

Univerzita Palackého v Olomouci  
Přírodovědecká fakulta  
Katedra ekologie a životního prostředí



**Změny subalpínské a alpínské vegetace po ukončení  
antropogenních zásahů na lokalitě  
Mumlavská louka**

Ondřej Popelka

Bakalářská práce  
předložená

na Katedře ekologie a životního prostředí  
Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci

jako součást požadavků  
na získání titulu Bc. v oboru  
Ochrana a tvorba životního prostředí

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

Olomouc 2012



Popelka O. (2010): Změny subalpínské a alpínské vegetace po ukončení antropogenních zásahů na lokalitě Mumlavská louka. Bakalářská práce, Katedra ekologie a životního prostředí, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Palackého v Olomouci, 55 s. v češtině.

## Abstrakt

Cílem této bakalářské práce je sledování sukcese subalpínské a alpínské vegetace po předchozí simulaci sešlapu, kosení a stržení drnu v západních Krkonoších. Tyto disturbance byly prováděny ve třech společenstvech: *Carici bigelowii-Nardetum strictae*, *Crepido conyzifoliae-Calamagrostietum villosae*, *Avenello flexuosae-Callunetum vulgaris*, *Festuco supina-Vaccinietum myrtilli*, *Athyrio alpestris-Piceetum*. Sešlap a odstranění biomasy bylo prováděno v letech 2005-2008. Změny ve složení vegetace byly sledovány tři roky po ukončení zásahů. Stržení drnu proběhlo jednorázově v roce 2005 a vývoj vegetace byl sledován mezi roky 2006-2011.

Po ukončení sešlapu a simulace sečení ve společenstvu *Carici bigelowii-Nardetum strictae* nebyla zjištěna žádná změna v pokryvnosti druhů. V kontrolních plochách bylo zřejmé zvyšování pokryvnosti *Anthoxanthum alpinum*. Ve společenstvu *Crepido conyzifoliae-Calamagrostietum villosae* bylo zaznamenáno zvyšování pokryvnosti druhu *Anthoxanthum alpinum* po ukončení sešlapu a odstranění biomasy. Ve společenstvu *Avenello flexuosae-Callunetum vulgaris* byla patrná změna ve složení vegetace po ukončení všech zásahů. Regenerace *Calluna vulgaris* byla pomalá. Naopak se zvyšovala pokryvnost ostatních druhů především *Avenella flexuosa* a *Galium saxatile*. Ve společenstvu *Festuco supina-Vaccinietum myrtilli* stoupala pokryvnost *Trientalis europaea* po ukončení nízké intenzity sešlapu. Druh *Bistorta major* snižoval svou pokryvnost po ukončení silného sešlapu.

Po stržení drnu nejrychleji regenerovalo společenstvo *Crepido conyzifoliae-Calamagrostietum villosae*. Regenerace byla také zřejmá u společenstva *Carici bigelowii-Nardetum strictae* a *Athyrio alpestris-Piceetum*.

Klíčová slova: disturbance, Krkonoše, subalpínská a alpínská vegetace, sukcese, regenerace

Popelka O. (2012): Changes of subalpine and alpine vegetation after cessation of human impacts in the locality Mumlavská louka. Bachelor's thesis, Department of Ecology and Environmental Sciences, Faculty of Science, Palacky University in Olomouc, 55 pp., in Czech

## Abstract

Aim of this bachelor thesis is a monitoring of succession in subalpine and alpine vegetation after the termination of the simulated human trampling, mowing and a sward removal in the Western Giant Mountains (Krkonoše). These disturbances were performed in the five types of plant communities: *Carici bigelowii-Nardetum strictae*, *Crepido conyzifoliae-Calamagrostietum villosae*, *Avenello flexuosae-Callunetum vulgaris*, *Festuco supina-Vaccinietum myrtilli*, *Athyrio alpestris-Piceetum*. Human trampling and simulation of mowing were performed between 2005-2008. The changes in the vegetation were monitored for 3 years after the termination of the impacts. Sward removal was performed in 2005 and development of vegetation was monitored between 2006-2011.

After the termination of trampling and mowing in community *Carici bigelowii-Nardetum strictae* there wasn't any change in cover of species but there was increased cover of *Anthoxanthum alpinum* in control sites. In the *Crepido conyzifoliae-Calamagrostietum villosae* community was recorded increased cover of *Anthoxanthum alpinum* after the termination of trampling and mowing. In the *Avenello flexuosae-Callunetum vulgaris* community was obvious vegetation change after the termination of each impacts. There was slow regeneration of *Calluna vulgaris*. On the other hand, there was increased cover of other species, mainly *Avenella flexosa* and *Galium saxatile*. On the *Festuco supina-Vaccinietum myrtilli* there was increased cover of *Trientalis europaea* after the low intensity of trampling. *Bistorta major* decreased cover in the site, where was performed high trampling.

After the sward removal there was fast regeneration of *Crepido conyzifoliae-Calamagrostietum villosae* community. Regeneration was obvious in the *Carici bigelowii-Nardetum strictae* and *Athyrio alpestris-Piceetum* communities too.

Key words: disturbance, Krkonoše, subalpine and alpine vegetation, succession, regeneration

## Prohlášení

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

V Olomouci 9. května 2012

Podpis:

## Obsah

<b>Seznam tabulek</b> .....	viii
<b>Seznam obrázků a grafů</b> .....	ix
<b>Poděkování</b> .....	x
<b>1 Úvod</b> .....	<b>1</b>
<b>2 Cíl práce</b> .....	<b>3</b>
<b>3 Charakteristika zájmového území a vegetace</b> .....	<b>4</b>
3.1 Abiotické podmínky.....	4
3.1.1 Vymezení studované lokality.....	4
3.1.2 Geomorfologické poměry .....	4
3.1.3 Geologické poměry .....	5
3.1.4 Pedologické poměry.....	6
3.1.5 Klimatické poměry.....	6
3.1.6 Anemo-orografický systém.....	7
3.2 Studovaná vegetace.....	9
3.2.1 Fytogeografické zařazení lokality.....	9
3.2.2 Arkto-alpínská tundra.....	9
3.2.3 Historické vlivy budního hospodaření .....	9
3.2.4 Přehled studovaných společenstev .....	10
<b>4 Metodika</b> .....	<b>17</b>
4.1 Uspořádání a založení pokusu.....	17
4.2 Předchozí mechanické disturbance .....	17
4.3 Sledování změn vegetace .....	18
4.4 Analýza dat.....	19
<b>5 Výsledky</b> .....	<b>21</b>
5.1 Smilkové alpínské trávníky.....	21
5.2 Subalpínské trávníky s třtinou chloupkatou.....	23
5.3 Alpínská vřesoviště .....	27
5.4 Subalpínská borůvková vegetace .....	32
5.5 Papratkové smrčiny .....	35

<b>6</b>	<b>Diskuse</b> .....	<b>39</b>
6.1	Smilkové alpínské trávníky.....	39
6.2	Subalpínské trávníky s třtinou chloupkatou.....	41
6.3	Alpínská vřesoviště .....	42
6.4	Subalpínská borůvková vegetace .....	45
6.5	Horské papratkové smrčiny.....	46
<b>7</b>	<b>Závěr</b> .....	<b>49</b>
<b>8</b>	<b>Literatura</b> .....	<b>52</b>
<b>9</b>	<b>Přílohy</b> .....	<b>56</b>
9.1	Příloha 1 .....	56
9.2	Příloha 2 .....	57
9.3	Příloha 3 .....	60

## Seznam tabulek

<b>Tabulka 1.</b> Výsledky RDA analýzy: smilkové trávníky, kontrola.....	21
<b>Tabulka 2.</b> Výsledky RDA analýzy: smilkové trávníky, stržení drnu .....	22
<b>Tabulka 3.</b> Výsledky RDA analýzy: třtinové trávníky, silný sešlap.....	24
<b>Tabulka 4.</b> Výsledky RDA analýzy: třtinové trávníky, simulace kosení.....	25
<b>Tabulka 5.</b> Výsledky RDA analýzy: třtinové trávníky, stržení drnu .....	26
<b>Tabulka 6.</b> Výsledky RDA analýzy: alpínská vřesoviště, kontrola .....	27
<b>Tabulka 7.</b> Výsledky RDA analýzy: alpínská vřesoviště, slabý sešlap .....	28
<b>Tabulka 8.</b> Výsledky RDA analýzy: alpínská vřesoviště, střední sešlap.....	29
<b>Tabulka 9.</b> Výsledky RDA analýzy: alpínská vřesoviště, silný sešlap.....	30
<b>Tabulka 10.</b> Výsledky RDA analýzy: alpínská vřesoviště, simulace kosení.....	30
<b>Tabulka 11.</b> Výsledky RDA analýzy: alpínská vřesoviště, stržení drnu .....	31
<b>Tabulka 12.</b> Výsledky RDA analýzy: subalpínská borůvková vegetace, slabý sešlap..	33
<b>Tabulka 13.</b> Výsledky RDA analýzy: subalpínská borůvková vegetace, silný sešlap ..	34
<b>Tabulka 14.</b> Výsledky RDA analýzy: subalpínská borůvková vegetace, stržení drnu ..	34
<b>Tabulka 15.</b> Výsledky RDA analýzy: papratkové smrčiny, kontrola .....	36
<b>Tabulka 16.</b> Výsledky RDA analýzy: papratkové smrčiny, stržení drnu .....	37



## Seznam obrázků a grafů

<b>Obrázek 1.</b> Podélný řez anemo-orografickým systémem Mumlavy (Jeník 1961) .....	8
<b>Graf 1.</b> Ordinační diagram RDA analýzy: smilkové trávníky, kontrola .....	21
<b>Graf 2.</b> Ordinační diagram RDA analýzy: smilkové trávníky, stržení drnu .....	23
<b>Graf 3.</b> Ordinační diagram RDA analýzy: třtinové trávníky, silný sešlap .....	24
<b>Graf 4.</b> Ordinační diagram RDA analýzy: třtinové trávníky, simulace kosení .....	25
<b>Graf 5.</b> Ordinační diagram RDA analýzy: třtinové trávníky, stržení drnu .....	26
<b>Graf 6.</b> Ordinační diagram RDA analýzy: alpínská vřesoviště, kontrola .....	27
<b>Graf 7.</b> Ordinační diagram RDA analýzy: alpínská vřesoviště, slabý sešlap .....	28
<b>Graf 8.</b> Ordinační diagram RDA analýzy: alpínská vřesoviště, střední sešlap .....	29
<b>Graf 9.</b> Ordinační diagram RDA analýzy: alpínská vřesoviště, silný sešlap .....	30
<b>Graf 10.</b> Ordinační diagram RDA analýzy: alpínská vřesoviště, simulace kosení .....	31
<b>Graf 11.</b> Ordinační diagram RDA analýzy: alpínská vřesoviště, stržení drnu .....	32
<b>Graf 12.</b> Ordinační diagram RDA analýzy: subalpínská borůvková vegetace, slabý sešlap .....	33
<b>Graf 13.</b> Ordinační diagram RDA analýzy: subalpínská borůvková vegetace, silný sešlap .....	34
<b>Graf 14.</b> Ordinační diagram RDA analýzy: subalpínská borůvková vegetace, stržení drnu .....	35
<b>Graf 15.</b> Ordinační diagram RDA analýzy: papratkove snrčiny, kontrola .....	36
<b>Graf 16.</b> Ordinační diagram RDA analýzy: papratkove snrčiny, stržení drnu .....	38

## **Poděkování**

Za pomoc a rady při zpracování bakalářské práce děkuji mému vedoucímu práce RNDr. Markovi Balašovi, Ph.D. Za konzultace a rady při statistickém zpracování děkuji RNDr. Martinu Duchoslavovi, Ph.D. Za pomoc v terénu děkuji Bc. Barboře Chmelinové a za pomoc při grafické úpravě Bc. Stanislavu Radovi. Především však děkuji svým rodičům za finanční a morální podporu ve studiu.

# 1 Úvod

Horská vegetace nad horní hranicí lesa patří k nejzachovalejším a nejcennějším částím naší přírody. Výskyt těchto společenstev je v ČR omezen pouze na naše nejvyšší hory. Jsou to nejvyšší polohy Krkonoš, Kralického Sněžníku a Hrubého Jeseníku, též společně označované jako Vysoké Sudety (Jeník 1961). Nejen vzácnost, ale i zranitelnost těchto společenstev dokládá také počet vzácných druhů rostlin, jenž se zde vyskytují. Podle publikace Péče o chráněná území (Petříček et al. 1999) zde roste 50 chráněných druhů vyšších rostlin. Jde často o druhy biogeograficky unikátní a endemické, na něž je potravně vázána vzácná fauna (Neuhäuslavová et al. 1998).

Plošně nejrozsáhlejší oblasti nad horní hranicí lesa se nachází v Krkonoších. Komplexy subalpínských a alpínských ekosystémů na hřebenech Krkonoš jsou nejcennější částí polsko-české bilaterální biosférické rezervace UNESCO Krkonoše/Karkonosze, jenž je významná zejména z hlediska biodiverzity (ib.). Ochrana tohoto území je na české straně hor zajištěna Krkonošským národním parkem a Karkonoski Park Narodowy na polské straně. Krkonošský národní park byl vyhlášen 17.5.1963 a je tak nejstarším národním parkem České Republiky (Kos & Maršáková 1997).

Dlouholetá ochrana tohoto území by měla zajistit dobrý stav přírody, opak je ale pravdou. Negativní vlivy cestovního ruchu a imise způsobily, že KRNAP je z mezinárodního hlediska zařazen do seznamu nejohroženějších národních parků světa (Kos & Maršáková 1997, Klapka 2001). Ročně území biosférické rezervace navštíví až 10 milionu osob. KRNAP je tak nejen nejnavštěvovanějším parkem České republiky, ale je také řazen mezi nejnavštěvovanější parky Evropy (Klapka 2001). Takové množství turistů na relativně malém území samozřejmě vyvolává spory s ochranou přírody. Turisté přitom do Krkonoš přijíždí v zimním i letních měsících. Na správu národního parku je tak vyvíjen tlak na otevírání nejen nových sjezdových tratí a lanovek, ale také turistických cest.

Provoz turistických cest nad horní hranicí lesa je spojen především se sešlapem vegetace v jejich blízkosti, který působí na vegetaci přímo mechanickým poškozováním a nepřímo přes půdní prostředí (Málková 1992). Přitom právě sešlap je v odborné literatuře uváděn jako nejčastější negativní vliv turismu působící na společenstva nad horní hranicí lesa (Chytrý 2007, 2010, Moravec 1995, Petříček et al. 1999). Výrazný růst turistických aktivit a ochrana přírody vedly také ke změně distribuce cest v regionu. Některé cesty byly zavřeny a působení sešlapu na přilehlá rostlinná společenstva se

snížilo (Matějka & Málková 2010). Stejně tak i nevyhovující turistické cesty byly později uzavřeny. Vliv těchto cest na okolní vegetaci je často patrný ještě po několik desetiletí, jako je tomu například u bývalé naučné stezky vedoucí po hraně Úpské jámy (Klapka 2001). Pro správný management národních parků je tedy důležité znát vývoj společenstev nejen za přímého působení sešlapu při jeho různých intenzitách, ale i dlouhodobé sukcesní změny po jeho ukončení.

Štursová (1974), se zabývala hrubou mechanickou disturbancí v Krkonoších na Bílé a Čertově louce. Problematikou změn vegetace podél turistických cest se ve východních Krkonoších zabývala také Málková (1992, 1993, 1994). Její práce spočívají v hodnocení vlivu sešlapu podél používaných a opuštěných cest. Nikdy zde však nebyl založen manipulativní pokus. Vliv sešlapu v Krkonoších také nikdy nebyl sledováno kontinuálně na stejných plochách během působení sešlapu a po jeho ukončení.

Dalším významným problémem ohrožující subalpínská a alpínská společenstva v Krkonoších je expanze trav *Calamagrostis villosa*, *Avenella flexuosa*, *Molinia caerulea* a *Anthoxantum alpinum*. Ta je dávana do spojitosti především se spadem imisí dusíku a následnou eutrofizací stanovišť. Neméně podstatným důvodem expanze těchto druhů je ale také ukončení několik století trvajících budního hospodaření (Soukupová et al. 1995, Hejzman et al. 2006). To bylo spojeno především s likvidací kleče, pastvou a travením na hřebenech Krkonoš. V důsledku těchto zásahů došlo k rozšíření některých společenstev, především smilkových holí, na úkor jiných (Lokvenc 1978).

Problematikou vlivu seče na subalpínská společenstva se v Krkonoších zabýval Hejzman et al. (2006, 2009, 2010). Tyto práce však sledovali vývoj vegetace v průběhu sečení, ale již ne po jeho bezprostředním ukončení. Nikdy zde také nebyl sledován vliv pravidelného odstranění biomasy na jiná než travinná společenstva.

Tato práce navazuje na diplomovou práci J. Šubrta (2007) a K. Janešové (2010), jenž se zabývali změnami složení a pokryvnosti vegetace pod dlouhodobým vlivem simulace sešlapu a sečení v letech 2005–2009. V předkládané práci je sledován další vývoj po ukončení těchto zásahů mezi lety 2010–2011.

## 2 Cíl práce

Cílem práce je popsat kvantitativní a kvalitativní změny vegetace na pěti vybraných společenstvech subalpínského stupně západních Krkonoš po ukončení předchozí čtyřleté simulace sešlapu a kosení. Simulace byly prováděny dvakrát ročně mezi lety 2004–2008 ve společenstvech: *Carici bigelowii-Nardetum strictae*, *Crepido conyzifoliae-Calamagrostietum villosae*, *Avenello flexuosae-Callunetum vulgaris*, *Festuco supina-Vaccinietum myrtilli*, *Athyrio alpestris-Piceetum*. Tato práce sleduje další vývoj vegetace mezi lety 2010–2011.

Cílem je výsledná data porovnat se stavem vegetace před započítí pokusu a bezprostředně po jeho skončení. Pomocí tohoto srovnání se práce snaží odpovědět na schopnost těchto společenstev vrátit se do původního stavu před narušením. Tyto výsledky by mohly v budoucnosti sloužit jako podklady pro správné odhadnutí rizik spojených s otvíráním nových turistických cest. Dále mohou přispět k objasnění jak velkým vlivem se dřívější kosení luk nad horní hranicí lesa podílelo na dnešním stavu vegetace v subalpínském stupni Krkonoš.

### **3 Charakteristika zájmového území a vegetace**

#### **3.1 Abiotické podmínky**

##### **3.1.1 Vymezení studované lokality**

Pokusné plochy se nachází v prostoru Mumlavské louky v západních Krkonoších. Mumlavská louka leží v pramenné oblasti Velké a Malé Mumlavy mezi vrcholem Kotle (1 435 m n. m.) a Harrachovými kameny (1 421 m n. m.) na jihu a hřebenovou částí Sokolníkem (1 384 m n. m.) a Violíkem (1 472 m n. m.) na severu. Ze severu sousedí s Labskou loukou a z východu Pančavskou loukou, jenž končí hranou Labského dolu. Na jihu sousedí s vrcholem Kotle a na západě se svažuje do údolí Mumlavy.

První část lokality se nachází v jižní části Mumlavské louky v I zóně KRNAP v nadmořské výšce přibližně 1250–1360 m. Pokusné plochy jsou situovány mezi pravý břeh Velké Mumlavy, Českou cestu vedoucí od sedla Pod Kotlem k prameni Labe a rozcestím U čtyř pánů. Jedna z ploch je na ostrůvku mezi dvěma rameny Velké Mumlavy. Druhá část lokality se nachází na levém břehu Velké Mumlavy v papratkové smrčtině pod Mumlavskou loukou v II zóně KRNAP v nadmořské výšce přibližně 1180 m.

##### **3.1.2 Geomorfologické poměry**

Sudety představují výrazný horský masiv patřící do soustavy geologicky starých, prvohorních evropských středohor tzv. Hercynidů. Krkonoše jsou nejvyšší částí nejen Sudet, ale i nejvyšším pohořím celé střední Evropy severně od Alp a západně od Karpat (Štursa & Dvořák 2009). Jde o kerné pohoří, které tvoří vysoké hrástě s plošinami ve vrcholové oblasti. Mladá eroze zde z části za spolupůsobení horského zalednění vytvořila hluboké ostré zářezy jako je údolí horního Labe, Úpy a Jizery (Neuhäuslavová 1998). Střední nadmořská výška pohoří je 901 m, nejvyšším bodem je Sněžka 1602 m n. m. (Demek 2006).

V rámci geomorfologického členění České republiky patří Krkonoše do geomorfologického celku Krkonošská podsoustava, jenž je západní částí Krkonoško-jesenické soustavy. Lokalita se nachází v nejvyšší části pohoří – podcelku Krkonošské hřbety, v okrsku Český hřbet. Jedná se o strukturní, místy asymetrický

horský hřbet směru severozápad–jihovýchod se zbytky zarovnaných povrchů, přerušeny hlubokým zářezem Labe. Nacházejí se zde četné tvary periglaciálního zvětrávání a odnosu: skalní výchozy, sut'ové proudy a strukturní půdy. Jsou zde také pleistocénní ledovcové kary s pestrou květenou. Nejvyšším bodem je Luční hora 1556 m n. m. Další významnými body jsou Kotel 1435 m n. m., Kozí hřbety 1387 m n. m., Lysá hora 1343 m n. m., Studniční hora 1554 m n. m. a Zlaté návrší 1411 m n. m. (ib.).

### 3.1.3 Geologické poměry

Oblast Krkonoš náleží do regionální geologické jednotky Krkonošsko-jizerské krystalinikum, do úseku krkonošsko-jizerského žulového masivu. Krkonošsko-jizerské krystalinikum vystupuje v severovýchodní části Českého masivu jako součást větší geologické jednotky Západních Sudet. V jeho geologické struktuře a horninách jsou zaznamenány všechny nejvýznačnější orogenní etapy geologické historie Českého masivu: orogeneze grenvillská, madonská, makedonská a variská (Chaloupský et al. 1989a).

Národní park je geologicky pestrým územím. Pohraniční hřeben Krkonoš od západu až ke Sněžce je tvořen především hrubozrným až středně zrnitým granodioritem. Centrální část, jižní a východní okraj jsou představovány pestrým souborem metamorfovaných hornin, kde převládají zejména svorové ruly, svory, ortoruly, kvarcity, fylity, diabasy a krystalické vápence (Kos & Maršáková 1997). Na lokalitě Mumlavská louka se podle geologické mapy Krkonoš a Jizerských hor (Chaloupský et al. 1989b) nachází výrazně porfyrická středně zrnitá žula až granodiorit.

Žuly a granodiority jsou nejhojněji zastoupenými hlubinnými horninami České republiky. Jsou složeny převážně z živců a křemene, z ostatních minerálů může být přítomen muskovit, turmalín, biotit a amfibolit. Žuly se vyznačují převahou draselného živce nad plagioklasem, granodiority převahou plagioklasu nad draselným živcem. Reakce těchto hornin je kyselá (Hejtman 1969).

### 3.1.4 Pedologické poměry

Půdy na území KRNAP jsou díky převládajícímu kyselému podloží většinou minerálně dosti chudé a vlhkostně díky srážkovým poměrům relativně příznivé (Podrázský 2007). Nejdůležitějšími půdotvornými procesy, které působili při formování a utváření vlastností půdních profilů nelesních půd v Krkonoších bylo zvětrávání půdotvorného substrátu a podzolizace (Boháč 1969). Na území KRNAP je možno na základě změny nadmořské výšky vymezit tři pásma půd. První tvoří pásmo hnědých půd podzolovaných v nadmořské výšce do 900–1000 m, druhé je pásmo podzolovaných půd do výšky 1200–1300 m a třetí pásmo nevyvinutých půd, kamenitých sutí a skal (ib).

Na území sledované lokality se nachází převážně půdy podzolované (Boháč & Nálevka 1971, Podrázský 2007). Matečným substrátem podzolovaných půd jsou zpravidla zvětraliny minerálně slabších hornin. Hlavním půdotvorným pochodem je intenzivní vyplavování – podzolizace. Ve velmi kyselém prostředí se rozkládají prvotní minerály a oxidy železa i hliníku se přemísťují do spodiny. Společně s oxidy jsou přemísťovány i humusové látky. Pod humusovým horizontem leží eluviální horizont, který hlouběji přechází ve výrazný horizont iluviální. Zrnitostní složení podzolů je převážně lehčí, velmi častý je skelet. Obsah surového humusu je vysoký, reakce obvykle silně kyselá, sorpční vlastnosti velmi špatné. Fyzikální vlastnosti jsou příznivější. Podzoly jsou půdy s velmi nízkou přirozenou úrodností (Tomášek 2007). Podzolované půdy na lokalitě jsou mělké tj. skalní podklad není hlouběji než 30 cm, se značnou příměsí skeletu v povrchových vrstvách (Boháč & Nálevka 1971).

### 3.1.5 Klimatické poměry

Česká republika spadá do mírného podnebného pásu severní polokoule. Podnebí Česka je na pomezí kontinentálního a oceánického klimatu s nárůstem kontinentality směrem na východ a nárůstem oceanity s nadmořskou výškou. Roční průměr teploty České republiky v období 1961–2000 měl statisticky významný oteplovací trend 0,028 °C za rok. Oteplování je nejvýznamnější v zimě a na jaře, nevýznamné je na podzim (Atlas...2007).

Podle studie Klimatické oblastí Československa (Quitt 1971) spadá lokalita do chladné oblasti CH4. Léto je velmi krátké, chladné a vlhké, přechodné období velmi



dlouhé s chladným jarem a mírně chladným podzimem, zima velmi dlouhá, velmi chladná, vlhká s velmi dlouhým trváním sněhové pokrývky.

