

Univerzita Palackého v Olomouci

Přírodovědecká fakulta

Katedra botaniky



Vliv různých disturbancí na subalpínskou a alpínskou  
vegetaci Krkonoš

Ondřej Popelka

Diplomová práce

předložená

na Katedře botaniky

Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci

jako součást požadavků

na získání titulu Mgr. v oboru

Botanika

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

Olomouc 2014



## **Bibliografická identifikace**

Popelka Ondřej, Vliv různých disturbancí na subalpínskou a alpínskou vegetaci Krkonoš, Diplomová práce.

**Pracoviště:** Katedra botaniky, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Palackého v Olomouci

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

**Rok obhajoby:** 2014

## **Abstrakt**

Cílem práce je zhodnotit sukcesi vegetace po ukončení simulace sešlapu, kosení a stržení drnu v západních Krkonoších. Srovnáním s daty získanými před provedením a během pokusu, se práce snaží odpovědět na míru resistance a resilience těchto společenstev. Disturbance byly prováděny v pěti vegetačních typech, kde dominovaly smilka tuhá, třtina chloupkatá, vřes obecný, brusnice borůvka a papratka horská. Sešlap a simulace kosení byly prováděny mezi roky 2005 a 2008. Sukcese vegetace byla sledována pět let po jejich ukončení. Stržení drnu bylo provedeno v roce 2005 a sukcese byla sledována osm let. Travinná společenstva s dominantní smilkou tuhou a třtinou chloupkatou byla nejvíce odolná k sešlapu. Také v sečených plochách probíhaly jen malé změny. Sečení mělo negativní vliv na třtinu chloupkatou. Po stržení drnu došlo k úplné obnově těchto společenstev. Společenstva s dominantními keříky byla nejméně odolná vůči sešlapu a sečení. Regenerace vřesu obecného byla pomalá, naopak se zvyšovala pokryvnost jiných druhů, hlavně metličky křivolaké. Po ukončení sešlapu a sečení probíhala regenerace brusnice borůvky. Sukcese po stržení drnu byla v těchto společenstvech pomalá a dominovaly traviny. Společenstvo s dominantní papratkou horskou bylo středně odolné k sešlapu a odolné k sečení. Po ukončení těchto disturbancí probíhaly jen malé změny. Po stržení drnu nedošlo k regeneraci papratky horské. Nejodolnějšími druhy k sešlapu byly metlička křivolaká, smilka tuhá, svízel hercynský a rdesno hadí kořen.

**Klíčová slova:** disturbance, sešlap, sečení, stržení drnu, sukcese, Krkonoše

**Počet stran:** 100

**Počet příloh:** 3

**Jazyk:** Český

## **Bibliographical identification**

Ondřej Popelka, Impact of different disturbances on subalpine and alpine vegetation in the Giant Mountains, Master's thesis.

**Department:** Department of Botany, Faculty of Science, Palacký University, Olomouc

**Supervisor:** RNDr. Marek Banaš, Ph.D.

**The year of presentation:** 2014

## **Abstract**

Aim of this thesis is to evaluate succession of vegetation after the termination of the simulated human trampling, mowing and a sward removal in the Western Giant Mountains. This data was compared with changes during performing of these disturbances. Based on the results, I evaluated the resistance and resilience of a vegetation. Disturbances were performed in the five types of plant communities where dominated *Nardus stricta*, *Calamagrostis villosa*, *Calluna vulgaris*, *Vaccinium myrtillus* and *Athyrium distentifolium*. Trampling and mowing were performed between 2005-2008. The succession of vegetation was monitored for five years after the termination of the impacts. Sward removal was performed in 2005 and succession of vegetation was monitored eight years. Communities where dominated *Nardus stricta* and *Calamagrostis villosa* were most resistant to trampling. There were small changes in mowing plots too. Mowing had negative influence to *Calamagrostis villosa*. There was only small change after cessation of this disturbances. After the sward removal, there was complete regeneration of this communities. Communities where dominated shrubs were the least resistant to trampling and mowing. There was slow regeneration of *Calluna vulgaris*. On the other hand, there was increased cover of other species, mainly *Avenella flexuosa*. After the termination of trampling and mowing, there was regeneration of *Vaccinium myrtillus*. In these communities, succession after sward removal was slow and grasses were dominant. Community where dominated *Athyrium distentifolium* was medium resistant to trampling, and resistant to mowing. There were only small changes after cessation of this disturbances. After the sward removal, there was no regeneration of *Athyrium distentifolium*. The most resistant species to trampling were *Avenella flexuosa*, *Nardus stricta*, *Galium saxatile* and *Bistorta major*.

**Key words:** disturbance, trampling, mowing, sward removal, succession, Krkonoše

**Number of pages:** 100

**Number of appendices:** 3

**Language:** Czech

**Prohlášení**

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

V Olomouci 31.července 2014

Podpis: .....

## Obsah

1	Úvod.....	1
2	Cíle.....	3
3	<b>Charakteristika zájmového území.....</b>	<b>4</b>
3.1	Vymezení studované lokality.....	4
3.2	Geologie a geomorfologie.....	4
3.3	Pedologické poměry.....	5
3.4	Klimatické poměry.....	6
4	<b>Studovaná vegetace .....</b>	<b>8</b>
4.1	Arkto-alpínská tundra.....	8
4.2	Ovlivnění studované vegetace člověkem.....	8
4.3	Přehled studovaných společenstev.....	10
5	<b>Metodika .....</b>	<b>17</b>
5.1	Uspořádání a průběh pokusu.....	17
5.2	Sledování změn vegetace .....	18
6	<b>Analýza dat .....</b>	<b>19</b>
6.1	Mnohorozměrné metody .....	19
6.2	Jednorozměrné metody .....	20
7	<b>Výsledky .....</b>	<b>21</b>
7.1	Smilkové alpínské trávníky.....	21
7.1.1	Mnohorozměrné metody .....	21
7.1.2	Jednorozměrné metody .....	26
7.2	Subalpínské trávníky s třtinou chloupkatou.....	28
7.2.1	Mnohorozměrné metody .....	28
7.2.2	Jednorozměrné metody .....	33
7.3	Alpínská vřesoviště .....	35
7.3.1	Mnohorozměrné metody .....	35
7.3.2	Jednorozměrné metody .....	41
7.4	Subalpínská brusnicová vegetace.....	43
7.4.1	Mnohorozměrné metody .....	43
7.4.2	Jednorozměrné metody .....	48
7.5	Horské papratkové smrčiny.....	50
7.5.1	Mnohorozměrné metody .....	50

7.5.2	Jednorozměrné metody .....	56
8	<b>Diskuse</b> .....	59
8.1	Smilkové alpínské trávníky .....	59
8.2	Subalpínské trávníky s třtinou chloupkatou .....	63
8.3	Alpínská vřesoviště .....	66
8.4	Subalpínská borůvková vegetace .....	70
8.5	Horské papratkové smrčiny .....	73
8.6	Komentář k vybraným druhům rostlin .....	75
9	<b>Závěr</b> .....	78
10	<b>Použitá literatura</b> .....	81
11	<b>Přílohy</b> .....	87
11.1	Příloha 1 .....	87
11.2	Příloha 2 .....	89
11.3	Příloha 3 .....	91

## Seznam tabulek

<b>Tabulka 1.</b> Stupnice pokryvnosti .....	18
<b>Tabulka 2.</b> Výsledky RDA pro alpínské trávníky (2005–2009).....	21
<b>Tabulka 3.</b> Výsledky RDA pro alpínské trávníky, jednotlivé zásahy (2005–2009) .....	22
<b>Tabulka 4.</b> Výsledky RDA pro alpínské trávníky (2009–2013).....	24
<b>Tabulka 5.</b> Výsledky RDA pro alpínské trávníky, jednotlivé zásahy (2009–2013) .....	25
<b>Tabulka 6.</b> Výsledky ANOVA pro alpínské trávníky, smilka tuhá .....	27
<b>Tabulka 7.</b> Výsledky ANOVA pro alpínské trávníky, metlička křivolaká.....	28
<b>Tabulka 8.</b> Výsledky RDA pro subalpínské trávníky (2005–2009) .....	29
<b>Tabulka 9.</b> Výsledky RDA pro subalpínské trávníky, jednotlivé zásahy (2005–2009)	29
<b>Tabulka 10.</b> Výsledky RDA pro subalpínské trávníky (2009–2013) .....	30
<b>Tabulka 11.</b> Výsledky RDA pro subalpínské trávníky, jednotlivé zásahy (2009–2013) .....	31
<b>Tabulka 12.</b> Výsledky ANOVA pro subalpínské trávníky, třtina chloupkatá .....	33
<b>Tabulka 13.</b> Výsledky ANOVA pro subalpínské trávníky, metlička křivolaká .....	34
<b>Tabulka 14.</b> Výsledky RDA pro alpínská vřesoviště (2005–2009) .....	35
<b>Tabulka 15.</b> Výsledky RDA pro alpínská vřesoviště, jednotlivé zásahy (2005–2009) .	36
<b>Tabulka 16.</b> Výsledky RDA pro alpínská vřesoviště (2009–2013) .....	38
<b>Tabulka 17.</b> Výsledky RDA pro alpínská vřesoviště, jednotlivé zásahy (2009–2013) .	39
<b>Tabulka 18.</b> Výsledky ANOVA pro alpínská vřesoviště, vřes obecný .....	42
<b>Tabulka 19.</b> Výsledky ANOVA pro alpínská vřesoviště, mechové patro .....	42
<b>Tabulka 20.</b> Výsledky RDA pro brusnicovou vegetaci (2005-2009) .....	44
<b>Tabulka 21.</b> Výsledky RDA pro brusnicovou vegetaci, jednotlivé zásahy (2005–2009) .....	44
<b>Tabulka 22.</b> Výsledky RDA pro brusnicovou vegetaci (2009–2013) .....	46
<b>Tabulka 23.</b> Výsledky RDA pro brusnicovou vegetaci, jednotlivé zásahy (2009–2013) .....	47
<b>Tabulka 24.</b> Výsledky ANOVA pro brusnicovou vegetaci, brusnice borůvka .....	49
<b>Tabulka 25.</b> Výsledky ANOVA pro brusnicovou vegetaci, mechové patro .....	50
<b>Tabulka 26.</b> Výsledky RDA pro papratkové smrčiny (2005–2009).....	51
<b>Tabulka 27.</b> Výsledky RDA pro papratkové smrčiny, jednotlivé zásahy (2005–2009) .....	51
<b>Tabulka 28.</b> Výsledky RDA pro papratkové smrčiny, (2009–2013).....	53



<b>Tabulka 29.</b> Výsledky RDA pro papratkové smrčiny, jednotlivé zásahy (2009–2013) .....	54
<b>Tabulka 30.</b> Výsledky ANOVA pro papratkové smrčiny, papratka horská .....	56
<b>Tabulka 31.</b> Výsledky ANOVA pro papratkové smrčiny, mechové patro .....	57

## Seznam obrázků

<b>Obrázek 1.</b> Podélný řez anemo-orografickým systémem Mumlavy (Jeník 1961) .....	7
--	---

## Seznam grafů

<b>Graf 1.</b> Ordinační diagram RDA pro alpínské trávníky (2005–2009) .....	22
<b>Graf 2.</b> Ordinační diagram RDA pro alpínské trávníky, stržení drnu (2005–2009) .....	23
<b>Graf 3.</b> Ordinační diagram RDA pro alpínské trávníky (2009–2013) .....	24
<b>Graf 4.</b> Ordinační diagramy RDA pro alpínské trávníky, stržení drnu a střední sešlap (2009–2013) .....	26
<b>Graf 5.</b> Vývoj pokryvnosti smilky tuhé pro alpínské trávníky .....	27
<b>Graf 6.</b> Vývoj pokryvnosti metličky křivolaké pro alpínské trávníky .....	28
<b>Graf 7.</b> Ordinační diagram RDA pro subalpínské trávníky (2005–2009) .....	29
<b>Graf 8.</b> Ordinační diagram RDA pro subalpínské trávníky (2009–2013) .....	31
<b>Graf 9.</b> Ordinační diagramy RDA pro subalpínské trávníky, stříhání biomasy (2009–2013) .....	32
<b>Graf 10.</b> Vývoj pokryvnosti třtiny chloupkaté pro subalpínské trávníky .....	33
<b>Graf 11.</b> Vývoj pokryvnosti metličky křivolaké pro subalpínské trávníky .....	34
<b>Graf 12.</b> Ordinační diagram RDA pro alpínská vřesoviště (2005–2009) .....	35
<b>Graf 13.</b> Ordinační diagramy RDA pro alpínská vřesoviště, stržení drnu, střední sešlap, silný sešlap a stříhání biomasy (2005–2009) .....	37
<b>Graf 14.</b> Ordinační diagram RDA pro alpínská vřesoviště (2009–2013) .....	38
<b>Graf 15.</b> Ordinační diagramy RDA pro alpínská vřesoviště, stržení drnu, silný sešlap a stříhání biomasy (2009–2013) .....	41
<b>Graf 16.</b> Vývoj pokryvnosti vřesu obecného pro alpínská vřesoviště .....	42
<b>Graf 17.</b> Vývoj pokryvnosti mechového patra pro alpínská vřesoviště .....	43
<b>Graf 18.</b> Ordinační diagram RDA pro brusnicovou vegetaci (2005–2009) .....	44
<b>Graf 19.</b> Ordinační diagramy RDA pro brusnicovou vegetaci, stržení drnu a střední sešlap (2005–2009) .....	45

<b>Graf 20.</b> Ordinační diagram RDA pro brusnicovou vegetaci (2009–2013).....	46
<b>Graf 21.</b> Ordinační diagram pro brusnicovou vegetaci, stržení drnu (2009–2013) .....	48
<b>Graf 22.</b> Vývoj pokryvnosti brusnice borůvky pro brusnicovou vegetaci .....	49
<b>Graf 23.</b> Vývoj pokryvnosti mechového patra pro brusnicovou vegetaci .....	50
<b>Graf 24.</b> Ordinační diagram RDA pro papratkové smrčiny (2005–2009) .....	51
<b>Graf 25.</b> Ordinační diagram RDA pro papratkové smrčiny, stržení drnu (2005–2009)	52
<b>Graf 26.</b> Ordinační diagram pro papratkové smrčiny (2009–2013).....	53
<b>Graf 27.</b> Ordinační diagramy RDA pro papratkové smrčiny, stržení drnu, střední sešlap a silný sešlap (2009–2013).....	55
<b>Graf 28.</b> Vývoj pokryvnosti papratky horské pro papratkové smrčiny.....	57
<b>Graf 29.</b> Vývoj pokryvnosti mechového patra pro papratkové smrčiny .....	58

## **Poděkování**

Za pomoc a rady při zpracování diplomové práce děkuji mému vedoucímu práce Marku Banašovi. Za konzultace a rady při statistickém zpracování dat děkuji Martinu Duchoslavovi. Za pomoc v terénu děkuji Barboře Chmelinové a za pomoc při grafické úpravě Ivaně Hujíčkové a Pavlíně Popelkové. Především však děkuji svým rodičům za finanční a morální podporu ve studiu.

