, ale také jako rezervoár vlhkosti (při jarním tání) a zdroj minerálních látek (např. dusík, síra), na nichž závisí růst a reprodukce chinobiontních organismů. Tyto látky se do sněhové pokrývky dostávají při nejrůznějších procesech, probíhajících v atmosféře (př. spad plyných emisí), mícháním sněhu s půdou, nebo z korun stromů (Tranter et Jones 1999).

Tání sněhové pokrývky je hlavním faktorem iniciace růstu a vývoje většiny alpínských druhů. Silný vztah mezi táním sněhu a fenologií je podmíněn krátkou vegetační sezonou, v níž se alpínské druhy rostlin snaží projít celým ročním vývojovým cyklem (Walker et al. 1995, Billings et Bliss 1959). Walker et al. (1995) zjistili, že v sezónách s rychleji odtávajícím sněhem se u *Bistorta bistortoides* vyskytují delší listy. Galen et Stanton (1995) uvádějí, že na datu odtání sněhu je závislá reprodukce arktó – alpínských druhů. Kudo (2002) naopak uvádí, že úspěch tvorby semen byl vyšší u rostlin rostoucích na místech s později tajícím sněhem. Zdá se, že vliv sněhové pokrývky na produktivitu vegetace je závislý na klimatické situaci. Ve vlhkém klimatu a mezických vegetačních typech snižuje přírůstek sněhové pokrývky produktivitu (Stoekli et Rixen 2000, Weaver et Collins 1997, Knight et al. 1979). V suchém klimatu je růst vegetace méně limitován délkou vegetační doby, ale více dostupností vody. Tudíž je v tomto případě produktivita často zvýšena vyšší sněhovou pokrývkou (Knight et al. 1979, Price et Waser 2000). Všeobecně mají areály s dříve odtávajícím sněhem lépe vyvinuté půdy s vyšším obsahem humusu a anorganických

živin v porovnání se stanovišti, kde sníh vytrvává dlouho (Stanton et al. 1994).

Výzkum vlivů různých zimních podmínek na vegetaci arкто-alpínské tundry byl doposud prováděn především v Severní Americe, v Alpách a omezeně ve Skandinávii (Körner 1999). Ze sudetských pohoří je známo několik prací (např.: Jeník 1972, Jeník 1961, Cudlín et al. 1973, Štursa et al. 1973, Klimešová 1993), ale podrobnější studie zatím nejsou k dispozici.

Charakteristiky zimního prostředí sjezdové tratě „A“, na níž byl výzkum prováděn jsou do jisté míry srovnatelné s podmínkami lokalit s přirozeně navátým sněhem. Zvýšení mocnosti sněhové pokrývky je na sledované sjezdové trati dosaženo nikoliv pomocí sněžných děl, která podstatně mění vlastnosti sněhových hmot (hl. obsah živin), ale pomocí přenosných plotů, za nimiž dochází k akumulaci navátého sněhu z okolí. Sněhová pokrývka sjezdové tratě je pravidelně upravována sněhovou rolbou za účelem srovnání jejího povrchu. Sníh je také přemísťován v rámci sjezdové tratě z důvodů modelace jejího profilu, přičemž zároveň dochází ke zhutňování sněhové pokrývky a tím k poklesu její izolační schopnosti, což následně ovlivňuje teplotu půdy, která může být pod utuženou sněhovou pokrývkou 5 – 7 násobně nižší. Tyto pozměněné podmínky následně ovlivňují fenologii rostlin a podmiňují strukturální změny ve společenstvech (Baiderin 1983).

V posledních letech je z hlediska výzkumu vlivu zimních podmínek na prostředí k dispozici několik pokusů zaměřených na simulované změny sněhových podmínek, jejichž důsledky jsou konfrontovány s vlivy přirozeného prostředí (např. Walker et al. 1999). Po umělém prodloužení doby sněhové pokrývky na lokalitách v arktické i alpínské tundře (např. vztyčením sněhového plotu-opoždění začátku sezóny o 50 dní oproti přirozenému prostředí) dochází ke zhuštění jednotlivých fenofází vegetace (jednotlivé fenofáze jsou realizovány ve zkráceném období) (Walker et al. 1999). Rixen et Stoeckli (2001) zjistili v prostředí alpínských luk ve Švýcarských Alpách, že i velice krátký rozdíl v době odtání sněhové pokrývky (1-2 dny) může způsobit posun fenologie, který se projevuje ještě několik týdnů po odtání sněhu. Na lokalitách s později odtávajícím sněhem následně dochází k opožděné senescenci (Walker et al. 1999).

Také mnou zjištěné výsledky potvrzují posun počátku iniciálních fenofází (iniciální rašení, rašení, začátek olistování) u *Calamagrostis villosa* na sjezdové trati ve srovnání s přirozeným prostředím, konkrétně o 6-9 dní v roce 2004. V roce 2006 na kontrolních

plochách třtina dokonce již kvete ve chvíli, kdy se na sjezdovce vyskytují fenofáze rašení, začátek olistění a velmi zřídka butonizace. Zajímavé je zjištění prodloužení průběhu fenofází iniciální rašení a rašení na sjezdové trati (prodloužené období iniciálního růstu) oproti přirozenému prostředí. Zpoždění je pravděpodobně způsobeno blokováním začátku růstu již jen přítomností sněhové pokrývky, která neumožňuje vznik vhodných podmínek pro začátek růstu rostlin. Dále může uvedený jev snad souviset s nižším množstvím přístupného dusíku uvolněného pro jarní růst rostlin díky snížené zimní mikrobiální aktivitě pod utuženou sněhovou pokrývkou na sjezdovce (nižší teploty půdního profilu) (Banaš et al. 2004, Schimel et al. 2004, Schmidt et Lipson 2004).