Podle Atlasu podnebí Česka (2007) je průměrná roční teplota vzduchu 2–3 °C. Průměrný roční počet mrazových dní je 180–200 a průměrný počet ledových dní je nad 80. Nejteplejší měsíce jsou červenec a srpen, nejchladnější je leden. Roční průměr srážek je více než 1200 mm. Nejvíce srážek spadne v červenci a srpnu, nejméně v dubnu. Průměrný sezónní počet dní se sněžením je 100 a průměrný sezónní počet dní se sněhovou pokrývkou více než 160. Průměrná roční relativní vlhkost vzduchu je nad 85 %. Převládají směr větru v Krkonoších je západního kvadrantu (Jeník 1961).

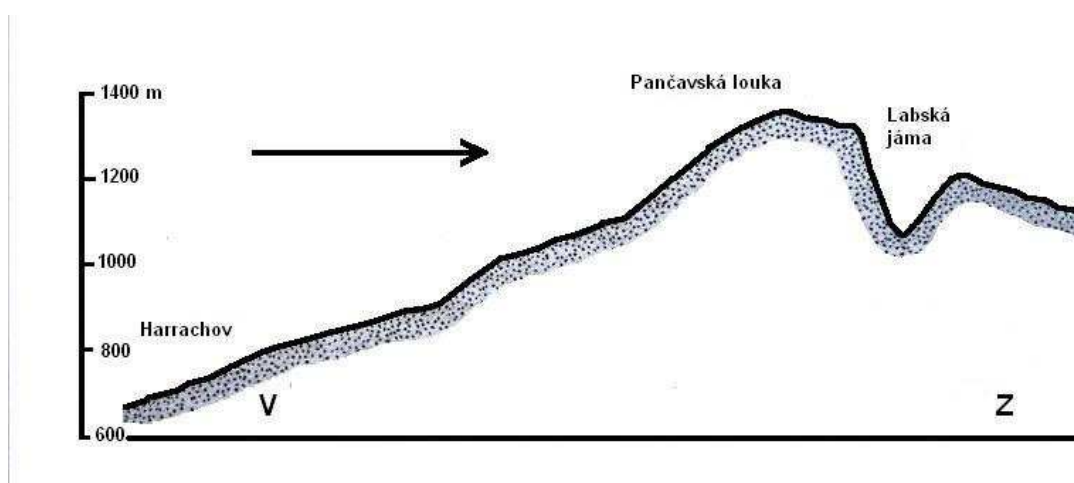
### 3.1.6 Anemo-orografický systém

Jde o význačný fyzicko-geografický jev Vysokých Sudet, který má topografický vztah k protáhlým údolím západových směru. Tento vztah prostředkují stále lokální větry, které podstatně ovlivňují určité části hřebenů, vrcholů a náhorních plošin a které vytvářejí charakteristické závětrné polohy. (Jeník 1961)

Některá údolí Krkonoš (Vysokých Sudet obecně) západových směru působí ve svém horním toku na převládající větry západního kvadrantu jako sběrná koryta. Soustřeďují ve svém profilu vzdušné proudy různých výchozích směrů a vedou je ve směru své podélné osy k hřebenovým částem a náhorním plošinám. V orograficky usměrněném proudu zanikají nevýrazné vírové zplodiny mechanické turbulence a vzdušné proudnice se srovnávají do přímého směru. Při výstupu proudu do závěru údolí a na úroveň hřebenů a náhorních plošin se postupně zmenšuje průtočný profil a jemu úměrně se zvyšuje rychlost proudění, takže v dotyčných částech Krkonoš vane trvalý a usměrněný vítr značné rychlosti. Přes vrcholovou část hřebenů a náhorních plošin směřují lokální vzdušné proudy převážně k hornímu okraji (hraně) krkonošský jam a kotlin. Na těchto hranách se vzdušný proud odtrhává od povrchu horského terénu a dává tak vznik složitým závětrným turbulentním jevům. Každý anemo-orografický systém má tedy tři hlavní části: vodící návětrné údolí, zrychlující vrcholovou část a turbulentní závětrný prostor (Jeník 1961).

Studovaná lokalita se nachází v anemo-orografickém systému Mumlavy. Ten vzniká účinkem hluboce zaříznutého Mumlavského dolu, položeného přibližně ve směru západových mezi slezským a českým hřebenem pohoří. Vzdušné proudnice pronikají do širokého ústí Mumlavského dolu v prostoru Nového světa a Harrachova. Západní a severozápadní větry pronikají do údolí přímo, kdežto velmi časté jihozápadní

větry narážejí na nejzápadnější výběžky slezského hřebene Krkonoš. Pro další usměrnění a zrychlení větru má neobyčejný význam pozvolné stoupání závěru údolí a stejnoměrné zmenšování jeho příčného profilu ve směru od Harrachova (700 m n. m.) až po hřbetnici na Navorské louce (kóta 1343 m n. m.). Při postupu směrem na Navorskou louku se vzdušný proud lokálního větru vytlačuje do stále se zmenšujícího profilu údolí a přitom mu neustále přibývá na rychlosti. Proto na úrovni Navorské, Labské a Pančavské louky vanou často větry značných rychlostí, které ovlivňují výrazně vegetaci (Jeník 1961).



Obrázek 1. Podélný řez anemo-orografickým systémem Mušlavy (Jeník 1961)

## 3.2 Studovaná vegetace

### 3.2.1 Fytogeografické zařazení lokality

Území České republiky náleží do temperátního (mírného) pásma květenné říše Holarktis, do květenné oblasti středoevropské, v pojetí ČR mezofytikum. V prostoru České republiky jsou dále odlišeny jako extrazonální oblasti oreofytikum a termofytikum. Studovaná lokalita spadá do oblasti oreofytika, fytogeografického obvodu České oreofytikum, okresu Krkonoše do stupně subalpínského (nižší vysokohory). Stupeň subalpínský zahrnuje území oreofytika nad horní hranicí lesa, případně i pruh pastvin a horských luk vzniklých umělým odlesněním u této hranice. Jsou pro něj význačné zejména klečové klimaxové porosty nebo přirozené bezlesí. Horní hranici subalpínského stupně tvoří horní hranice souvislých porostů *Pinus mugo* (Hejný & Slavík 1997).

### 3.2.2 Arkto-alpínská tundra

Přirozeně bezlesá společenstva nad horní hranicí lesa v Krkonoších jsou často označovány pojmem Arkto-alpínská tundra. Jde o podtyp alpínské tundry, který v nevelké nadmořské výšce a střední zeměpisné šířce má v neživé i živé přírodě výrazné zastoupení severských a vysokohorských prvků. Na základě geomorfologického utváření, rozdílů v topoklimatu a zastoupení ekosystémů byly v rámci arkto-alpínské tundry Krkonoš vylišeny tři exogeodynamické a ekologické zóny. Jde o zóny kryo-eolickou, kryo-vegetační a niveo-glaciální. Studovaná lokalita leží v zóně kryo-vegetační (Soukupová et al. 1995).

Jedná se o velmi chladnou oblast intenzivně degradovaného paleoreliéfu vystavenou srážkonosným západním větrům. Jsou zde zbytky zvětralínového pláště po bývalém etchplénu a zarostlé segregáčnické, polygonální a brázděné struktury i soliflukční fenomény se severskou vegetací. (ib.).

### 3.2.3 Historické vlivy budního hospodaření

Budní hospodaření se objevilo v Krkonoších na přelomu 16. a 17. století s příchodem lesních dělníků jenž zde měli těžit dřevo pro Kutnou Horu. Tito dělníci, k jejichž majetku často patřil i dobytek, zakládali na mýtinách boudy, jenž sloužili jako přechodné bydliště (Lokvenc 1978).

Rozvoj budního hospodaření začal především po ukončení těžeb pro zásobování kutnohorských dolů dřevem (Vacek et. al. 2007). Budaření neustalo ani přes období třicetileté války a po válce bylo podporováno. Rozvoj horského hospodaření měl za následek ničení porostů kosodřeviny a smrku, horských louček, vznik stezek a průhonů dobytka. Plochy potřebné k dobytkařství se získávali kácením, klučením, vzácně vypalováním porostů (Lokvenc 1978).

Převládajícími rostlinnými společenstvy nad horní hranicí lesa se stali v důsledku pastvi a sečení smilkové hole. K seči docházelo v červenci a září, podle klimatických poměrů i v říjnu. Smilkové hole se nesklízeli každoročně, ale každým druhým až třetím rokem. Organická hmota vytvořena mezi touto dobou měla sloužit k obohacení půdy o živiny. V boudách byl chován hlavně hovězí dobytek, kozy, méně ovce a koně. Dobytek se pásal ve vyšších polohách od června do konce září (ib.). Budní hospodaření vedlo k výraznému snížení horní hranice lesa (Vacek et. al. 2007). Maximální deprese alpské hranice lesa nastala pak v 18. století (Lokvenc 1965)

Na konci 18. století byla pastva nad horní hranicí lesa prohlášena za škodlivou a omezována. Travaření bylo však dále zachováno jako důležitý zdroj sena pro boudy a domkáře v nižších polohách. Omezování pastvy, zvyšující se možnost obživy z cestovního ruchu i snazší výtěžky z v průmyslu vedly k úpadku budního hospodaření, jenž během druhé světové války skončilo úplně (Lokvenc 1978)

### 3.2.4 Přehled studovaných společenstev

upraveno dle Chytrý 2007 a 2010

#### Smilkové alpské trávníky

Asociace: *Carici bigelowii-Nardetum strictae* (Zlatník 1928) Jeník 1961

Třída: *Juncetea trifidi* Hadač in Klika et Hadač 1994

Svaz: *Nardo strictae-Caricion bigelowii* Nordhagen 1943

#### Struktura a druhové složení

Smilkové alpské trávníky tvoří nízké husté porosty o pokryvnosti nejčastěji 90–100 %, v nichž se jako dominanta uplatňuje *Nardus stricta* nebo *Avenalla flexuosa*. V porostech se zpravidla vyskytuje také *Festuca supina* a *Carex bigelowii*. V druhově chudých porostech je dále přítomno ještě několik druhů trav a dvouděložných bylin.

Porosty obsahují jen kolem 10 druhů cévnatých rostlin na ploše 16–25 m<sup>2</sup>. Mechové patro chybí nebo je vyvinuto jen slabě.

#### Stanoviště

Smilkové trávníky vytvářejí rozsáhlé porosty na plochých hřebenech, vrcholových plošinách a mírných svazích v alpínském stupni zpravidla nad 1300 m. n. m. Vyznačují se pH v rozmezí 3,7–5,0 hromaděním surového humusu a nepříznivým poměrem C:N, indikujícím malou mikrobiální aktivitu (Kubátová - Kořínková 1972, Burešová 1976, Soukupová et al. 1995).

#### Ohrožení

Vegetace je maloplošně mechanicky narušována v okolí turistických cest. Místy je ohrožena rozrůstáním nepůvodních výsadb borovice kleče. Dále v porostech dochází k šíření některých konkurenčně zdatných druhů například *Avenella flexuosa*, *Calamagrostis villosa*, a *Vaccinium myrtillus*, což je nejspíše způsobeno ukončením pastvy a eutrofizací. Primárně se tato vegetace pravděpodobně vyskytovala v mělkých terénních sníženinách s dlouho ležící sněhovou pokrývkou, později došlo vlivem pastvy a travení k jejímu rozšíření (Jeník 1961).

Diagnostické druhy: *Avenella flexuosa*, *Carex bigelowii*, *Festuca supina*, *Galium saxatile*, *Hieracium alpinum* agg., *Nardus stricta*, *Solidago virgaurea*

Konstantní druhy: *Avenella flexuosa*, *Bistorta major*, *Calamagrostis villosa*, *Calluna vulgaris*, *Carex bigelowii*, *Festuca supina*, *Hieracium alpinum* agg., *Nardus stricta*.  
*Solidago virgaurea*

Dominantní druhy: *Avenella flexuosa*, *Nardus stricta*

#### **Subalpínské trávníky s třtinou chloupkatou**

Asociace: *Crepido conyzifoliae-Calamagrostietum villosae* (Zlatník 1925) Jeník 1961

Třída: *Mulgedio-Aconitetea* Hadač et Klika in Klika et Hadač 1944

Svaz: *Calamagrostion villosae* Pawlowski et al. 1928

#### Struktura a druhové složení

Subalpínské trávníky s třtinou chloupkatou jsou druhově poměrně bohaté, zpravidla zcela zapojené porosty. Dominantu tvoří *Calamagrostis villosa*, která tvoří

porosty o výšce 30–40 cm. Častěji vyskytující se druhy jsou dále *Crepis conyzifolia*, *Gentiana asclepiadea*, *Silene vulgaris*, *Solidago virgaurea*, *Veratrum album subsp. lobelianum*, *Avenella flexuosa*, *geum montanum*, *Melampyrum sylvaticum*, *Potentilla aurea*, *Trientalis europaea* a *Vaccinium myrtillus*. Porosty tvoří zpravidla 10–25 druhů cévnatých rostlin na ploše 16–25 m<sup>2</sup>. Mechové patro je jen slabě vyvinuto, dosahující pokryvnosti kolem 3 %, nebo zcela chybí.

#### Stanoviště

Stanovišti třtinových niv jsou závětrné svahy o sklonu 20–30(–45)°, východní až jihovýchodní orientace, nejčastěji v karech. Společenstvo se vyskytuje v supramontánním a subalpínském stupni, nejčastěji v nadmořských výškách 1200–1400 m. Stanoviště jsou díky ukládání sněhu na závětrných místech v zimě kryta mocnou sněhovou pokrývkou, která dlouho vytrvává, zabraňuje promrzání a mechanickými účinky znemožňuje šíření dřevin (Jeník 1961). Jde o přirozenou nelesní vegetaci.

#### Ohrožení

Toto společenstvo lokálně ohroženo rozrůstáním výsadeb borovice kleče. Místy jsou problémem i vysoké stavy zvěře a s nimi spojené selektivní spásání bylin a eutrofizace. Patrně v důsledku eutrofizace nebo sukcesních změn po ukončení hospodaření dochází k šíření nebo zvětšování pokryvnosti některých druhů rostlin, zejména druhů *Avenella flexuosa*, *Calamagrostis villosa* a *Vaccinium myrtillus*.

Diagnostické druhy: *Salix silesiaca*, *Anemone narcissiflora*, *Athyrium distentifolium*, *Avenella flexuosa*, *Bistorta major*, *Calamagrostis villosa*, *Crepis conyzifolia*, *Gentiana asclepiadea*, *Homogyne alpina*, *Luzula luzuloides*, *Melampyrum sylvaticum*, *Potentilla aurea*, *Ranunculus platanifolius*, *Rumex arifolius*, *Silene vulgaris*, *Solidago virgaurea*, *Trientalis europaea*, *Vaccinium myrtillus*, *Veratrum album subsp. lobelianum*

Konstantní druhy: *Athyrium distentifolium*, *Avenella flexuosa*, *Bistorta major*, *Calamagrostis villosa*, *Gentiana asclepiadea*, *Homogyne alpina*, *Luzula luzuloides*, *Melampyrum sylvaticum*, *Potentilla aurea*, *Rumex arifolius*, *Senecio nemorensis agg.*, *Silene vulgaris*, *Solidago virgaurea*, *Trientalis europaea*, *Vaccinium myrtillus*, *Veratrum album subsp. lobelianum*

Dominantní druhy: *Calamagrostis villosa*

### Alpínská vřesoviště

Asociace: *Avenello flexuosae-Callunetum vulgaris* Zlatník 1925

Třída: *Loiseleurio-Vaccinietea* Egger ex Schubert 1960

Svaz: *Loiseleurio procumbentis-Vaccinion* Br.-Bl. in Br.-Bl. et Jenny 1926

#### Struktura a druhové složení

Alpínská vřesoviště jsou tvořena nízkými porosty *Calluna vulgaris* o výšce okolo 10 cm. Porosty nejsou většinou zcela zapojené a nejčastěji dosahují pokryvnosti kolem 80 %. Spolu s *Calluna vulgaris* se v nich vyskytují hojně *Vaccinium myrtillus* a *Vaccinium vitis-idaea*. Dále pak trsnaté traviny *Avenula flexuosa*, *Festuca supina* a místy také *Juncus trifidus*. Počet druhů cévnatých rostlin se pohybuje kolem 10 na ploše 16–25 m<sup>2</sup>. Velmi dobře bývá vyvinuto mechové patro s pokryvností okolo 20 %. Prostor pod polykormony keříčků porůstají hlavně keříčkové lišejníky rodů *Cetraria* a *Cladonia*.

#### Stanoviště

Alpínská vřesoviště se vyskytují nad horní hranicí les, obvykle v nadmořských výškách nad 1400 m. Jejich rozšíření je omezeno na tzv. kryo-eolickou zónu (Soukupová et al. 1995). Jde o stanoviště na konvexních tvarech reliéfu na deflačních vrcholech a hřebenech. Silný účinek větru se projevuje erozí a abrazí substrátu i částí rostlin a také silným vysušováním. Sněhová pokrývka zde v zimě dosahuje jen několika desítek centimetrů (Soukupová et. al. 1995, Harčarik 2002) a vytrvává krátkou dobu. Půdy jsou silně vysychavé, mělké, písčité až kamenité, s malým množstvím humusu a pH jen kolem 3,3 (Geringhoff & Daniëls 1998). V důsledku promrzání a opakovaného zamrzání zde dochází ke kryogenním procesům a vzniku mrazových půdních forem (Harčarik 2002).

#### Ohrožení

Eutrofizace a s ní spojená expanze trav na úkor keříčků. Sešlap při pěší turistice, prodloužení období se sněhovou pokrývkou umělým zasněžováním nebo kompresí sněhu, což má za následek šíření keříčků *Vaccinium myrtillus* a *Nardus stricta* na úkor *Calluna vulgaris*. Maloplošně také zarůstání výsadeb kleče. Jde o přirozenou nelesní vegetaci.

Diagnostické druhy: *Avenella flexuosa*, *Calluna vulgaris*, *Campanula bohemica*, *Carex bigelowii*, *Diphasiastrum alpinum*, *Festuca supina*, *Geum montanum*, *Hieracium alpinum* agg., *Huperzia selago*, *Juncus trifidus*, *Pulsatilla alpina* subsp. *austriaca*, *Vaccinium vitis-idaea*, *Alectoria ochroleuca*, *Lophozia lycopodioides*, *Cetraria islandica*, *C. nivalis*, *Cladonia arbuscula*, *C. bellidiflora*, *C. grayi*, *C. maclenta*, *C. merochlorophaea*, *C. pleurota*, *C. uncialis*, *Gymnocolea inflata*, *Micarea turfosa*, *Thamnolia vermicularis*

Konstantní druhy: *Avenella flexuosa*, *Bistorta major*, *Calluna vulgaris*, *Carex bigelowii*, *Festuca supina*, *Hieracium alpinum* agg., *Vaccinium myrtillus*, *V. vitis-idaea*, *Cetraria islandica*, *Cladonia macilenta*, *C. merochlorophaea*, *Pholia nutans*

Dominantní druhy: *Calluna vulgaris*

### **Subalpínská borůvková vegetace**

Asociace: *Festuco supinae-Vaccinietum myrtilli* Šmarda 1950

Třída: *Calluno-Ulicetea* Br.-Bl. et Tůxen ex Klika et Hadač 1944

Svaz: *Genisto pilosae-Vaccinion* Br.-Bl. 1926

#### Struktura a druhové složení

Zapojené porosty s dominantní *Vaccinium myrtillus*, vysoké kolem 30–40 cm. Z keříčků je místy přimíšena i *Vaccinium vitis-idaea*. V mezerách mezi keříčky nebo přímo v jejich hustých polykormonech se uplatňují traviny, které se místy mohou stát i kodominantou porostu spolu s *Vaccinium myrtillus*. Dále se zde vyskytují nečetné dvouděložné byliny jako *Bistorta major*, *Homogyne alpina*, *Trientalis europaea* a *Veratrum album* subsp. *lobelianum*. V porostech je obvykle zastoupeno jen asi 10–15 druhů cévnatých rostlin na ploše 16–25 m<sup>2</sup>. Mechové patro je zpravidla vyvinuto.

#### Stanoviště

Subalpínská borůvková vegetace je rozšířena v blízkosti horní hranice lesa, převážně v nadmořských výškách 1200–1400 m, vzácněji i níže na světlinách horských smrčín a v karech. Tato vegetace porůstá severní i jižní návětrné i závětrné svahy, vyhýbá se však vyfoukávaným vrcholovým polohám. V zimě je kryta mocnou sněhovou pokrývkou, která jí poskytuje ochranu před mrazem a silnými větry. Půdy jsou většinou mělké kamenité rankery se silně kyselou půdní reakcí. V chladném horském klimatu je omezen rozklad opadu a stařiny, a tak se vytváří mocná vrstva surového humusu



## Ohrožení

Tato vegetace maloplošně ohrožena mechanickým poškozováním, např. sešlapem v okolí turistických cest, intenzivním sběrem borůvek pomocí hřebenu, případně lyžováním při nízké sněhové pokrývce. Další potencionálním nebezpečím je eutrofizace a s ní spojená expanze trav na úkor keříčků. V současnosti však v oblastech nad horní hranicí lesa v Hrubém Jeseníku dochází také k šíření brusnicových porostů na úkor jiných typů vegetace. Jde o přirozenou nelesní vegetaci.

Diagnostické druhy: *Avenella flexuosae*, *Calamagrostis villosa*, *Hieracium alpinum* agg., *Homogyne alpina*, *Ligusticum mutellina*, *Melampyrum sylvaticum*, *Trientalis europaea*, *Vaccinium myrtillus*, *Lophozia lycopodioides*, *Cetraria islandica*, *Dicranum fuscescens*

Konstantní druhy: *Avenella flexuosa*, *Calamagrostis villosa*, *Homogyne alpina*, *Luzula luzuloides*, *Nardus stricta*, *Trientalis europaea*, *Vaccinium myrtillus*, *V. vitis-idaea*

Dominantní druhy: *Calamagrostis villosa*, *Molinia caerulea*, *Vaccinium myrtillus*.

## Horské papratkové smrčiny

Asociace: *Athyrio alpestris-Piceetum*

Třída: *Piceetea* Klika in Klika et Hadač 1944.

Svaz: *Athyrio alpestris-Piceion* Sýkora 1971

## Struktura a druhové složení

Zapojené smrčiny v nichž se dále uplatňují i listnáče *Acer pseudoplatanus*, *Fagus sylvatica* a *Sorbus aucuparia*. Bylinné patro je zastíněné a druhově bohaté s dominancí *Athyrium distentifolium* spolu s vysokými subalpínskými bylinami jako *Adenostyles alliariae*, *Cicerbita alpina*, *Rumex arifolius* a *Veratrum album* subsp. *lobelianum* a dalšími druhy jako *Calamagrostis villosa*, *Dryopteris dilatata*, *Vaccinium myrtillus*, *Homogyne alpina*, *Luzula sylvatica*, *Streptopus amplexifolius*, *Trientalis europaea* a dalšími horskými druhy. Vyskytují se zde ale i druhy typické pro submontání bučiny jako *Gymnocarpium dryopteris*, *Maianthemum bifolium*, *Phegopteris connectilis*, *Polygonatum verticillatum*, a *Prenanthes purpurea*. Mechové patro je tvořeno zejména mechem *Dicranum scoparium* a různými druhy jätrovek.

### Stanoviště

Papratkové smrčiny se typicky vyskytují v nadmořských výškách mezi 1150–1250 m na vlhkých a hlubokých kamenitých půdách na konkávních tvarech reliéfu, jako jsou okolí svahových pramenišť, závěry horských údolí, kary a strmé svahy. Půdy jsou celoročně dobře zásobeny vodou, nedochází však k jejich dlouhodobému zamokřování a proto je mineralizace stařiny a opadu relativně dobrá.

### Ohrožení a ochrana

Přírozené porosty jsou ohroženy nevhodným lesním hospodařením, imisemi a acidifikací horských půd.

Diagnostické druhy: *Picea abies*, *Sorbus aucuparia*, *Adenostyles alliariae*, *Athyrium distentifolium*, *Avenella flexuosa*, *Blechnum spirant*, *Calamagrostis villosa*, *Cicerbita alpina*, *Dryopteris dilatata*, *Galeobdolon luteum*, *Gentiana asclepiadea*, *Homogyne alpina*, *Luzula sylvatica*, *Maianthemum bifolium*, *Oxalis acetosella*, *Phegopteris connectilis*, *Polygonatum verticillatum*, *Rumex arifolius*, *Silene dioica*, *Stellaria nemorum*, *Streptopus amplexifolius*, *Trientalis europaea*, *Vaccinium myrtillus*, *Veratrum album*, *Dicranum scoparium*, *Lophozia lycopodioides*, *Lophozia ventricosa* (dořešit)

Dominantní druhy: *Picea abies*, *Adenostyles alliariae*, *Athyrium distentifolium*, *Dryopteris dilatata*

Názvy společenstev jsou dále v textu uváděny ve zkrácené podobě:

smilkové trávníky, třtinové trávníky, alpínská vřesoviště, subalpínská borůvková vegetace, papratkové smrčiny

Pro práci byla použita nomenklatúra druhů podle Kubát et al. 2002

## 4 Metodika

### 4.1 Uspořádání a založení pokusu

V roce 2004 byl založen na lokalitě Mumlavská louka manipulativní pokus metodou opakovaného sledování trvalý ploch opakovaný BACI Before After Control Impact design (Lepš & Šmilauer 2000). Pokus byl prováděn na 5 vybraných společenstvech: smilkové alpské trávníky asociace *Carici bigelowii-Nardetum strictae*, subalpínské trávníky s třtinou chloupkatou asociace *Crepido conyzifoliae-Calamagrostietum villose*, alpská vřesoviště asociace *Avenello flexuosae-Callunetum vulgaris*, subalpínská borůvková vegetace asociace *Festuco supine-Vaccinietum myrtilli* a papratkové smrčiny asociace *Athyrio alpestris-Piceetum*

Na tyto společenstva bylo působeno 3 typy disturbancí. Sešlap o 3 intenzitách – slabý (50 fyzických přechodů), střední (100 fyzických přechodů) a silný (300 fyzických přechodů). Dále odstranění biomasy (5 cm nad zemí pomocí nůžek) a stržení drnu, které proběhlo jednorázově v roce 2005. V každém z 5 společenstvech byly založeny 3 bloky trvalých ploch (tři opakování ve společenstvu).