# 1 Úvod

Přestože Krkonoše jsou plošně malým pohořím, v kontextu středoevropské flóry zaujímají velmi významnou roli. Jsou nejvyšší částí nejen Sudet, ale i nejvyšším pohořím celé střední Evropy severně od Alp a západně od Karpat. To z nich tvoří přirozenou migrační spojnici horské a severské květeny (Štursa & Dvořák 2009). Díky specifickým podmínkám anemo-orografických systémů zůstaly kary Krkonoš společně s nejvýše exponovanými vrcholy kontinuálně bezlesé i přes klimatické optimum Atlantiku. Proto zde v nevelké nadmořské výšce a střední zeměpisné šířce můžeme nalézt subalpínská i alpínská společenstva s výrazným zastoupením severských a vysokohorských prvků živé i neživé přírody (Soukupová et al. 1995).

Vegetace nad horní hranicí lesa v Krkonoších byla po staletí ovlivňována činností člověka. Brzká kolonizace Krkonoš spojená s budním hospodařením způsobila významné rozšíření bezlesích oblastí a snížení horní hranice lesa. Pastva a kosení horských luk umožnily šíření smilkových holí a značně ovlivnily subalpínskou a alpínskou vegetaci Krkonoš (Jeník 1961). Dnešní vegetace Krkonoš je tak výsledkem nejen přírodního vývoje, ale také dlouhodobého působení člověka.

Po konci druhé světové války Krkonoše postihly rozsáhlé socioekonomické změny způsobené vysídlením německého obyvatelstva. Hospodaření nad horní hranicí lesa ustalo a objevila se řada nových antropogenních faktorů, které začaly výrazně ovlivňovat nejvýznamnější partie hor (Vítková et al. 2012). Na rázu Krkonošské přírody se nejprve podepsal spád průmyslových imisí, jež poškodil především horské smrčiny. Po odsíření elektráren se situace z hlediska imisí síry zlepšila, to ale neplatí pro imise dusíku (Hošek et al. 2007). Dochází k obohacování horských půd o dusík a následnému šíření konkurenčně zdatných druhů rostlin. Tento trend dále umocňuje absence pravidelného odebírání živiny v podobě kosení a pastvy (Hejcman et al. 2009).

V roce 1968 bylo české území Krkonoš vyhlášeno národním parkem. Krkonoše se také staly bilaterální biosférickou rezervací UNESCO významnou zejména z hlediska ochrany biodiverzity (Neuhäuslavová et al. 1998). Toto území se pro svou atraktivní přírodu postupně stalo vyhlášeným turistickým cílem. Ročně území biosférické rezervace navštíví až 10 milionů osob (Klapka 2001). Turistický ruch s sebou nese řadu konfliktů s ochranou přírody. Na správu národního parku je vyvíjen tlak na otevírání nových sjezdových tratí a turistických cest. Provoz turistických cest je spojen především

se sešlapem vegetace v jejich blízkosti, který je uváděn jako nejčastější negativní vliv turismu nad horní hranicí lesa (Chytrý et al. 2007, 2010, Moravec et al. 1995, Petříček et al. 1999, Vítková et al. 2012). Nejvýraznějším následkem je rozšíření rostlinných společenstev s nepřírozeným druhovým složením v okolí turistických cest (Vítek & Vítková 2000). Sešlap působí na vegetaci nejen mechanickým poškozováním rostlin, ale dlouhodobě i přes změny půdního prostředí (Gouvenain 1996, Liddle 1975 Vítková et al. 2012). Výrazný růst turistických aktivit a ochrana přírody vedly také ke změně distribuce cest v regionu. Řada starých cest byla uzavřena a působení sešlapu na přilehlá rostlinná společenstva ustalo (Matějka & Málková 2010, Vítek & Vítková 2000, Vítková et al. 1999). Následná obnova vegetace v horském prostředí pak může trvat velmi dlouhou dobu (Willard & Marr 1971). Pro správný management národních parků je tedy důležité znát vývoj společenstev nejen za přímého působení sešlapu, ale i dlouhodobé sukcesní změny po jeho ukončení.

Na subalpínskou a alpínskou vegetaci Krkonoš tak v posledních desetiletích spolupůsobí řada vlivů, jejichž důsledkem jsou pro ochranu přírody nežádoucí změny. To podnítilo vznik mnoha studií, které se snaží odpovědět na otázku dalšího vývoje a vhodného managementu této vegetace. Vliv seče a depozic dusíku na subalpínská společenstva v Krkonoších studoval Hejzman et al. (2005a, 2006, 2009, 2010). Sukcesi smilkových trávníků po hrubé mechanické disturbanci se pak zabývala práce Hejzman et al. (2005b) a okrajově také Štursová (1974, 1985). Problematikou změn vegetace podél turistických cest se ve východních Krkonoších zabývaly práce Málková (1992, 1993, 1994) a Vítek & Vítková (2000). Tyto práce spočívají v hodnocení vlivu sešlapu podél používaných a opuštěných cest. Nikdy však v této oblasti nebyl založen manipulativní experiment. Vliv sešlapu v Krkonoších také nebyl sledován kontinuálně na stejných plochách během působení sešlapu a po jeho ukončení.

Za účelem sledování vlivu sešlapu, pastvy a stržení drnu na pět vybraných subalpínských a alpínských společenstev byl v roce 2005 na Mumlavské louce založen manipulativní experiment. V roce 2008 byly zásahy provedeny naposledy a plochy ponechány samovolnému vývoji. Rozhodl jsem se nadále sledovat další vývoj ploch až do roku 2013 a pokusit se tak přinést nové poznatky o dlouhodobém vlivu těchto disturbancí a sukcesí vegetace po jejich ukončení. Tato práce navazuje na diplomovou práci J. Šubrta (2007) a K. Janešové (2010), kteří se zabývali vývojem vegetace pod dlouhodobým vlivem simulace sešlapu a sečení v letech 2005 až 2009.

## 2 Cíle

Cílem práce je popsat kvantitativní a kvalitativní změny vegetace po ukončení předchozí čtyřleté simulace sečení, sešlapu a stržení drnu mezi lety 2008 a 2013 ve společenstvech: *Carici bigelowii-Nardetum strictae*, *Crepido conyzifoliae-Calamagrostietum villosae*, *Avenello flexuosae-Callunetum vulgaris*, *Festuco supina-Vaccinietum myrtilli*, *Athyrio alpestris-Piceetum*. Zásahy byly prováděny dvakrát ročně mezi lety 2004 a 2008, stržení drnu bylo provedeno jednorázově v roce 2005. Srovnáním s daty získanými před provedením a během pokusu se v práci snažím odpovědět na míru odolnosti těchto společenstev a jejich schopnost vrátit se do původního stavu. Dalším cílem je přinést nové poznatky o průběhu a rychlosti sukcese v horském prostředí. Tyto výsledky by mohly v budoucnosti sloužit jako podklady pro správné odhadnutí rizik spojených s otvíráním nových turistických cest. Dále mohou přispět k objasnění otázky, jak velkým vlivem se dřívější kosení luk podílelo na dnešním stavu vegetace v subalpínském stupni Krkonoš.

## **3 Charakteristika zájmového území**

### **3.1 Vymezení studované lokality**

(Převzato z bakalářské práce Popelka 2012)

Pokusné plochy se nachází v prostoru Mumlavské louky v západních Krkonoších. Mumlavská louka leží v pramenné oblasti Velké a Malé Mumlavy mezi vrcholem Kotle (1435 m n. m.) a Harrachovými kameny (1421 m n. m.) na jihu a hřebenovou částí Sokolníkem (1384 m n. m.) a Violíkem (1472 m n. m.) na severu. Ze severu sousedí s Labskou loukou a z východu s Pančavskou loukou, která 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 první zóně Krkonošského národního parku 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 smrčíně pod Mumlavskou loukou v druhé zóně Krkonošského národního parku v nadmořské výšce přibližně 1180 m.

### **3.2 Geologie a geomorfologie**

Krkonoše jsou nejvyšším pohořím horského masivu Sudet, jenž patří do soustavy geologicky starých, prvohorních evropských středohor tzv. Hercynidů (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 et al. 1998). Střední nadmořská výška pohoří je 901 m, nejvyšším bodem je Sněžka (1602 m n. m.) (Demek et al. 2006).

V rámci geomorfologického členění České republiky patří Krkonoše do geomorfologického celku Krkonošská podsoustava, který 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, suťové 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.).

Krkonoše jsou územím složitě geologické stavby s převahou kyselých krystalických hornin. Náleží do regionální geologické jednotky krkonoško-jizerské krystalinikum, do úseku krkonoško-jizerského žulového masivu. Krkonoško-jizerské krystalinikum vystupuje v severovýchodní části Českého masivu jako součást větší geologické jednotky Západních Sudet (Chaloupský et al. 1989a). 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 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 s převahou plagioklasu nad draselným živcem. Reakce těchto hornin je kyselá (Hejtman 1969).

### **3.3 Pedologické poměry**

Půdy na území Krkonoš jsou díky převládajícímu kyselému podloží většinou minerálně dosti chudé a vlhkostně díky srážkovým poměrům relativně příznivé (Podrázský et al. 2007). Na území sledované lokality se nachází převážně půdy podzolované (Boháč 1969, Boháč & Nálevka 1971, Podrázský et al. 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. Jde o půdy s velmi nízkou přirozenou úrodností



(Tomášek 2007). Půdy na lokalitě jsou mělké (skalní podklad není hlouběji než 30 cm), se značnou příměsí skeletu v povrchových vrstvách (Boháč & Nálevka 1971).

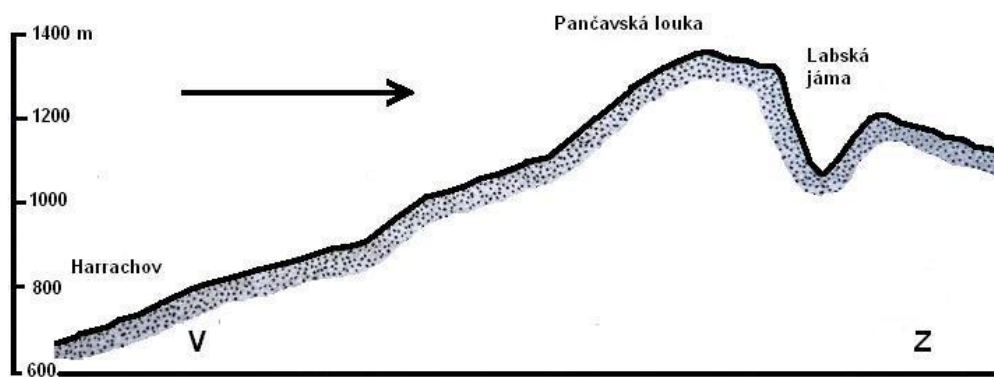
### 3.4 Klimatické poměry

Podle studie Klimatické oblasti 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 a vlhká s velmi dlouhým trváním sněhové pokrývky (Quitt 1971).

Průměrná roční teplota vzduchu je 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 % (Atlas podnebí Česka 2007).

Význačným fyzicko-geografickým jevem, který značně ovlivňuje vegetaci Vysokých Sudet, jsou anemo-orografické systémy. Jde o stálé lokální větry, které podstatně ovlivňují určité části hřebenů, vrcholů a náhorních plošin a které vytvářejí charakteristické závětrné polohy (Jeník 1961).

Studovaná lokalita se nachází v anemo-orografickém systému Mumlavy. Ten vzniká účinkem hluboce zaříznutého Mumlavského dolu, položeného přibližně ve směru západ–východ 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 (1343 m n. m.). Při postupu směrem na Navorskou louku se vzdušný proud lokálního větru vytlačuje do stále se zmenšujícího profilu údolí a přitom neustále přibývá na rychlosti. Proto na úrovni Navorské, Labské a Pančavské louky vanou často větry značných rychlostí, které výrazně ovlivňují zdejší vegetaci (Jeník 1961).



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

## **4 Studovaná vegetace**

### **4.1 Arkto-alpínská tundra**

(Převzato z bakalářské práce Popelka 2012)

Přirozeně bezlesá společenstva nad horní hranicí lesa v Krkonoších jsou často označována pojmem Arkto-alpínská tundra. Jde o podtyp alpínské tundry, která 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 zvětralinového pláště po bývalém etchplénu a zarostlé segregáčnické, polygonální a brázděné struktury i soliflukční fenomény se severskou vegetací (ib.).

### **4.2 Ovlivnění studované vegetace člověkem**

Před příchodem člověka tvořila krajina Krkonoš nad horní hranicí lesa mozaika různě zapojených klečových porostů s příměsí smrku i dalších dřevin a širokého spektra fytoocenóz alpínské bezlesí (Lokvenc 1995). Tato vegetace začala být výrazně ovlivňována až se začátkem budního hospodaření. Jeho počátky se datují k přelomu 16. a 17. století, kdy došlo k přílivu lesních dělníků, kteří zde měli těžít dřevo pro Kutnou Horu. Tito dělníci, k jejichž majetku často patřil i dobytek, zakládali na mýtinách boudy, které sloužily jako přechodné bydliště (Lokvenc 1978). Rozvoj budního hospodaření pak nastal 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 získávaly kácením, klučením a vzácně vypalováním porostů (Lokvenc 1978).

Převládajícími rostlinnými společenstvy nad horní hranicí lesa se staly v důsledku pastvy a sečení smilkové hole (Jeník 1961). K seči docházelo většinou každým druhým až třetím rokem v červenci a září, podle klimatických poměrů i v říjnu. V boudách byl chován hlavně hovězí dobytek, kozy, méně ovce a koně. Dobytek se pásal ve vyšších polohách od června do konce září (Lokvenc 1978). Budní hospodaření vedlo také k výraznému snížení horní hranice lesa (Vacek et al. 2007). Odlesnění pak dosáhlo vrcholu ve druhé polovině 18. století (Vítková et al. 2012).

V oblasti západních Krkonoš se budní hospodaření začalo výrazně rozvíjet po urovnání hraničních sporů v roce 1710. Na jižním svahu Velkého Šišáku vznikly Krauzebudské dvorské boudy a již v roce 1708 Rokytenské dvorské boudy (Velká a Malá bouda) na jižním svahu Lysé hory a Kotle. Pod Kotelnými jamami byla dále postavena Kotelná bouda. Tím začalo v západních Krkonoších pastevní hospodaření a chov hovězího dobytka, které zasáhlo celou oblast nad horní hranicí lesa. Přímou v pramenné oblasti Malé Mumlavy stály dva seníky, které patřily k Velké a Malé boudě, což dokládá, že již na začátku 18. století byla lokalita pravidelně kosena (Lokvenc 1978).

Na konci 18. století byla pastva nad horní hranicí lesa prohlášena za škodlivou a začala být 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 průmyslu vedly k úpadku budního hospodaření, které pak během druhé světové války skončilo úplně (ib.).