Poměrně zajímavý, bohužel dost spekulativní je průběh generativních fenofází u *Calamagrostis villosa*. V obou sezonách pozorování nalézáme skoky v grafech, konkrétně je zaznamenám výskyt fáze kvetení, přičemž v následujících dnech (otázka dvou terénních měření) se třtina vrací k fázi butonizace. Z práce v terénu bych uvedla pár zjištění, které objasňují tento jev. Prostor subalpínských luk v NPR Praděd je téměř neustále pod vlivem různé intenzity větru. Květenství třtiny na stéble již ve fázi kvetení usychá, proto není těžké pro vítr ho uvolnit z rostliny a odfouknout. Druhý faktor prostředí mnou pozorovaný je okus stébel velkými býložravci, rostlina je pro herbivory poměrně nezajímavá (Morávková 1999). Dle mého názoru není tedy třtina v prostředí subalpínského bezlesí ideálním druhem ke studii fenologie generativních fenofází, protože jednak v těchto podmínkách kvete málo, celý výzkum by byl založen lidově formulováno „na pár stéblech“, jednak jsou květenství pod silným vlivem prostředí a navíc v nepříznivých podmínkách často tvoří sterilní odnože (Samek 1988). Lze tedy konstatovat, že hypotéza o vlivu sjezdové tratě na průběh fenologie třtiny především v úvodu vegetační sezony je pravdivá, hypotéza o stírání tohoto vlivu během vegetační sezony nelze ani potvrdit, ani vyvrátit vzhledem k nízké vypovídací schopnosti generativních fenofází u *C. villosa*, a hypotéza o vyšším výskytu generativních orgánů u třtiny na kontrolních plochách je ničím nepodložená.

Pod utuženým sněhem na sjezdových tratích může být teplota půdy 5-7 krát nižší než v přirozeném prostředí čímž dochází ke změnám ve fenologii rostlin a restrukturalizaci společenstev - úbytek vytrvalých rostlin rostoucích časně z jara, nahrazení rostlinami s pozdějším nástupem (Baiderin 1983). Plochy s déle trvající a fyzikálně pozměněnou sněhovou pokrývkou jsou v důsledku přítomnosti ledových vrstviček (Rixen et al. 2001) a

v období tání vystaveny téměř anaerobním podmínkám, které Larcher (2003) především v období tání přirovnává k podmínkám při zaplavení. Většina dvouděložných druhů vykazuje nižší koncentraci karbohydrátů (Mc Cown et Tiezsen 1972) a bude tedy citlivější k průběhu teplot prostředí i délce trvání růstové sezóny. Proto v důsledku změn abiotických vlivů prostředí, dochází k vyloučení některých druhů ze společenstva (Walker et al. 1999). K tomu se přiklání i námi zjištěné výsledky. Dvouděložné druhy jako *Oxalis acetosella*, *Ligusticum mutellina*, *Bistorta major* a *Rumex arifolius* snižují svoji pokryvnost s rostoucí intenzitou faktoru sjezdovka. Zajímavá je situace biky lesní (*Luzula sylvatica*), která je časně (V – VI) kvetoucím hemikryptofytem lesů a bezlesí montánních a subalpínských poloh. Byla vznesena hypotéza o negativním vlivu sjezdové tratě na prezenci tohoto druhu, zatím se však zdá, že má bika opačný trend. Jelikož butonizuje již pod sněhem, chrání ji později odtávající sníh na sjezdovce před jarními mrazíky. Celkově v případě třtinových trávníků nebyly v první sezoně zjištěny statisticky významné změny sezónního zastoupení druhů rostlin na sjezdových tratích a v přirozeném prostředí. V dalších dvou sezonách se pokryvnost vybraných druhů společenstva liší na sjezdovce a kontrole v čase.

Uvedené skutečnosti mohou souviset s tím, že výraznou dominantou v uvedeném společenstvu je až ve vrcholném létě kvetoucí tráva *Calamagrostis villosa*. Tento druh je silně k atmosferickému znečištění i patogenům či herbivorům (Pyšek 1993), navíc má širokou ekologickou valenci i schopnost přizpůsobit se některým změnám půdních vlastností a schopnost pozměňovat své prostředí, což je předpokladem pro jeho silné konkurenční schopnosti (Morávková 1999). Společenstva s dominancí bylinných trvalek s vegetativním způsobem šíření a propojením ramet mohou být (jakmile se jednou uchytí) málo citlivé ke konkurenčnímu potlačování jinými druhy (Moral 1983). Existence sjezdové trati s déle vytrvávající sněhovou pokrývkou, vyšší vodní hodnotou sněhu, větší hmotností sněhu na jednotku plochy, nižší teplotou půdního profilu a nižší teplotou půdy v zimě tedy rozvoji třtiny chloupkaté nevádí, zdá se, že spíše podporuje její výskyt (včetně potlačení eventuální konkurence dalších rostlin). Tím potvrzuji hypotézu, že existence sjezdové tratě podporuje existenci třtiny i na úkor jiných druhů společenstva.

9. Závěr

Výzkum na lokalitě pod Petrovými kameny byl zaměřen na zjištění eventuálních rozdílů ve vývoji rostlin společenstva vysokostébelných trávníků (svaz *Calamagrostion villosae*) na sjezdové trati a v okolních přirozených plochách. Konkrétně se zkoumalo, zda se rozdílné vlastnosti zimního prostředí (na sjezdové trati je sníh utužen a má pozměněné fyzikální vlastnosti) projevují na dynamice pokryvnosti a průběhu fenofází u klíčových druhů vysokostébelných trávníků.

Výsledky ukazují na posun počátku iniciálních fenofází (iniciální rašení, rašení, začátek olistování) u *Calamagrostis villosa* na sjezdové trati ve srovnání s přirozeným prostředím, konkrétně o 6-9 dní v prvním roce výzkumu 2004. V druhém roce 2006 je tento posun daleko markantnější, neboť na kontrolních plochách třtina dokonce již kvete ve chvíli, kdy se na sjezdovce vyskytují fenofáze rašení, začátek olistění a velmi zřídka butonizace. Zajímavé je zjištění prodloužení průběhu fenofází iniciální rašení a rašení na sjezdové trati (prodloužené období iniciálního růstu) oproti přirozenému prostředí. Generativní fenofáze u *Calamagrostis villosa* mají nízkou vypovídací schopnost (viz. diskuze), zdá se, že třtina v podmínkách subalpínské hole preferuje vegetativní rozmnožování.

Při testování pokryvnosti vegetace třtinových trávníků byly zjištěny statisticky významné změny sezónního zastoupení druhů rostlin na sjezdových tratích a v přirozeném prostředí. Nejzajímavější je vyšší pokryvnost ramet biky lesní (*Luzula sylvatica*), která butonizuje již pod sněhem, na sjezdové trati, kde ji později odtávající sníh chrání před jarními mrazíky. Prostor sjezdové tratě podporuje výskyt také dominanty společenstva třtiny chloupkaté (*Calamagrostis villosa*), jejíž pokryvnost na sjezdové trati je opět vyšší než na kontrolních plochách.