Bloky byly rozděleny do 6 čtverců o rozměrech 1 m × 1 m a kvůli masivnosti trsů papratky 1,5 m × 1,5 m pro papratkové smrčiny. Pro omezení okrajového efektu byly mezi plochami ponechány dostatečně velké rozestupy a zásahy se prováděly s přesahem několika centimetrů přes okraj čtverce. Ke každému z těchto čtverců byly náhodně přiřazeny jednotlivé zásahy, přičemž jedna plocha byla ponechána bez zásahu jako kontrolní. Každý čtverec byl dále pro zpřesnění odhadu pokryvnosti vegetace rozdělen na 9 podčtverců u velikosti 0,33 m × 0,33 m, pro papratkové smrčiny 0,5 m × 0,5 m.

### 4.2 Předchozí mechanické disturbance

Stržení drnu

Stržení drnu bylo provedeno jednorázově v roce 2005 na celé ploše čtverce spolu s veškerými kořeny. Tímto došlo k odstranění svrchní části horizontu a obnažení půdy. Tyto plochy byly od roku 2005 ponechány samovolné sukcesi.

Sešlap

Pro sešlap byla použita upravená metodika podle Cole et Bayfield (1993). Sešlap byl definován „fyzickými přechody“. Jeden fyzický přechod znamenal volnou chůzi

jedné osoby přes plochu a zase zpět (tj. dva přechody vedle sebe) u standardních ploch a přechod plochy zpět a opět přechod (tj. tři přechody přes plochu vedle sebe) u papratky. Sešlap byl prováděn osobou s váhou mezi 60-70 kg, přecházející osoba měla obuty pevné kotníkové boty. Zásah byl rozdělen do dvou termínů během července, přičemž druhý termín následoval 14 dní po prvním termínu. V každém termínu byl proveden poloviční počet fyzických přechodů. Sešlap byl prováděn každoročně mezi roky 2005–2008.

#### Simulace kosení

Simulace kosení byla provedena stříháním biomasy 5 cm nad zemí pomocí zahradnických nůžek. Ostříhaná biomasa byla z ploch odebrána a následně vysušena a zvážena. Zásah byl prováděn jednou ročně na vrcholu vegetační sezóny v letech 2005 – 2008.

### 4.3 Sledování změn vegetace

Sledování změn vegetace bylo prováděno pomocí kovového čtverce o velikosti 1 m × 1 m, který byl rozdělen provázky na 9 podčtverců o velikosti 0,33 m × 0,33 m. U papratkových smrčín byl použit čtverec o velikosti 1,5 m × 1,5 m. Studovaná plocha byla v horní části (východní strana) vymezena dvěma kovovými tyčemi. Kroužek jenž byl umístěn v levém horním rohu kovového čtverce byl navléknut na levou horní tyč a přesahující strana pravého horního rohu byla zapřena o pravou tyč. U papratkových smrčín z důvodu výšky porostu byly použity výškově nastavitelné vidlice. V každém z podčtverců bylo zaznamenáno kompletní druhové složení cévnatých rostlina a odhadnuta jejich procentuální pokryvnost. U mechů a lišejníků nebyly jednotlivé druhy rozlišovány a jejich pokryvnost byla zaznamenána společně jako mechové patro.

Pokryvnost byla odhadnuta podle upravené stupnice Braun-Blanqueta:

r	1 rostlina
1	do 5 %
2	5 – 25 %
3	25 – 50 %
4	50 – 75 %
5	75 – 100 %

V roce 2005 byl v průběhu vegetační sezóny zaznamenán výchozí stav vegetace a poté byly provedeny jednotlivé zásahy. Pokryvnost byla odhadnuta 14 dní po zásahu. Dále v letech 2006, 2007 a 2008 byl stav vegetace zaznamenáván dvakrát ročně v polovině července před provedením zásahů a na konci srpna po provedení zásahů. V roce 2009 byl stav zaznamenán jen v polovině července a zásahy už nebyly provedeny. Další zaznamenání stavu vegetace bylo prováděno v roce 2010 a 2011 jednou ročně (bez provádění zásahů) na vrcholu vegetační sezóny na konci června.

#### **4.4 Analýza dat**

Data byla nejprve převedena do souhrnné tabulky v programu Microsoft Office Excel 2003 a poté byla upravena pro statistické zpracování. Aby se odstranili rozdíly v odhadování pokryvnosti druhů mezi jednotlivými mapovateli, byla pro analýzu dat zvolena frekvence výskytu jednotlivých druhů v plochách. Pokud byl daný druh zastoupen v jednom podčtverci plochy odpovídala jeho frekvence výskytu v ploše přibližně 11 %. Druh jenž se vyskytoval ve vše podčtvercích měl pak frakvenci výskytu 100 %. Nevýhodou tohoto typu zpracování však je, že se ztrácí značná část informace o skutečné pokryvnosti, na což musí být brán zřetel při pozdějším hodnocení výsledků.

Pro co nejlepší zachycení změn vegetace po ukončení disturbancí byl každý zásah analyzován samostatně. Byly tedy hledány dlouhodobé trendy, které v plochách působí. Statistické zpracování dat bylo provedeno v programu Canoco for Windows 4.5. Jako první zápis pro sešlap a odstranění biomasy byl zvolen první záznam po posledním provedeném zásahu, tedy srpen 2008. Pro stržení drnu, jenž proběhlo jednorázově v roce 2005 byl jako první zápis použit záznam z července 2006. Data z roku 2005 nebyla použita protože neobsahovala žádné druhy a jejich analýza tedy neměla smysl. Pro analýzu kontrolních ploch byl první záznam z červenec 2005.

Nejprve byla provedena nepřímá gradientová analýza DCA (Detrendet Correspondence Analysis), pomocí níž byla zjištěna délka gradientu a poté zvolena unimodální či lineární metoda. Poté byla provedena přímá gradientová analýza RDA (Redundancy Analysis). Závisle proměnné byly frekvence všech druhů v plochách, testovaná nezávisle proměnná byl čas kódovaný jako jedna intervalová proměnná. Jako kovariáty byly zvoleny kódy ploch, které byly kódovány binárně. Pro travinná společenstva byla kvůli odstranění efektu dominantního druhu provedena logaritmická transformace. U zásahu stržení drnu v alpských vřesovištích, existovali zápisy, které neobsahovali žádný druh. Proto zde byl použit fiktivní druh, který měl ve všech zápisech stejnou

pokryvnost. Analýza byla provedena s centrováním v rámci druhů. Statistická významnost byla testována pomocí Monte-Carlo permutačního testu. Počet provedených permutací byl 999. Testována byla první kanonická osa (Herbena & Münzbergová 2002).

## 5 Výsledky

Výsledky jsou uvedeny odděleně pro každé společenstvo. U zásahů, kde byla testem prokázána změna pokryvnosti druhů je přiložena souhrnná tabulka vybraných výstupů z RDA analýzy a ordinační diagram. Ostatní diagramy jsou uvedeny v příloze 3.

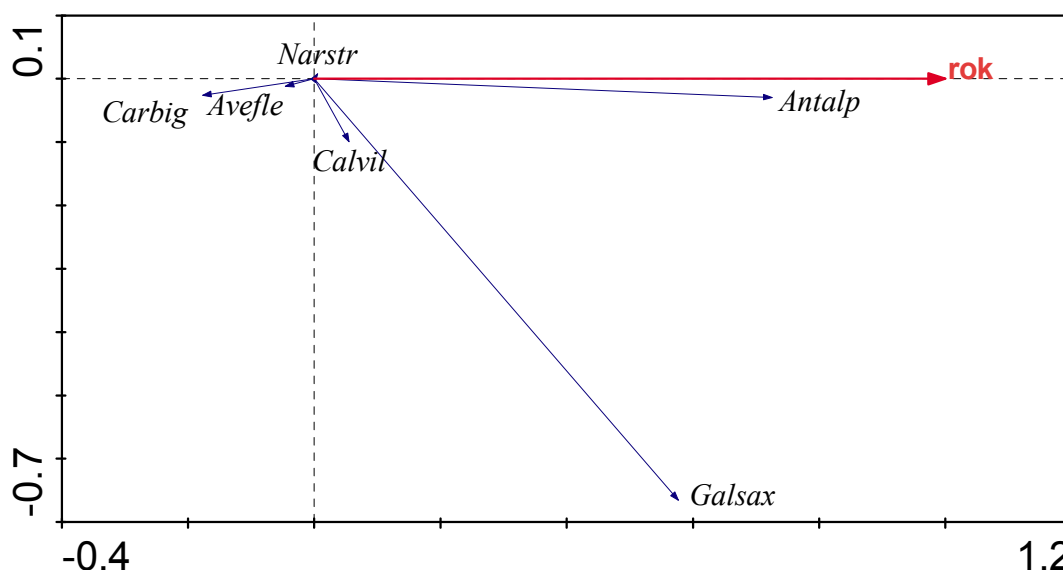
### 5.1 Smilkové alpínské trávníky

#### Kontrola

Test prokázal lineární změnu frekvence výskytu druhů v závislosti na čase (tab. 1). Nejvíce patrné je zvyšování pokryvnosti druhu *Anthoxanthum alpinum*, jenž se na začátku sledování vyskytovala pouze v jedné ploše. Slabě je s časem korelováno zvyšování frekvence výskytu *Galium saxatile*. U ostatních druhů se v závislosti na čase pokryvnosti výrazněji neměnily (graf. 1).

Tabulka 1. Výsledky RDA analýzy: smilkové trávníky, kontrola

Osa	1	2	3	4
Vysvětlená variabilita osy	0.149	0.076	0.044	0.032
Korelace druhových a environmentálních proměnných	0.864	0.000	0.000	0.000
Suma vysvětlené variability všemi osami	0.318			
Test průkaznosti modelu	F = 15.048	P = 0.0040		



Graf 1. Ordinační diagram RDA analýzy: smilkové trávníky, kontrola

Antalp – *Anthoxanthum alpinum*, Avefle – *Avenella flexuosa*, Calvil – *Calamagrostis villosa*, Carbig – *Carex bigelowii*, Galsax – *Galium saxatile*, Narstr – *Nardus stricta*

### Sešlap a odstranění biomasy

Ve společenstvu smilkových trávníků nebyla prokázána změna pokryvnosti druhů v závislosti na čase u slabého sešlapu ( $P = 0.207$ ), středního sešlapu ( $P = 0.07$ ), silného sešlapu ( $P = 0.53$ ), a simulace kosení ( $P = 0.219$ ).

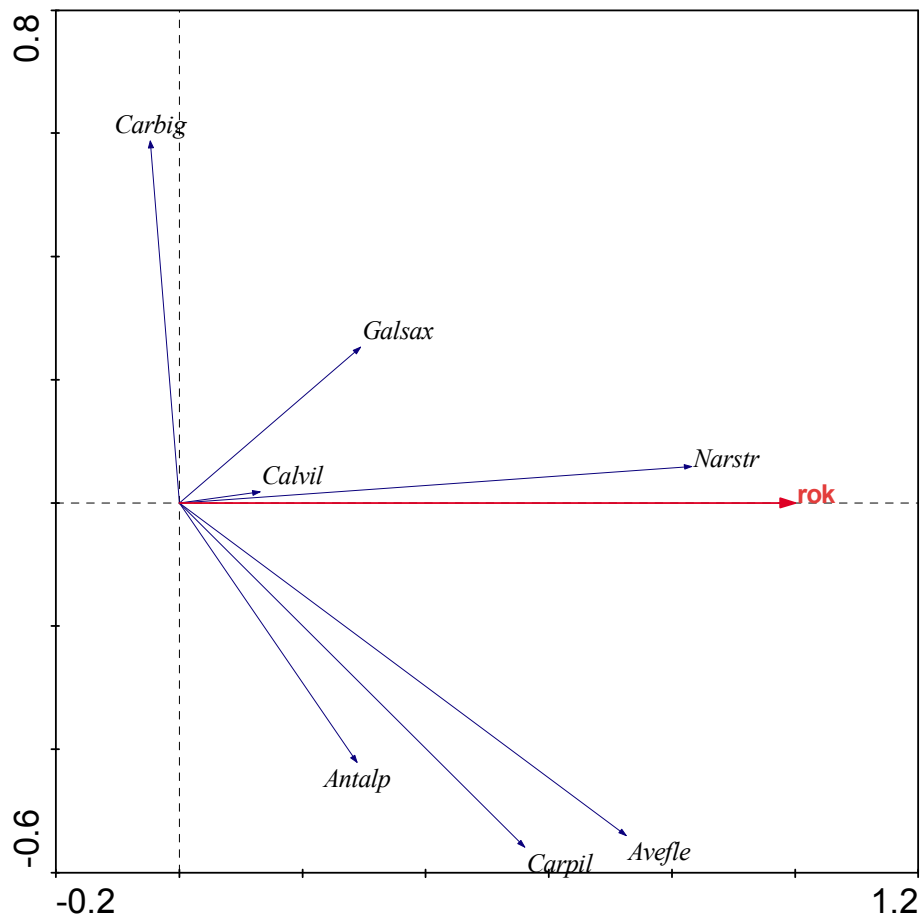
### Stržení drnu

Test prokázal lineární změnu pokryvnosti druhů v závislosti na čase (tab. 2). Nejvíce je s časem korelován růst frekvence výskytu *Nardus stricta*, která ještě v roce 2006 byla přítomna pouze v jedné ploše. Dále od začátku sledování výrazně rostla frekvence výskytu *Avenella flexuosa*. Méně výrazně také vzrostlo zastoupení *Galium saxatile* a *Carex pilulifera*. Po stržení drnu se v plochách objevili také druhy *Carex bigelowii* a *Anthoxanthum alpinum*, u nich však nedocházelo k trvalému zvyšování pokryvnosti (graf. 2).

**Tabulka 2. Výsledky RDA analýzy: smilkové trávníky, stržení drnu**

Osa	1	2	3	4
Vysvětlená variabilita osy	0.246	0.171	0.115	0.033
Korelace druhových a environmentálních proměnných	0.884	0.000	0.000	0.000
Suma vysvětlené variability všemi osami	0.588			
Test průkaznosti modelu	F = 10.086	P = 0.002		





**Graf 2. Ordinační diagram RDA analýzy: smilkové trávničky, stržení drnu**

Antalp – *Anthoxanthum alpinum*, Avefle – *Avenella flexuosa*, Calvil – *Calamagrostis villosa*, Carbig – *Carex bigelowii*, Carpil – *Carex pilulifera*, Galsax – *Galium saxatile*, Narstr – *Nardus stricta*

## 5.2 Subalpínské trávničky s třtinou chloupkatou

Kontrola, slabý a střední sešlap

U kontrolních ploch nebyla prokázána změna frekvence výskytu druhů v čase ( $P = 0.052$ ). Dále ani u simulace slabého sešlapu ( $P = 0.181$ ) a středního sešlapu ( $P = 0.878$ ) test nebyl signifikantní. Přesto je možno u kontrolních ploch a u ploch se střední intenzitou sešlapu sledovat trend ve zvyšování pokryvnosti *Anthoxanthum alpinum*.

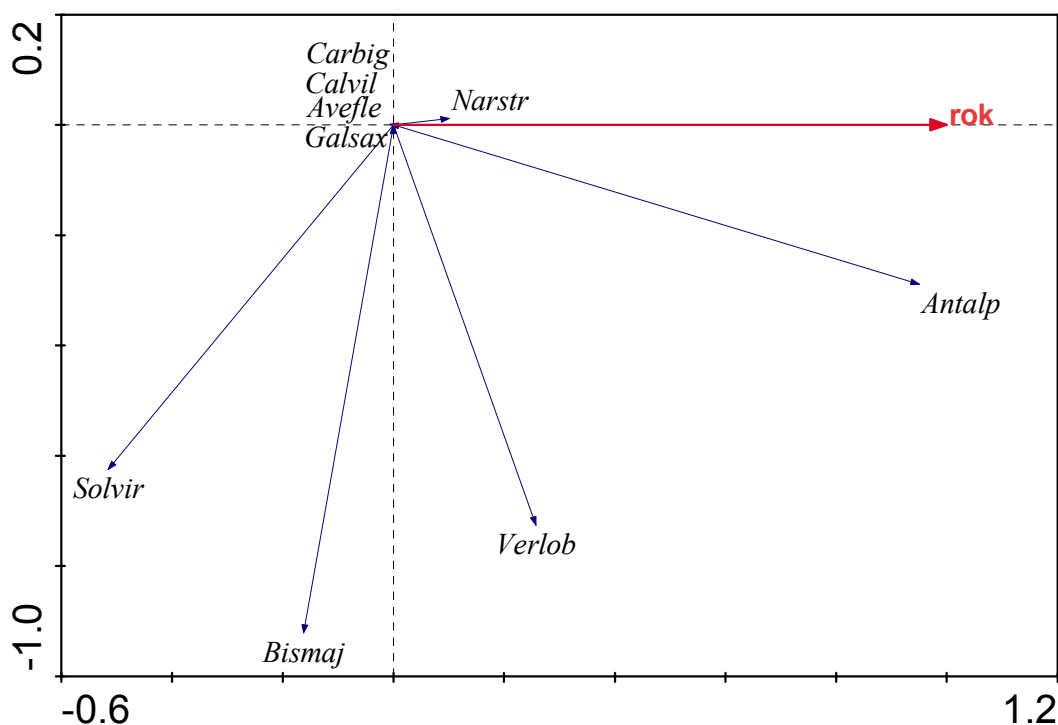
Silný sešlap

Test prokázal lineární změnu ve frekvenci výskytu druhů v čase (tab. 3). Od posledního zásahu v roce 2008 do roku 2011 rostlo zastoupení trávy *Anthoxanthum*

*alpinum*. Pokryvnosti ostatních druhů přítomných v těchto plochách se v závislosti na čase výrazně neměnila (graf 3).

**Tabulka 3. Výsledky RDA analýzy: třtinové trávníky, silný sešlap**

Osa	1	2	3	4
Vysvětlená variabilita osy	0.055	0.080	0.047	0.017
Korelace druhových a environmentálních proměnných	0.856	0.000	0.000	0.000
Suma vysvětlené variability všemi osami	0.203			
Test průkaznosti modelu	F = 2.959	P = 0.047		



**Graf 3. Ordinační diagram RDA analýzy: třtinové trávníky, silný sešlap**

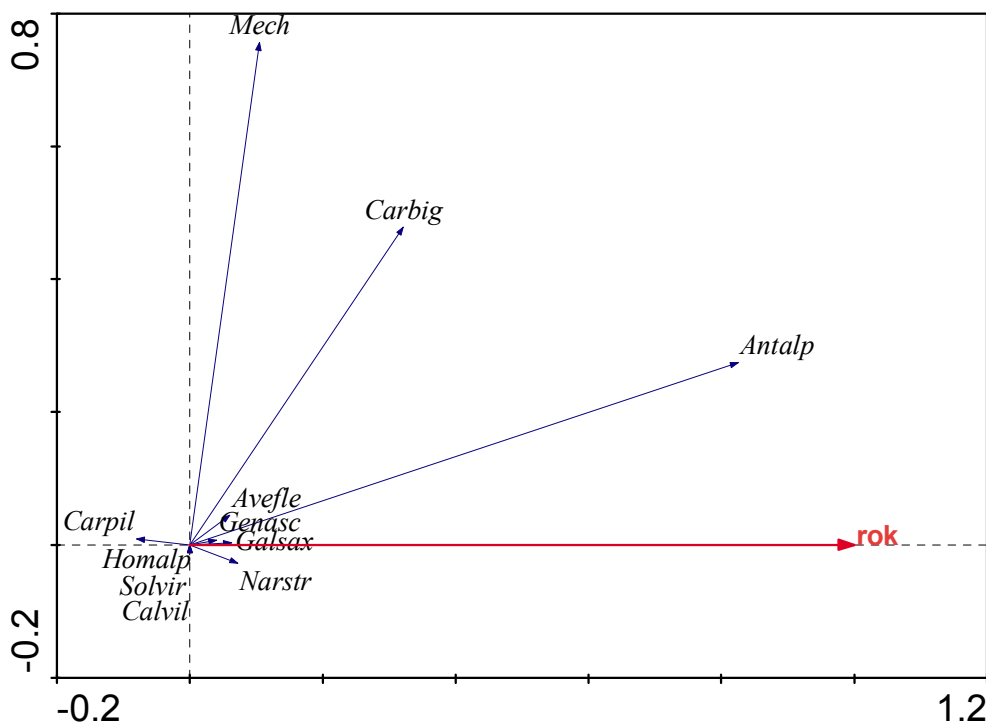
Antalp – *Anthoxanthum alpinum*, Avefle – *Avenella flexuosa*, Bismaj – *Bistorta major*, Calvil – *Calamagrostis villosa*, Carbig – *Carex bigelowii*, Galsax – *Galium saxatile*, Narstr – *Nardus stricta*, Solil – *Solidago virgaurea* Verlob – *Veratrum album* subsp. *lobelianum*

#### Odstranění biomasy

Na plochách s předchozí simulací kosení byla prokázána změna zastoupení druhů v čase (tab. 4). Od ukončení zásahu v plochá rostl výskyt *Anthoxanthum alpinum*, jenž se v roce 2008 po provedení posledního zásahu nacházela pouze v jedné ploše a to s minimální frekvencí výskytu. Ostatní přítomné druhy nejevili výraznější změnu pokryvnosti v závislosti na čase (graf. 4).

**Tabulka 4. Výsledky RDA analýzy: třtinové trávníky, simulace kosení**

Osa	1	2	3	4
Vysvětlená variabilita osy	0.074	0.080	0.028	0.017
Korelace druhových a environmentálních proměnných	0.801	0.000	0.000	0.000
Suma vysvětlené variability všemi osami	0.202			
Test průkaznosti modelu	F = 4.643	P = 0.005		

**Graf 4. Ordinační diagram RDA analýzy: třtinové trávníky, simulace kosení**

Antalp – *Anthoxanthum alpinum*, Avefle – *Avenella flexuosa*, Calvil – *Calamagrostis villosa*, Carbig – *Carex bigelowii*, Carpil – *Carex pilulifera*, Galsax – *Galium saxatile*, Genasc – *Gentiana asclepiadea*, Homalp – *Homogine alpina*, Mech – mechové patro, Narstr – *Nardus stricta*, Solil – *Solidago virgaurea* Verlob – *Veratrum album* subsp. *lobelianum*

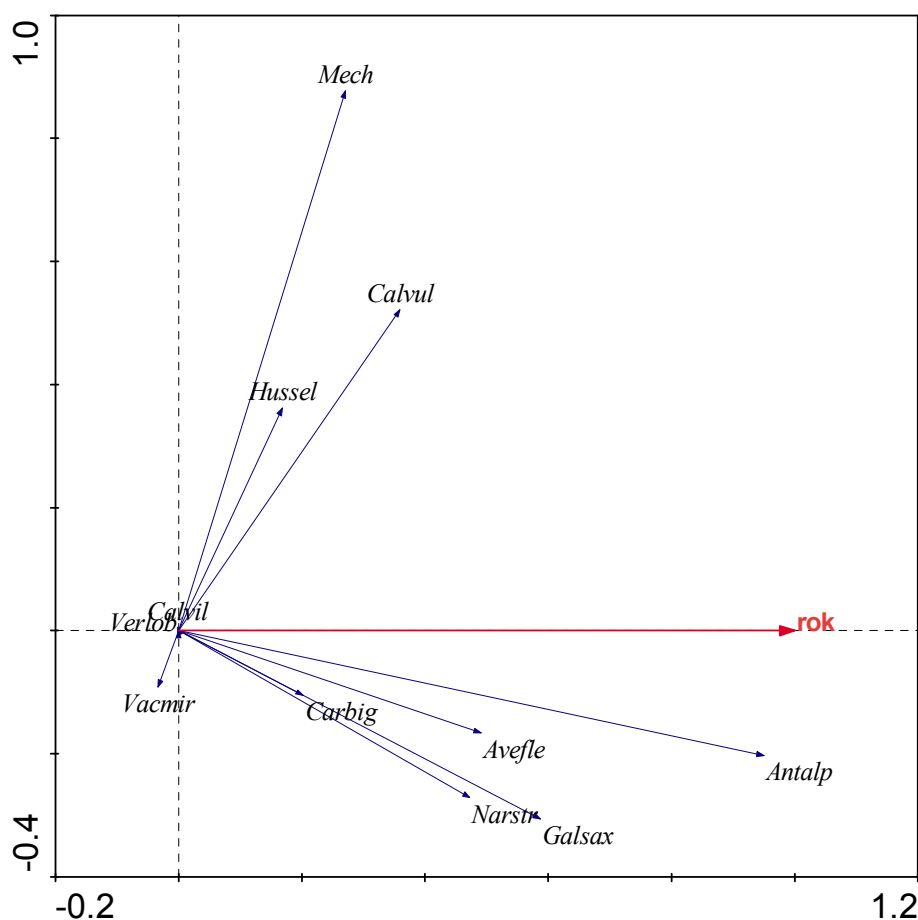
#### Stržení drnu

Po stržení drnu v roce 2005 došlo k velmi rychlé obnově společenstva (tab. 5). Nejvýrazněji byl s časem korelován růst zastoupení *Anthoxanthum alpinum*, jenž se na začátku sledování v roce 2006 na plochá vůbec nevyskytovala. Dále vzrostl výskyt *Avenella flexuosa* a *Galium saxatile*. Dominantní druh společenstva *Calamagrostis villosa* měl již v roce 2006 na všech plochách 100% frekvenci výskytu, je tedy pravděpodobné že stržení drnu nebylo dostatečné a tento druh regeneroval z podzemních výběžků. Z druhů, které se v plochách před stržením drnu nevyskytovali

byly nově přítomny *Calluna vulgaris*, *Nardus stricta*, *Vaccinium myrtillus* a *Husperzia selgo*.