V druhé polovině 18. století se díky romantismu začala v Krkonoších rozvíjet turistika. Zpočátku vznikaly velmi živelně nové cesty, které se nedržely již existujících cest hospodářských. Sloužily k zásobování bud a spojovaly turisticky atraktivní místa (Vítková et al. 2012). Po roce 1880 bylo založeno několik turistických spolků, jejichž hlavní náplní se po dobu třiceti let stala výstavba turistických stezek. Další cesty vznikly v souvislosti s budováním sítě vojenského opevnění po roce 1936 (ib.).

V roce 1938 v Krkonoších přenocovalo 750 000 turistů, v roce 1950 už 1,4 milionu a v roce 1970 dokonce 7 milionů (Blažek et al. 1978). Nyní ročně území biosférické rezervace navštíví až 10 milionů osob (Klapka 2001). Krkonošský národní park je tak nejen nejnavštěvovanějším parkem České republiky, ale je také řazen mezi nejnavštěvovanější parky Evropy (ib.).

Cesty působí na okolní vegetaci především sešlapem a případně také změnou chemismu půdy v důsledku použití nevhodného materiálu na jejich zpevnění (Vítek

& Vítková. 2000). Přestože řada cest byla uzavřena, jsou v terénu stále dobře patrné (Klapka 2001, Málková 1992, Vítková et al. 2012, 1999). Přímé důsledky sešlapu jsou zejména mechanické poškození vegetace a ovlivnění fyzikálních vlastností půdy (Málková 1992, Vítková 2012, Gouvenain 1996, Liddle 1975).

Krkonoše také postihla imisní kalamita, která poškodila především horské smrčiny. Po odsíření elektráren se situace z hlediska imisí síry zlepšila, to ale neplatí pro imise dusíku (Hošek et al. 2007). Dochází k obohacování horských půd o dusík. Následkem je expanze konkurenčně zdatnějších travin třtiny chloupkaté, bezkolence modrého, metličky křivolaké a tomky alpské. Neméně podstatným důvodem expanze těchto druhů je také ukončení několik století trvajících budního hospodaření (Soukupová et al. 1995, Hejzman et al. 2006, 2009).

### 4.3 Přehled studovaných společenstev

upraveno dle Chytrý et al. 2007, 2010 a 2013  
(převzato z bakalářské práce Popelka 2012)

#### Smilkové alpínské 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 alpínské 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 deseti 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 ve výšce 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 výsadeb borovice kleče. Dále v porostech dochází k šíření některých konkurenčně zdatných druhů, jako 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 vyskytujícími 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 je 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 pokrývnosti 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-Vaccinietaea* Eggler 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 *Avenella flexuosa*, *Festuca supina* a místy také *Juncus trifidus*. Počet druhů cévnatých rostlin se pohybuje kolem deseti 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 lesa, 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. maclienta*, *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 TÛxen 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 je maloplošně ohrožena mechanickým poškozováním, např. sešlapem v okolí turistických cest, intenzivním sběrem borůvek pomocí hřebců,

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

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

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

### **Horské papratkové smrčiny**

Asociace: *Athyrio distentifolii-Piceetum abietis* Hartmann in Hartmann et Jahn 1967.

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

Svaz: *Piceion abietis* Pawłowski et al. 1928.

#### 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 myrtilus*, *Homogyne alpina*, *Luzula sylvatica*, *Streptopus amplexifolius*, *Trientalis europaea*. 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 játrovek.

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

Konstantní druhy: *Picea abies*, *Rubus idaeus*, *Sorbus aucuparia*; *Athyrium distentifolium*, *Avenella flexuosa*, *Calamagrostis villosa*, *Dryopteris dilatata*, *Homogyne alpina*, *Luzula sylvatica*, *Oxalis acetosella*, *Rumex arifolius*, *Senecio nemorensis* agg., *Stellaria nemorum*, *Streptopus amplexifolius*, *Trientalis europaea*, *Vaccinium myrtillus*; *Polytrichum formosum*.

Názvy společenstev jsou dále v textu uváděny ve zkrácené podobě: alpské trávníky, subalpské trávníky, alpská vřesoviště, borůvková vegetace a papratkové smrčiny.

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

## 5 Metodika

### 5.1 Uspořádání a průběh pokusu

V roce 2004 byl založen na lokalitě Mumlavská louka manipulativní pokus metodou opakovaného sledování trvalých ploch opakovaný BACI (Before After Kontrol Impact design) (Lepš & Šmilauer 2000). Pokus byl prováděn v pěti vybraných společenstvech: alpínské trávníky, subalpínské trávníky, alpínská vřesoviště, subalpínská borůvková vegetace a papratkové smrčiny. Na tato společenstva bylo působeno třemi typy disturbancí: sešlap o třech intenzitách – slabý (50 fyzických přechodů), střední (100 fyzických přechodů), silný (300 fyzických přechodů), simulace kosení a stržení drnu.

V každém společenstvu byly založeny tři bloky trvalých ploch (tři opakování ve společenstvu). Bloky byly rozděleny do šesti čtverců o rozměrech 1 m × 1 m a 1,5 m × 1,5 m pro papratkové smrčiny. Pro omezení okrajového efektu byly mezi plochami ponechány rozestupy a zásahy se prováděly s přesahem několika centimetrů přes okraj čtverce (Janešová 2010). Ke každému z těchto čtverců byly náhodně přiřazeny jednotlivé zásahy, přičemž jedna plocha byla ponechána bez zásahu jako kontrolní. Před prvním provedením zásahů v roce 2005 byl zaznamenán výchozí stav vegetace.

Pro sešlap byla použita upravená metodika podle Cole & Bayfield (1993). Sešlap byl definován „fyzickými přechody“. Jeden fyzický přechod znamenal volnou chůzi jedné osoby přes plochu a zase zpět (dva přechody vedle sebe). U papratky byl pak použit přechod plochy zpět a opět přechod (tři přechody vedle sebe). Sešlap byl prováděn osobou s váhou 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 (Janešová 2010).

Simulace kosení byla provedena stříháním biomasy 5 cm nad zemí pomocí zahradnických nůžek. Zásah byl prováděn jednou ročně v druhé polovině července v letech 2005–2008.

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.

## 5.2 Sledování změn vegetace

Sledování změn vegetace bylo prováděno pomocí kovového čtverce o velikosti 1 m × 1 m, který byl pro zpřesnění odhadu pokryvnosti rozdělen provázky na devět podčtverců. U společenstva 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, který 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 byly z důvodu výšky porostu použity nastavitelné vidlice. V každém z podčtverců bylo zaznamenáno kompletní druhové složení cévnatých rostlin a odhadnuta jejich 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-Blanquet. Ta byla následně převedena na střední hodnoty procent (tab.1). Pro analýzu dat pak byla použita celková pokryvnost čtverce získaná jako průměr z devíti podčtverců.

**Tabulka 1. Stupnice pokryvnosti**

	Braun-Blanquet stupnice	střední hodnoty procent
r	1 rostlina	1 %
1	do 5 %	3 %
2	5 - 25 %	13 %
3	25 - 50 %	38 %
4	50 - 75 %	63 %
5	75 - 100 %	88 %

## 6 Analýza dat

Pro analýzu změn vegetace jsem zvolil dva typy testů. Pomocí jednorozměrných metod v programu NCSS jsem testoval změnu pokryvnosti dominantních druhů a mechového patra. Pro testování změny pokryvnosti všech druhů společně jsem pak použil mnohorozměrné metody v programu Canoco for Windows.

### 6.1 Mnohorozměrné metody

V prvním typu testů jsem použil mnohorozměrné metody v programu Canoco for Windows 4.5. Data jsem nejprve uspořádal do tabulky v Microsoft Excel. Čas byl kódován jako lineární proměnná, jednotlivé zásahy a kódy ploch byly kódovány binárně pomocí dummy proměnných. Každé společenstvo bylo testováno zvlášť. Z analýzy jsem vyloučil druhy, které se za celé období sledování vyskytly v daném společenstvu pouze jednou.

Pro lepší posouzení změn, které ve společenstvech probíhaly během provádění zásahů a po jejich ukončení, jsem analýzu rozdělil do dvou částí. Nejprve jsem testoval změny v pokryvnosti vegetace během působení zásahů, tedy mezi roky 2005 a 2009. Poté po jejich ukončení od roku 2009 do roku 2013. Test vlivu disturbancí mezi roky 2005 a 2009 ve své práci již provedla Janešová (2010). Ta však použila frekvence výskytu jednotlivých druhů v plochách (vypočítáno z přítomnosti nebo nepřítomnosti druhu v podčtverci). Tato metoda eliminuje případné rozdíly, které by mohly být způsobeny sběrem dat více lidmi. Přesto jsem se rozhodl test zopakovat s použitím procentuální pokryvnosti druhů, která podle mého názoru lépe odráží skutečné změny, které ve vegetaci probíhaly.

Pro správné zvolení lineární nebo unimodální techniky jsem nejprve zjistil délku gradientu pomocí nepřímé gradientové analýzy DCA (Detrended Correspondence Analysis). Na základě výsledků nepřímé ordinace jsem zvolil u všech společenstev lineární metodu RDA (Redundancy Analysis), která je při hodnotě nejdelšího gradientu menší než tři vhodnější (Herben & Münzbergová 2002).

Jako závislé proměnné byly zadány pokryvnosti všech druhů. Testovanými nezávisle proměnnými jsou interakce daného zásahu a času. Kódy ploch a čas byly zadány jako kovariáty. Statistická významnost ordinačního modelu byla testována pomocí Monte-Carlo permutačního testu. Počet provedených permutací byl vždy 499.

Pokus měl strukturu split-plot designu. Jako split-plot byl brán čas, jako whole plot jednotlivé typy zásahů. Při permutacích byly whole plots volně kombinovatelné. Split-plots byly zadány pro permutace jako časová série závislá na whole plots. Analýza byla provedena s centrováním v rámci druhů. U všech společenstev byla provedena logaritmická transformace kvůli odstranění vlivu dominantních druhů.

Nejprve byly testovány všechny interakce společně ( $H_0$  Časový posun v druhové skladbě je nezávislý na zásazích) a poté každá interakce zvlášť, přičemž ostatní byly ponechány jako kovariáty ( $H_0$  zásah nemá na změny v druhové skladbě žádný vliv).

## 6.2 Jednorozměrné metody

Jako jednorozměrné charakteristiky jsem pro jednotlivá společenstva zvolil vývoj pokryvnosti dominantních druhů a mechového patra od roku 2005 do roku 2013. Mechové patro jsem testoval u společenstev alpínských vřesovišť, subalpínské borůvkové vegetace a papratkových smrčín. U zbylých dvou společenstev byla pokryvnost mechového patra zanedbatelná. Pro jednotlivá společenstva byly dominantními druhy: alpínské trávníky – smilka tuhá, metlička křivolaká, subalpínské trávníky – třtina chloupkatá, metlička křivolaká, alpínská vřesoviště – vřes obecný subalpínská borůvková vegetace – brusnice borůvka, papratkové smrčiny – papratka horská.

Pro testování těchto charakteristik jsem použil test Repeated Measure ANOVA v programu NCSS 2007. Ten posoudil, zda je průkazný vliv zásahu a času a zda existuje interakce mezi časem a typem zásahu. Blok byl dosazen jako randomizační faktor, zásah a čas jako fixní faktory. Tabulky pro jednotlivá společenstva ve sloupcích zaznamenávají rok sledování (2005 rok 1 až 2013 rok 9), blok (1 - 3), plochu (1 - 18), zásah (S1 – slabý sešlap, S2 střední sešlap, S3 silný sešlap, ST – stříhání biomasy, D – stržení drnu, K – kontrola) a průměrné pokryvnosti pro čtverce.

## 7 Výsledky

Na základě výsledků nepřímé gradientové analýzy jsem zvolil u všech společenstev lineární metodu, která je při hodnotě nejdelšího gradientu menší než 3 vhodnější (Herben & Münzbergová 2002).

Výsledky jsou dále zaznamenány pro každé společenstvo zvlášť. Jako první jsou uvedeny výsledky mnohorozměrné analýzy RDA, poté výsledky jednorozměrných charakteristik. V textu jsou přiloženy vybrané výstupy statistických testů uspořádané do tabulky s příslušnými grafy a ordinačními diagramy. Ordinační diagramy RDA analýz pro testování jednotlivých zásahů uvádím pouze u statisticky průkazných výsledků, ostatní jsou uvedeny v příloze.

### 7.1 Smilkové alpínské trávníky

#### 7.1.1 Mnohorozměrné metody

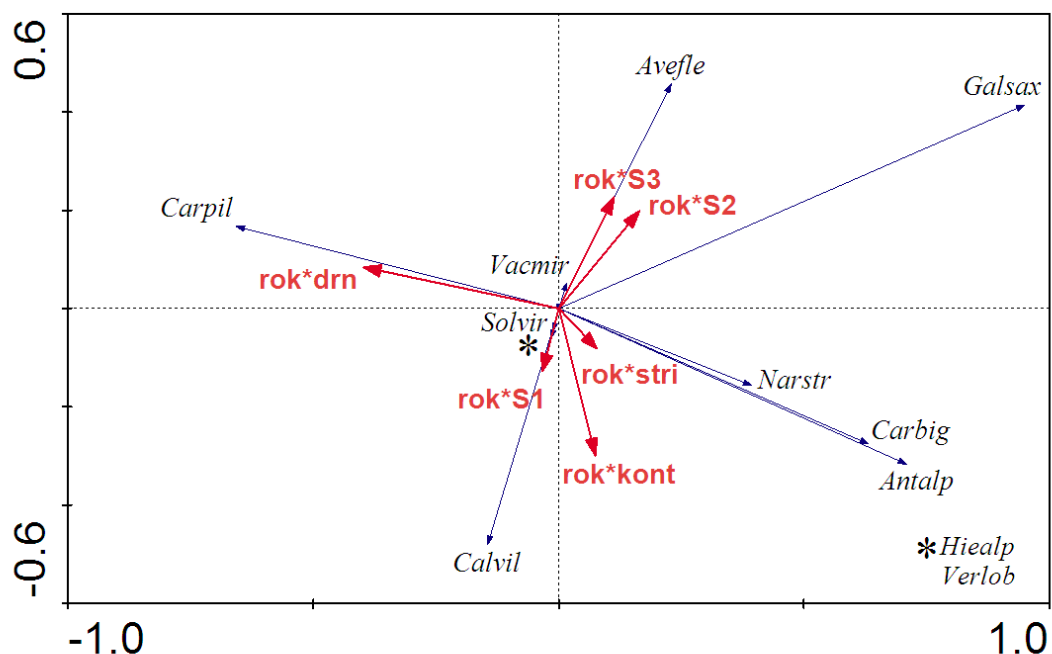
Období během provádění zásahů

Test vlivu interakce zásahů a času mezi roky 2005 a 2009 nebyl průkazný. (tab. 2). Přesto jsou z ordinačním diagramu patrné určité trendy (graf 1). Ve středně a silně sešlapávaných plochách rostla pokryvnost metličky křivolaké a svízelu hercynského. Při testování jednotlivých zásahů byl test průkazný pouze pro stržení drnu (tab. 3). U tohoto zásahu je patrný výrazný ústup všech druhů. Oproti ostatním plochám se zde šířila pouze ostřice kulkonosná.