Dospěla jsem k závěru, že vegetace subalpínských vysokostébelných trávníků je dobře adaptována na prostředí s déle setrvávající sněhovou pokrývkou. Druhy, pro něž jsou podmínky sjezdové tratě stresorem, jsou eliminovány, druhy, které dokáží prosperovat v těchto zdaleka ne optimálních podmínkách, expandují.

10. Seznam použité literatury

Atkin, O. K., Cummins, W. R. (1994): The effect of nitrogen source on growth, nitrogen economy and respiration of two high arctic plant species. *Function ecology*, s. 389 – 399

Baiderin, V.V. (1981): Experimental modelling of ecological consequences of winter recreations. - *Soviet Journal of Ecology* 11, s. 140-146

Baiderin, V.V. (1983): Winter recreation and subnival plant development. - *Soviet Journal of Ecology* 13, s. 287-291

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

Banaš, Zeidler, Duchoslav, Hošek (2004): The impact of a ski piste on *Athyrium distentifolium* and associated vegetation in the Hrubý Jeseník Mts., Czech Republic

Bagar, R., Klimánek, M., Klimánková, D. (2001): Fenologie je klíčem k poznávání přírody. *Ochrana přírody*, č. 3, str. 85 – 89

Benedict, J.B. (1990): Lichen mortality due to late-lying snow. Results of a transplant study. *Arctic and Alpine Research*, 22, s. 81-89

Bliss, L. C. (1971): Alpine and Arctic Plant Life Cycles. *Annual Revision Ecological System* 2, s. 389 – 399

Billings, W. D. (1974): Arctic and Alpine vegetation: plant adaptation to cold summer climates. *Arctic and alpine environment*, s. 403 – 443

Billings, W. D., Bliss, L. C. (1959): An alpine snowbank environment and its effects on vegetation, plant development and produktivity. *Ecology*, 40, 388 - 397

Bureš, L., Burešová, Z. (1989): Geobotanický průzkum SPR Petrovy kameny. Podlesí, Ekoservis Jeseníky, 27 s.

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

Cudlín, P. a kol. (1973): Sněhová pokrývka v závěru kotliny Volského potoka v Hrubém Jeseníku (zima 1972/73). *Ostrava, Campanula*, č.4, s.225-229

- Culek, M. ed. (1995):** Biogeografické členění České republiky. Praha, Enigma
- Chambers, J. C. (1995):** Disturbance, life history strategie, and seed fates in alpine herbfield communities. *Ecology*, s. 2124 – 2133
- Demek, J. (1971):** O vzniku povrchových tvarů Hrubého Jeseníku. Ostrava, Campanula, č.2, s.7 - 18.
- Demek, J. ed. (1987):** Zeměpisný lexikon ČSR. Hory a nížiny. Praha, Academia, 584 s.
- Demek, J., Kříž, V. (1994):** Terénní cvičení z fyzické geografie (na příkladu Jeseníků a okolí). Ostrava, Ostravská univerzita, 86 s.
- Deylová-Skočdoplová, B. (1984):** Horní hranice lesa v Hrubém Jeseníku. Ostrava, Campanula, č.6, s.5-14
- Dostál, J. (1989):** Nová květena ČSSR. Praha, Academia
- Ellenberg, H. (1988):** Vegetation Ecology of Central Europe. Cambridge, Cambridge University Press
- Fahey, B., Wardle, K., Weir, P. (1999):** Environmental effects associated with snow grooming and skiing at Treble Cone Ski Field. - *Science for Conservation* 120
- Filip, J. (1989):** Kursovní chata. Šumperk, Vlastivědné zajímavosti, č.229, 4 s.
- Filip, J. (1985):** Ovčárna. Šumperk, Vlastivědné zajímavosti, č.205, 4 s.
- Fišera, M. red. (1987):** Základní geologická mapa ČSSR, 1:25 000, list 14-244 Karlova Studánka. Ústřední ústav geologický
- Galen, C., Stanton, M. L. (1993):** Response of Snowbed Plant Species to Changes in Growing – Season Length. *Ecology*, No. 5, 1546 – 1557
- Gentleman R., Ithaka R. (1995):** R, University of Auckland
- Heegaard, E. (2002):** A model of alpine species distribution in relation to snowmelt time and altitude. *Journal of vegetation science*, 13, s. 493-504.
- Hošek, J. (2001):** Znalecký posudek :posouzení stavu ploch v prostoru Ovčárna – Petrovy kameny (CHKO Jeseníky) z hlediska jejich ovlivnění provozováním zimních sportů, lyžařských vleků a souvisejících činností, 135 s.
- Hošek, E. (1963):** Zalesňování horských holí v okolí Pradědu. Opava, Čas. Slez. Muzea, série C, č.2, s.43-49

- Hošek, E. (1972):** Vlivy minulosti na přírodu a historické zajímavosti v chráněné krajinné oblasti Jeseníky. Ostrava, Campanula, č.3, s.103-118
- Hošek, E. (1973):** Vývoj dosavadního hospodaření v nejvyšších polohách Jeseníků a jeho vliv na horní hranici lesa. Ostrava, Campanula, č.4, s.69-81
- Hošek, E. (1987):** Průzkum dlouhodobého vývoje lesních porostů v oblasti SPR Praděd. Manuskript, Správa Chráněné krajinné oblasti Jeseníky
- Jeník, J. (1961):** Alpínská vegetace Krkonoš, Kralického Sněžníku a Hrubého Jeseníku. Praha, ČSAV, 409 s.
- Jeník, J., Bureš, L., Burešová, Z. (1980):** Syntaxonomical study of vegetation in Velká kotlina cirque, the Sudeten Mountains. Praha, Folia Geobot. Phytotax., č. 15, s.1-28
- Jirásek, J. (1995):** Společenstva přirozených smrčín České republiky. Praha, Preslia, 67: 225-259
- Jones, H., Pomeroy, J. W., Walker, D. A., Hohan, R. W. eds. (2001):** Snow Ecology. Cambridge University Press
- Klímešová, J. (1993):** Rostlinná společenstva alpínského stupně se smilkou tuhou (*Nardus stricta*) v Hrubém Jeseníku. II. Vztah mezi smilkovými porosty a sněhovou pokrývkou. Praha, Preslia, 65 : 63-75.
- Knight, D. H., Weaver, S. W. et al. (1979):** "Differential Response of Subalpine Meadow Vegetation to Snow Augmentation." Journal of Range Management 32, s. 356-359
- Kočí, M. (2001):** Společenstva vysokobylinných niv (Mulgedo – Aconitetea) v Hrubém Jeseníku. Časopis Slezského muzea, Opava, str. 179 – 191
- Kočí, M. (2001):** Subalpine tall – forb vegetation in the Czech Republic : syntaxonomical revision. Praha, Preslia, s. 289 - 331
- Kočí, M., Krahulec, F. a kol. (2001):** Katalog biotopů ČR, AOPK ČR, Praha
- Koranda, J.(1994a):** Minulost a současnost jeseníckých horských chat-Švýcárna, Barborka. Brno, 4 s. + 4 s.
- Koranda, J. (1994b):** Minulost a současnost jeseníckých horských chat-Praděd. Brno, 8 s.
- Koranda, J. (1994c):** Minulost a současnost jeseníckých horských chat-Ovčárna. Brno, 8 s.
- Koranda, J. (1994d):** Minulost a současnost jeseníckých horských chat-Sporthotel Kurzovní. Brno, 4