**Tabulka 5. Výsledky RDA analýzy: třtinové trávníky, stržení drnu**

Osa	1	2	3	4
Vysvětlená variabilita osy	0.233	0.168	0.109	0.080
Korelace druhových a environmentálních proměnných	0.876	0.000	0.000	0.000
Suma vysvětlené variability všemi osami	0.701			
Test průkaznosti modelu	F = 6.979	P = 0.002		



**Graf 5. Ordinační diagram RDA analýzy: třtinové trávníky, stržení drnu**

Antalp – *Anthoxanthum alpinum*, Avefle – *Avenella flexuosa*, Calvil – *Calamagrostis villosa*, Carbig – *Carex bigelowii*, Calvul – *Calluna vulgaris*, Galsax – *Galium saxatile*, Genasc – *Gentiana asclepiadea*, Homalp – *Homogine alpina*, Hussel – *Husperzia selgo*, Mech – mechové patro, Narstr – *Nardus stricta*, Vacmir – *Vaccinium myrtillus*, Verlob – *Veratrum album* subsp. *lobelianum*

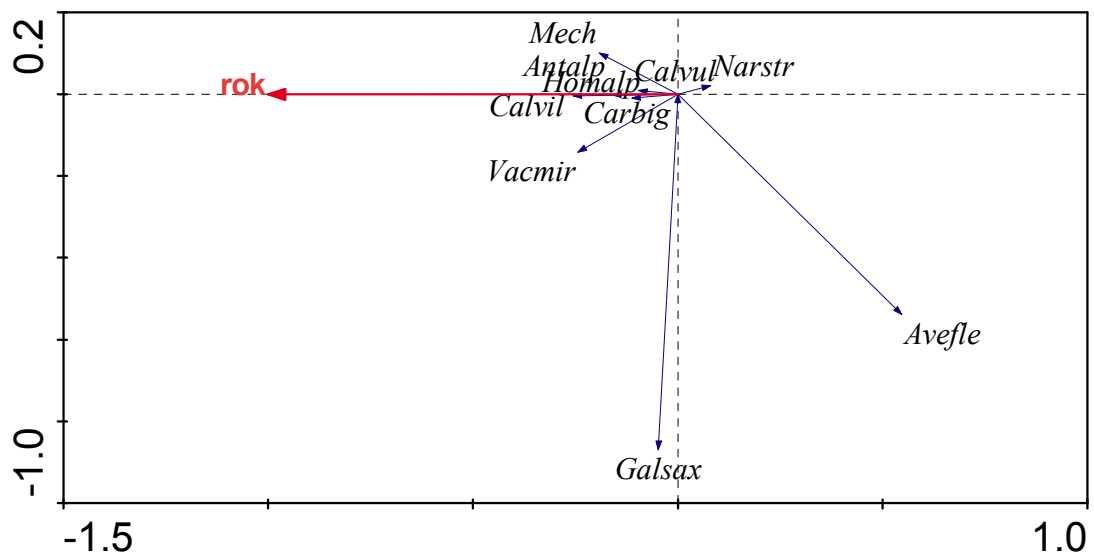
### 5.3 Alpínská vřesoviště

#### Kontrola

V kontrolních plochách byla prokázána změna frekvence výskytu druhů v čase (tab. 6). Od roku 2005 poklesla frekvence výskytu *Avenella flexuosa*. Ostatní druhy nejevily výrazné změny v pokryvnosti (graf 8).

**Tabulka 6. Výsledky RDA analýzy: alpínská vřesoviště, kontrola**

Osa	1	2	3	4
Vysvětlená variabilita osy	0.052	0.108	0.059	0.035
Korelace druhových a environmentálních proměnných	0.755	0.000	0.000	0.000
Suma vysvětlené variability všemi osami	0.310			
Test průkaznosti modelu	F = 3.407	P = 0.016		



**Graf 6. Ordinační diagram RDA analýzy: alpínská vřesoviště, kontrola**

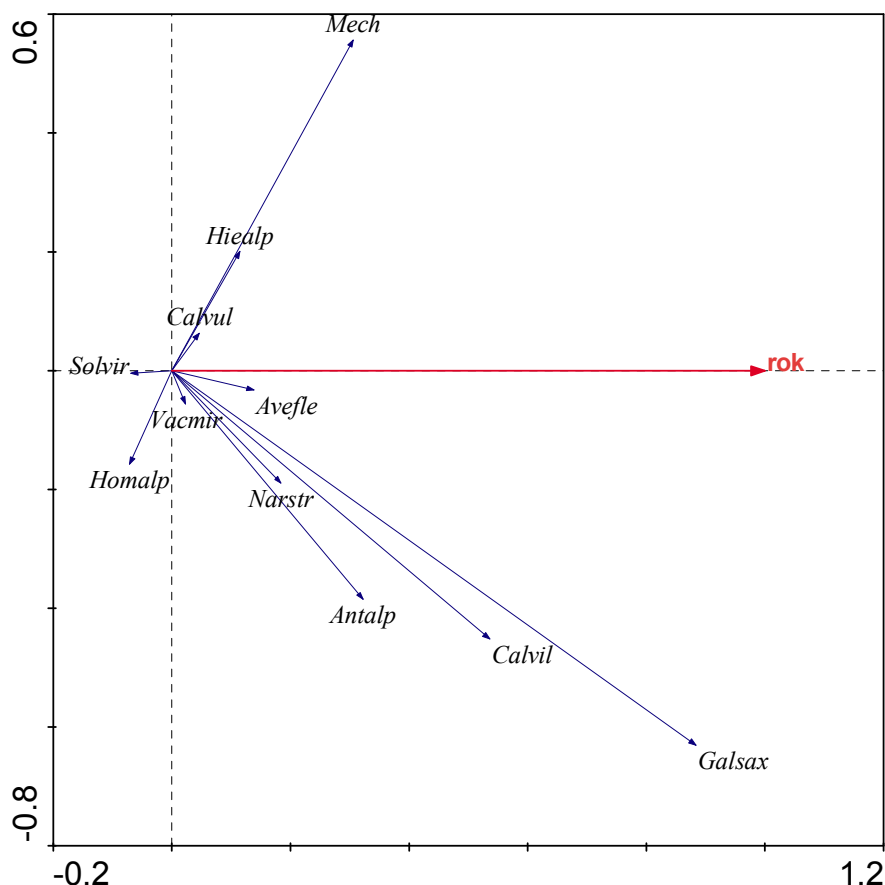
Antalp – *Anthoxanthum alpinum*, Avefle – *Avenella flexuosa*, Carbig – *Carex bigelowii*, Calvil – *Calamagrostis villosa*, Calvul – *Calluna vulgaris*, Galsax – *Galium saxatile*, Homalp – *Homogine alpina*, Mech – mechové patro, Narstr – *Nardus stricta*, Vacmir – *Vaccinium myrtillus*

#### Slabý sešlap

Test prokázal lineární změnu zastoupení druhů v čase (tab. 7). V plochách mírně stoupala frekvence výskytu *Galium saxatile*. U ostatních druhů není zřejmá významnější změna pokryvností v čase (graf 7).

**Tabulka 7. Výsledky RDA analýzy: alpská vřesoviště, slabý sešlap**

Osa	1	2	3	4
Vysvětlená variabilita osy	0.122	0.106	0.080	0.048
Korelace druhových a environmentálních proměnných	0.799	0.000	0.000	0.000
Suma vysvětlené variability všemi osami	0.388			
Test průkaznosti modelu	F = 3.681	P = 0.010		

**Graf 7. Ordinační diagram RDA analýzy: alpská vřesoviště, slabý sešlap**

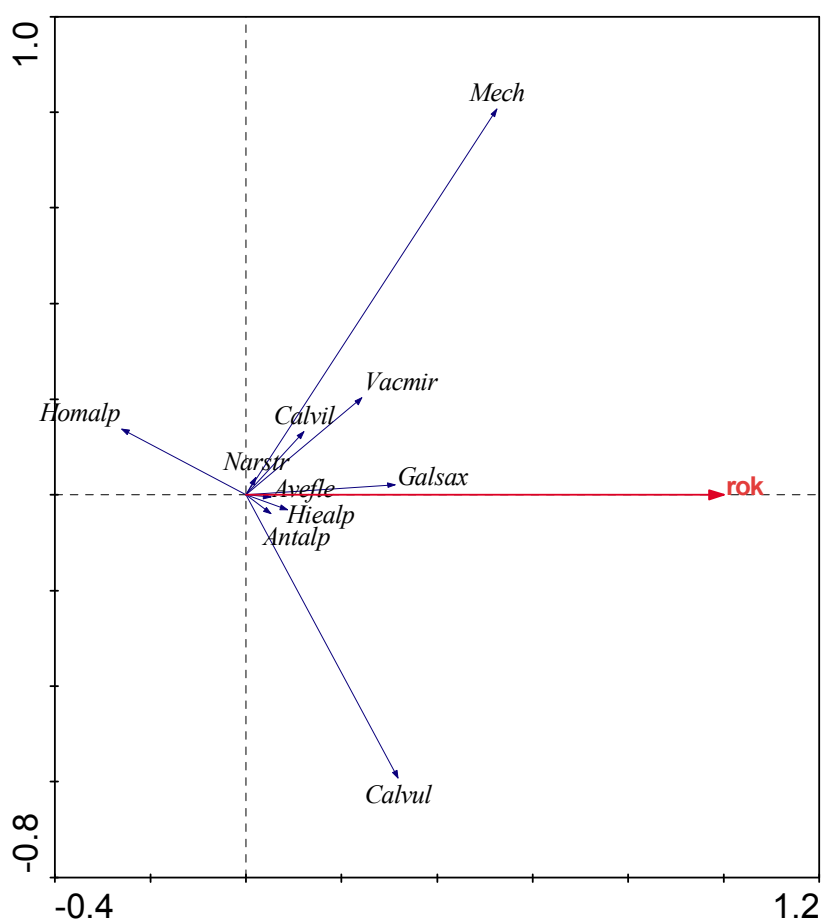
Antalp – *Anthoxanthum alpinum*, Avefle – *Avenella flexuosa*, Carbig – *Carex bigelowii*, Calvil – *Calamagrostis villosa*, Calvul – *Calluna vulgaris*, Galsax – *Galium saxatile*, Hiealp – *Hieracium alpinum*, Homalp – *Homogine alpina*, Mech – mechové patro, Narstr – *Nardus stricta*, Solil – *Solidago virgaurea*, Vacmir – *Vaccinium myrtillus*

### Střední sešlap

V plochách na které bylo působeno střední intenzitou sešlapu byla prokázána změna frekvence výskytu druhů od ukončení tohoto zásahu (tab. 8). Je patrný nárůst zastoupení *Galium saxatile*. Ostatní druhy nevykazovali výraznou změnu pokryvnosti v čase.

**Tabulka 8. Výsledky RDA analýzy: alpinská vřesoviště, střední sešlap**

Osa	1	2	3	4
Vysvětlená variabilita osy	0.063	0.108	0.061	0.020
Korelace druhových a environmentálních proměnných	0.828	0.000	0.000	0.000
Suma vysvětlené variability všemi osami	0.273			
Test průkaznosti modelu	F = 2.394	P = 0.041		

**Graf 8. Ordinační diagram RDA analýzy: alpinská vřesoviště, střední sešlap**

Antalp – *Anthoxanthum alpinum*, Avefle – *Avenella flexuosa*, Calvil – *Calamagrostis villosa*, Calvul – *Calluna vulgaris*, Galsax – *Galium saxatile*, Hiealp – *Hieracium alpinum*, Homalp – *Homogine alpina*, Mech – mechové patro, Narstr – *Nardus stricta*, Vacmir – *Vaccinium myrtillus*

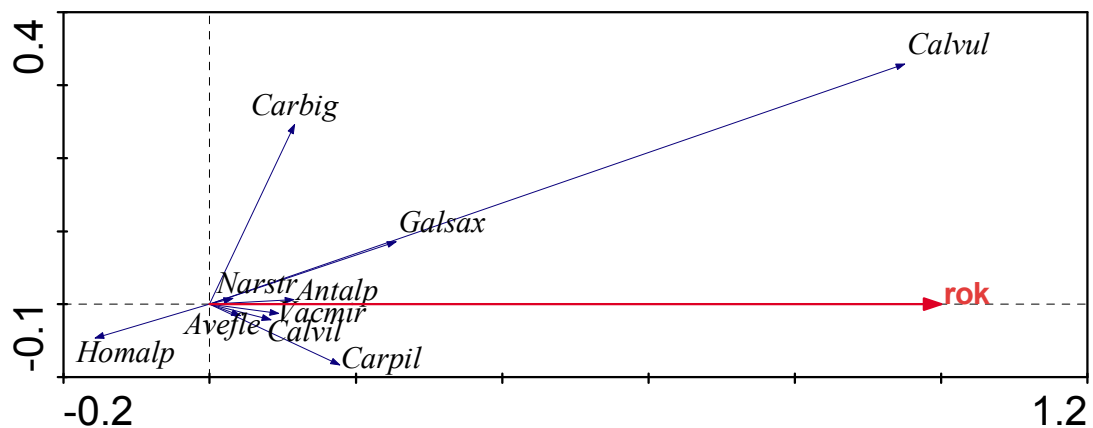
### Silný sešlap

Od ukončení simulace silného sešlapu došlo k prokazatelné změně v zastoupení druhů v čase (tab. 9). Nejvíce je s časem korelován růst frekvence výskytu *Calluna vulgaris*, který měl po provedení posledního zásahu v roce 2008 ve všech plochách nulovou pokryvnost. Od ukončení sešlapu také rostlo zastoupení *Galium saxatile*.

Naopak z ploch zcela vymizela *Homogyne alpina*. Ostatní druhy nejevili výraznou změnu pokryvnosti (Graf 9).

**Tabulka 9. Výsledky RDA analýzy: alpská vřesoviště, silný sešlap**

Osa	1	2	3	4
Vysvětlená variabilita osy	0.406	0.071	0.037	0.026
Korelace druhových a environmentálních proměnných	0.941	0.000	0.000	0.000
Suma vysvětlené variability všemi osami	0.564			
Test průkaznosti modelu	F = 20.569	P = 0.005		



**Graf 9. Ordinační diagram RDA analýzy: alpská vřesoviště, silný sešlap**

Antalp – *Anthoxanthum alpinum*, Avefle – *Avenella flexuosa*, Carbig – *Carex bigelowii*, Carpil – *Carex pilulifera*, Calvil – *Calamagrostis villosa*, Calvul – *Calluna vulgaris*, Galsax – *Galium saxatile*, Homalp – *Homogyne alpina*, Narstr – *Nardus stricta*, Vacmir – *Vaccinium myrtillus*

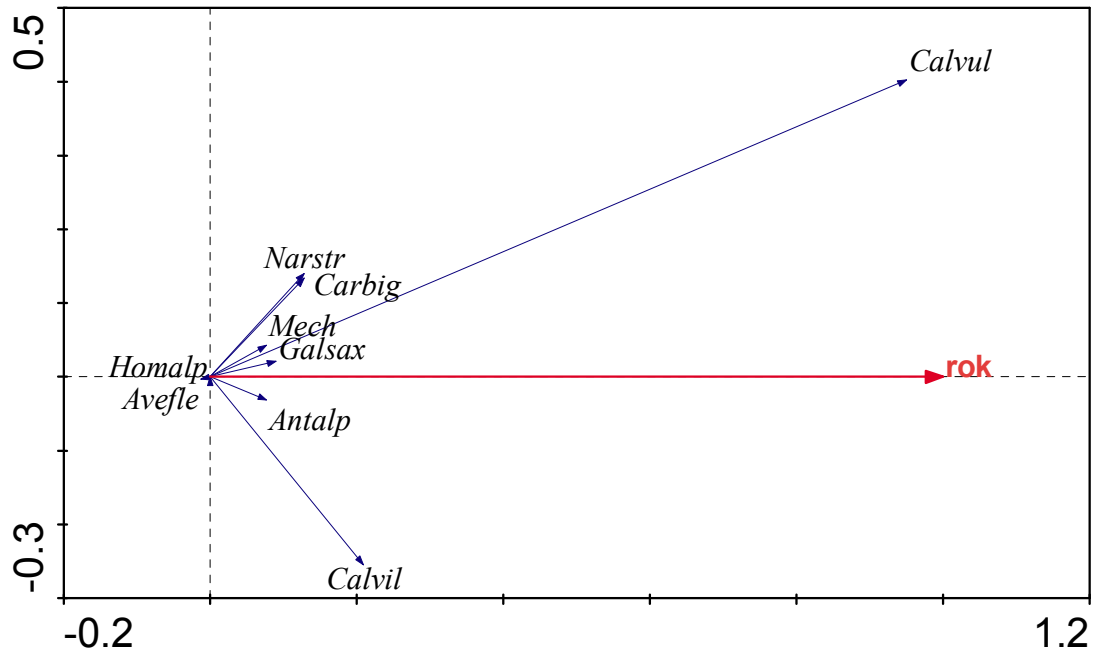
### Odstranění biomasy

Test prokázal signifikantní změnu zastoupení druhů v čase (tab. 10). Od ukončení zásahu výrazně rostla frekvence výskytu *Calluna vulgaris*. U ostatních druhů jenž byly přítomny v plochách nebyla patrná výraznější změna (graf. 10)

**Tabulka 10. Výsledky RDA analýzy: alpská vřesoviště, simulace kosení**

Osa	1	2	3	4
Vysvětlená variabilita osy	0.158	0.042	0.015	0.008
Korelace druhových a environmentálních proměnných	0.920	0.000	0.000	0.000
Suma vysvětlené variability všemi osami	0.233			
Test průkaznosti modelu	F = 16.744	P = 0.005		





**Graf 10** Ordinační diagram RDA analýzy: alpínská vřesoviště, simulace kosení

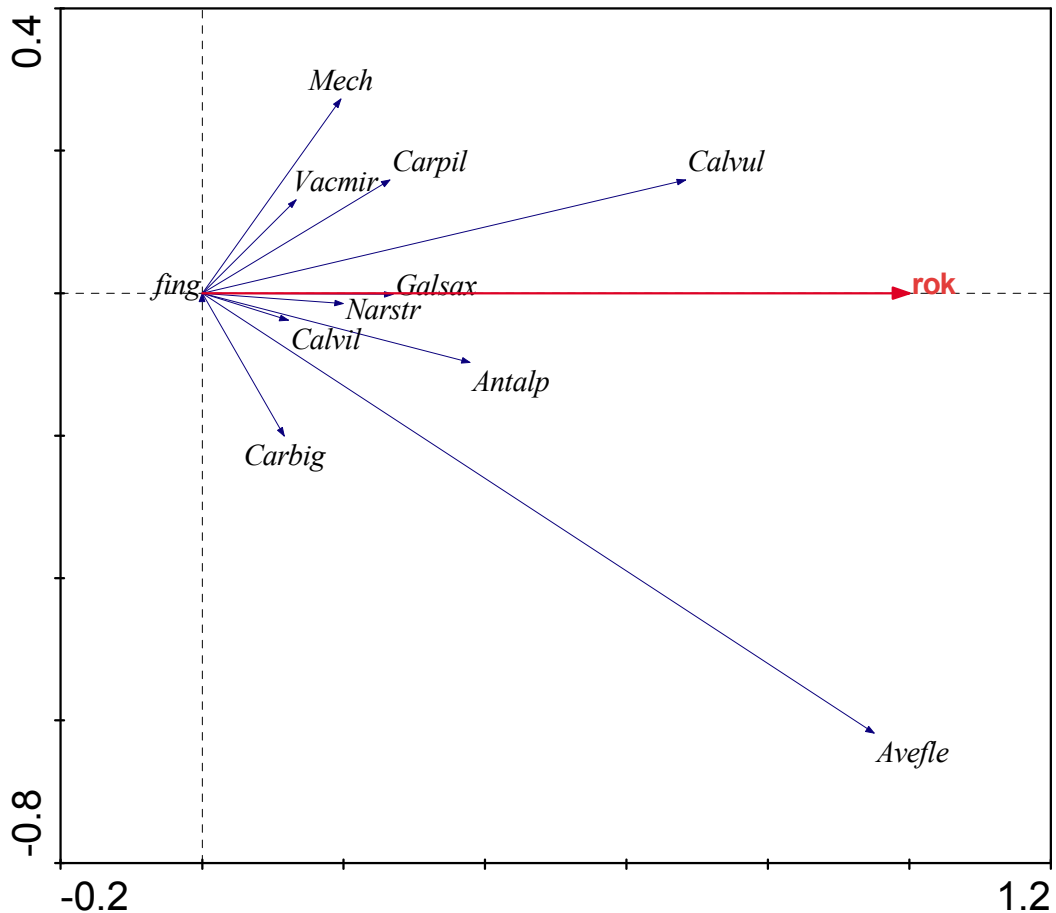
Antalp – *Anthoxanthum alpinum*, Avefle – *Avenella flexuosa*, Carbig – *Carex bigelowii*, Calvil – *Calamagrostis villosa*, Calvul – *Calluna vulgaris*, Galsax – *Galium saxatile*, Homalp – *Homogine alpina*, Mech – mechové patro, Narstr – *Nardus stricta*, Vacmir – *Vaccinium myrtillus*

#### Stržení drnu

Po stržení drnu v roce 2005 byla testem prokázána změna frekvence výskytu druhů mezi roky 2006 – 2011 (tab. 11). Ještě v roce 2006 nebyl na plochách přítomný žádný druh, vyjma druhu *Vaccinium mitillus*, ten se ale vyskytoval pouze v jednom podčtvrtci. Nejvýrazněji rostla frekvence výskytu *Calluna vulgaris* a *Avenella flexuosa*. V plochách dále rostlo zastoupení *Anthoxanthum alpinum* a *Galium saxatile*. U ostatních druhů, jenž se v těchto plochách vyskytli neměl nárůst pokryvnosti trvalý charakter (graf 13).

**Tabulka 11.** Výsledky RDA analýzy: alpínská vřesoviště, stržení drnu

Osa	1	2	3	4
Vysvětlená variabilita osy	0.421	0.136	0.071	0.051
Korelace druhových a environmentálních proměnných	0.934	0.000	0.000	0.000
Suma vysvětlené variability všemi osami	0.751			
Test průkaznosti modelu	F = 17.839	P = 0.002		



**Graf 11. Ordinační diagram RDA analýzy: alpská vřesoviště, stržení drnu**

Antalp – *Anthoxanthum alpinum*, Avefle – *Avenella flexuosa*, Carbig – *Carex bigelowii*, Carpil – *Carex pilulifera*, Calvil – *Calamagrostis villosa*, Calvul – *Calluna vulgaris*, Fing – fiktivní druh, Galsax – *Galium saxatile*, Mech – mechové patro, Narstr – *Nardus stricta*, Solil – *Solidago virgaurea*, Vacmir – *Vaccinium myrtillus*

## 5.4 Subalpínská borůvková vegetace

### Kontrola, střední sešlap a odstranění biomasy

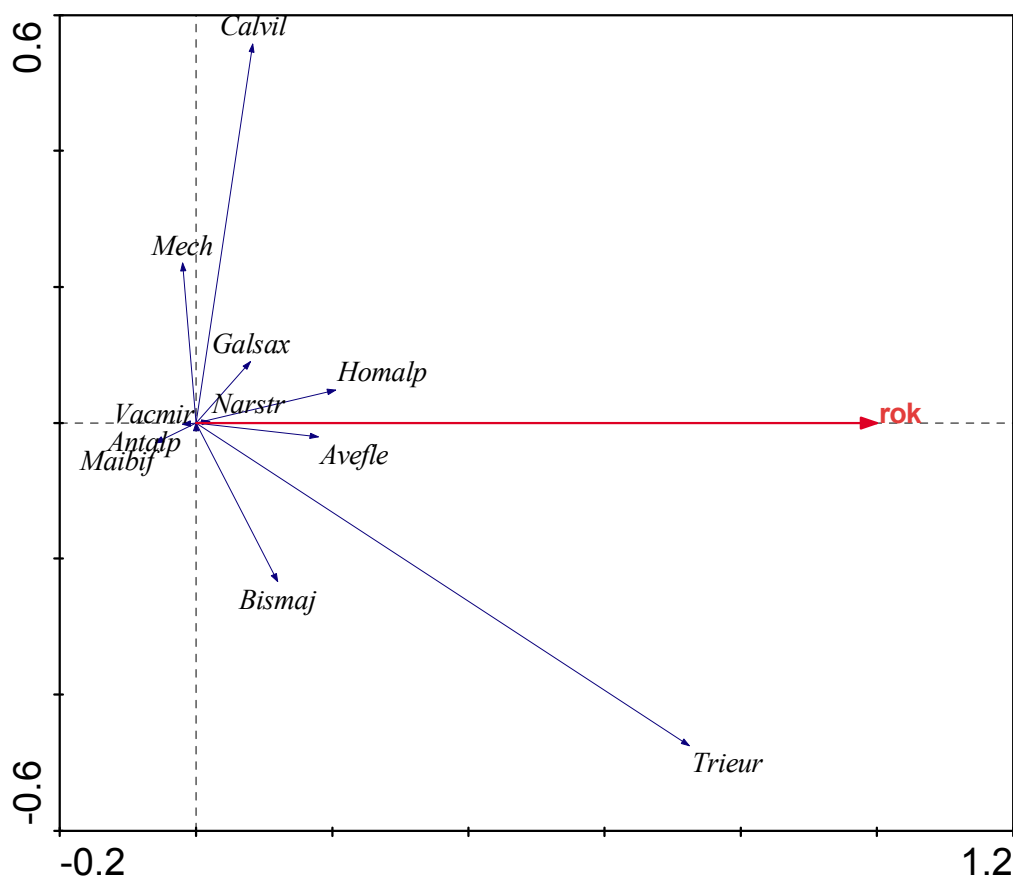
U těchto zásahů nebyla prokázána signifikantní změna frekvence výskytu druhů v čase: kontrola ( $P = 0.117$ ), střední sešlap ( $P = 0.399$ ), odstranění biomasy ( $P = 0.472$ ).