**Tabulka 2. Výsledky RDA pro alpínské trávníky (2005–2009)**

Osa	1	2	3	4
Vysvětlená variabilita osy	0.014	0.005	0.002	0.001
Korelace druhových a environmentálních proměnných	0.539	0.501	0.328	0.132
Vysvětlená variabilita všemi osami 0.217	Vysvětlená variabilita všemi kanonickými osami 0.021			
Test průkaznosti první kanonické osy	F-ratio = 4.480		P-value = 0.164	
Test průkaznosti všech kanonických os	F-ratio = 1.435		P-value = 0.146	





**Graf 1. Ordinační diagram RDA pro alpské trávníky (2005–2009)**

Drn: stržení drnu, S3: silný sešlap, S2: střední sešlap, S1: slabý sešlap, stri: stříhání biomasy, kont: kontrola, *Anthalp*: tomka alpská, *Avefle*: metlička křivolaká, *Calvil*: třtina chloupkatá, *Carbig*: ostřice bigelowova, *Carpil*: ostřice kulkonosná, *Galsax*: svízel hercynský, *Hiealp*: jestřábník alpský, *Narstr*: smilka tuhá, *Solvir*: zlatobýl obecný, *Vacmir*: brusnice borůvka, *Verlob*: kýchavice bílá

**Tabulka 3. Výsledky RDA pro alpské trávníky, jednotlivé zásahy (2005–2009)**

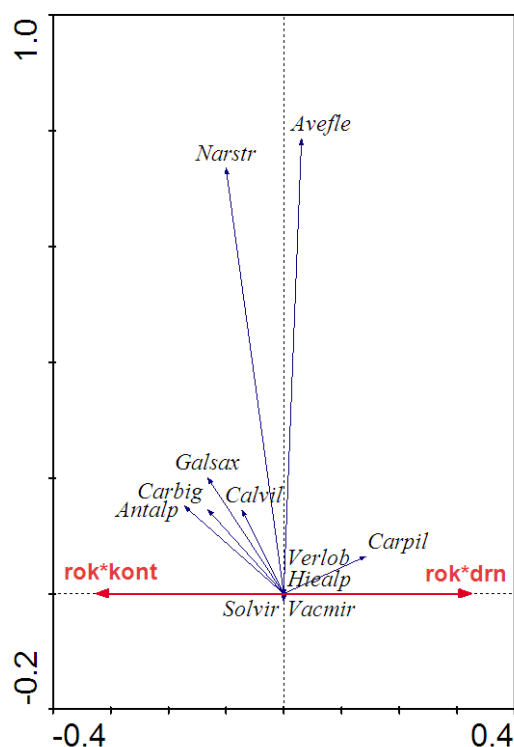
<b>kontrola × stržení drnu</b>				
Osa	1	2	3	4
Vysvětlená variabilita osy	0.009	0.115	0.024	0.017
Korelace druhových a environmentálních proměnných	0.522	0	0	0
Vysvětlená variabilita všemi osami 0.205	Vysvětlená variabilita všemi kanonickými osami 0.009			
Test průkaznosti všech kanonických os	F-ratio = 3.087		P-value = 0.044	
<b>kontrola × slabý sešlap</b>				
Osa	1	2	3	4
Vysvětlená variabilita osy	0.002	0.115	0.024	0.017
Korelace druhových a environmentálních proměnných	0.328	0	0	0
Vysvětlená variabilita všemi osami 0.198	Vysvětlená variabilita všemi kanonickými osami 0.002			
Test průkaznosti všech kanonických os	F-ratio = 0.629		P-value = 0.516	
<b>kontrola × střední sešlap</b>				
Osa	1	2	3	4
Vysvětlená variabilita osy	0.004	0.115	0.024	0.017
Korelace druhových a environmentálních proměnných	0.35	0	0	0
Vysvětlená variabilita všemi osami 0.200	Vysvětlená variabilita všemi kanonickými osami 0.004			
Test průkaznosti všech kanonických os	F-ratio = 1.187		P-value = 0.206	

**kontrola × silný sešlap**

Osa	1	2	3	4
Vysvětlená variabilita osy	0.003	0.115	0.024	0.017
Korelace druhových a environmentálních proměnných	0.479	0	0	0
Vysvětlená variabilita všemi osami 0.200	Vysvětlená variabilita všemi kanonickými osami			0.003
Test průkaznosti všech kanonických os	F-ratio = 1.141		P-value = 0.262	

**kontrola × strhání biomasy**

Osa	1	2	3	4
Vysvětlená variabilita osy	0.002	0.115	0.024	0.017
Korelace druhových a environmentálních proměnných	0.39	0	0	0
Vysvětlená variabilita všemi osami 0.198	Vysvětlená variabilita všemi kanonickými osami			0.002
Test průkaznosti všech kanonických os	F-ratio = 0.545		P-value = 0.582	

**Graf 2. Ordinační diagram RDA pro alpské trávníky, stržení drnu (2005–2009)**

Drn: stržení drnu, kont: kontrola, *Anthalp*: tomka alpská, *Avefle*: metlička křivolaká, *Calvil*: třtina chloupkatá, *Carbig*: ostřice bigelowova, *Carpil*: ostřice kulkonosná, *Galsax*: svízelec hercynský, *Hiealp*: ještřábník alpský, *Narstr*: smilka tuhá, *Solvir*: zlatobýl obecný, *Vacmir*: brusnice borůvka, *Verlob*: kýchavice bílá

**Období po ukončení zásahů**

Test prokázal vliv interakce zásahu a času na pokryvnost druhů ve společenstvu smilkových trávníků (tab. 4). Při testování jednotlivých zásahů byl test průkazný u střední intenzity sešlapu a stržení drnu (tab. 5).

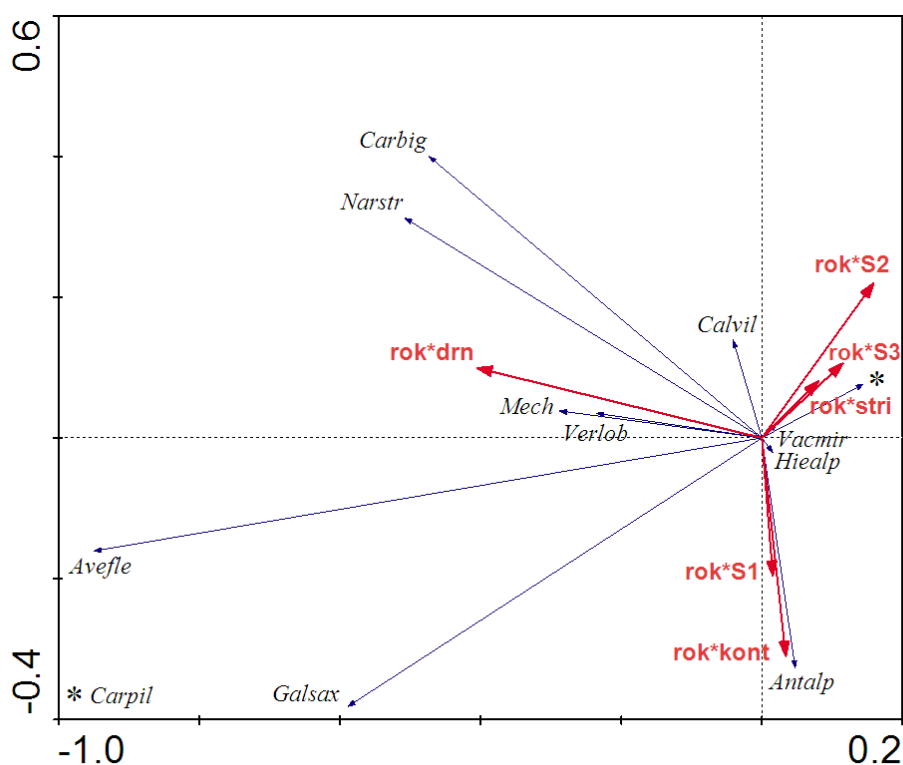
Nejvíce se lišil vývoj po stržení drnu. Na plochách se strženým drnem od roku 2009 rostla pokryvnost metličky křivolaké, smilky tuhé, ostřice bigelowovy, svízele

hercynského a méně pak mechového patra, kýchavice bílé a třtiny chloupkaté. Naopak klesla pokryvnost ostřice kulkonosné. Vzájemně se pak podobaly plochy kontrolní a slabě sešlapávané. Zde byla oproti ostatním zásahům vyšší pokryvnost tomky alpské.

Další skupinou zásahů s podobným vývojem byly střední, silný sešlap a stříhání biomasy. Zde klesala pokryvnost svízele hercynského a metličky křivolaké. Na středně sešlapávaných plochách byla oproti kontrole vyšší pokryvnost ostřice bigelowovy. U středního sešlapu a stříhání biomasy byla ještě přítomna ostřice kulkonosná .

**Tabulka 4. Výsledky RDA pro alpské trávníky (2009–2013)**

Osa	1	2	3	4
Vysvětlená variabilita osy	0.017	0.005	0.001	0.001
Korelace druhových a environmentálních proměnných	0.668	0.467	0.277	0.217
Vysvětlená variabilita všemi osami 0.142	Vysvětlená variabilita všemi kanonickými osami 0.025			
Test průkaznosti první kanonické osy	F-ratio = 9.224		P-value = 0.002	
Test průkaznosti všech kanonických os	F-ratio = 2.819		P-value = 0.004	

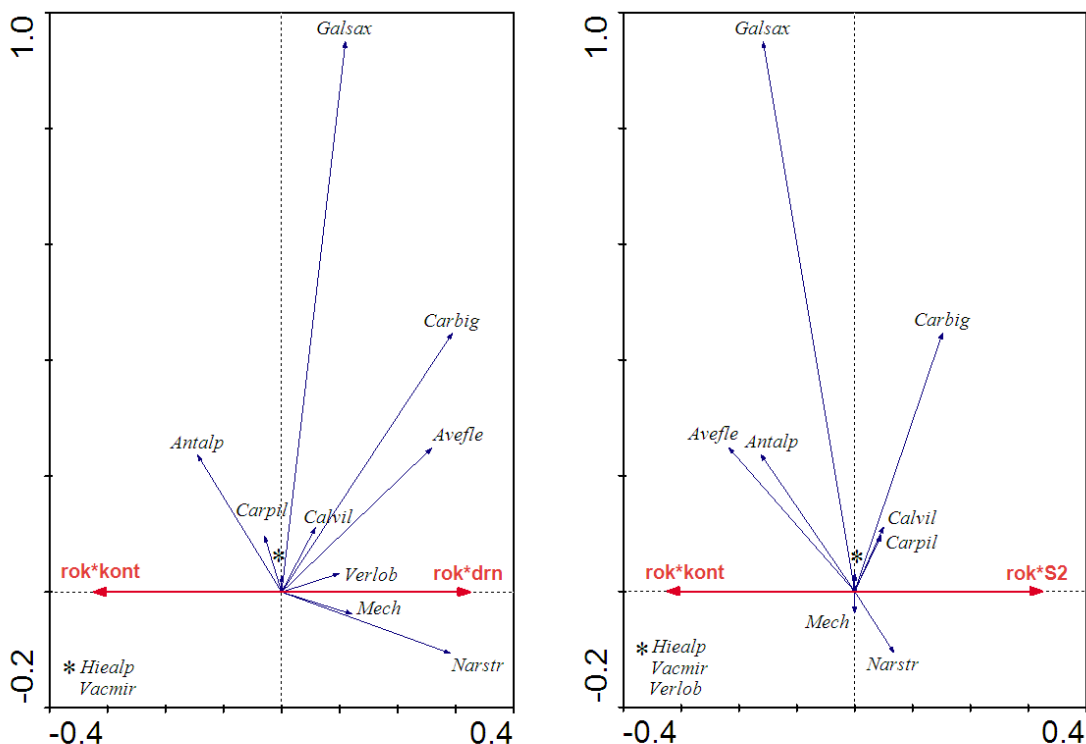


**Graf 3. Ordinační diagram RDA pro alpské trávníky (2009–2013)**

Drn: stržení drnu, S3: silný sešlap, S2: střední sešlap, S1: slabý sešlap, stri: stříhání biomasy, kont: kontrola, Anthalp: tomka alpská, Avefle: metlička křivolaká, Calvil: třtina chloupkatá, Carbig: ostřice bigelowova, Carpil: ostřice kulkonosná, Galsax: svízel hercynský, Hiealp: jestřábík alpský, Mech: mechové patro, Narstr: smilka tuhá, Solvir: zlatobýl obecný, Vacmir: brusnice borůvka, Verlob: kýchavice bílá

**Tabulka 5. Výsledky RDA pro alpské trávníky, jednotlivé zásahy (2009–2013)**

<b>kontrola × stržení drnu</b>				
Osa	1	2	3	4
Vysvětlená variabilita osy	0.01	0.042	0.021	0.017
Korelace druhových a environmentálních proměnných	0.649	0	0	0
Vysvětlená variabilita všemi osami 0.127	Vysvětlená variabilita všemi kanonickými osami 0.010			
Test průkaznosti všech kanonických os	F-ratio = 5.697		P-value = 0.004	
<b>kontrola × slabý sešlap</b>				
Osa	1	2	3	4
Vysvětlená variabilita osy	0.001	0.042	0.021	0.017
Korelace druhových a environmentálních proměnných	0.22	0	0	0
Vysvětlená variabilita všemi osami 0.118	Vysvětlená variabilita všemi kanonickými osami 0.001			
Test průkaznosti všech kanonických os	F-ratio = 0.441		P-value = 0.808	
<b>kontrola × střední sešlap</b>				
Osa	1	2	3	4
Vysvětlená variabilita osy	0.004	0.042	0.021	0.017
Korelace druhových a environmentálních proměnných	0.403	0	0	0
Vysvětlená variabilita všemi osami 0.121	Vysvětlená variabilita všemi kanonickými osami 0.004			
Test průkaznosti všech kanonických os	F-ratio = 2.497		P-value = 0.036	
<b>kontrola × silný sešlap</b>				
Osa	1	2	3	4
Vysvětlená variabilita osy	0.003	0.042	0.021	0.017
Korelace druhových a environmentálních proměnných	0.316	0	0	0
Vysvětlená variabilita všemi osami 0.120	Vysvětlená variabilita všemi kanonickými osami 0.003			
Test průkaznosti všech kanonických os	F-ratio = 1.573		P-value = 0.138	
<b>kontrola × stříhání biomasy</b>				
Osa	1	2	3	4
Vysvětlená variabilita osy	0.002	0.042	0.021	0.017
Korelace druhových a environmentálních proměnných	0.319	0	0	0
Vysvětlená variabilita všemi osami 0.119	Vysvětlená variabilita všemi kanonickými osami 0.002			
Test průkaznosti všech kanonických os	F-ratio = 1.318		P-value = 0.1660	