- Korner, Ch. (1999):** Alpine plant life. Heidelberg, Springer – Verlag Berlin
- Kubát, K. (2002):** Klíč ke květeně ČR. Praha, Academia
- Kudo, G., Suzuki, S. (2002):** Relationships between flowering phenology and fruit set of dwarf shrubs in alpine fellfields in northern Japan. *Arctic, Antarctic and Alpine Research* 34, s. 185 – 190
- Larcher W. (2003):** Physiological plant ecology – Ecophysiology and stress physiology of functional groups. Springer Germany 513 p. ISBN 3-540-43516-6.
- Larcher, W. (1988):** Fyziologická ekologie rostlin. Praha, Academia
- Lednický, V. (1972):** Větrné poměry Pradědu. Ostrava, Campanula, č. 3, s. 9-22
- Lednický, V. a kol. (1973):** Teplota vzduchu na Pradědu. Ostrava, Campanula, č. 4, s. 175-202
- Lednický, V. (1973):** Sněhové poměry na Pradědu. Praha, Meteorologické zprávy, č. 26, s. 52-58
- Lednický, V. (1977):** Zhodnocení klimatických poměrů vrcholových partií Hrubého Jeseníku na příkladu Pradědu pro potřeby rekreace. Špindlerův mlýn-Svatý Petr, Sborník referátů z vědecké pracovní konference Člověk a horská příroda ve 20. stol., sv.3, s.175-184
- Lednický, V. (1985):** Podnebí Pradědu. Šumperk, Severní Morava, sv.49, s.44-48
- Liston G.E., McFadden J.P., Sturm M., Pielke R.A. (2002):** Modelled changes in arctic tundra snow, energy and moisture fluxes due to increased zhruba. *Global Change Biology*, 8, p. 17-32.
- McCown B.H. et Tiezsen L.L. (1972):** A comparative investigation of periodic trends in carbohydrate and lipid levels in arctic and alpine plants. In Bowen S. Proceedings 1972 US tundra biome symposium. Hanover – New Hampshire, USA CRREL., p. 40 – 45.
- Moral R. del (1983):** Competition as a control mechanism in subalpine meadows. *American Journal of Botany*, vol. 70, no. 2, p. 232 - 245.
- Moravec, J. a kol. (1994):** Fytocenologie. Praha, Academia
- Morávková, K. (1999):** Vybrané problémy z biologie a ekologie třtiny chloupkaté v imisně postižené oblasti Jizerských hor. Sborník Severočeského muzea, Liberec, str. 53 – 94
- Neumann, P.W., Merriam, H.G.(1972):** Ecological effects of snowmobiles. *Canadian Field-Naturalist*, 86, 207-212.

Pesant, A.R. (1987): Snowmobiling impact on soil properties and winter cereal crops. - Canadian Field Naturalist 101, s. 22-32.

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

Price, M. V. , Waser, N. M. (2000): Responses of subalpine meadow vegetation to four years of experimental warming. Ecological Applications, s. 811-823.

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

Pyšek, P. (1993): What do we know about Calamagrostis villosa?. Preslia, č. 1, str. 1 – 20

Pyšek, P. (1990): The influence of Calamagrostis villosa on the species diversity of deforested sites in the Krušné hory Mts. Preslia, str. 323 – 335

Rixen, Ch., Stoeckli, V., Huovinen, Ch. (2001): The phenology of four subalpine herbs in relation to snow cover characteristics. Soil-Vegetation-Atmosphere Transfer Schemes and Large-Scale Hydrological Models (Proceedings of a symposium held during the Sixth IAHS Scientific Assembly at Maastricht, The Netherlands, July 2001). IAHS Publ. No. 270, s. 359-362

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

Stoeckli, V. , Rixen, C (2000): Characteristics of artificial snow and its effect on vegetation. Conference Proceedings of the International Snow Science Workshop, Big Sky, Montana (USA), October 1-6

Samek, V. : Expanze třtiny chloupkaté v imisních oblastech hor. Praha, Živa, 36, s.45 – 46

Schimel, J. P., Bilbrough, C., Welker, J. M. (2004): Increased snow depth affects microbial activity and nitrogen mineralization in two arctic tundra communities. Soil biology and Chemistry 36, 217 – 227

Schmidt, S. K., Lipson, D. A. (2004): Microbial growth under the snow: Implications for nutrient and allelochemical availability in temperate soils. Plant and Soil, 259, 1 – 7

Skuhrová, L. (2008): Vliv rozdílných zimních podmínek na fenologii a sezonní dynamiku pokrývnosti brusnice borůvky (Vaccinium myrtillus) v subalpínských brusnicových porostech asociace Festuco – Vaccinietum v Hrubém Jeseníku, diplomová práce. UP Olomouc

Slavíková, J. (1982): Ekologie rostlin. Katedra botaniky vyšších rostlin, PŘF UK, Praha

Šafář J. a kolektiv (2003): Chráněná území ČR (Olomoucko). Praha, Agentura

ochrany přírody a krajiny ČR a Ekocentrum Brno

Štursa, J., Jeník, J., Kubíková, J., Rejmánek, M., Sýjora, T., Brabec, E., Buchar, J., Nekvasilová, H., Rejmánková, E. et Štursová, H. (1973): Sněhová pokrývka západních Krkonoš v abnormální zimě 1969/70 a její ekologický význam. Opera Corcont., 10, s. 111-146.