### Slabý sešlap

V plochách zřetelně rostla pokryvnost *Trientalis europaea*, jenž nebyl v prvním záznamu po ukončení sešlapu vůbec přítomen. Pokryvnosti ostatních druhů nejevili výrazné trendy v čase (graf 12).

**Tabulka 12. Výsledky RDA analýzy: subalpínská borůvková vegetace, slabý sešlap**

Osa	1	2	3	4
Vysvětlená variabilita osy	0.057	0.060	0.040	0.020
Korelace druhových a environmentálních proměnných	0.858	0.000	0.000	0.000
Suma vysvětlené variability všemi osami	0.188			
Test průkaznosti modelu	F = 3.526	P = 0.010		

**Graf 12. Ordinační diagram RDA analýzy: subalpínská borůvková vegetace, slabý sešlap**

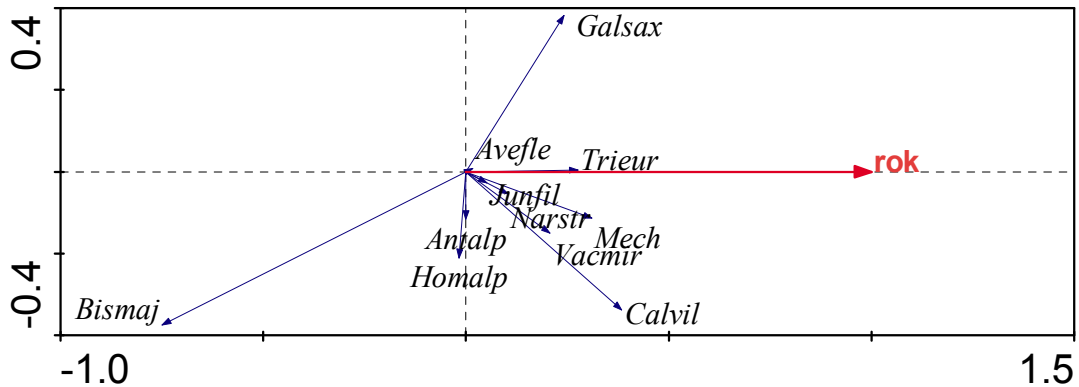
Antalp – *Anthoxanthum alpinum*, Avefle – *Avenella flexuosa*, Bismaj – *Bistorta major*, Calvil – *Calamagrostis villosa*, Galsax – *Galium saxatile*, Homalp – *Homogine alpina*, Maibif – *Maianthemum bifolium* Mech – mechové patro, Narstr – *Nardus stricta*, Triedr – *Trientalis europaea*, Vacmir – *Vaccinium myrtilus*,

### Silný sešlap

U ploch na které bylo působeno silnou intenzitou sešlapu byla testem prokázána závislost změny frekvence výskytu druhů v čase (tab. 13). V plochách od roku 2008 klesalo zastoupení *Bistorta major*. Ostatní druhy nejevili výraznou změnu pokryvnosti v na čase (graf. 13).

**Tabulka 13. Výsledky RDA analýzy: subalpínská borůvková vegetace, silný sešlap**

Osa	1	2	3	4
Vysvětlená variabilita osy	0.091	0.045	0.033	0.014
Korelace druhových a environmentálních proměnných	0.933	0.000	0.000	0.000
Suma vysvětlené variability všemi osami				
Test průkaznosti modelu	F = 6.572		P = 0.005	

**Graf 13. Ordinační diagram RDA analýzy: subalpínská borůvková vegetace, silný sešlap**

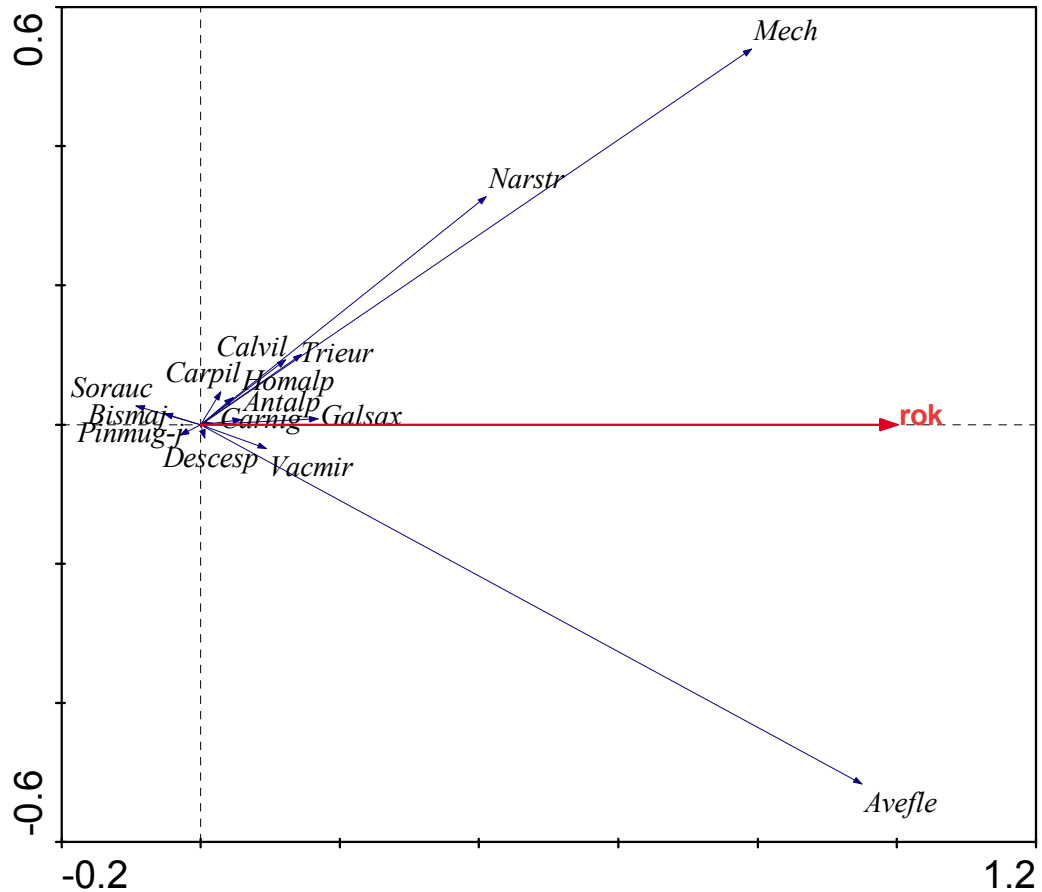
Antalp – *Anthoxanthum alpinum*, Avefle – *Avenella flexuosa*, Bismaj – *Bistorta major*, Calvil – *Calamagrostis villosa*, Galsax – *Galium saxatile*, Homalp – *Homogine alpina*, Junfil – *Juncus filiformis*, Maibif – *Maianthemum bifolium*, Mech – Mechové patro, Narstr – *Nardus stricta*, Triedr – *Trientalis europaea*, Vacmir – *Vaccinium myrtilus*,

#### Stržení drnu

Po stržení drnu v roce 2005 rostla významně frekvence výskytu *Avenella flexuosa* a Mechového patra. U ostatních druhů přítomných v plochách není výrazná změna pokryvnosti v čase (graf 14).

**Tabulka 14. Výsledky RDA analýzy: subalpínská borůvková vegetace, stržení drnu**

Osa	1	2	3	4
Vysvětlená variabilita osy	0.366	0.141	0.082	0.047
Korelace druhových a environmentálních proměnných	0.950	0.000	0.000	0.000
Suma vysvětlené variability všemi osami			0.713	
Test průkaznosti modelu	F = 14.781		P = 0.002	



**Graf 14. Ordinační diagram RDA analýzy: subalpínská borůvková vegetace, stržení drnu**

Antalp – *Anthoxanthum alpinum*, Avefle – *Avenella flexuosa*, Bismaj – *Bistorta major*, Calvil – *Calamagrostis villosa*, Carnig – *Carex nigra*, Carpil – *Carex pilulifera*, Descesp – *Deschampsia cespitosa*, Galsax – *Galium saxatile*, Homalp – *Homogine alpina*, Junfil – *Juncus filiformis*, Maibif – *Maianthemum bifolium*, Mech – mechové patro, Narstr – *Nardus stricta*, Pinmug – *Pinus mugho*, Sorauc – *Sorbus aucuparia*, Trieur – *Trientalis europaea*, Vacmir – *Vaccinium myrtilus*

## 5.5 Papratkové smrčiny

Simulace sešlapu a odstranění biomasy

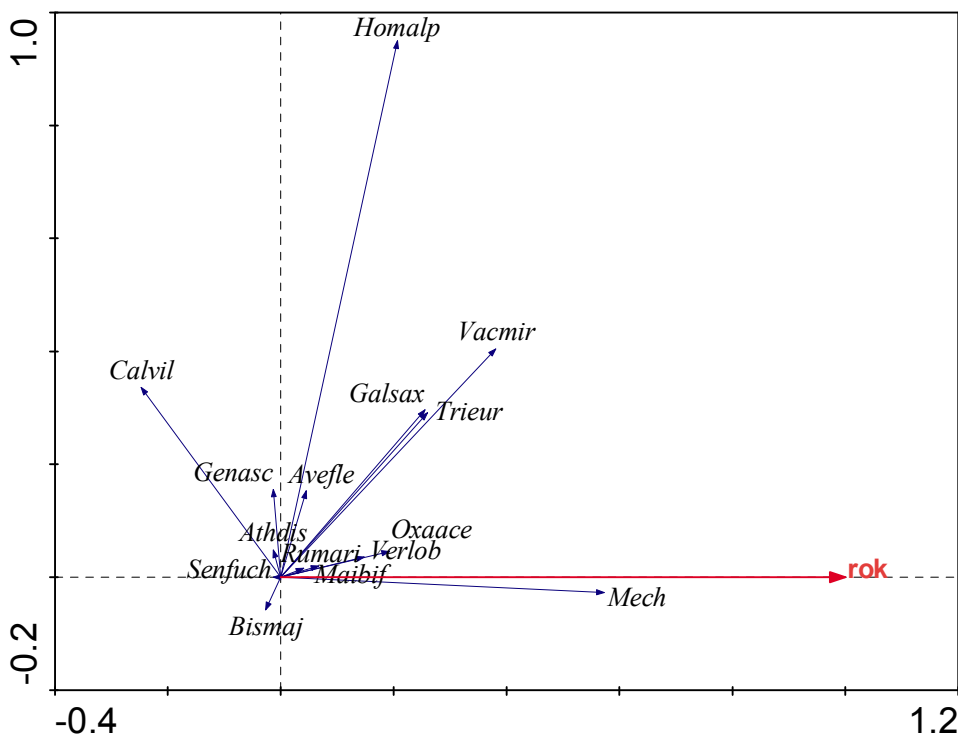
U těchto zásahů nebyla testem prokázána změna výskytu druhů v závislosti na čase: slabý sešlap ( $P = 0.786$ ), střední sešlap ( $P = 0.756$ ), silný sešlap ( $P = 0.626$ ), odstranění biomasy ( $P = 0.759$ ).

Kontrola

Od roku 2005 v těchto plochách rostla pokryvnost mechového patra. U ostatních druhů není zřejmá žádná linearita mezi jejich pokryvností a časem (graf. 15).

**Tabulka 15. Výsledky RDA analýzy: papratkové smrčiny, kontrola**

Osa	1	2	3	4
Vysvětlená variabilita osy	0.087	0.157	0.107	0.078
Korelace druhových a environmentálních proměnných	0.782	0.000	0.000	0.000
Suma vysvětlené variability všemi osami	0.563			
Test průkaznosti modelu	F = 3.102	P = 0.017		

**Graf 15. Ordinační diagram RDA analýzy: papratkové smrčiny, kontrola**

Athdis – *Athyrium distentifolium*, Avefle – *Avenella flexuosa*, Bismaj – *Bistorta major*, Calvil – *Calamagrostis villosa*, Galsax – *Galium saxatile*, Genasc – *Gentiana asclepiadea*, Homalp – *Homogine alpina*, Maibif – *Maianthemum bifolium*, Mech – mechové patro, Oxaace – *Oxalis acetosela*, Rumari – *Rumex arifolius*, Senfuch – *Senecio fuchsii*, Triedr – *Trientalis europaea*, Vacmir – *Vaccinium myrtilus*, Verlob – *Veratrum album* subsp. *lobelianum*,

#### Sešlap a odstranění biomasy

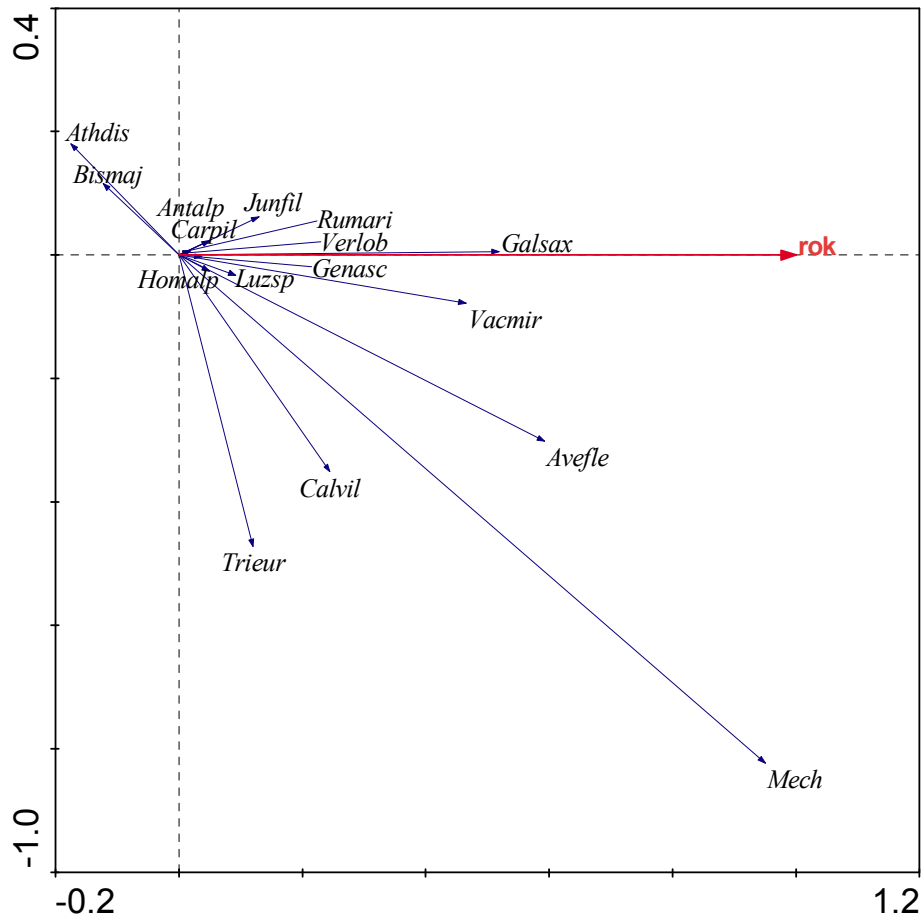
Ve společenstvu papratkových smrčín nebyla prokázána změna v pokryvnosti druhů u všech tří intenzit sešlapu ( $P = 0.786$ ), ( $P = 0.756$ ), ( $P = 0.626$ ) a odstranění biomasy ( $P = 0.759$ ).

### Stržení drnu

U ploch na kterých byl v roce 2005 stržen drn byla testem prokázána změna zastoupení druhů s časem (tab.16). Nejvýraznější je nárůst frekvence výskytu *Galium saxatile*, který se ještě v roce 2006 nevyskytoval v žádné ploše. S časem dále výrazně roste zastoupení *Vaccinium myrtillus* a *Avenella flexuosa*. Od roku 2006 také rychle vzrostla frekvence výskytu mechového patra, které ještě v tomto roce mělo ve všech plochách nulovou pokryvnost. V plochách se dále uchytili lesní druhy a druhy z okolních porostů ty se však nešířili tak intenzivně (graf 16).

**Tabulka 16. Výsledky RDA analýzy: papratkové smrčiny, stržení drnu**

Osa	1	2	3	4
Vysvětlená variabilita osy	0.256	0.159	0.111	0.064
Korelace druhových a environmentálních proměnných	0.834	0.000	0.000	0.000
Suma vysvětlené variability všemi osami	0.678			
Test průkaznosti modelu	F = 8.501	P = 0.002		



**Graf 16. Ordinační diagram RDA analýzy: papratkove snrčiny, stržení drnu**

Anthalp – *Anthoxanthum alpinum*, Athdis – *Athyrium distentifolium*, Avefle – *Avenella flexuosa*, Bismaj – *Bistorta major*, Calvil – *Calamagrostis villosa*, Carpil – *Carex pilulifera*, Galsax – *Galium saxatile*, Genasc – *Gentiana asclepiadea*, Homalp – *Homogine alpina*, Junfil – *Juncus filiformis*, Luzsp – *Luzula* sp. Mech – mechové patro, Rumari – *Rumex arifolius*, Triedr – *Trientalis europaea*, Vacmir – *Vaccinium myrtilus*, Verlob – *Veratrum album* subsp. *lobelianum*,



## 6 Diskuse

Na plochách se strženým drnem probíhal samovolný vývoj od roku 2005. Přestože se jedná o poměrně dlouhou dobu v drsných klimatických podmínkách hor nemusí být stále zřejmé, zda společenstvo regeneruje. Stejně tak u ostatních ploch, kde byly disturbance ukončeny až v roce 2008 nemusí být 3 roky dostatečně dlouhá doba pro zachycení sukcese. Výsledky jsou u zásahů se strženým drnem porovnávány se stejným pokusem, jenž probíhal v Hrubém Jeseníku od roku 2004. Tomuto tématu se zde postupně věnovali práce Bradáčové (2007), Češkové (2011) a Chmelinové (2011). Ostatní plochy zatím nemá smysl srovnávat, protože z Hrubého Jeseníků jsou dostupná data o probíhající sukcesi pouze z jednoho roku. Dále je každé společenstvo diskutováno zvlášť.

### 6.1 Smilkové alpínské trávníky

#### Sešlap a odstranění biomasy

U všech tří intenzit sešlapu nebyla prokázána žádná změna v pokryvnosti druhů, přestože vliv těchto zásahů byl mezi roky 2005–2008 průkazný (Janešová 2010). Tento výsledek svědčí o pomalé regeneraci ploch. Uplynutí 3 let od ukončení zásahů není dostatečně dlouhá doba nato aby se sukcese projevila. Je tedy třeba sledovat vývoj i v dalších letech.

#### Stržení drnu

Sukcese se projevila pouze po stržení drn. Výrazná změna pokryvnosti druhů u tohoto zásahu odpovídá jeho destruktivní povaze (úplné odstranění vegetačního krytu). Silná korelace růstu zastoupení *Nardus stricta* s časem dokazuje, že tento druh je schopen úspěšně regenerovat i na místech kde došlo k extrémnímu typu narušení. Po stržení drnu se dále velmi dobře šířila *Avenella flexuosa*, jenž měla v roce 2011 ve všech plochách maximální frekvenci výskytu. Z dvouděložných rostlin prokázal dobrou schopnost kolonizace pouze *Galium saxatile*, jenž se po stržení drnu uchytil na všech plochách a dále zvyšovat svou frekvenci výskytu

Trávy *Nardus stricta* a *Avenella flexuosa* představují dominantní a diagnostické druhy společenstva smilkových trávníků (Chytrý 2007, 2010). Z dalších zástupců typických pro toto společenstvo se objevili také *Carex bigelowii* a *Anthoxanthum alpinum*. Je tedy zřejmé, že plochy směřují zpět k tomuto typu vegetace. Přesto však sukcese probíhá .

velmi pomalu. Po uplynutí 6 let od stržení drnu celková pokryvnost rostlin v žádné ploše nepřesáhla 50 %. Tento vývoj je velmi podobný jako v práci Štursová (1974), kde byl obdobným způsobem stržen drn v porostech Bílé a Čertovy louky. Hejzman (2005) doložil, že *Nardus stricta* byla schopna po 38 letech zarůst holé plochy po bývalé lesní školce a tím dokázal její generativní šíření. Stejně tak v mých plochách se druh šířil generativně. Tento výsledek podporuje i předpoklad, že *Nardus stricta* se na velké plochy v subalpínském stupni Krkonoš mohla rozšířit až v relativně krátkém období budního hospodaření (Lokvenc 1978, Hejzman 2005). *Nardus stricta* se uchytila po stržení drnu také v ostatních společenstvech. Přesto se nikde nedokázala šířit obdobnou rychlostí. Málková (1992) uvádí že šíření *Nardus stricta* na opuštěnou turistickou cestu v lokalitě Úpská probíhalo především vegetativní cestou z okraje cest a generativně pouze omezeně. Pomalejší šíření v ostatních plochách může být tedy způsobeno většinou množstvím semen, jenž se na plochu dostanou z okolního porostu a možností zarůstání z okraje.

Srovnání se sukcesí v Hrubém Jeseníku je problematické, protože tyto společenstva se liší v zastoupení dominantních druhů. Místo *Nardus stricta* převládá *Avenella flexuosa* a je přítomna také *Festuca supina* (Chytrý 2007, 2010). Plochy však i zde pravděpodobně směřují ke společenstvu smilkových trávníků (Češková 2011).

#### Kontrola

V kontrolních plochách byl zaznamenán výrazný vzestup frekvence výskytu *Anthoxanthum alpinum*. Tento druh se přitom v roce 2005 vyskytoval pouze v jedné ploše a to velmi omezeně. Protože plochy byly kontinuálně sledovány poměrně dlouhou dobu (6 let) je velmi pravděpodobné, že jde o dlouhodobý trend, který v tomto společenstvu probíhá. V práci Soukupová et al. (1995) je jako důvod expanze *Anthoxanthum alpinum* do smilkových porostů uváděno ukončení tradiční hospodaření a spad imisí dusíku. V prostoru Mumlavské louky se prokazatelně hospodařilo (Lokvenc 1978). Anemo-orografický systém Mumlavy je také vstupní branou pro imise přicházející z Polska a Německa. Tato oblast jimi tedy byla v minulosti silně zatížena (Vacek 1981). Štursová (1974) ve své práci dokázala, že *Anthoxanthum odoratum* (v práci od sebe nebyly odlišovány druhy *A. alpinum* a *A. odoratum*) dokáže zvyšovat svou pokryvnost v porostech *Nardus stricta* již po tříleté aplikaci ledku v množství 20 mg/m<sup>2</sup>. Později prokázala, že tento druh si i po deseti letech zachoval svou zvýšenou pokryvnost a měl stále tendenci k šíření (Štursová 1985). Stejně tak další práce dokázali

pozitivní vliv zvýšeného přísunu dusíku na *Anthoxanthum alpinum* (Hejcman 2009, Hejcman 2007, Semelová 2008). Podle práce Filipova & Krahulce (2006) se tento druh v Krkonoších chová spíše jako S-stratég.. Hejcman (2009) se však domnívá, že *Anthoxanthum alpinum* má jiný typ strategie, což podle něho dokazuje flexibilní reakce na zvýšený přísun dusíku. Expanze na Mumlavské louce by tedy podporovala spíše Hejcmanův názor. Nárůst pokryvnosti *Anthoxanthum alpinum* by se měl v následujících letech projevit i u ploch na kterých byly prováděny ostatní zásahy. Je proto třeba dalšího sledování vegetace

## 6.2 Subalpínské trávníky s třtinou chloupkatou

### Sešlap

Po ukončení silné intenzity sešlapu byl zaznamenán nárůst výskytu *Anthoxanthum alpinum*. Zvyšování pokryvnosti tohoto druhu bylo dobře patrné také při provádění sešlapu (Janešová 2010). Přestože vliv zásahu nebyl statisticky průkazný Janešová (2010) uvádí, že ve všech plochách, na které bylo působeno sešlapem je patrné snížení pokryvnosti *Calamagrostis villosa*. Nesignifikantní výsledek pak může být způsobeno zvolenou statistickou metodou, protože frekvence jednotlivých druhů se na rozdíl od skutečné pokryvnosti výrazně nemění. Podle Málkové (1993) je *Anthoxanthum odoratum* (v práci od sebe nebyly odlišovány druhy *A. alpinum* *A. odoratum*) druhem, jenž je více odolný k sešlapu než *Calamagrostis villosa*. Tyto výsledky její závěry potvrzují. Po eliminaci *Calamagrostis villosa* sešlapem se tedy *Anthoxanthum alpinum* začíná šířit v důsledku uvolnění konkurenčního tlaku. Málková (1992) uvádí, že *Anthoxanthum alpinum* byla schopna kolonizovat uzavřenou turistickou cestu. Po zvyšování pokryvnosti tohoto druhu v prvních letech následovalo její snižování jenž bylo korelováno s rozrůstáním ostatních druhů. I zde by se tedy v následujících letech měl s regenerací společenstva projevit tento trend. Plochy by bylo tedy vhodné nadále sledovat.