**Graf 4. Ordinační diagramy RDA pro alpské trávníky, stržení drnu a střední sešlap (2009–2013)**

Drn: stržení drnu, S2: střední sešlap, kont: kontrola, *Anthalp*: tomka alpská, *Avefle*: metlička křivolaká, *Calvil*: třtina chloupkatá, *Carbig*: ostřice bigelowova, *Carpil*: ostřice kulkonosná, *Galsax*: svízel hercynský, *Hiealp*: jestřábek alpský, *Mech*: mechové patro, *Narstr*: smilka tuhá, *Solvir*: zlatobýl obecný, *Vacmir*: brusnice borůvka, *Verlob*: kýchavice bílá

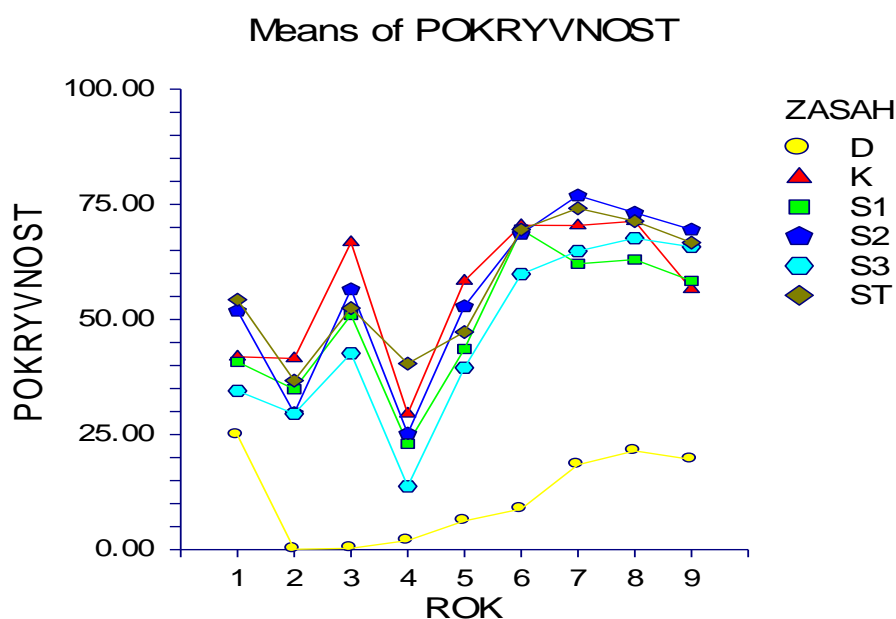
### 7.1.2 Jednorozměrné metody

#### Smilka tuhá

Repeat measure ANOVA test prokázal signifikantní vliv zásahu, času a interakce zásahu a času na pokryvnost smilky tuhé mezi lety 2005 a 2013 (tab. 6). Od úplné eliminace smilky po stržení drnu v roce 2005 dochází k její postupné regeneraci. V roce 2013 se pak její pokryvnost blíží hodnotám před provedením zásahu. Ostatní zásahy se vyvíjely obdobně jako kontrola a je zde patrné výrazné kolísání pokryvnosti smilky mezi roky 2005 a 2009. Pouze u nejsilnější intenzity sešlapu je do roku 2010 patrná nižší pokryvnost.

**Tabulka 6. Výsledky ANOVA pro alpínské trávníky, smilka tuhá**

Source	DF	Mean	F-Ratio	Prob	Power
Term		Square		Level	(Alpha=0.05)
A: ZASAH	5	8337.763	22.62	0.000037	0.999999
B: BLOK	2	172.2008			
AB	10	368.5434			
C(AB): PLOCHA	0				
D: ROK	8	3620.49	21.07	0.000000*	1
AD	40	154.1176	2.55	0.000193	0.999853
BD	16	171.8491			
ABD	80	60.53941			



**Graf 5. Vývoj pokryvnosti smilky tuhé pro alpínské trávníky**

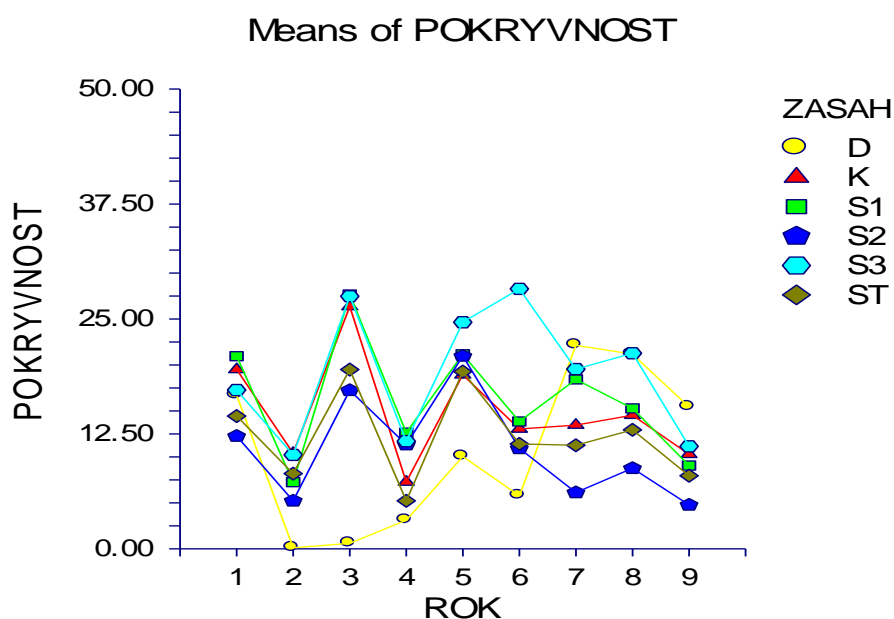
D: stržení drnu, K: kontrola, S1: slabý sešlap, S2: střední sešlap, S3: silný sešlap, ST: střihání biomasy

#### Metlička křivolaká

Vliv času a interakce zásahu a času byl průkazný i u pokryvnosti metličky křivolaké. Vliv zásahu byl neprůkazný (tab. 7). Zřetelně rozdílně se pokryvnost metličky vyvíjela pouze u stržení drnu. Po úplné eliminaci v roce 2006 docházelo k poměrně rychlé obnově. U ostatních zásahů včetně kontroly je patrné výrazné kolísání pokryvnosti během let 2005 a 2009. Z grafu je patrné, že v období 2009 a 2010 byla pokryvnost metličky oproti kontrole vyšší u silně sešlapávaných ploch. Poté opět ustupuje.

**Tabulka 7. Výsledky ANOVA pro alpské trávníky, metlička křivolaká**

Source Term	DF	Mean Square	F-Ratio	Prob Level	Power (Alpha=0.05)
A: ZASAH	5	303.8215	0.71	0.631619	0.168827
B: BLOK	2	622.8394			
AB	10	429.8367			
C(AB): PLOCHA	0				
D: ROK	8	383.9491	13.82	0.000008	0.999999
AD	40	75.1644	2.6	0.00014	0.999893
BD	16	27.78287			
ABD	80	28.89152			



**Graf 6. Vývoj pokryvnosti metličky křivolaké pro alpské trávníky**

D: stržení drnu, K: kontrola, S1: slabý sešlap, S2: střední sešlap, S3: silný sešlap, ST: stříhání biomasy

## 7.2 Subalpínské trávníky s třtinou chloupkatou

### 7.2.1 Mnohorozměrné metody

Období během provádění zásahů

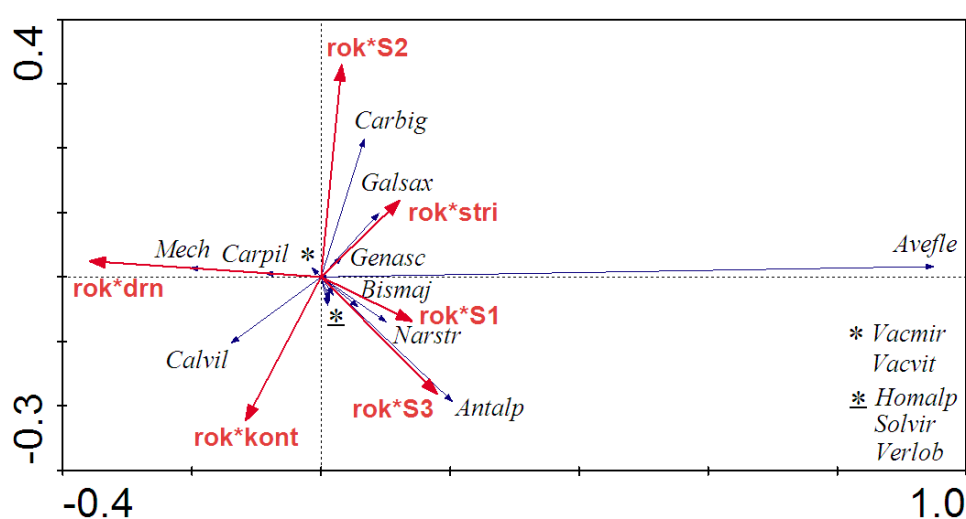
Test vlivu všech zásahů na společenstvo subalpínských trávníků byl průkazný (tab. 8). Při testování jednotlivých zásahů testy nebyly průkazné (tab. 9).

Na plochách se strženým drnem výrazně ustoupila metlička křivolaká, méně pak tomka alpská. Naopak zde rostla pokryvnost ostřice kulkonosné a mechového patra. U středního sešlapu a odstranění biomasy rostla pokryvnost svízelu hercynského. U silného sešlapu prosperovala tomka alpská a u slabého smilka tuhá V sešlapávaných a

stříhaných plochách byla vyšší pokravnost metličky křivolaké. Nejvyšší pokravnost třtiny chloupkaté byla v kontrolních plochách.

**Tabulka 8. Výsledky RDA pro subalpínské trávníky (2005–2009)**

Osa	1	2	3	4
Vysvětlená variabilita osy	0.025	0.003	0.001	0.001
Korelace druhových a environmentálních proměnných	0.516	0.349	0.294	0.316
Vysvětlená variabilita všemi osami 0.249	Vysvětlená variabilita všemi kanonickými osami 0.031			
Test průkaznosti první kanonické osy	F-ratio = 7.289		P-value = 0.038	
Test průkaznosti všech kanonických os	F-ratio = 1.857		P-value = 0.042	



**Graf 7. Ordinační diagram RDA pro subalpínské trávníky (2005–2009)**

Drn: stržení drnu, S3: silný sešlap, S2: střední sešlap, S1: slabý sešlap, stri: stříhání biomasy, kont: kontrola, *Anthalp*: tomka alpská, *Avefle*: metlička křivolaká, *Bismaj*: bistorta major, *Calvil*: třtina chloupkatá, *Carbig*: ostřice bigelowova, *Carpil*: ostřice kulkonosná, *Galsax*: svízel hercynský, *Genasc*: hořec tolitovitý, *Homalp*: homogine alpina, *Mech*: mechové patro, *Narstr*: smilka tuhá, *Solvir*: zlatobýl obecný, *Vacmir*: brusnice borůvka, *Verlob*: kýchavice bílá.

**Tabulka 9. Výsledky RDA pro subalpínské trávníky, jednotlivé zásahy (2005–2009)**

<b>kontrola × stržení drnu</b>				
Osa	1	2	3	4
Vysvětlená variabilita osy	0.005	0.107	0.041	0.021
Korelace druhových a environmentálních proměnných	0.303	0	0	0
Vysvětlená variabilita všemi osami 0.223	Vysvětlená variabilita všemi kanonickými osami 0.005			
Test průkaznosti všech kanonických os	F-ratio = 1.415		P-value = 0.168	
<b>kontrola × slabý sešlap</b>				
Osa	1	2	3	4
Vysvětlená variabilita osy	0.005	0.107	0.041	0.021
Korelace druhových a environmentálních proměnných	0.255	0	0	0
Vysvětlená variabilita všemi osami 0.223	Vysvětlená variabilita všemi kanonickými osami 0.005			
Test průkaznosti všech kanonických os	F-ratio = 1.461		P-value = 0.164	



<b>kontrola × střední sešlap</b>				
Osa	1	2	3	4
Vysvětlená variabilita osy	0.004	0.107	0.041	0.021
Korelace druhových a environmentálních proměnných	0.264	0	0	0
Vysvětlená variabilita všemi osami 0.222	Vysvětlená variabilita všemi kanonickými osami 0.004			
Test průkaznosti všech kanonických os	F-ratio = 1.060		P-value = 0.274	
<b>kontrola × silný sešlap</b>				
Osa	1	2	3	4
Vysvětlená variabilita osy	0.006	0.107	0.041	0.021
Korelace druhových a environmentálních proměnných	0.286	0	0	0
Vysvětlená variabilita všemi osami 0.225	Vysvětlená variabilita všemi kanonickými osami 0.006			
Test průkaznosti všech kanonických os	F-ratio = 1.855		P-value = 0.102	
<b>kontrola × stříhání biomasy</b>				
Osa	1	2	3	4
Vysvětlená variabilita osy	0.005	0.107	0.041	0.021
Korelace druhových a environmentálních proměnných	0.296	0	0	0
Vysvětlená variabilita všemi osami 0.223	Vysvětlená variabilita všemi kanonickými osami 0.005			
Test průkaznosti všech kanonických os	F-ratio = 1.449		P-value = 0.138	

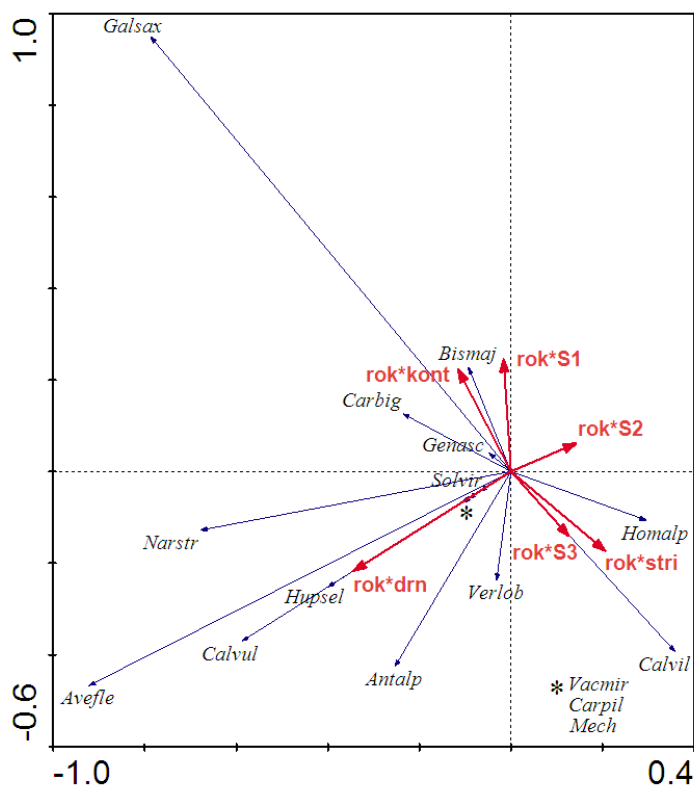
#### Období po ukončení zásahů

Test vlivu interakce času a zásahů na společenstvo subalpínských trávníků byl průkazný (tab. 10). Při testování vlivu jednotlivých zásahů byl test průkazný pouze u stříhání biomasy (tab. 11).