Ter Braak, C.J.F., Šmilauer, P. (1998): CANOCO Reference Manual and User's Guide to Canoco for Windows. Software for Canonical Community Ordination (version 4). Centre for Biometry Wageningen (Wageningen, NL) and Microcomputer Power (Ithaca NY, USA)

Tejnská, S., Tejnský, J. (1972): Klimatické poměry Pradědu. Ostrava, Campanula, č. 3, s. 53-60

Valter J. (1985): Metodický předpis č.10: Návod pro činnost fenologických stanic -Lesní rostliny. 111 str., vyd. 1, Praha, ČHMÚ

Walker, D.A., Halfpenny, J. C., Walker, M. D., Wessman, C. A. (1993): Long-term studies of snow-vegetation interactions. Bioscience, 43, s. 287-301

Walker, M. D., Ingersoll, R. C., Weber, P. J. (1995): Effects of interannual climate variation on phenology and growth of two alpine forbs. Ecology, 76, s. 1076 – 1083

Walker, M. D., Walker, D. A., Wolker, J. M., Arft, A. M., Bardsley, T., Brooks, P. D., Fahnestock, J. T., Jones, M. H. Turner, P. L. (1999) : Long-term experimental manipulation of winter snow regime and summer temperature in arctic and alpine tundra. Hydrological Processes, 13, s. 2315-2330

Walker M. D., Weber, P. J., Arnold, E. H., Bert – May, D. (1994): Effects of interannual climate variation on aboveground phytomass in alpine vegetation. Ecology, s. 393 – 408

Weaver, T., Collins, D. (1997) : Possible effects of weather modification (increased snowpack) on *Festuca idahoensis* meadows. Journal of Range Management 30, s. 451-456.

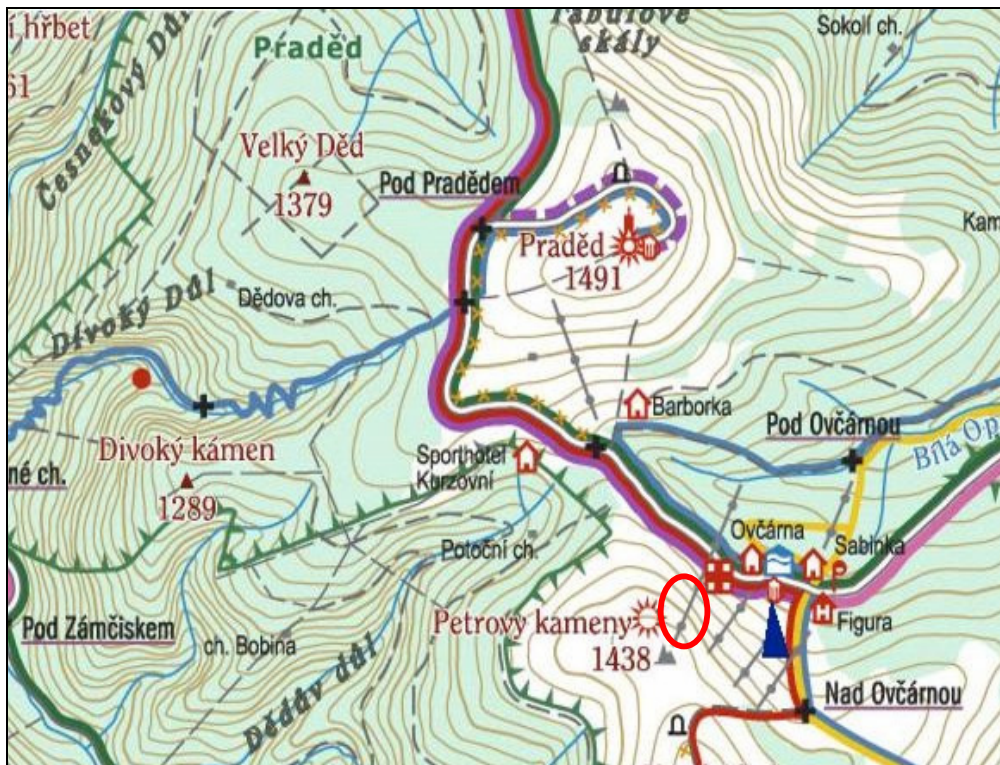
Williams, M. W., Brooks, P., Seastedt, T. (1998): Nitrogen and Karbon Soil Dynamics in Response to Climate Change in a High – elevation Ecosystem in tha Rocky Mountains, U. S. A. Arctic and Alpine Research , No. 1 , 26 - 30

Zahradnický slovník naučný 2. Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha 1996

drusop.nature.cz
stanoviste.natura2000.cz

Přílohy

Příloha č. 1 : Výřez turistické mapy s červeně vyznačeným prostorem zájmového území sjezdové tratě „A“.



Příloha č. 2 : Lokalizace studijních ploch pod Petrovými kameny na sjezdové trati s čísly 25 – 38 a v přirozeném prostředí 41– 60. Foceno z protisvahu (Praděd).



Příloha č. 3: Lokalizace studijních ploch pod Petrovými kameny na sjezdové trati s čísly 25 – 38 a v přirozeném prostředí 41– 60. Na pláncu barevně odlišena subalpínská společenstva.



Příloha č. 4: Termíny odtání posledního sněhu na jednotlivých plochách v roce 2004