### Odstranění biomasy

V plochách, na které bylo do roku 2008 působeno simulací kosení, rostla pokryvnost *Anthoxanthum alpinum*. Hejcman (2009) prokázal negativní vliv sečení na *Calamagrostis villosa*. *Anthoxanthum alpinum* podle jeho závěrů naopak není díky své malé výšce sečením negativně ovlivňována. Janešová (2010) uvádí, že průměrná pokryvnost *Calamagrostis villosa* na začátku pokusu byla 85 % a na konci pokusu

klesla v průměru na 47 %. *Anthoxanthum alpinum* však při odstranění biomasy nejevil žádné známky zvyšování frekvence výskytu (Janešová 2010). Je však možné, že k zásahu nedocházelo dostatečně dlouho a vzestup pokryvnosti tohoto druhu se projevil až s určitým zpožděním. Tento výsledek tedy neodporuje závěrům Hejcmana (2009). *Anthoxanthum alpinum* není sečením na rozdíl od *Calamagrostis villosa* negativně ovlivňována. Uvolnění konkurenčního tlaku ze strany *Calamagrostis villosa* naopak vede k její expanzi. V dalších letech by tedy měla *Calamagrostis villosa* regenerovat a *Anthoxanthum alpinum* opět ustupovat. Pro potvrzení tohoto závěru je však třeba plochy i nadále sledovat.

#### Stržení drnu

Po stržení drnu výrazně rostla pokryvnost druhu *Anthoxanthum alpinum*. Také zde je patrné, že tento růst je umožněn do značné míry sníženou pokryvností *Calamagrostis villosa* po tomto zásahu.

U stržení drnu dále vzrostla pokryvnost *Avenella flexuosa* a *Galium saxatile*. Tento výsledek odpovídá extrémnosti tohoto zásahu. Je ovšem nutné podotknout, že již v roce 2006 měla *Calamagrostis villosa* ve všech plochách 100% frekvenci výskytu. Stejně i zastoupení *Avenella flexuosa* a *Galium saxatile* velmi rychle rostlo. Na plochách je dále patrná nápadně vysoká celková pokryvnost vyšších rostlin vůči obdobným zásahům v ostatních společenstvech, kde zpravidla do roku 2011 nedosáhla ani 50 %. Je tedy zřejmé, že v roce 2005 nedošlo k dostatečnému stržení drnu a rostliny byly schopny regenerovat z podzemních orgánů. K obdobnému výsledku došla Češková (2011) v Hrubém Jeseníku. Na ploše, kde nebyl dostatečně stržen drn rychle regenerovala *Calamagrostis villosa*, naopak na ostatních plochách převládla *Avenella flexuosa*. Také Málková (1992) uvádí rozrůstání *Calamagrostis villosa* na opuštěné cestě především vegetativně.

### 6.3 Alpínská vřesoviště

#### Sešlap

*Calluna vulgaris* nejevil výraznou změnu pokryvnosti v plochách se slabou a střední intenzitou sešlapu. Vliv slabého sešlapu nebyl tak destruktivní a druh se v roce 2008 vyskytoval téměř ve všech podčtvercích. U středně silného sešlapu byl sice výskyt tohoto druhu v roce 2008 nižší, ale přesto došlo jen k velmi nepatrnému nárůstu. Naopak v plochách se silnou intenzitou sešlapu *Calluna vulgaris* prokázala velmi

vysoký nárůst zastoupení. Ve všech sešlapávaných plochách dále rostla pokryvnost druhu *Galium saxatile*. Janešová (2010) také uvádí, že se při provádění sešlapu intenzivně šířila *Avenella flexuosa*. Stejně tak Češková (2011) uvádí pronikání trav do porostů *Calluna vulgaris* při provádění sešlapu.

Zde se však projevila nevýhoda zvoleného zpracování dat. Další zvyšování pokryvnosti *Avenella flexuosa* nemohlo být zachyceno protože se v roce 2008 vyskytovala téměř ve všech podčtvrcích. Také vyšší výskyt *Calluna vulgaris* pouze potvrzuje, že je schopen regenerace. Jeho skutečné zvyšování pokryvnosti bylo však malé.

Porosty *Calluna vulgaris* jsou schopny dobré regenerace po narušení, ale staré porosty ve věku 15 a více let tuto schopnost rychle ztrácí. (Gimingham 1972) V plochách k jisté vegetativní obnově dochází i když jen v malé míře. Keříčky *Calluna vulgaris* jsou tedy nejspíš ve fázi zralosti. Do této fáze se druh dostává ve věku okolo 25 let. Její trvání je přibližně 10 let, poté začíná fáze degenerace (Gimingham 1960) .

Z výsledků se zdá, že *Calluna vulgaris* nebude schopen obsadit plochy v původním rozsahu. Stále však nelze udělat konečný závěr, protože k obnově tohoto druhu přece jen v malé míře dochází. Na plochách, kde bylo působeno střední a silnou intenzitou sešlapu byla také v roce 2011 stále přibližně polovina půdy zcela bez vegetace. *Calluna vulgaris* má tedy stále možnost šíření na tyto plochy.

#### Odstranění biomasy

*Calluna vulgaris* zvyšoval frekvenci výskytu také v plochách na které bylo působeno simulací kosení. I zde se však projevila nevýhoda způsobu zpracování dat. Skutečná pokryvnost *Calluna vulgaris* je nízká a převládají ostatní druhy, především trávy. Jebavá (2004) udává, že po kosení horského vřesoviště na Rýchorách ve východních Krkonoších jeho vegetativní obnova zcela selhala. Tento stav připisuje především vysokému stáří keříčků. Do vřesoviště následně expandovala *Avenella flexuosa*. I do mých ploch pronikal především tento druh a již v roce 2008 se vyskytoval se 100% frekvencí výskytu. Stejně tak nízká regenerační schopnost *Calluna vulgaris* poukazuje na jeho vysoké stáří

Tímto typem narušení vřesovišť se také zabývala práce Sedláková & Chytrý (1999) v Národním parku Podyjí. Ta uvádí, že po posečení vřesoviště následoval prudký vývoj trav a pomalý rozvoj *Calluna vulgaris*. Pokud v plochách vyklíčili nové semenáčky, *Calluna vulgaris* směřovaly zpět k vřesovišti, pokud se však semenáčky

nevyskytovali ve společenstvu převládli trávy. Britton (2000) na vřesovištích ve východní Anglii došel k podobnému výsledku. Podle něho po odstranění biomasy nedošlo k podpoře růstu *Calluna vulgaris*, ani k eliminaci nežádoucí *Avenella flexuosa*.

Nicméně v mých plochách k vegetativní i generativní obnově *Calluna vulgaris* dochází, ale jen omezeně. Většina půdy je také stále bez vegetace. Není tedy dosud možné určit zda *Calluna vulgaris* bude schopen plochy kolonizovat ve větším rozsahu.

### Stržení drnu

Nejvýrazněji se sukcese projevila po stržení drnu, což odpovídá intenzitě tohoto zásahu. V těchto plochách dále výrazně rostla pokryvnost *Avenella flexuosa*. Mírně také zvýšily výskyt druhy *Anthoxanthum alpinum* a *Galium saxatile*.

Podobně rychle jako *Avenella flexuosa* zde regeneroval také *Calluna vulgaris*, jeho skutečné pokryvnosti však byli o něco nižší. Je tedy zřejmé, že tento druh osidluje i plochy na kterých došlo k úplnému stržení drnu. *Calluna vulgaris* regenerovala jak generativně tak vegetativně ze zbytků kmínků jenž na ploše zůstali. Počet malých semenáčků je však nízký. Toto se dá vysvětlit ochuzením semenné banky při stržení drnu. Podle Pywella et. al. (1997) se totiž většina semen druhu nachází ve svrchní vrstvě půdy do 5 cm. Obnova *Calluna vulgaris* je pak zpomalena protože tyto ztráty musí být nahrazeny semeny z okolního porostu (Britton 2000). Britton (2000) na pokusných plochách v Anglii dokázal že obnova vřesoviště po stržení drnu je sice pomalá ale velmi úspěšná. Avšak obnova mých ploch je mnohem pomalejší než v obdobných plochách jenž založila na Rýchorách Jebavá (2004) Ta v uvádí, že po stržení drnu došlo již po dvou letech k vyklíčení velkého množství semenáčků a plochy směřovali opět k vřesovišti. Protože se však lokalita nachází ve zrychlující, části A-O systému Mumlavy je možné, že značná část semen je z ploch odnášena větrem (Jeník 1978). Také Gimingham (1960) uvádí, že semena *Calluna vulgaris* mohou být z obnažených ploch vyfoukávány. Vřesoviště na Mumlavské louce jsou také silně fragmentované a malého rozsahu, na rozdíl od Rýchor, kde se jedná o vcelku homogenní a celistvé porosty Jebavá (2004). Pozitivní pro budoucí kolonizaci *Calluna vulgaris* však je, že i rozvoj ostatních druhů neprobíhá příliš rychle a většina půdy byla v roce 2011 stále bez vegetace. Je také patrný trend rozrůstání keříčku z okolních nepoškozených ploch. Z dosavadních výsledků však nelze říci zda *Calluna vulgaris* bude schopen opět kolonizovat poškozené plochy v původním rozsahu.

Regenerace po stržení drnu probíhá obdobným způsobem také v Hrubém Jeseníku, na plochách se ale vyskytlo větší množství semenáčků tohoto druhu (Češkova 2011).

V Hrubého Jeseníku se semenáčky *Calluna vulgaris* objevovali po stržení drnu také v ostatních společenstvech. (Chmelinová 2011, Bradáčová 2007, Češkova 2011). V Krkonoších se však mimo společenstvo alpínských vřesovišť druh dokázal uchytit pouze v jedné ploše. Tento rozdíl připisují především rozdílné distribuci semen pomocí větru na těchto dvou lokalitách

#### Kontrola

V kontrolních plochách mírně snižovala frekvenci výskytu *Avenella flexuosa*. Tento vztah však nebyl příliš lineární a je velmi pravděpodobné, že další sledování ukáže, že nejde o dlouhodobý trend, ale pouze o krátkodobé změny které v plochách probíhají.

## 6.4 Subalpínská borůvková vegetace

### Sešlap a odstranění biomasy

Při provádění simulace středního, silného sešlapu a sečení mezi lety 2005-2008, byl prokázán vliv zásahů na toto společenstvo (Janešová 2010). U analýzy se pravděpodobně projevila ztráta informace o skutečné pokryvnosti druhů. U všech čtyř typů zásahu měla v roce 2008 *Vaccinium myrtillus* téměř 100% frekvenci výskytu. Případné méně výrazné změny v pokryvnosti druhu se proto v analýze neprojeví.

V plochách na které bylo do roku 2008 působeno simulací slabého sešlapu výrazně vzrostla pokryvnost druhu *Trientalis europaea*. Také Málková (1992) udává, že druh zvyšoval svou pokryvnost po uzavření naučné stezky ve východních Krkonoších. Při samotném provádění sešlapu druh pozitivně nereagoval (Janešová 2010). Janešová (2010) ale dokázala jeho pozitivní reakci na sešlap ve společenstvu papratkových smrčín. Proto předpokládám, že šíření *Trientalis europaea* je umožněno prosvětlením jinak homogenního porostu *Vaccinium myrtillus*. Při provádění sešlapu se trend nestihl projevit.

U silné intenzity sešlapu klesala frekvence výskytu *Bistorta major*. Druh během provádění zásahu do roku 2008 své zastoupení zvyšoval (Janešová 2010). Je tedy zcela očividné, že tento druh je k sešlapu tolerantí. Snížení pokryvnosti *Vaccinium myrtillus* pak umožnilo druhu expandovat a její následná obnova způsobila jeho opětovný ústup.

## Stržení drnu

Nejvýraznější změnám ve složení vegetace došlo podle očekávání po stržení drnu. Přesto schopnost trvalého šíření na narušené plochy z vyšších rostlin prokázala pouze *Avenella flexuosa*. Druh se z nulové frekvence výskytu v roce 2006 dokázal rozšířit do roku 2011 ve všech plochách téměř na 100% zastoupení. Tato tráva se šířila také v Hrubém Jeseníku (Češková 2011). Obdobným způsobem dále vzrostla frekvence výskytu mechového patra, což svědčí o dobré schopnosti mechů obsazovat místa s obnaženou půdou. Přesto je většina půdy stále zcela bez vegetačního pokryvu.

Keříčky dominantního druhu společenstva *Vaccinium myrtillus* neprojevily vyšší schopnost šíření. V plochách se sice objevili nové semenáčky, ale ty se rozrůstají jen velmi pomalu, což odpovídá biologii tohoto druhu. Generativní šíření borůvky je méně časté než vegetativní a růst semenáčků je pomalý (Ritchie 1956). Pomalý růst semenáčku je zde zřejmě ještě umocněn drsným klimatem a otevřeností ploch jenž nejsou chráněny téměř žádnou vegetací. Naopak druh by měl dobře obsazovat volná místa pomocí bočních větví jenž vyrůstají z hlavního kmínku. (Ritchie 1956). Stejně tak Tasser and Tappeiner (2002) udávají, že keříčková společenstva jsou schopna rychle zarůstat obnažené plochy. Přesto je rozrůstání z okolních porostů jen velmi pomalé. Málková (1992) ve své práci z východních Krkonoš udává, že se *Vaccinium myrtillus* byla schopna šířit na uzavřené naučné stezce. Tyto plochy jsou však rozdílné. Při sešlapu většinou nedochází k tak výraznému odstranění půdy jako při stržení drnu. Chmelinová (2010) došla v Hrubém Jeseníku k podobnému výsledku. Borůvka zde na plochách se strženým drnem sice dokázala regenerovat ale nepříliš výrazně. Po 6 letech dosáhla průměrné pokryvnosti pouze málo přes 40 %. Přesto je patrná odlišná rychlost kolonizace *Vaccinium myrtillus* v Krkonoších a Hrubém Jeseníku, bylo by tedy vhodné i dále sledovat vývoj vegetace.

## 6.5 Horské papratkové smrčiny

### Sešlap

Při provádění sešlapu bylo u ploch patrné snižování pokryvnosti *Athirium distentifolium*. Statisticky průkazné pak bylo u silného sešlapu (Janešová 2010). Od ukončení zásahu nedošlo k výraznému rozrůstání tohoto druhu. V roce 2011 je snížená pokryvnost *Athirium distentifolium* u silného sešlapu stále patrná při pouhém pohledu. Druh tedy není schopen ani 3 roky od ukončení sešlapu regenerovat. Tento výsledek



koresponduje se závěry z práce Cole (1995) jenž uvádí, že podrost s kapradinou *Dryopteris campyloptera* je velmi málo odolný k sešlapu a špatně regeneruje.

#### Odstranění biomasy

Při odstranění biomasy, prokázala *Athyrium distentifolium* vysokou schopnost regenerace a plochy se nelišili od kontrolních (Janešová 2010). Ani po ukončení tohoto zásahu k žádným změnám nedocházelo

#### Stržení drn

Od stržení drnu v roce 2005 se v plochách objevili především lesní druhy z okolních porostů. Nejúspěšnější v kolonizaci byly pak *Galium saxatile*, *Avenella fleuosa*, *Vaccinium myrtillus* a mechorosty. *Galium saxatile*, *Avenella fleuosa* úspěšně obsazovali plochy se stejným zásahem i v ostatních společenstvech. Také v Hrubém Jeseníku *Avenella flexuosa* výborně kolonizovala plochy se strženým drnem (Češková 2011). Stejně tak Málková (1992) udává dobrou schopnost tohoto druhu rozrůstat se na sešlapem obnažené plochy Tento výsledek odpovídá ekologii druhu. Scurfield (1954) udává, že *Avenella flexuosa* je druhem se širokou ekologickou amplitudou, jenž je schopen velmi dobře kolonizovat obnažené a zraňované plochy.

Po odstranění drnu také rostla pokryvnost *Vaccinium myrtillus*. Tento druh se v roce 2006 vyskytoval pouze v jedné ploše a to s minimální frekvencí výskytu. Došlo zde tedy k opačnému trendu než ve společenstvu subalpínské borůvkové vegetace, kde *Vaccinium myrtillus* nejevila známky výraznějšího šíření. Tento stav je nejspíš způsobený větší ochranou tohoto stanoviště před nepříznivými povětrnostními vlivy a tím lepším prostředím pro semenáčky.

*Athyrium distentifolium* prokazuje nízkou schopnost šíření. Šubrt (2007) uvádí, že po prvním roce od stržení drnu nedošlo k uchycení žádného semenáčku. Janešová (2010) však už růst semenáček potvrzuje. Druh se ale v plochách dále nešíří a nedochází ani k zvyšování vzrůstu rostlin, které jsou stále jen několik centimetrů vysoké. K obdobnému výsledku dospěla Chmelinová (2011), v Hrubém Jeseníku kde po uplynutí 5 let od stržení drnu stoupla průměrná pokryvnost paprkatky pouze o 25%. Došlo-li v těchto plochách k podobnému zvýšení pokryvnosti, jako v Hrubém Jeseníku nemusel být tento trend zaznamenán proto, že *Athyrium distentifolium* se nešíří do ostatních podřtverců. Přesto je tento druh stále přítomen a sukcese bude nejspíš nadále směřovat opět ke společenstvu paprkatkovým smrčím.

Oproti ostatní společenstvům jsou však tyto plochy téměř zcela zakryty porostem a to především mechorosty, jejichž frekvence od roku 2006 vzrostla ve všech plochách z nulového zastoupení na maximální. Stejně dobrá schopnost mechu kolonizovat plochy po odstranění *Athirium distentifolium* byla prokázána také na obdobných plochách v Hrubém Jeseníku (Češková 2011). Výrazně lepší schopnost šíření mechu oproti jiným společenstvům je nejspíše způsobena vhodnějšími mikroklimatickými podmínkami

Pokryvnost mechového patra také mírně vzrostla v kontrolních plochách. Tento trend, však nejspíš nemá trvalý charakter.

## 7 Závěr

### Alpínské smilkové trávníky

Po ukončení sešlapu a odstranění biomasy nebyla prokázána změna v pokryvnosti druhů. Pokud tedy k sukcesi dochází je jen velmi pomalá a k jejímu prokázání je třeba plochy dále sledovat.

Po stržení drnu se na obnažených plochách uchytily druhy, jenž jsou typické pro společenstvo smilkových trávníků. Dále se pak šířili především *Nardus stricta*, *Avenella flexuosa* a *Galium saxatile*. Sukcese tedy směřují opět k tomuto typu společenstva

V kontrolních plochách výrazně rostlo zastoupení druhu *Anthoxanthum alpinum*. Tendo vzestup by mohl mít trvalý charakter a dokládá tak expanzivní chování této trávy ve společenstvu smilkových trávníků. Za příčinu tohoto jevu považuji ukončení tradičního hospodaření a spad imisí dusíku.

### Subalpínské trávníky s třtinou chloupkatou

Po ukončení silné intenzity sešlapu rostla pokryvnost *Anthoxanthum alpinum*. Druh prosperoval také při provádění tohoto zásahu (Janešová 2010). *Anthoxanthum alpinum* se obdobně šířil v plochách s odstraněním biomasy i když s určitým zpožděním. Na rozdíl od *Calamagrostis villosa* nemá tedy kosení ani sešlap na tento druh negativní vliv. Její následné šíření je pak způsobeno především uvolněním konkurenčního tlaku ze strany *Calamagrostis villosa*, jenž je naopak k těmto zásahům citlivá. Pokud bude v dalších letech probíhat regenerace společenstva měla by *Anthoxanthum alpinum* opět začít ustupovat.

Po stržení drnu plochy rychle regenerovaly, přesto je stále patrná snížená pokryvnost *Calamagrostis villosa*. Protože však stržení drnu nebylo provedeno dostatečně druh regeneroval především z podzemních výběžků. Výrazně dále rostlo zastoupení *Avenella flexuosa* a *Anthoxanthum alpinum*. I zde je tedy patrné, že došlo k uvolnění konkurenčního tlaku ze strany *Calamagrostis villosa*

### Alpínská vřesoviště

*Calluna vulgaris* je po sešlapu schopen regenerace. Obnova je však velmi pomalá. Nízká vegetativní obnova poukazuje také na vysoké stáří keřičků. Ty jsou nejspíš starší 15 let a nachází se ve fázi zralosti. Do ploch dále ve velké míře expandovala především *Avenella flexuosa*. Z dvouděložných byl úspěšný *Galium*

*saxatile*. Plochy zatím nesměřují zpět k alpínským vřesovištím, nicméně značná část půdy je stále bez vegetace a může tak dát prostor pro vývoj *Calluna vulgaris* v dalších letech.

Také u ploch s odstraněním biomasy probíhala vegetativní obnova jen velmi pomalu. I zde se šířila především *Avenlla flexuosa* a polečenstvo alpínských vřesovišť pravděpodobně nebude schopno regenerovat. Tento výsledek se shoduje s pracemi jiných autorů, jenž popisují podobný vývoj (Britton 2000, Jebavá 2004, Sedláková and Chytrý 1999).

Po stržení drnu se rozrůstali především druhy *Calluna vulgaris*, *Anthoxanthum alpinum*, *Avenlla flexuosa* a *Galium saxatile*. Obnova *Calluna vulgaris* však probíhá pomalu a v plochách je přítomno jen malé množství semenáčků. Toto si vysvětlují ochuzení semenné banky po stržení drnu. Ztráta semen pak není dostatečně nahrazena z okolního porostu, protože lokalita se nachází ve zrychlující části Anemo-orografického systému Mumlavy a většina semen *Calluna vulgaris* je z půdy odnesena větrem. Také rozvoj ostatních druhů není příliš rychlý a velká část půdy se nachází stále bez vegetace. Zatím není možné určit zda dojde k obnově společenstva alpínských vřesovišť

#### Subalpínská borůvková vegetace

Sukcese se projevila pouze po ukončení slabé a silné intenzity sešlapu. U slabé intenzity sešlapu stoupala pokryvnost *Trientalis europaea*. Šíření *Trientalis europaea* je umožněno prosvětlením jinak homogenního porostu *Vaccinium myrtillus*. U silné intenzity sešlapu snižoval pokryvnost druh *Bistorata major*, jenž naopak při provádění sešlapu svou pokryvnost navyšoval (Janešová 2010). Druh je tedy sešlapem podporován.

Po stržení drnu *Vaccinium myrtillus* nejeví známky vyšší schopnosti opětovné kolonizace. Semenáčky se objevují jen v malém množství a rozrůstají se velmi pomalu. Také zarůstání z okolního porostu je omezené. Nicméně také ostatní druhy se rozrůstají pomalu a většina půdy je stále bez vegetace. Proto není možné předpovědět jakým směrem se bude sukcese dále vyvíjet.

### Horské papratkové smrčiny

Po ukončení sešlapu v Roce 2008 nebyla patrná výrazná schopnost regenerace druhu *Athirium distentifolium*. *Athirium distentifolium* je tedy druhem jenž je nejen špatně odolný vůči sešlapu, ale také jeho regenerace je pomalá.

Po stržení drnu se na obnažené půdě uchytili především lesní druhy z okolních porostů. Objevili se také semenáčky *Athirium distentifolium*, Ty se však rozvíjí jen velmi pomalu, přesto plochy pravděpodobně směřují ke společenstvu papratkových smrčín.

## 8 Literatura

- Boháč J. 1969.** Půdy východní části Krkonoš. Opera corcontica. 6: 13-23.
- Boháč J. & Nálevka B. 1971.** Půdy západní části Krkonoš. Opera Corcontica. 7: 37–46 s.
- Bradáčová S. 2007.** Vliv vybraných disturbancí na některá rostlinná společenstev subalpínském stupni Hrubého Jeseníku. [diplomová práce]. [Olomouc (CZ)]: Univerzita Palackého v Olomouci.
- Britton, et al. 2000:** Comparison of techniques to increase *Calluna vulgaris* cover on heathlands invaded by grasses in Breckland, south east England. Biological Conservation 95: 227–232 s.
- Burešová Z. 1976.** Alpínská vegetace Krkonoš: struktura a ekologie porostů na Luční (1547 m) a Studniční hoře (1555 m). Opera Corcontica 13: 67–94 s.
- Cole D.N. 1995.** Experimental trampling of vegetation. II. Predictors of resistance and resilience. Journal of Ecology 32: 215–224 s.
- Cole D.N. & Bayfield NG. 1993.** Recreational trampling of vegetation: Standard experimental procedures. Biological Conservation. 63: 209–215 s.
- Češková A. 2011.** Změny alpínské vegetace pod vlivem různé mechanické disturbance na lokalitě Vysoká hole - Petrovy kameny. [diplomová práce]. [Olomouc (CZ)]: Univerzita Palackého v Olomouci. 67 s.
- Demek J, et al. 2006.** Hory a nížiny zeměpisný lexikon ČR. Brno: AOPK ČR. 580 s.
- Filipová L & Krahulec F. 2006.** The transition zone between *Anthoxanthum alpinum* and *A. odoratum* in the Krkonoše Mts. Preslia. 78: 317–330 s.
- Geringhoff H & Daniëls FJA. 1998.** Vegetationskundliche Untersuchungen zu Zwergstrauch – Heiden in Gebirgslagen der Tschechien Republik. Tuexenia. 18: 103-117 s.
- Gimingham CH. 1960.** Biological flora of the British Isles: *Calluna vulgaris* (L.) Hull. Journal of Ecology 48: 455–483 s.
- Gimingham CH. 1972.** Ecology of heathlands. London. Chapman and Hall.
- Harčarik J. 2002.** Microclimatic relationships of the arctic-alpine tundra. Opera Corcontica. 39: 45–68 s.
- Hejzman M, et al. 2005.** Regeneration of *Nardus stricta* subalpine grasslands in the Giant mountains (Krkonoše). Acta Societatis Botanicorum Polonia. 74: 253–258 s.