Nejvíce se odlišovaly plochy se strženým drnem, ve kterých rostla pokryvnost metličky křivolaké, smilky tuhé a tomky alpské. Dále se zde uchytily vřes obecný a vranec jedlový. Podobný vývoj je patrný u silného sešlapu a stříhání biomasy. U těchto zásahů je z ordinačního diagramu patrný výrazný ústup svízelu hercynského a růst pokryvnosti třtiny chloupkaté. Svízel hercynský ustoupil také ze středně sešlapávaných ploch.

**Tabulka 10. Výsledky RDA pro subalpínské trávníky (2009–2013)**

Osa	1	2	3	4
Vysvětlená variabilita osy	0.009	0.006	0.002	0.001
Korelace druhových a environmentálních proměnných	0.634	0.475	0.401	0.299
Vysvětlená variabilita všemi osami 0.141	Vysvětlená variabilita všemi kanonickými osami 0.018			
Test průkaznosti první kanonické osy	F-ratio = 4.466		P-value = 0.046	
Test průkaznosti všech kanonických os	F-ratio = 1.953		P-value = 0.044	



**Graf 8. Ordinační diagram RDA pro subalpínské trávníky (2009–2013)**

Drn: stržení drnu, S3: silný sešlap, S2: střední sešlap, S1: slabý sešlap, stri: stříhání biomasy, kont: kontrola, *Anthalp*: tomka alpská, *Avefle*: metlička křivolaká, *Bismaj*: bistora major, *Calvil*: třtina chloupkatá, *Carbig*: ostřice bigelowova, *Carpil*: ostřice kulkonosná, *Calvul*: vřes obecný, *Galsax*: svízel hercynský, *Genasc*: hořec tolitovitý, *Homalp*: homogíne alpina, *Hupsel*: vranec jedlový, *Mech*: mechové patro, *Narstr*: smilka tuhá, *Solvir*: zlatobýl obecný, *Vacmir*: brusnice borůvka, *Verlob*: kýchavice bílá

**Tabulka 11. Výsledky RDA pro subalpínské trávníky, jednotlivé zásahy (2009–2013)**

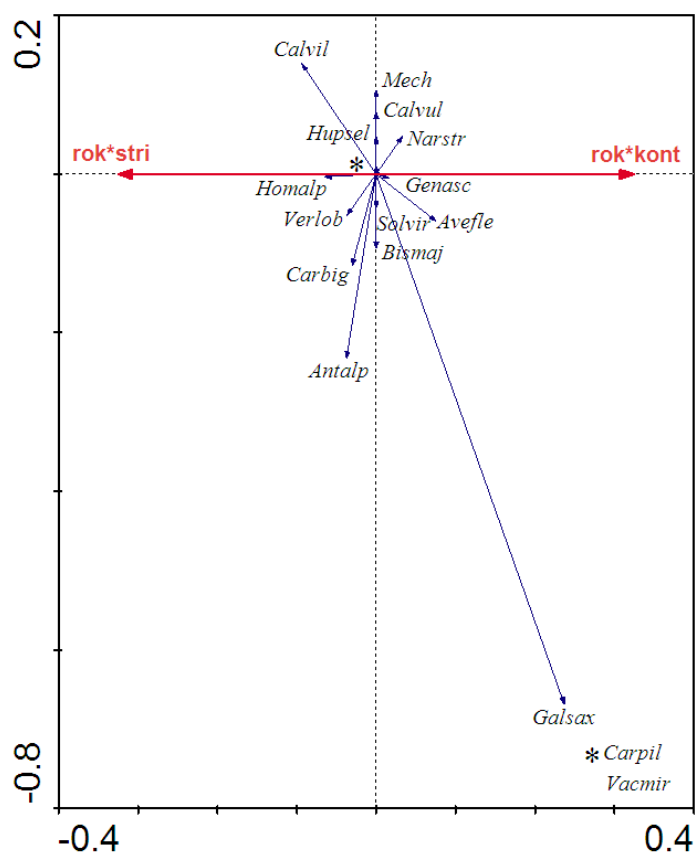
<b>kontrola × stržení drnu</b>				
Osa	1	2	3	4
Vysvětlená variabilita osy	0.004	0.036	0.018	0.014
Korelace druhových a environmentálních proměnných	0.552	0	0	0
Vysvětlená variabilita všemi osami 0.127	Vysvětlená variabilita všemi kanonickými osami 0.004			
Test průkaznosti všech kanonických os	F-ratio = 2.249		P-value = 0.064	
<b>kontrola × slabý sešlap</b>				
Osa	1	2	3	4
Vysvětlená variabilita osy	0.002	0.036	0.018	0.014
Korelace druhových a environmentálních proměnných	0.363	0	0	0
Vysvětlená variabilita všemi osami 0.125	Vysvětlená variabilita všemi kanonickými osami 0.002			
Test průkaznosti všech kanonických os	F-ratio = 0.896		P-value = 0.484	
<b>kontrola × střední sešlap</b>				
Osa	1	2	3	4
Vysvětlená variabilita osy	0.002	0.036	0.018	0.014
Korelace druhových a environmentálních proměnných	0.289	0	0	0
Vysvětlená variabilita všemi osami	Vysvětlená variabilita všemi kanonickými osami			
Test průkaznosti všech kanonických os	F-ratio = 1.243		P-value = 0.286	

**kontrola × silný sešlap**

Osa	1	2	3	4
Vysvětlená variabilita osy	0.003	0.036	0.018	0.014
Korelace druhových a environmentálních proměnných	0.344	0	0	0
Vysvětlená variabilita všemi osami 0.126	Vysvětlená variabilita všemi kanonickými osami			0.003
Test průkaznosti všech kanonických os	F-ratio = 1.858		P-value = 0.112	

**kontrola × stříhání biomasy**

Osa	1	2	3	4
Vysvětlená variabilita osy	0.005	0.036	0.018	0.014
Korelace druhových a environmentálních proměnných	0.414	0	0	0
Vysvětlená variabilita všemi osami 0.128	Vysvětlená variabilita všemi kanonickými osami			0.005
Test průkaznosti všech kanonických os	F-ratio = 2.681		P-value = 0.028	

**Graf 9. Ordinační diagramy RDA pro subalpínské trávníky, stříhání biomasy (2009–2013)**

Stri: stříhání biomasy, kont: kontrola, *Anthalp*: tomka alpská, *Avefle*: metlička křivolaká, *Bismaj*: bistorta major, *Calvil*: třtina chloupkatá, *Carbig*: ostřice bigelowova, *Carpil*: ostřice kulkonosná, *Calvul*: vřes obecný, *Galsax*: svízel hercynský, *Genasc*: hořec tolitovitý, *Homalp*: homogine alpina, *Hupsel*: vranec jedlový, *Mech*: mechové patro, *Narstr*: smilka tuhá, *Solvir*: zlatobýl obecný, *Vacmir*: brusnice borůvka, *Verlob*: kýchavice bílá

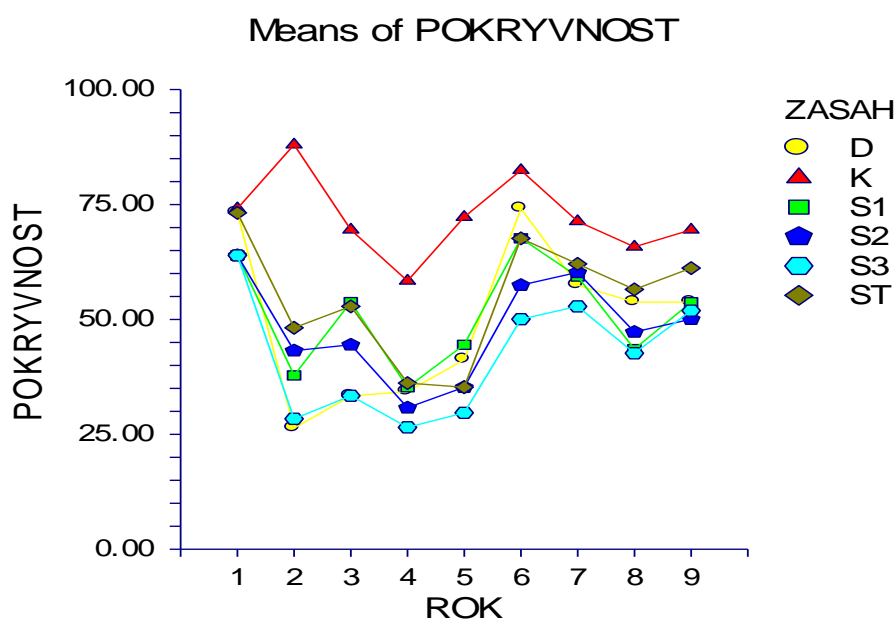
## 7.2.2 Jednorozměrné metody

### Třtina chloupkatá

Test prokázal vliv času a interakce času a zásahu na pokryvnost třtiny chloupkaté. Vliv zásahu byl také průkazný (tab. 12). Z grafu 10 je patrné, že pokryvnost tohoto druhu byla nižší oproti kontrole u všech typů zásahů. Nejnižší pokryvnost je patrná u silného sešlapu a stržení drnu. Po ukončení těchto zásahů je zřetelný nárůst pokryvnosti, který však výrazně koreluje s vývojem v kontrole.

**Tabulka 12. Výsledky ANOVA pro subalpínské trávníky, třtina chloupkatá**

Source Term	DF	Mean Square	F-Ratio	Prob Level	Power (Alpha=0.05)
A: ZASAH	5	2889.123	3.48	0.044078*	0.695934
B: BLOK	2	600.791			
AB	10	829.5123			
C(AB): PLOCHA	0				
D: ROK	8	2131.128	13.87	0.000007*	0.999999
AD	40	158.6463	1.93	0.006335*	0.996368
BD	16	153.6713			
ABD	80	82.13628			



**Graf 10. Vývoj pokryvnosti třtiny chloupkaté pro subalpínské trávníky**

D: stržení drnu, K: kontrola, S1: slabý sešlap, S2: střední sešlap, S3: silný sešlap, ST: střihání biomasy

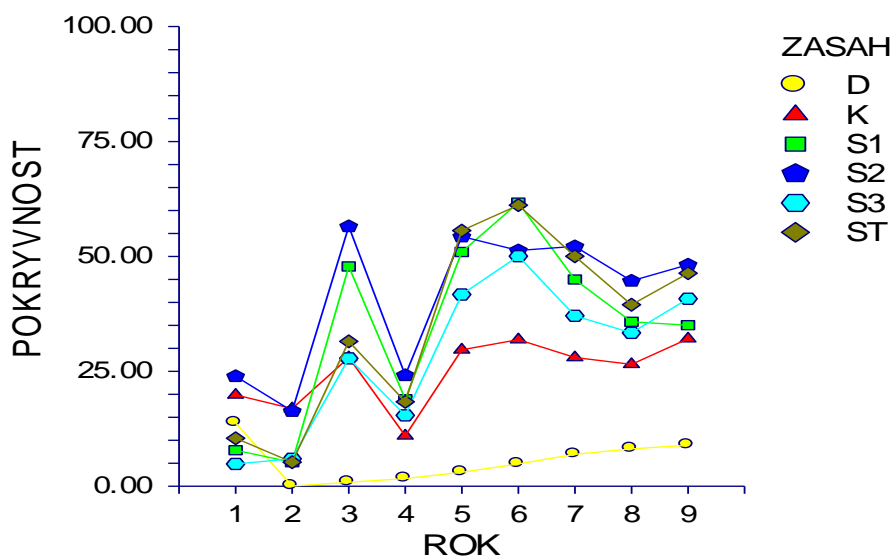
## Metlička křivolaká

Vliv času, zásahu a interakce zásahu a času byl průkazný také u metličky křivolaké (tab. 13). Nejnižší pokrývnost druhu byla v plochách se strženým dnem. Od roku 2006 zde dochází k postupnému růstu pokrývnosti. V ostatních plochách během provádění zásahů pokrývnost druhu výrazně kolísala. Od ukončení zásahů je pak u těchto ploch zřetelně vyšší pokrývnost oproti roku 2005. Všechny intenzity sešlapu a stříhání biomasy zároveň vykazují vyšší pokrývnost oproti kontrole.

**Tabulka 13. Výsledky ANOVA pro subalpínské trávníky, metlička křivolaká**

Source Term	DF	Mean Square	F-Ratio	Prob Level	Power (Alpha=0.05)
A: ZASAH	5	4275.735	4.45	0.021545*	0.81021
B: BLOK	2	3923.626			
AB	10	961.455			
C(AB): PLOCHA	0				
D: ROK	8	2901.989	32.02	0.000000*	1
AD	40	243.3442	2.76	0.000056*	0.999957
BD	16	90.6253			
ABD	80	88.08136			

**Means of POKRYVNOST**



**Graf 11. Vývoj pokrývnosti metličky křivolaké pro subalpínské trávníky**

D: stržení dnu, K: kontrola, S1: slabý sešlap, S2: střední sešlap, S3: silný sešlap, ST: stříhání biomasy

## 7.3 Alpínská vřesoviště

### 7.3.1 Mnohorozměrné metody

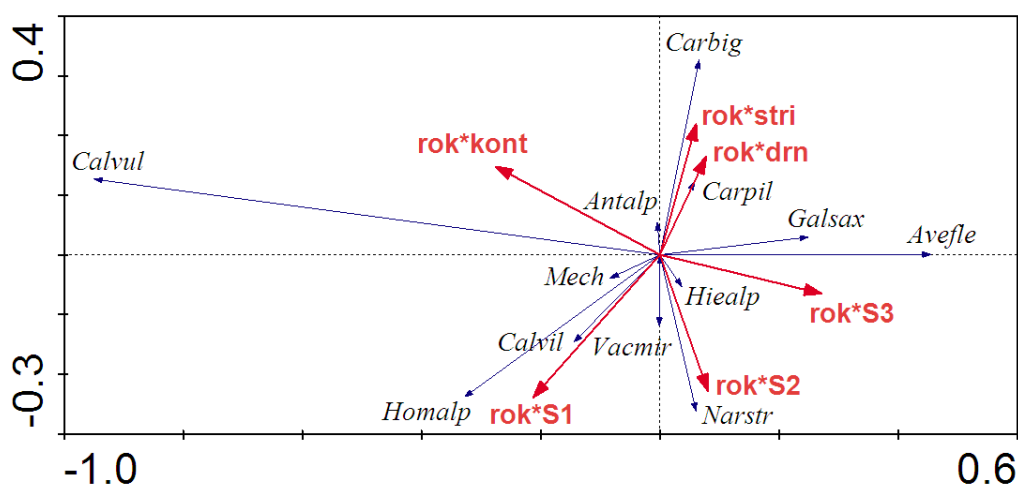
Období během provádění zásahů

Test vlivu zásahů na společenstvo byl v období 2005–2009 průkazný (tab. 14). Při porovnání jednotlivých zásahů byl test průkazný u silné, střední intenzity sešlapu a odstranění biomasy. U stržení drnu byl test na hranici průkaznosti  $P = 0.054$  (tab. 15).