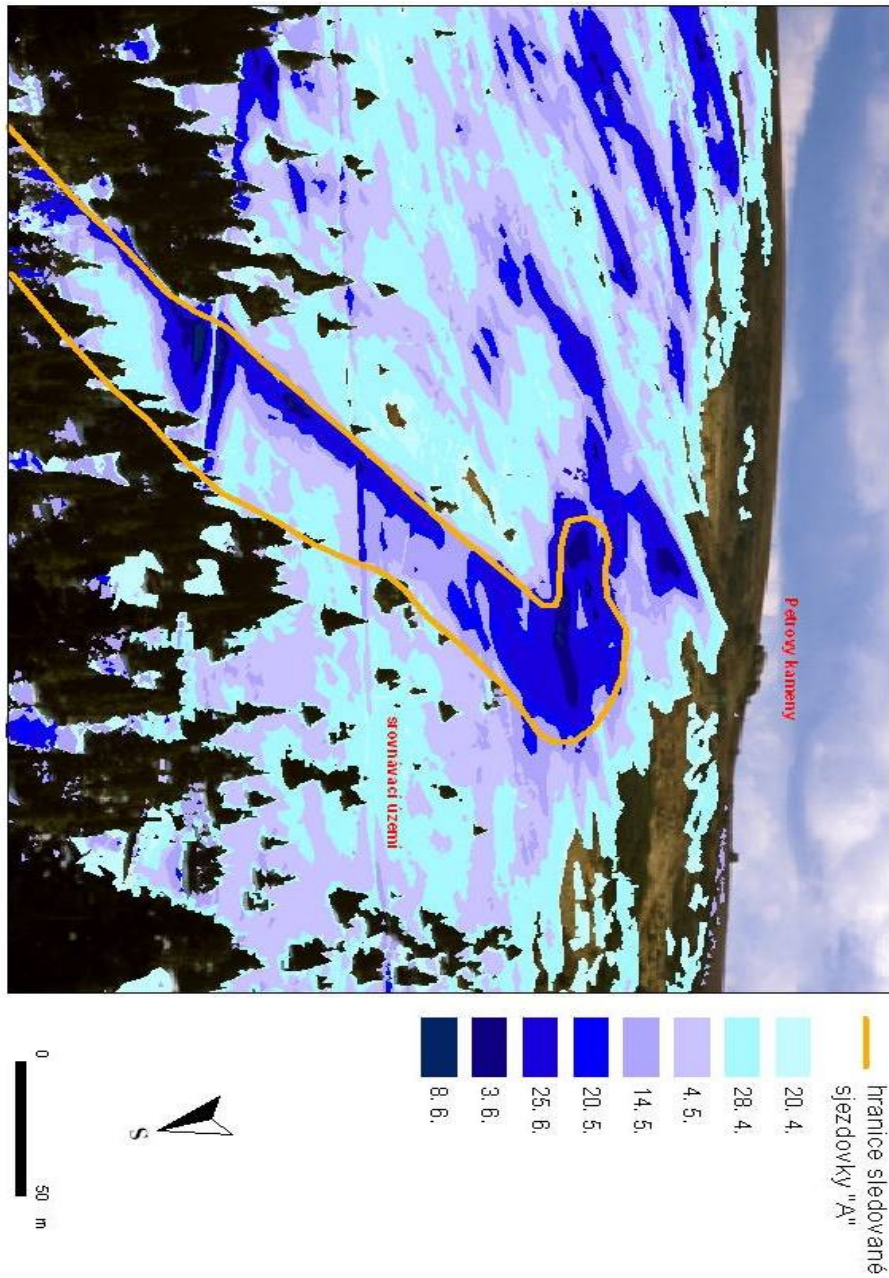
Kód plochy	Datum odtání sněhu	Kód plochy	Datum odtání sněhu
CK 41	1.5.	CS 25	14.5.
CK 42	5.5.	CS 26	17.5.
CK 43	5.5.	CS 27	17.5.
CK 47	1.5.	CS 28	19.5.
CK 48	5.5.	CS 30	17.5.
CK 50	5.5.	CS 31	20.5.
CK 55	5.5.	CS 33	20.5.
CK 58	1.5.	CS 36	27.5.
CK 59	5.5.	CS 37	27.5.
CK 60	5.5.	CS 38	27.5.

Pozn. : v období tání sněhu (cca od poloviny dubna do začátku června) byl na lokalitě mapován prostorový průběh tání sněhu ve 2 – 4 denních intervalech z fixních bodů z protisvahu (jižní svah Pradědu) při pevné ohniskové vzdálenosti objektivu (70, 100, 300). Poloha záběrů byla vždy stejná (zaručeno fixními body viditelnými v objektivu). Snímky byly zachyceny zpravidla na dia film Velvia ISO 50.

Snímky byly převedeny do PC a zpracovány v programech ArcGIS 8.3, ArcView GIS 3.1, extenze pro ArcView Image Analysis 1.1, Erdas IMAGINE 8.5., konkrétně bylo provedeno odstranění atmosférických chyb, referencování snímků do jednotných souřadnic, oříznutí, selekce sněhových polí pro jednotlivé časové horizonty, editace získaných ploch (filtrace), konverze na vektor (shapefile), editace vektorových souborů, tvorba tematické mapy odtávání, tvorba animace na základě rektifikovaných fotografií, tvorba animace změny sněhových polí pro jednotlivé časové horizonty.

Po odtání sněhu začalo fenologické pozorování.

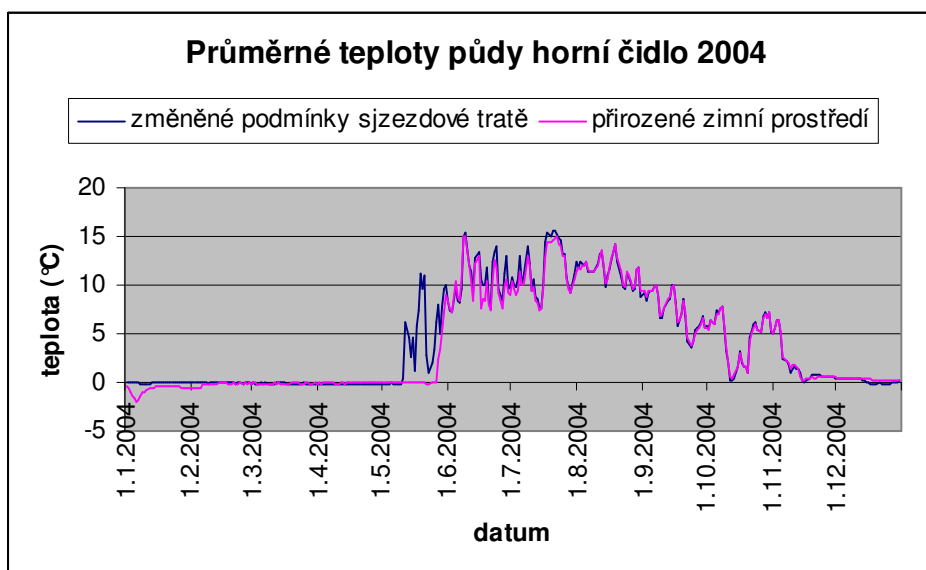
Příloha č. 5: Postup odtávání sněhu (stav sněhové pokrývky) na sjezdové trati „A“ (NPR Praděd) a v okolí ve vybraných jarních termínech r. 2004 (Banaš et al. 2004)