- Hejcman M, et al. 2006.** Farmer decision making and its effect on subalpine grassland succession in the Giant mts., Czech republic. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae*. 75: 165–174 s.
- Hejcman M, et al. 2007.** Revisiting a 37 years abandoned fertilizer experiment on *Nardus* grassland in the Czech Republic. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 118: 231–236 s.
- Hejcman M, et al. 2009.** Expansion of *Calamagrostis villosa* in sub-alpine *Nardus stricta* grassland: Cessation of cutting management or high nitrogen deposition?. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 129: 91–96 s.
- Hejcman M, et al. 2010.** Control of *Molinia caerulea* by cutting management on sub-alpine grassland. *Flora*. 205: 577–582 s.
- Hejný S. & Slavík S. 1997.** Květena České republiky 1. Praha: Academia: 557 s.
- Hejtman B. 1969.** Petrografie. Praha: Nakladatelství technické literatury. 249 s.
- Herben & Münzbergová. 2002.** Zpracování geobotanických dat v příkladech. Praha: 100 s.
- Chaloupský J, et al. 1989a.** Geologie Krkonoš a Jizerských hor. Praha: Academia: Ústřední ústav geologický. 288 s.
- Chmelinová B. 2011.** Změny subalpínské a alpínské vegetace po ukončení antropogenních zásahů na lokalitě Petrovy kameny - Vysoká hole. [diplomová práce]. [Olomouc (CZ)]: Univerzita Palackého v Olomouc. 53 s.
- Chytrý M, et al. 2007.** Vegetace České republiky, Travinná a keříčková vegetace. Praha: Academia: 526 s.
- Chytrý M. et al. 2010.** Katalog biotopů České republiky. Druhé vydání. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR: 445 s.
- Janešová K. 2010.** Změny subalpínské a alpínské vegetace pod vlivem různé mechanické disturbance na lokalitě Mumlavská louka. [diplomová práce]. [Olomouc (CZ)]: Univerzita Palackého v Olomouc. 88 s.
- Jebavá K. 2004.** Management horských vřesovišť v Krkonoších. Diplomová práce. (Dep. In: knih. Katedry Ekologie a ochrany ŽP. Př.F. UP) Olomouc.
- Jeník J. 1961.** Alpínská vegetace Krkonoš, Kralického Sněžníku a Hrubého Jeseníku. Praha: Nakladatelství ČSAV. 409 s.
- Klapka P. 2001.** Krkonoše a trvale udržitelný rozvoj [diplomová práce]. [Brno (CZ)]: Masarykova universita v Brně. 91 s.

- Kos J & Maršáková M 1997.** Chráněná území České republiky. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR. 247 s.
- Kubát K, et al. 2002.** Klíč ke květeně České republiky. Praha: Academia. 927 s.
- Kubátová-Kořínková D. 1972.** Půdně mikrobiologický průzkum v západních Krkonoších. Opera Corcontica. 9: 37–55 s.
- Lepš J & Šmilauer P. 2000.** Mnohorozměrná analýza ekologických dat. České Budějovice: Biologická fakulta JČU v Českých Budějovicích. 102 s.
- Lokvenc T. 1965.** Alpínská oblast Krkonoš v roce 1765 (hodnocení Grauparovy mapy). Opera Corcontica. 2: 27–42 s.
- Lokvenc T. 1978.** Toulky krkonošskou minulostí. Hradec Králové: Kruh. 267 s.
- Málková J. 1992.** Monitorování antropických vlivů v hřebenové oblasti východních Krkonoš - I. část (dynamika změn v lokalitě Úpská). Opera Corcontica. 29: 25–72 s.
- Málková J. 1993.** Monitorování antropických vlivů hřebenové oblasti východních Krkonoš - II. část (dynamika změn v lokalitě Výrovka). Opera Corcontica. 30: 133–166 s.
- Málková J. 1994.** Monitorování antropických vlivů v hřebenové oblasti východních Krkonoš - III. část (dynamika změn v lokalitě Kaple). Opera Corcontica. 31: 37–57 s.
- Matějka K & Málková J. 2010.** Long-term dynamics of plant communities in subalpine and alpine zone of the Eastern Giant Mts. Opera Corcontica. 47: 123–138 s.
- Moravec J, et al. 1995.** Rostlinná společenstva České republiky a jejich ohrožení. Druhé vydání. Litoměřice: Okresní vlastivědné muzeum v Litoměřicích. 206 s.
- Neuhäuslavová Z, et al. 1998.** Mapa potenciální přirozené vegetace České republiky. Praha: Academia. 341 s.
- Petříček V, et al. 1999.** Péče o chráněná území I. Nelesní společenstva. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR. 451 s.
- Podrázský V, et al. 2007.** Stav a vývoj půd v bilaterální Biosférické rezervaci Krkonoše/Karkonosze. Opera Corcontica. 44: 129–139 s.
- Pywell RF, et al. 1997.** The decline of heathland seed populations following the conversion to agriculture. Journal of Applied Ecology. 34: 949–960 s.
- Quitt E. 1971.** Klimatické oblasti Československa. Praha: Academia. 73 s.
- Ritchie J. C. 1956.** *Vaccinium myrtillus*. The Journal of Ecology 44: 291–299 s.
- Scurfield G. 1954.** *Deschampsia flexuosa*. The Journal of Ecology 42: 225–233 s.



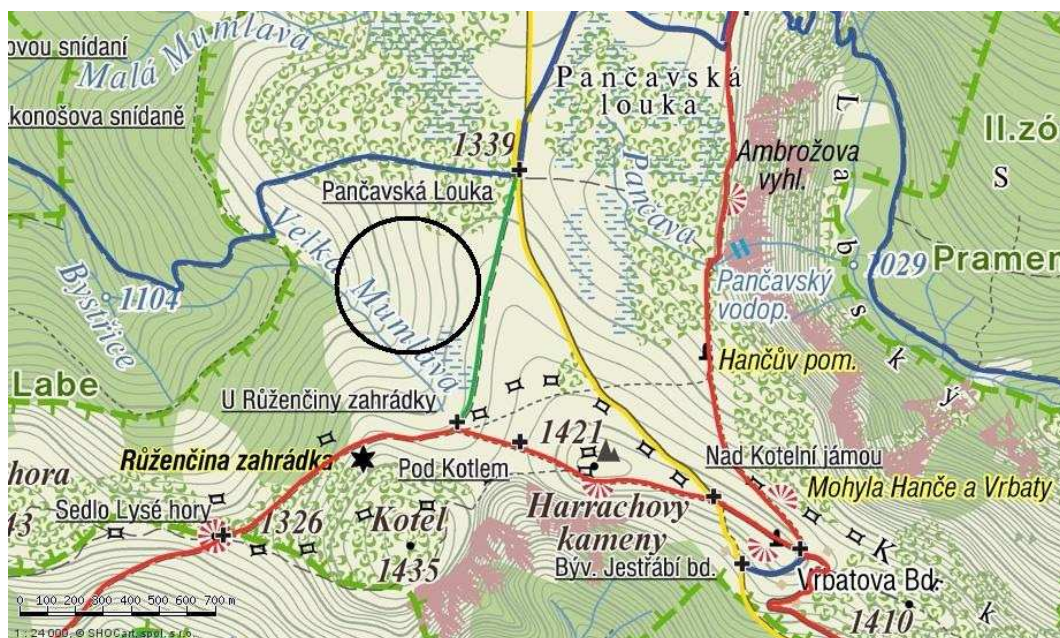
- Semelová V, et al. 2008.** The Grass Garden in the Giant Mts. (Czech Republic): Residua effect of long-term fertilization after 62 years. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 123: 337–342 s.
- Sedláková I & Chytrý M. 1999.** Regeneration patterns in a Central European dry heathland: effects of burning, sod-cutting and cutting. *Plant Ecology*. 143:77–87 s.
- Soukupová L, et al. 1995.** Arctic- alpine tundra in the Krkonoše, the Sudests. *Opera Corcontica*. 32: 5–88 s.
- Šubrt J. 2007.** Vliv vybraných typů disturbance na některá rostlinná společenstva v subalpínském stupni západních Krkonoš. [Diplomová práce] [Olomouc (CZ)]: Univerzita Palackého v Olomouci. 69 s.
- Štursová H. 1974.** Příspěvek k ekologii porostů smilky (*Nardus stricta* L.) v Krkonoších. *Opera Corcontica*. 11: 79–130 s.
- Štursová H. 1985.** Antropické vlivy na strukturu a vývoj luk v Krkonoších. *Opera Corcontica*. 22: 97–120 s.
- Štursa J & Dvořák J. 2009.** Atlas krkonošských rostlin. Karmáček: 329 s.
- Tasser E and Tappeiner U. 2002.** Impact of land use changes on mountain vegetation. *Applied Vegetatio Science* 5: 173–184 s.
- Tomášek M. 2007.** Půdy české republiky. Praha: Česká geologická služba. 67 s.
- Vacek S, et al. 2007.** Vývoj krajiny v bilaterální Biosferické rezervaci Krkonoše/Karkonosze. *Opera Corcontica*. 44: 497–507 s.
- Vacek V. 1981.** Zdravotní stav a snížená fruktifikace autochtonních smrkových porostů jako odraz imisního zatížení v oblasti anemo-orografického systému Mumlavy. *Opera Corcontica*. 18: 89-103 s.

#### Mapové podklady

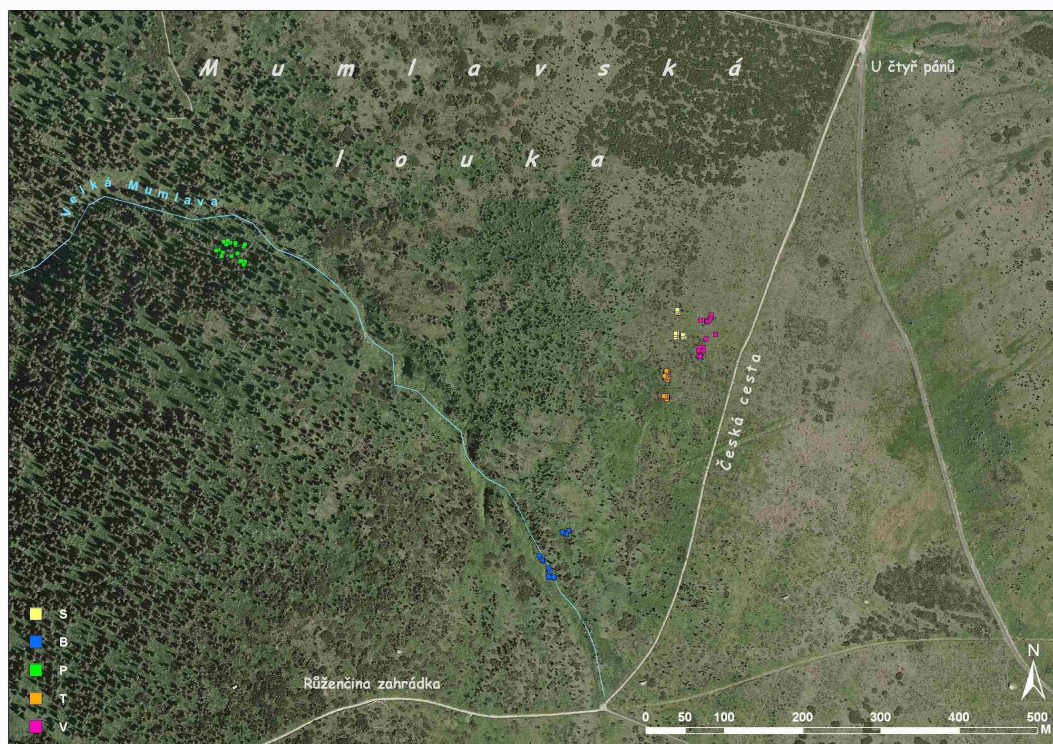
- Chaloupský J, et al. 1989b.** Geologická mapa Krkonoš a Jizerských hor [geologická mapa]. Praha: Ústřední ústav geologický.
- Atlas podnebí Česka. 2007.** Praha/ Olomouc: Český hydrometeorologický ústav v koedici Univerzita Palackého v Olomouci. 255s.

## 9 Přílohy

### 9.1 Příloha 1



Obrázek 1. Výřez turistické mapy Krkonoš se značením polohy studované lokality.



Obr. 2. Ortofotomapa sledované lokality se značenými pokusnými plochami (Šubr 2007).

S - zapojené alpské trávníky se smilkou; T - subalpské trávníky s třtinou; chloupkatou; V - alpská vřesoviště; B - subalpská borůvková vegetace; P - papratkové smrčiny



Obr 3. Kovový čtverec pro sledování změn vegetace

## 9.2 Příloha 2

Tabulka 1. Soupis všech druhů vyšších cévnatých rostlin ve společenstvu smilkových trávníků.

latinský název	český název
<i>Anthoxanthum alpinum</i>	tomka alpská
<i>Avenella flexuosa</i>	metlička křivolaká
<i>Calamagrosti villosa</i>	třtina chloupkatá
<i>Carex bigelowii</i>	ostřice Bigelowa
<i>Carex pilulifera</i>	ostřice kulkonosná
<i>Galium saxatile</i>	svízel hercynský
<i>Hieracium alpinum agg.</i>	jestřábník alpský
<i>Nardus stricta</i>	smilka tuhá
<i>Vaccinium myrtillus</i>	brusnice borůvka
<i>Veratrum lobelianum</i>	kýchavice Lobelova

**Tabulka 2. Soupis všech druhů vyšších cévnatých rostlin ve společenstvu třtinových trávníků**

latinský název	český název
<i>Anthoxanthum alpinum</i>	tomka alpská
<i>Avenella flexuosa</i>	metlička křivolaká
<i>Bistorta major</i>	rdesno hadí kořen
<i>Calamagrosti villosa</i>	třtina chloupkatá
<i>Calluna vulgaris</i>	vřes obecný
<i>Carex bigelowii</i>	ostřice Bigelowa
<i>Carex pilulifera</i>	ostřice kulkonosná
<i>Galium saxatile</i>	svízel hercynský
<i>Gentiana asclepiadea</i>	hořec tolitovitý
<i>Hieracium alpinum</i> agg.	jestřábník alpský
<i>Husperzia selago</i>	vrانع jedlový
<i>Homogyne alpina</i>	podbělice alpská
<i>Nardus stricta</i>	smilka tuhá
<i>Solidago virgaurea</i>	zlatobýl obecný
<i>Vaccinium myrtillus</i>	brusnice borůvka
<i>Veratrum lobelianum</i>	kýchavice Lobelova

**Tabulka 3. Soupis všech druhů vyšších cévnatých rostlin ve společenstvu alpínských vřesovišť**

latinský název	český název
<i>Anthoxanthum alpinum</i>	tomka alpská
<i>Avenella flexuosa</i>	metlička křivolaká
<i>Calamagrosti villosa</i>	třtina chloupkatá
<i>Calluna vulgaris</i>	vřes obecný
<i>Carex bigelowii</i>	ostřice Bigelowa
<i>Carex pilulifera</i>	ostřice kulkonosná
<i>Galium saxatile</i>	svízel hercynský
<i>Hieracium alpinum</i> agg.	jestřábník alpský
<i>Homogyne alpina</i>	podbělice alpská
<i>Nardus stricta</i>	smilka tuhá
<i>Solidago virgaurea</i>	zlatobýl obecný
<i>Vaccinium myrtillus</i>	brusnice borůvka

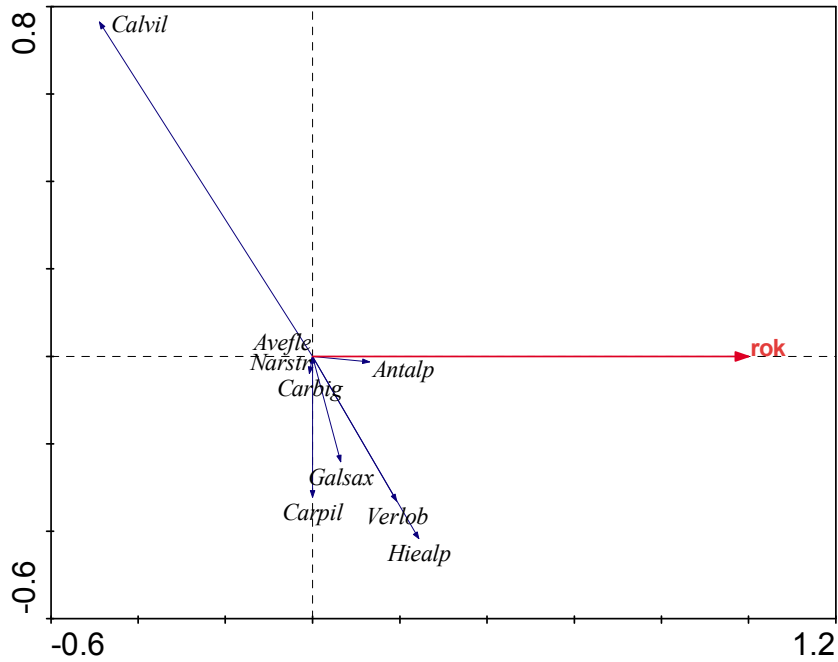
**Tabulka 4. Soupis všech druhů vyšších cévnatých rostlin ve společenstvu subalpínské borůvkové vegetace**

latinský název	český název
<i>Anthoxanthum alpinum</i>	tomka alpská
<i>Avenella flexuosa</i>	metlička křivolaká
<i>Bistorta major</i>	rdesno hadí kořen
<i>Calamagrosti villosa</i>	třtina chloupkatá
<i>Carex pilulifera</i>	ostřice kulkonosná
<i>Carex nigra</i>	ostřice černá
<i>Deschampsia cespitosa</i>	metlice trsnatá
<i>Galium saxatile</i>	svízel hercynský
<i>Homogyne alpina</i>	podbělice alpská
<i>Juncus filiformis</i>	sítina niťovitá
<i>Maianthemum bifolium</i>	pstroček dvoulistý
<i>Nardus stricta</i>	smilka tuhá
<i>Pinus mugho</i>	borovice kleč
<i>Sorbus aucuparia</i>	jeřáb ptačí
<i>Trientalis europaea</i>	sedmikvítek evropský
<i>Vaccinium myrtillus</i>	brusnice borůvka

**Tabulka 5. Soupis všech druhů vyšších cévnatých rostlin ve společenstvu papratkových smrčín**

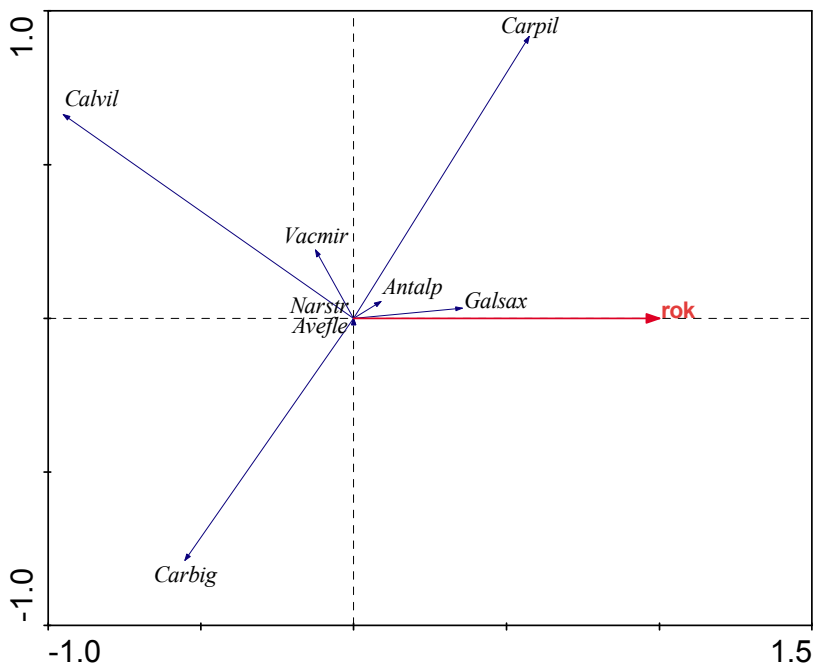
latinský název	český název
<i>Anthoxanthum alpinum</i>	tomka vonná
<i>Athyrium distentifolium</i>	papratka horská
<i>Avenella flexuosa</i>	metlička křivolaká
<i>Bistorta major</i>	rdesno hadí kořen
<i>Calamagrosti villosa</i>	třtina chloupkatá
<i>Carex pilulifera</i>	ostřice kulkonosná
<i>Deschampsia cespitosa</i>	metlice trsnatá
<i>Dryopteris dilatata</i>	kapraď rozložená
<i>Homogyne alpina</i>	podbělice alpská
<i>Galium saxatile</i>	svízel hercynský
<i>Gentiana asclepiadea</i>	hořec tolitovitý
<i>Juncus filiformis</i>	sítina niťovitá
<i>Luzula silvatica</i>	bika bělavá
<i>Oxalis acetosella</i>	šťavel kyselý
<i>Maianthemum bifolium</i>	pstroček dvojlistý
<i>Rumex arifolius</i>	šťovík áronolistý
<i>Senecio fuchsii</i>	starček Fuchsův
<i>Taraxacum Ruderalia</i>	
<i>Trientalis europaea</i>	sedmikvítek evropský
<i>Vaccinium myrtillus</i>	brusnice borůvka
<i>Veratrum album</i> subsp. <i>lobelianum</i>	kýchavice bílá Lobelova

### 9.3 Příloha 3



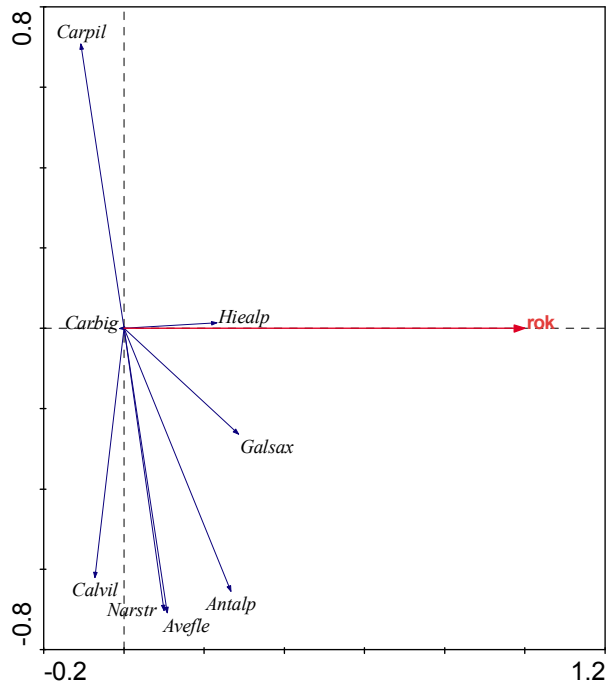
**Graf 1. Ordinační diagram RDA analýzy: smilkové trávníky, slabý sešlap**

Antalp – *Anthoxanthum alpinum*, Avefle – *Avenella flexuosa*, Calvil – *Calamagrostis villosa*, Carbig – *Carex bigelowii*, Carpil – *Carex pilulifera*, Galsax – *Galium saxatile*, Hiealp- *Hieracium alpinum* agg., Narstr – *Nardus stricta*, Verlob – *Veratrum album* subsp. *lobelianum*



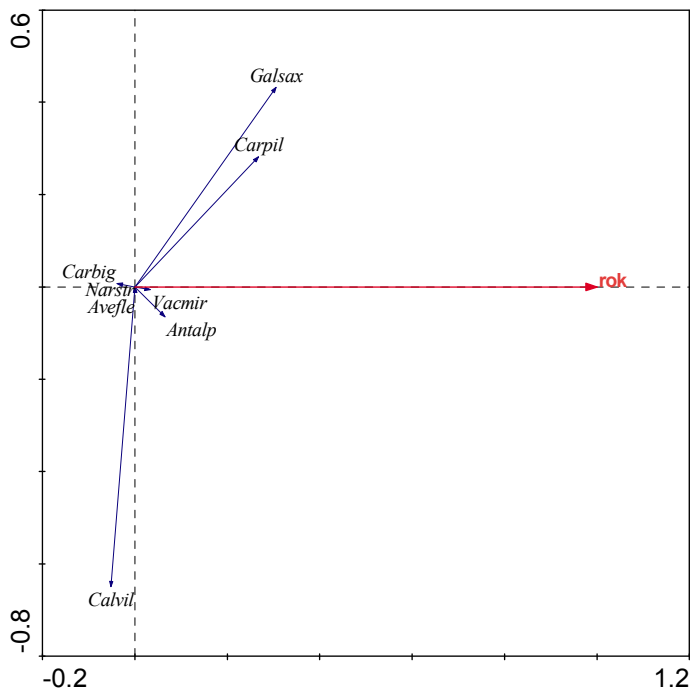
**Graf 2. Ordinační diagram RDA analýzy: smilkové trávníky, střední sešlap**

Antalp – *Anthoxanthum alpinum*, Avefle – *Avenella flexuosa*, Calvil – *Calamagrostis villosa*, Carbig – *Carex bigelowii*, Carpil – *Carex pilulifera*, Galsax – *Galium saxatile*, Narstr – *Nardus stricta*, Vacmir – *Vaccinium myrtillus*



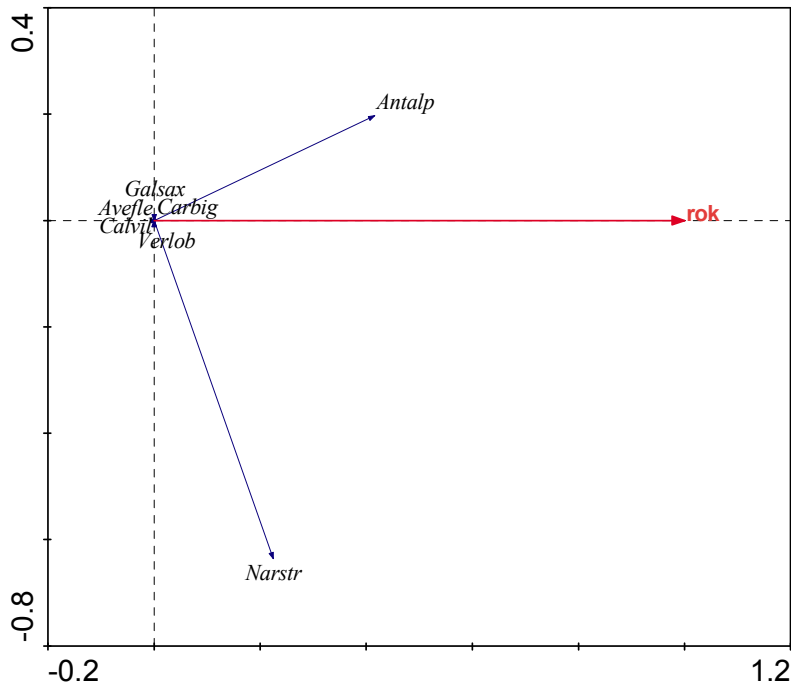
**Graf 1. Ordinační diagram RDA analýzy: smilkové trávníky, silný sešlap**