U všech typů zásahů je patrný výrazný pokles pokryvnosti vřesu obecného. Pouze u slabého sešlapu byla oproti ostatním zásahům pokryvnost vřesu vyšší. Na silně a středně sešlapávaných plochách rostla pokryvnost metličky křivolaké a svízelu hercynského. U středního sešlapu dále rostla pokryvnost smilky tuhé. Na slabě sešlapávaných plochách je z ordinačního diagramu patrný růst pokryvnosti třtiny chloupkaté, podbělice alpské a méně pak smilky tuhé. Ve stříhaných plochách prosperovala ostřice bigelowova, metlička křivolaká a svízel hercynský. Po stržení drnu začala růst pokryvnost metličky křivolaké, svízelu hercynského a ostřice kulkonosné.

**Tabulka 14. Výsledky RDA pro alpínská vřesoviště (2005–2009)**

Osa	1	2	3	4
Vysvětlená variabilita osy	0.029	0.007	0.006	0.004
Korelace druhových a environmentálních proměnných	0.539	0.543	0.656	0.465
Vysvětlená variabilita všemi osami 0.315	Vysvětlená variabilita všemi kanonickými osami 0.048			
Test průkaznosti první kanonické osy	F-ratio = 6.778		P-value = 0.048	
Test průkaznosti všech kanonických os	F-ratio = 2.362		P-value = 0.016	



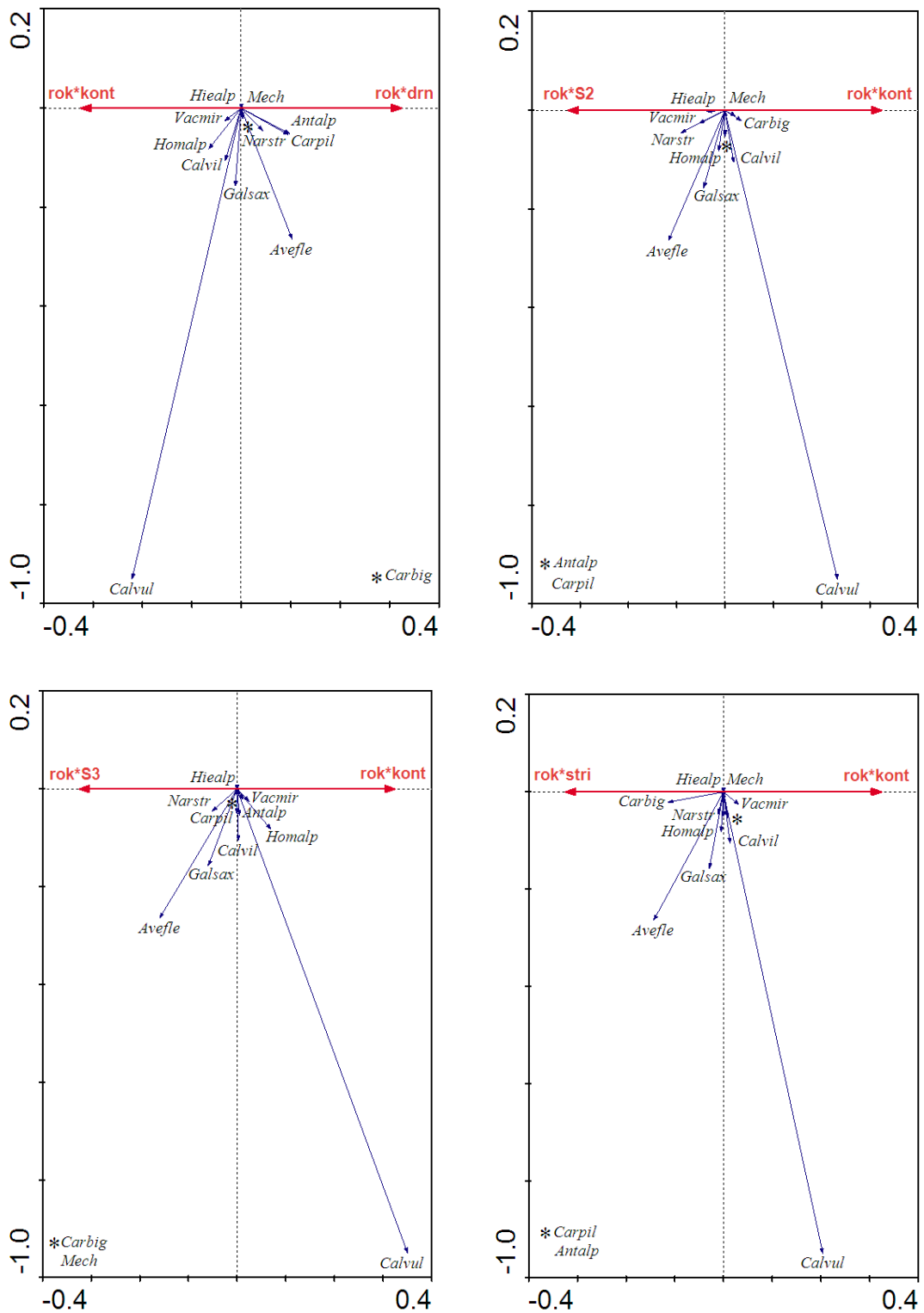
**Graf 12. Ordinační diagram RDA pro alpínská vřesoviště (2005–2009)**

Drn: stržení drnu, S1: slabý sešlap, S2: střední sešlap, S3: silný sešlap, stri: stříhání biomasy, kont: kontrola, Anthalp: tomka alpská, Avefle: metlička křivolaká, Calvil: třtina chloupkatá, Calvul: vřes obecný Carbig: ostřice bigelowova,

*Carpil*: ostřice kulkonosná, *Galsax*: svízel hercynský, *Hiealp*: jestřábník alpský, *Homalp*: homogine alpina, *Mech*: mechové patro, *Narstr*: smilka tuhá, *Vacmir*: brusnice borůvka.

**Tabulka 15. Výsledky RDA pro alpská vřesoviště, jednotlivé zásahy (2005–2009)**

<b>kontrola × stržení drnu</b>				
Osa	1	2	3	4
Vysvětlená variabilita osy	0.012	0.141	0.037	0.026
Korelace druhových a environmentálních proměnných	0.012	0	0	0
Vysvětlená variabilita všemi osami 0.279	Vysvětlená variabilita všemi kanonickými osami 0.012			
Test průkaznosti všech kanonických os	F-ratio = 2.946		P-value = 0.054	
<b>kontrola × slabý sešlap</b>				
Osa	1	2	3	4
Vysvětlená variabilita osy	0.005	0.141	0.037	0.026
Korelace druhových a environmentálních proměnných	0.381	0	0	0
Vysvětlená variabilita všemi osami 0.272	Vysvětlená variabilita všemi kanonickými osami 0.005			
Test průkaznosti všech kanonických os	F-ratio = 1.296		P-value = 0.236	
<b>kontrola × střední sešlap</b>				
Osa	1	2	3	4
Vysvětlená variabilita osy	0.012	0.141	0.037	0.026
Korelace druhových a environmentálních proměnných	0.395	0	0	0
Vysvětlená variabilita všemi osami 0.279	Vysvětlená variabilita všemi kanonickými osami 0.012			
Test průkaznosti všech kanonických os	F-ratio = 2.900		P-value = 0.042	
<b>kontrola × silný sešlap</b>				
Osa	1	2	3	4
Vysvětlená variabilita osy	0.022	0.141	0.037	0.026
Korelace druhových a environmentálních proměnných	0.466	0	0	0
Vysvětlená variabilita všemi osami 0.289	Vysvětlená variabilita všemi kanonickými osami 0.022			
Test průkaznosti všech kanonických os	F-ratio = 5.454		P-value = 0.002	
<b>kontrola × stříhání biomasy</b>				
Osa	1	2	3	4
Vysvětlená variabilita osy	0.011	0.141	0.037	0.026
Korelace druhových a environmentálních proměnných	0.415	0	0	0
Vysvětlená variabilita všemi osami 0.278	Vysvětlená variabilita všemi kanonickými osami 0.011			
Test průkaznosti všech kanonických os	F-ratio = 2.639		P-value = 0.046	



**Graf 13. Ordinační diagramy RDA pro alpská vřesoviště, stržení drnu, střední sešlap, silný sešlap a stříhání biomasy (2005–2009)**

Drn: stržení drnu, S2: střední sešlap, S3: silný sešlap, stri: stříhání biomasy, kont: kontrola, *Anthalp*: tomka alpská, *Avefle*: metlička křivoloká, *Calvil*: třtina chloupkatá, *Calvul*: vřes obecný *Carbig*: ostřice bigelowova, *Carpil*: ostřice kulkonosná, *Galsax*: svízel hercynský, *Hiealp*: jestřábík alpský, *Homalp*: homogine alpina, *Mech*: mechové patro, *Narstr*: smilka tuhá, *Vacmir*: brusnice borůvka.

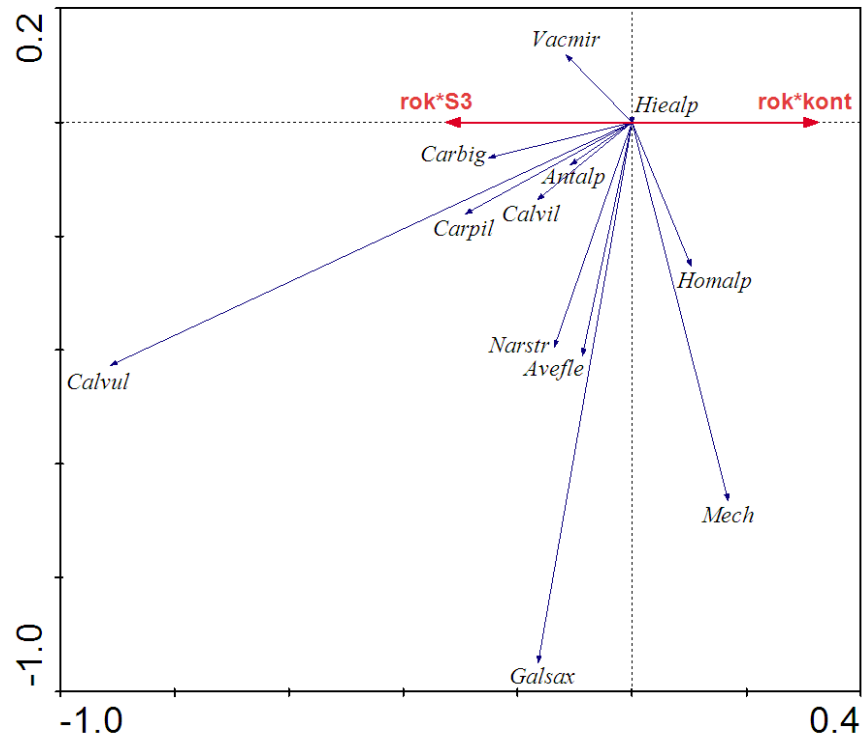
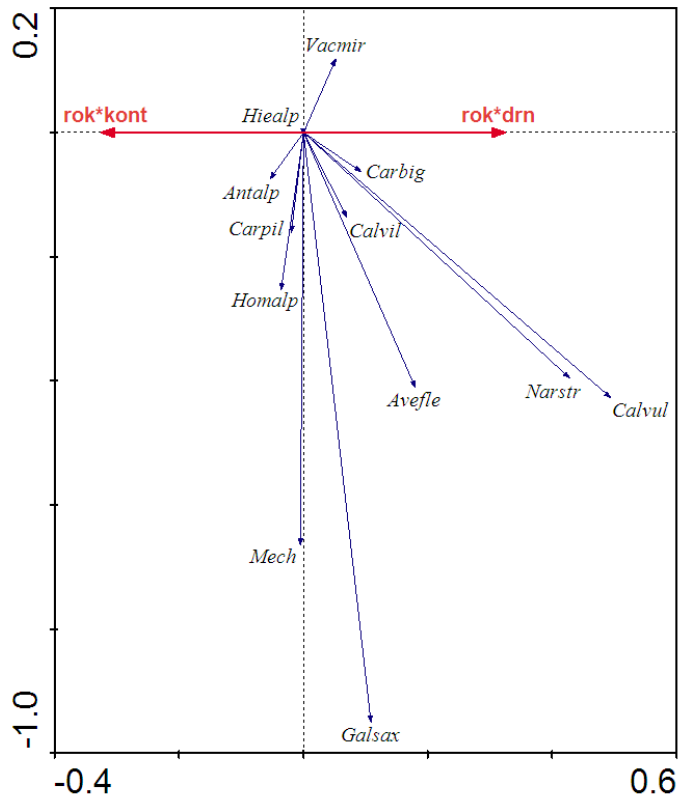


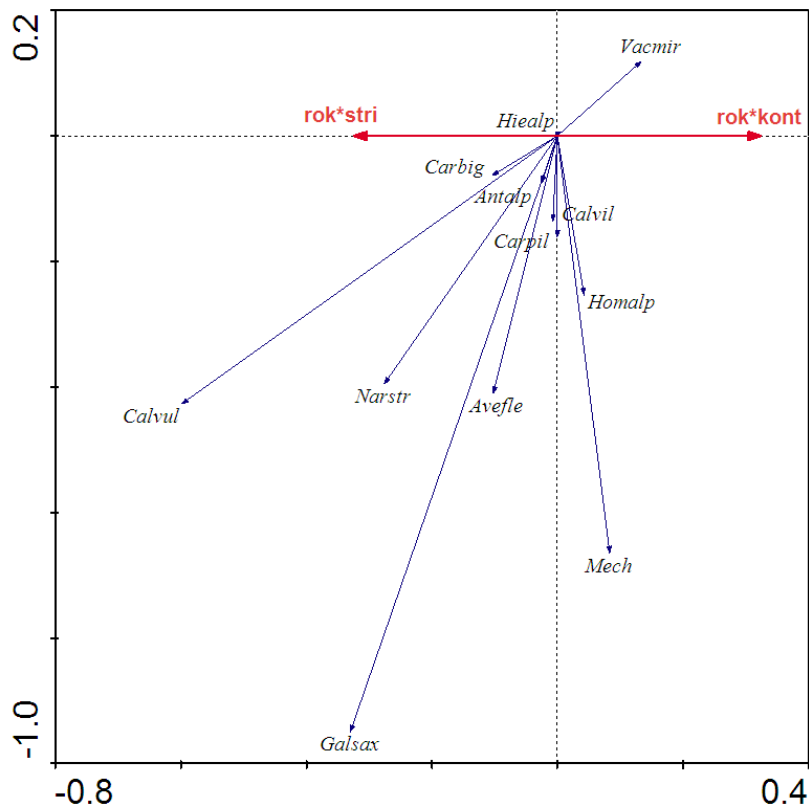


*Carpil*: ostřice kulkonosná, *Galsax*: svízel hercynský, *Hiealp*: jestřábík alpský, *Homalp*: homogine alpina, *Mech*: mechové patro, *Narstr*: smilka tuhá, *Vacmir*: brusnice borůvka.