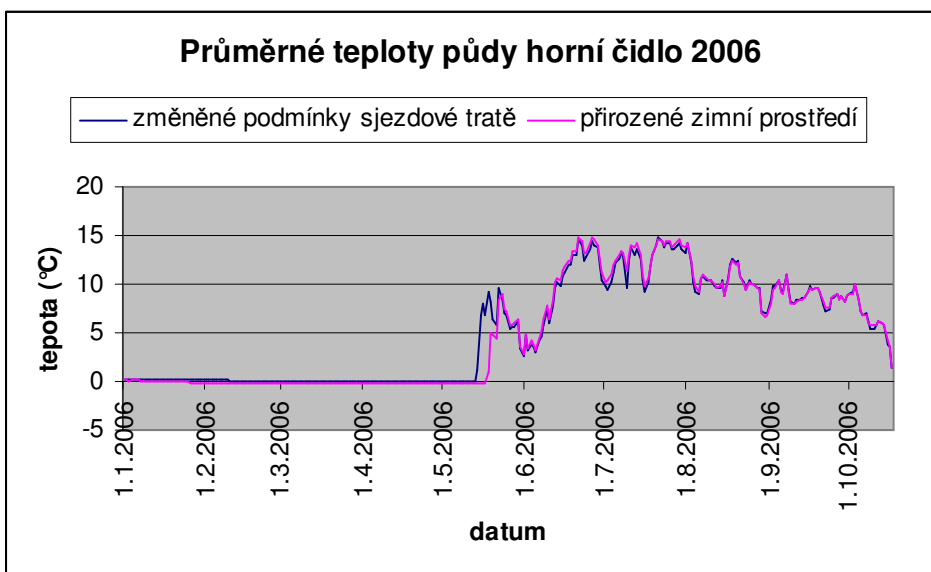
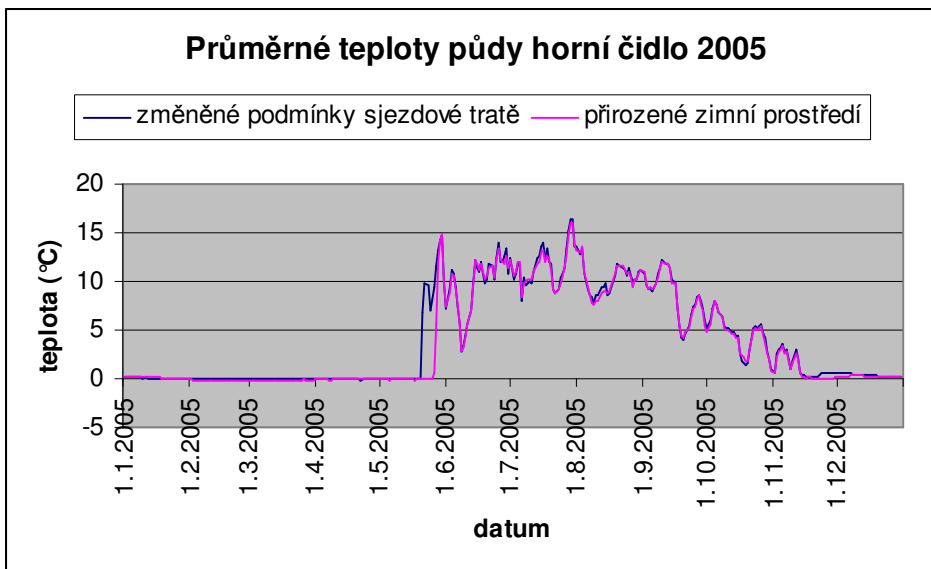


Příloha č. 6: Distribuce sněhové pokrývky na sjezdové trati „A“ a v okolí (NPR Praděd), 17.5.2004 (Banaš et al. 2004)

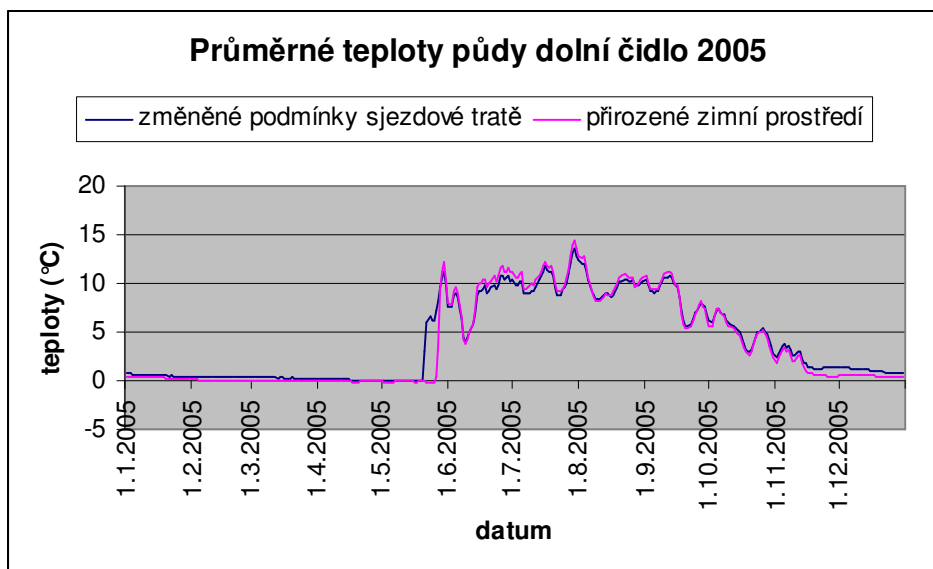
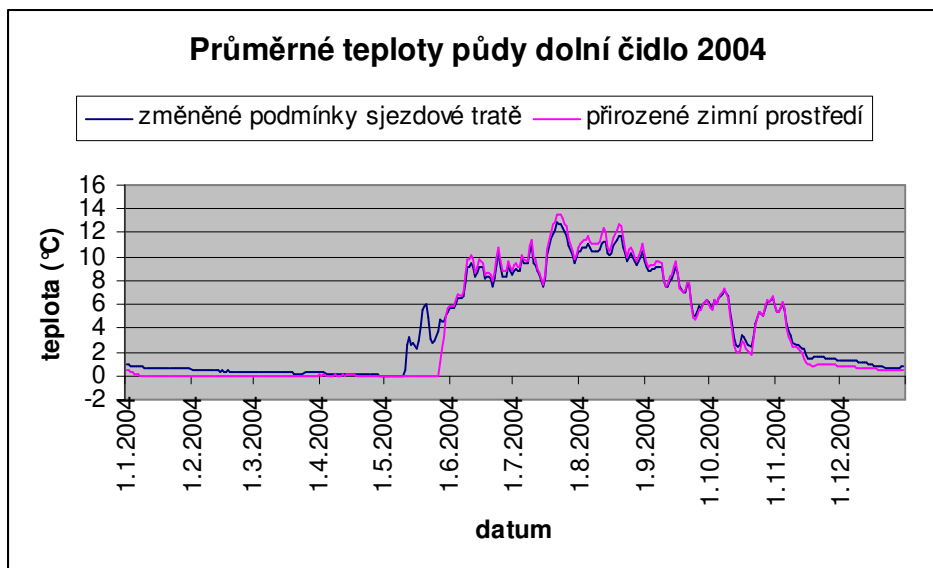