Antalp – *Anthoxanthum alpinum*, Avefle – *Avenella flexuosa*, Calvil – *Calamagrostis villosa*, Carbig – *Carex bigelowii*, Carpil – *Carex pilulifera*, Galsax – *Galium saxatile*, Hialp- *Hieracium alpinum* agg., Narstr – *Nardus stricta*



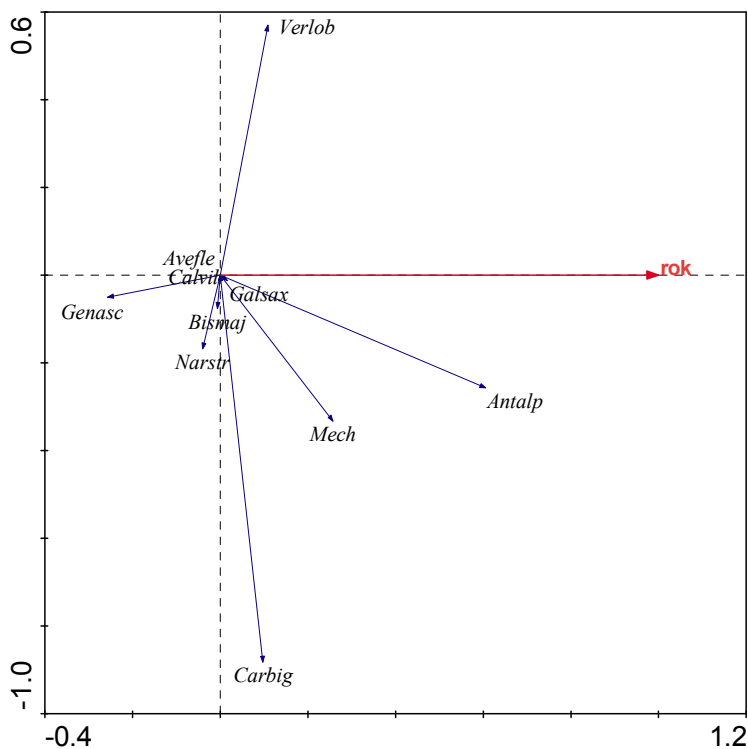
**Graf 3. Ordinační diagram RDA analýzy: smilkové trávníky, simulace sečení**

Antalp – *Anthoxanthum alpinum*, Avefle – *Avenella flexuosa*, Calvil – *Calamagrostis villosa*, Carbig – *Carex bigelowii*, Carpil – *Carex pilulifera*, Galsax – *Galium saxatile*, Narstr – *Nardus stricta*, Vacmir – *Vaccinium myrtillus*



**Graf 4. Ordinační diagram RDA analýzy: třtinové trávníky, kontrola**

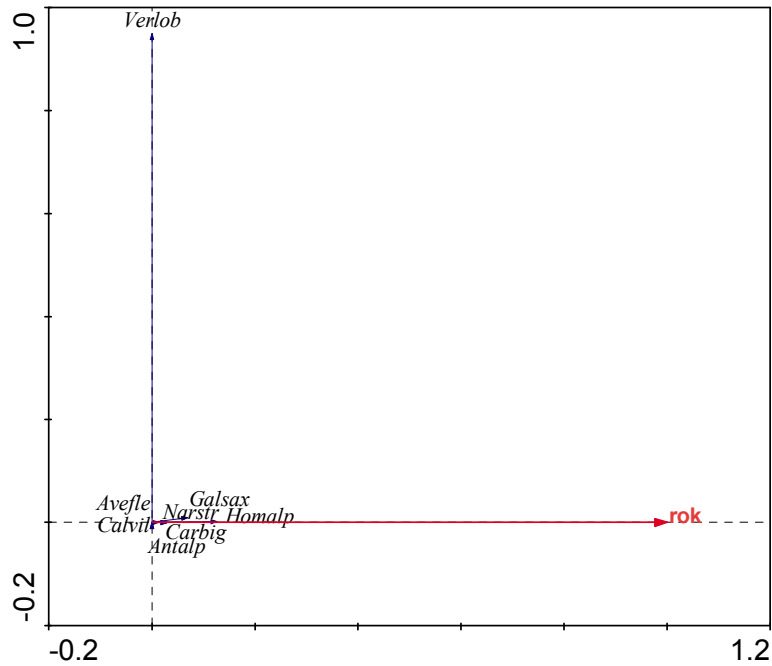
Antalp – *Anthoxanthum alpinum*, Avefle – *Avenella flexuosa*, Calvil – *Calamagrostis villosa*, Carbig – *Carex bigelowii*, Galsax – *Galium saxatile*, Narstr – *Nardus stricta*, Verlob – *Veratrum album*



**Graf 5. Ordinační diagram RDA analýzy: třtinové trávníky, slabý sešlap**

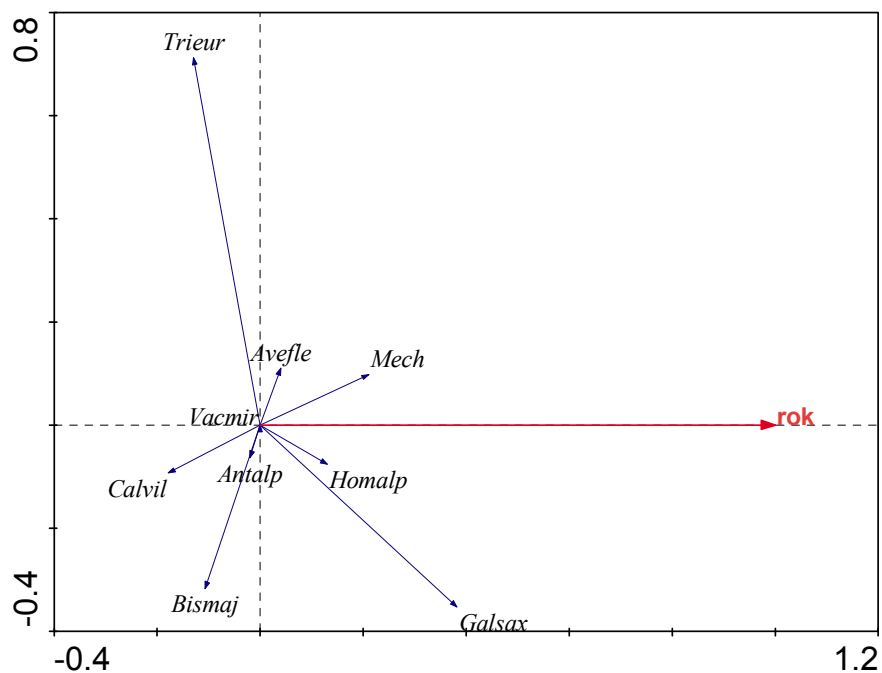
Antalp – *Anthoxanthum alpinum*, Avefle – *Avenella flexuosa*, Bismaj – *Bistorta major*, Calvil – *Calamagrostis villosa*, Carbig – *Carex bigelowii*, Galsax – *Galium saxatile*, Genasc – *Gentiana asclepiadea*, Mech – mechové patro, Narstr – *Nardus stricta*, Verlob – *Veratrum album*





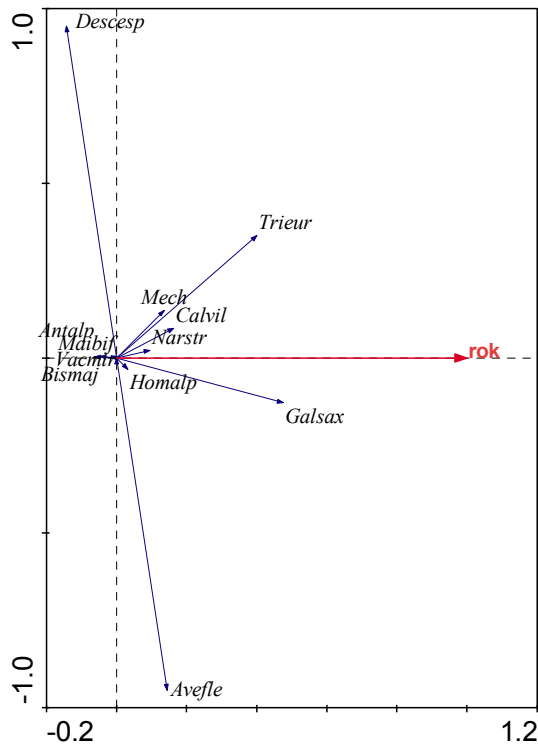
**Graf 6. Ordinační diagram RDA analýzy: třtinové trávníky, střední sešlap**

Antalp – *Anthoxanthum alpinum*, Avefle – *Avenella flexuosa*, Calvil – *Calamagrostis villosa*, Carbig – *Carex bigelowii*, Galsax – *Galium saxatile*, Genasc – *Gentiana asclepiadea*, Homalp – *Homogine alpina*, Narstr – *Nardus stricta*,



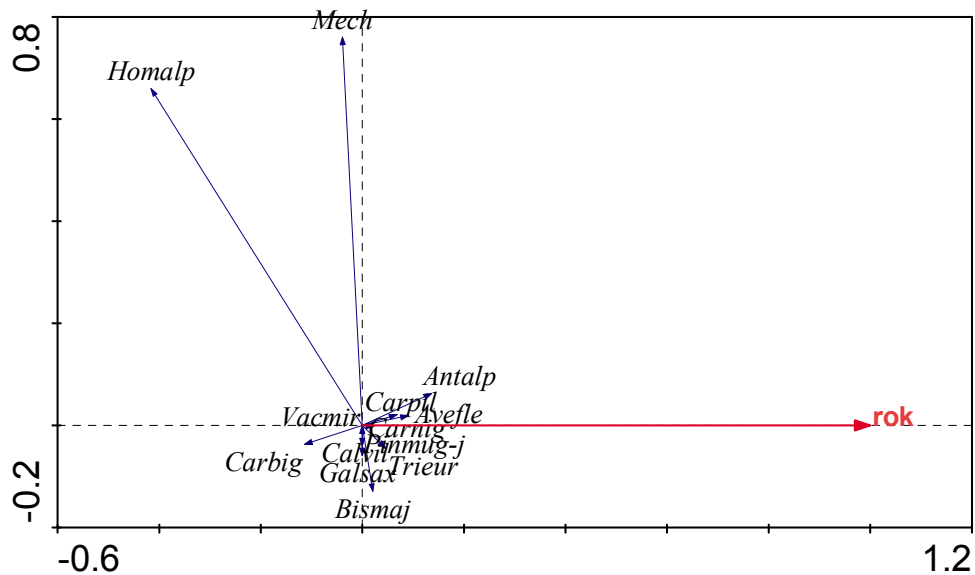
**Graf 7. Ordinační diagram RDA analýzy: subalpínská borůvková vegetace, kontrola**

Antalp – *Anthoxanthum alpinum*, Avefle – *Avenella flexuosa*, Bismaj – *Bistorta major*, Calvil – *Calamagrostis villosa*, Carbig – *Carex bigelowii*, Galsax – *Galium saxatile*, Homalp – *Homogine alpina*, Mech – mechové patro, Narstr – *Nardus stricta*, Trieur – *Trientalis europaea*, Vacmir – *Vaccinium myrtillus*



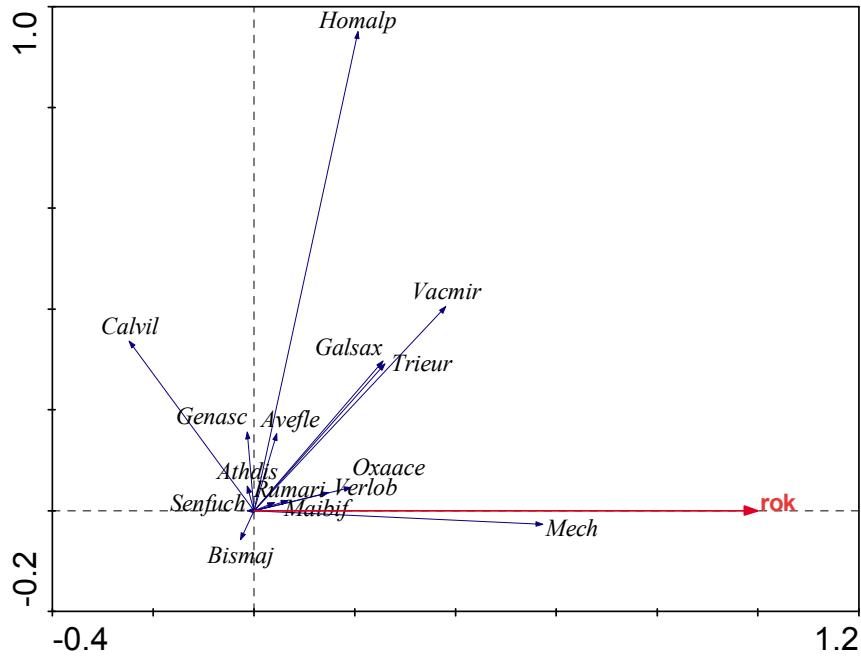
**Graf 8. Ordinační diagram RDA analýzy: subalpínská borůvková vegetace, střední sešlap**

Antalp – *Anthoxanthum alpinum*, Avefle – *Avenella flexuosa*, Bismaj – *Bistorta major*, Calvil – *Calamagrostis villosa*, Carbig – *Carex bigelowii*, Descesp – *Deschampsia cespitosa*, Galsax – *Galium saxatile*, Homalp – *Homogine alpina*, Maibif – *Maianthemum bifolium*, Mech – mechové patro, Narstr – *Nardus stricta*, Trieur – *Trientalis europaea*, Vacmir – *Vaccinium myrtillus*



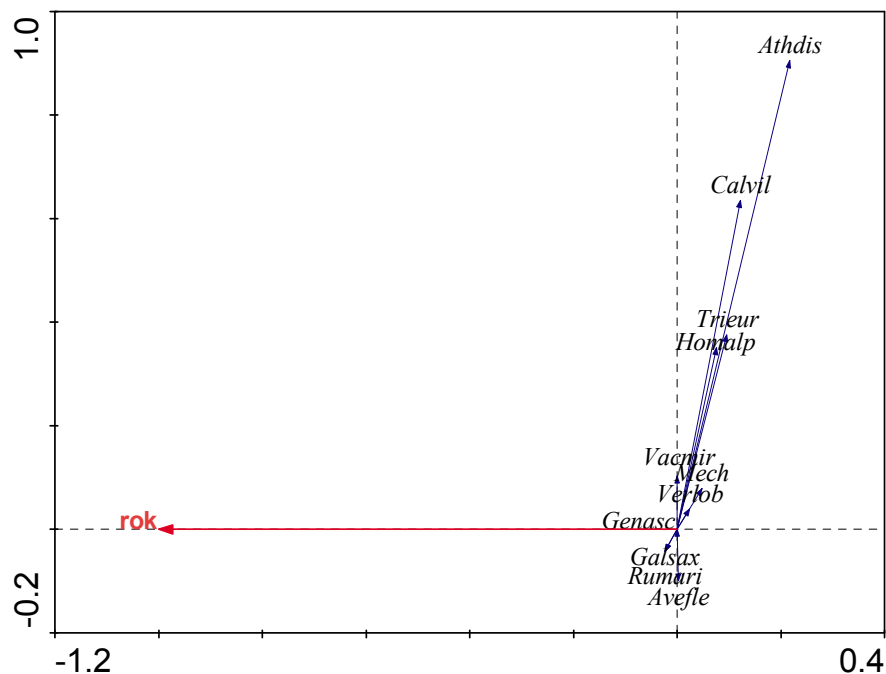
**Graf 9. Ordinační diagram RDA analýzy: subalpínská borůvková vegetace, odstranění biomasy**

Antalp – *Anthoxanthum alpinum*, Avefle – *Avenella flexuosa*, Bismaj – *Bistorta major*, Calvil – *Calamagrostis villosa*, Carbig – *Carex bigelowii*, Caryl – *Carex pilulifera*, Carnig – *Carex nigra*, Galsax – *Galium saxatile*, Homalp – *Homogine alpina*, Mech – mechové patro, Pinnug-j – *Pinus mugho* juvenilní, Trieur – *Trientalis europaea*, Vacmir – *Vaccinium myrtillus*



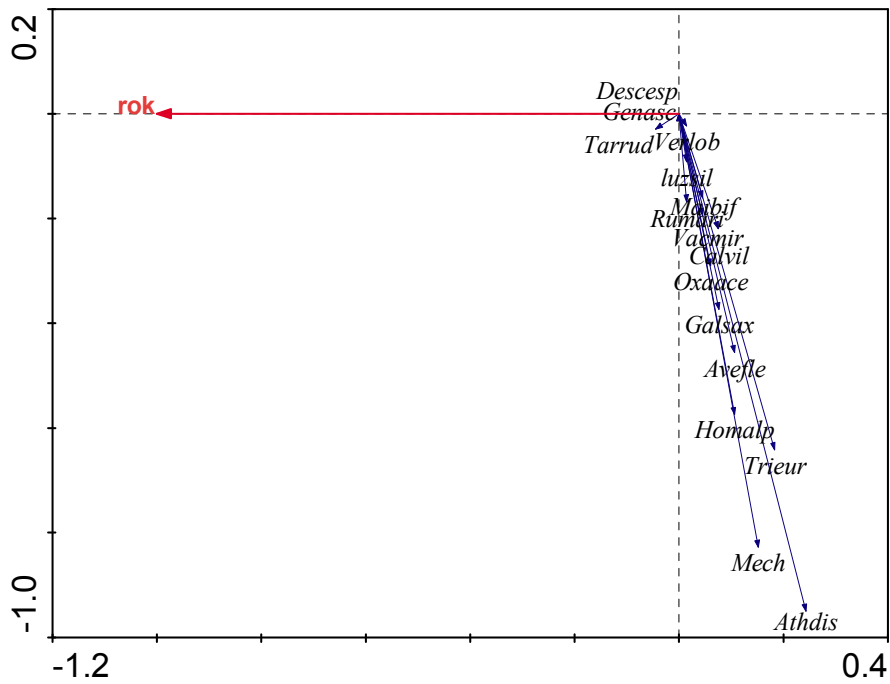
**Graf 10. Ordinační diagram RDA analýzy: papratkové smrčiny, kontrola**

Athdis – *Athirium distentifolium*, Avefle – *Avenella flexuosa*, Bismaj – *Bistorta major*, Calvil – *Calamagrostis villosa*, Galsax – *Galium saxatile*, Genasc – *Gentiana asclepiadea*, Homalp – *Homogine alpina* Maibif – *Maianthemum bifolium*, Mech – mechové patro, Narstr – *Nardus stricta*, Oxaace – *Oxalis acetosela*, Rumari – *Rumx arifolius*, Senfuch – *Senecio fuchsii*, Trieur – *Trientalis europaea*, Vacmir – *Vaccinium myrtillus*



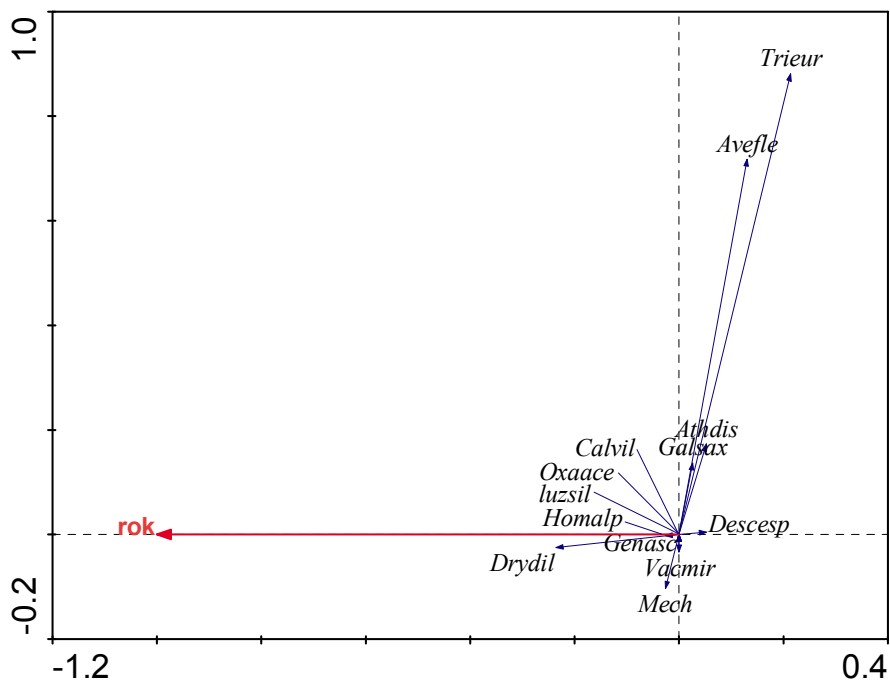
**Graf 11. Ordinační diagram RDA analýzy: papratkové smrčiny, slabý sešlap**

Athdis – *Athirium distentifolium*, Avefle – *Avenella flexuosa*, Bismaj – *Bistorta major*, Calvil – *Calamagrostis villosa*, Galsax – *Galium saxatile*, Genasc – *Gentiana asclepiadea*, Homalp – *Homogine alpina* Maibif – *Maianthemum bifolium*, Mech – mechové patro, Narstr – *Nardus stricta*, Oxaace – *Oxalis acetosela*, Rumari – *Rumx arifolius*, Senfuch – *Senecio fuchsii*, Trieur – *Trientalis europaea*, Vacmir – *Vaccinium myrtillus*



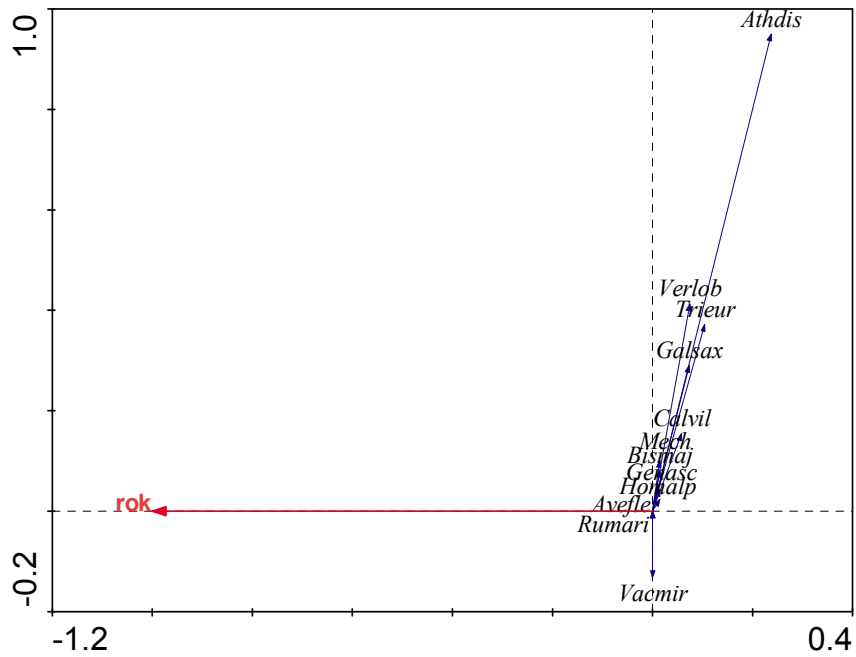
**Graf 12. Ordinační diagram RDA analýzy: papratkové smrčiny, střední sešlap**

Athdis – *Athirium distentifolium*, Avefle – *Avenella flexuosa*, Bismaj – *Bistorta major*, Calvil – *Calamagrostis villosa*, Descesp – *Deschampsia cespitosa*, Galsax – *Galium saxatile*, Genasc – *Gentiana asclepiadea*, Homalp – *Homogine alpina* Luzsil – *Luzula* sp., Maibif – *Maianthemum bifolium*, Mech – mechové patro, Narstr – *Nardus stricta*, Oxaace – *Oxalis acetosela*, Rumari – *Rumx arifolius*, Trieur – *Trientalis europaea*, Vacmir – *Vaccinium myrtillus*



**Graf 13. Ordinační diagram RDA analýzy: papratkové smrčiny, silný sešlap**

Athdis – *Athirium distentifolium*, Avefle – *Avenella flexuosa*, Calvil – *Calamagrostis villosa*, Descesp – *Deschampsia cespitosa*, Drydil – *Driopteris dilatata*, Galsax – *Galium saxatile*, Genasc – *Gentiana asclepiadea*, Homalp – *Homogine alpina* Luzsil – *Luzula* sp., Mech – mechové patro, Narstr – *Nardus stricta*, Oxaace – *Oxalis acetosela*, Trieur – *Trientalis europaea*, Vacmir – *Vaccinium myrtillus*



**Graf 14. Ordinační diagram RDA analýzy: papratkové smrčiny, odstranění biomasy**

Athdis – *Athirium distentifolium*, Avefle – *Avenella flexuosa*, Bismaj – *Bistorta major*, Calvil – *Calamagrostis villosa*, Galsax – *Galium saxatile*, Genasc – *Gentiana asclepiadea*, Homalp – *Homogine alpina*, Mech – mechové patro, Narstr – *Nardus stricta*, Rumari – *Rumx arifolius*, Trieur – *Trientalis europaea*, Vacmir – *Vaccinium myrtilus* Verlob – *Veratrum album* subsp. *lobelianum*