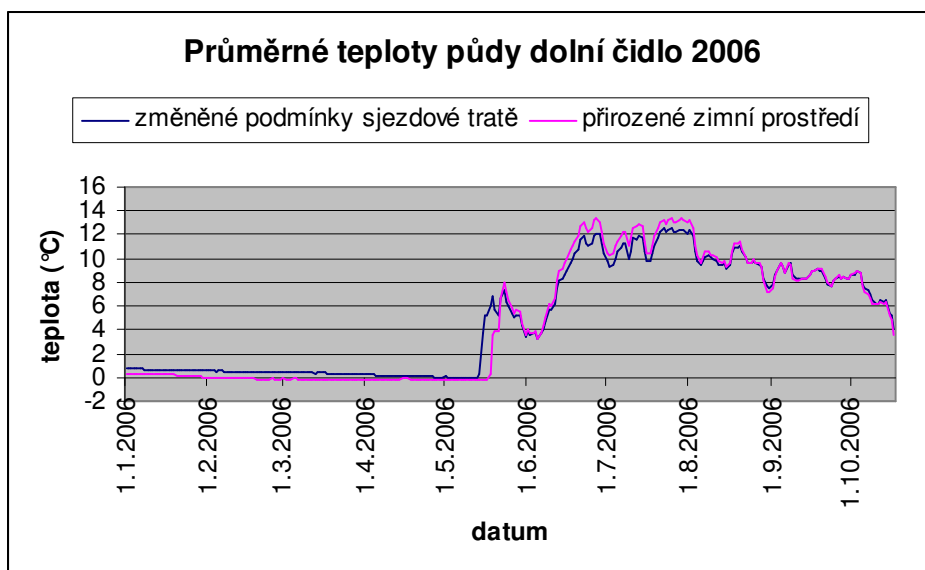
Příloha č. 7: Chod průměrné denní teploty ve svrchní vrstvě půdy (3cm pod povrchem opadu) ve vysokostébelných trávnicích na sjezdovce a kontrolních plochách (příklad situace na plochách CK50, CS38)



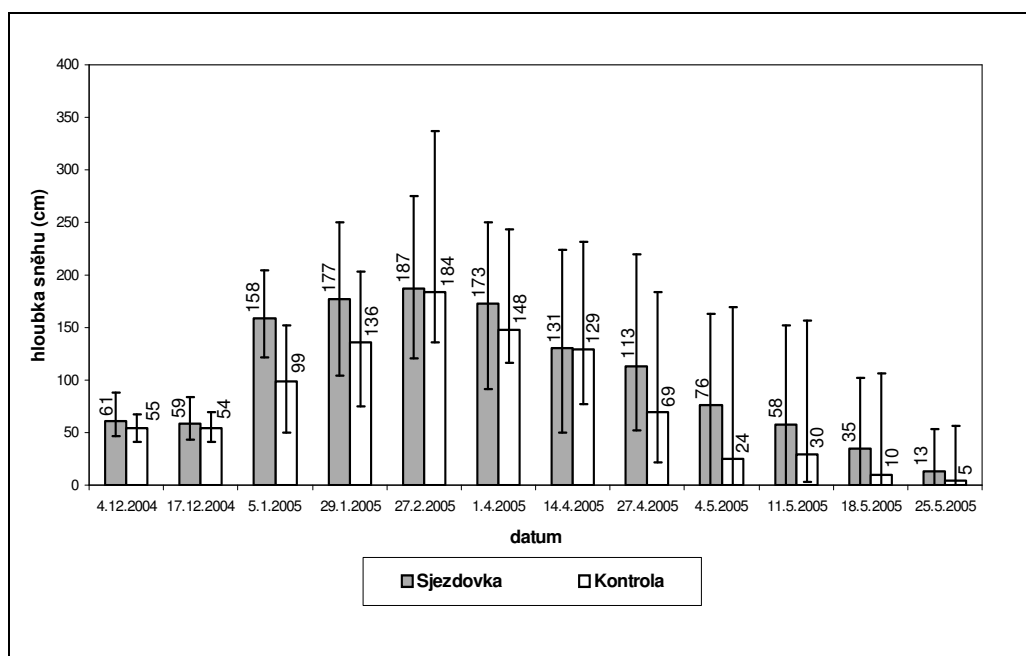


Příloha č. 8: Chod průměrné denní teploty v dolní vrstvě půdy (13cm pod povrchem opadu) ve vysokostébelných trávnicích na sjezdovce a kontrolních plochách (příklad situace na plochách CK50, CS38)





Příloha č. 9: Změny průměrné výšky sněhové pokrývky v čase ve společenstvu třtinových trávníků na sjezdové trati a v přirozeném prostředí (chybové úsečky vyjadřují max./min. výšku sněhové pokrývky)



Příloha č. 10: Fotografická dokumentace

10.1 Zimní podoba lokality (29. 1. 2005)



10.2 Přenosný fenologický čtverec o rozměrech 50 x 50 cm. Každý čtverec je rozdělen na sektory A, B, C, D o velikosti 25 x 25 cm.



10.3 Bika lesní (*Luzula sylvatica*)



10.4 Pohled na lokalitu při rychlém nástupu vegetační sezony (25. 6 . 2004)



10.5 Olistřující se třtina chloupkatá (*Calamagrostis villosa*)



10.6 Lokalita těsně po odtání posledního sněhu (1. 6. 2004)



10.7 *Luzula sylvatica* butonizuje již pod sněhovou pokrývkou (5.5.2004, těsně po odtání sněhové pokrývky na ploše)