**Tabulka 17. Výsledky RDA pro alpská vřesoviště, jednotlivé zásahy (2009–2013)**

<b>kontrola × stržení drnu</b>				
Osa	1	2	3	4
Vysvětlená variabilita osy	0.009	0.029	0.017	0.014
Korelace druhových a environmentálních proměnných	0.561	0	0	0
Vysvětlená variabilita všemi osami 0.112	Vysvětlená variabilita všemi kanonickými osami			0.009
Test průkaznosti všech kanonických os	F-ratio = 4.664		P-value = 0.002	
<b>kontrola × slabý sešlap</b>				
Osa	1	2	3	4
Vysvětlená variabilita osy	0.004	0.029	0.017	0.014
Korelace druhových a environmentálních proměnných	0.435	0	0	0
Vysvětlená variabilita všemi osami 0.107	Vysvětlená variabilita všemi kanonickými osami			0.004
Test průkaznosti všech kanonických os	F-ratio = 2.265		P-value = 0.084	
<b>kontrola × střední sešlap</b>				
Osa	1	2	3	4
Vysvětlená variabilita osy	0.004	0.029	0.017	0.014
Korelace druhových a environmentálních proměnných	0.438	0	0	0
Vysvětlená variabilita všemi osami 0.107	Vysvětlená variabilita všemi kanonickými osami			0.004
Test průkaznosti všech kanonických os	F-ratio = 2.282		P-value = 0.082	
<b>kontrola × silný sešlap</b>				
Osa	1	2	3	4
Vysvětlená variabilita osy	0.017	0.029	0.017	0.014
Korelace druhových a environmentálních proměnných	0.722	0	0	0
Vysvětlená variabilita všemi osami 0.120	Vysvětlená variabilita všemi kanonickými osami			0.017
Test průkaznosti všech kanonických os	F-ratio = 10.679		P-value = 0.002	
<b>kontrola × stříhání biomasy</b>				
Osa	1	2	3	4
Vysvětlená variabilita osy	0.009	0.029	0.017	0.014
Korelace druhových a environmentálních proměnných	0.561	0	0	0
Vysvětlená variabilita všemi osami 0.112	Vysvětlená variabilita všemi kanonickými osami			0.009
Test průkaznosti všech kanonických os	F-ratio = 5.610		P-value = 0.002	





**Graf 15. Ordinační diagramy RDA pro alpská vřesoviště, stržení drnu, silný sešlap a stříhání biomasy (2009–2013)**

Drn: stržení drnu, S3: silný sešlap, stri: stříhání biomasy, kont: kontrola, *Anthalp*: tomka alpská, *Avefle*: metlička křivoloká, *Calvil*: třtina chloupkatá, *Calvil*: vřes obecný *Carbig*: ostřice bigelowova, *Carpil*: ostřice kulkonosná, *Galsax*: svízel herceynský, *Hiealp*: jestřábek alpský, *Homalp*: homogine alpina, *Mech*: mechové patro, *Narstr*: smilka tuhá, *Vacmir*: brusnice borůvka.

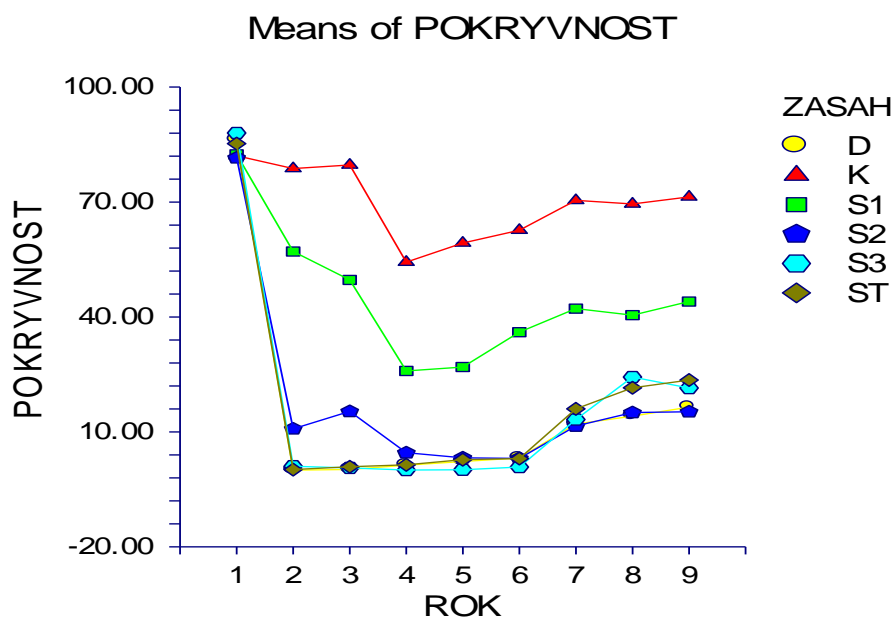
### 7.3.2 Jednorozměrné metody

#### Vřes obecný

Vliv interakce zásahu a čas na dominantní vřes obecný byl průkazný. Vliv zásahu a času byl také průkazný (tab. 18). Vřes hned druhý rok po provedení zásahů reagoval na všech plochách výrazným snížením pokryvnosti. U stržení drnu, stříhání, střední a silné intenzity sešlapu došlo během celého pokusu k výrazné eliminaci druhu. Pomalá regenerace vřesu je pak patrná až od roku 2010, přestože zásahy byly naposledy provedeny v roce 2008. U slabé intenzity sešlapu je naopak zřetelný nejen nejnížší pokles pokryvnosti, ale také rychlejší regenerace po ukončení zásahu.

**Tabulka 18. Výsledky ANOVA pro alpská vřesoviště, vřes obecný**

Source Term	DF	Mean Square	F-Ratio	Prob Level	Power (Alpha=0.05)
A: ZASAH	5	13608.28	14.92	0.000232*	0.999798
B: BLOK	2	308.7487			
AB	10	912.0981			
C(AB): PLOCHA	0				
D: ROK	8	8085.378	107.03	0.000000*	1
AD	40	353.6476	5.69	0.000000*	1
BD	16	75.54247			
ABD	80	62.17924			



**Graf 16. Vývoj pokryvnosti vřesu obecného pro alpská vřesoviště**

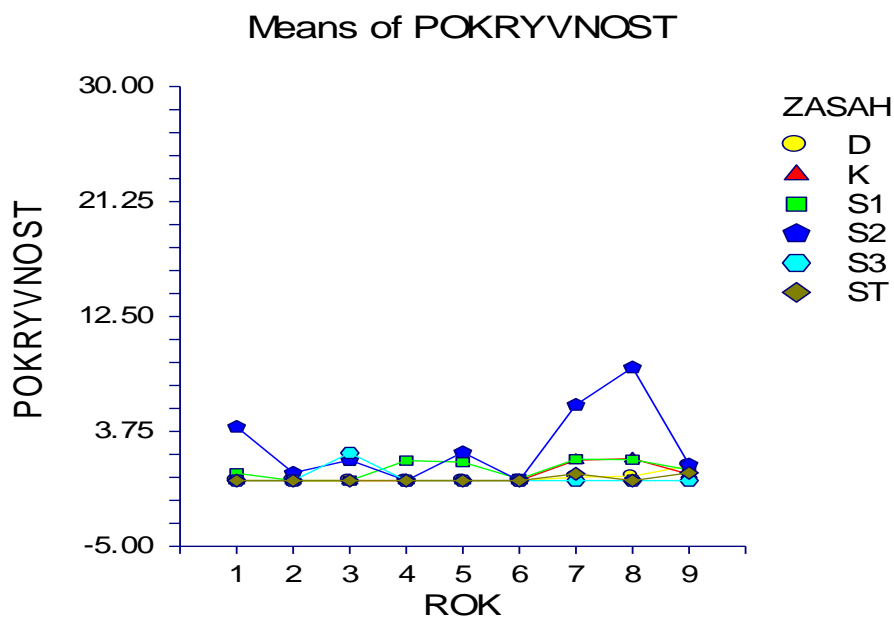
D: stržení dnu, K: kontrola, S1: slabý sešlap, S2: střední sešlap, S3: silný sešlap, ST: stříhání biomasy

### Mechové patro

Test Repeated Measure ANOVA nebyl průkazný pro pokryvnost mechového patra (tab. 19). Ani z grafu 17 nejsou patrné žádné trendy (graf 17).

**Tabulka 19. Výsledky ANOVA pro alpská vřesoviště, mechové patro**

Source Term	DF	Mean Square	F-Ratio	Prob Level	Power (Alpha=0.05)
A: ZASAH	5	25.70472	1.61	0.244532	0.355195
B: BLOK	2	9.589955			
AB	10	15.99919			
C(AB): PLOCHA	0				
D: ROK	8	8.22749	1.4	0.268369	0.437789
AD	40	4.547384	0.71	0.882251	0.64532
BD	16	5.868278			
ABD	80	6.4			



**Graf 17. Vývoj pokryvnosti mechového patra pro alpínská vřesoviště**

D – stržení drnu, K – kontrola, S1 – slabý sešlap, S2 – střední sešlap, S3 – silný sešlap, ST – stříhání biomasy

## 7.4 Subalpínská brusnicová vegetace

### 7.4.1 Mnohorozměrné metody

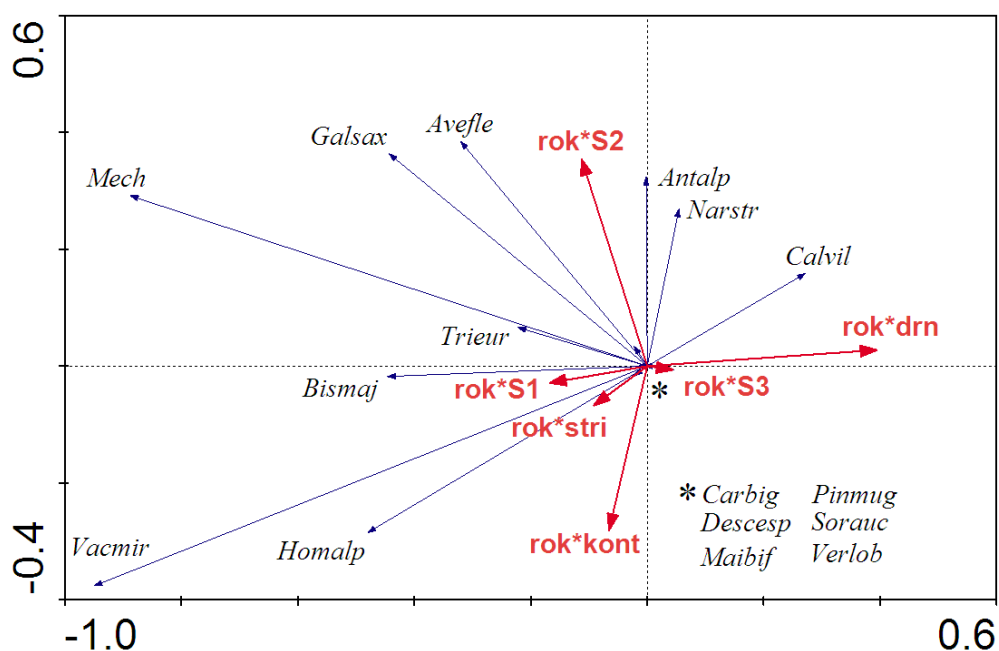
Období během provádění zásahů

Test vlivu zásahů na společenstvo subalpínské brusnicové vegetace byl průkazný (tab. 20). Při testování jednotlivých zásahů byl test průkazný u stržení drnu a střední intenzity sešlapu (tab. 21).

Nejvíce se od ostatních zásahů odlišovalo stržení drnu. Na těchto plochách všechny druhy výrazně ustoupily. Naopak zde rostla pokryvnost třtiny chloupkaté. Na středně sešlapávaných plochách rostla pokryvnost metličky křivolaké, svízelu hercynského, tomky alpské, mechorostů a méně smilky tuhé. Nejvíce si byly podobné plochy se slabým sešlapem a odstraněním biomasy. Rostla zde pokryvnost rdesna hadí kořen a podbělice alpské. U ploch se slabým sešlapem dále rostla pokryvnost mechového patra. Nejvyšší pokryvnost brusnice borůvky byla u kontroly, nejnižšího sešlapu a odstranění biomasy.

**Tabulka 20. Výsledky RDA pro brusnicovou vegetaci (2005-2009)**

Osa	1	2	3	4
Vysvětlená variabilita osy	0.04	0.012	0.006	0.004
Korelace druhových a environmentálních proměnných	0.557	0.636	0.336	0.423
Vysvětlená variabilita všemi osami 0.336	Vysvětlená variabilita všemi kanonickými osami 0.064			
Test průkaznosti první kanonické osy	F-ratio = 8.830		P-value = 0.008	
Test průkaznosti všech kanonických os	F-ratio = 3.125		P-value = 0.002	



**Graf 18. Ordinační diagram RDA pro brusnicovou vegetaci (2005–2009)**

Drn: stržení drnu, S1: slabý sešlap, S2: střední sešlap, S3: silný sešlap, stri: střihání biomasy, kont: kontrola, *Anthalp*: tomka alpská, *Avefle*: metlička křivolaká, *Calvil*: třtina chloupkatá, *Carbig*: ostřice bigelowova, *Descesp*: metlice trsnatá, *Galsax*: svízel hereynský, *Homalp*: homogine alpina, *Maibif*: pstroček dvoulistý, *Mech*: mechové patro, *Narstr*: smilka tuhá, *Pinmug*: borovice kleč, *Sorauc*: jeřáb ptačí, *Trieur*: sedmikvítek evropský, *Vacmir*: brusnice borůvka *Verlob*: kýchavice bílá.

**Tabulka 21. Výsledky RDA pro brusnicovou vegetaci, jednotlivé zásahy (2005–2009)**

<b>kontrola × stržení drnu</b>				
Osa	1	2	3	4
Vysvětlená variabilita osy	0.024	0.128	0.042	0.035
Korelace druhových a environmentálních proměnných	0.502	0	0	0
Vysvětlená variabilita všemi osami 0.295	Vysvětlená variabilita všemi kanonickými osami 0.024			
Test průkaznosti všech kanonických os	F-ratio = 5.716		P-value = 0.004	
<b>kontrola × slabý sešlap</b>				
Osa	1	2	3	4
Vysvětlená variabilita osy	0.006	0.128	0.042	0.035
Korelace druhových a environmentálních proměnných	0.381	0	0	0
Vysvětlená variabilita všemi osami 0.278	Vysvětlená variabilita všemi kanonickými osami 0.006			
Test průkaznosti všech kanonických os	F-ratio = 1.486		P-value = 0.162	

**kontrola × střední sešlap**

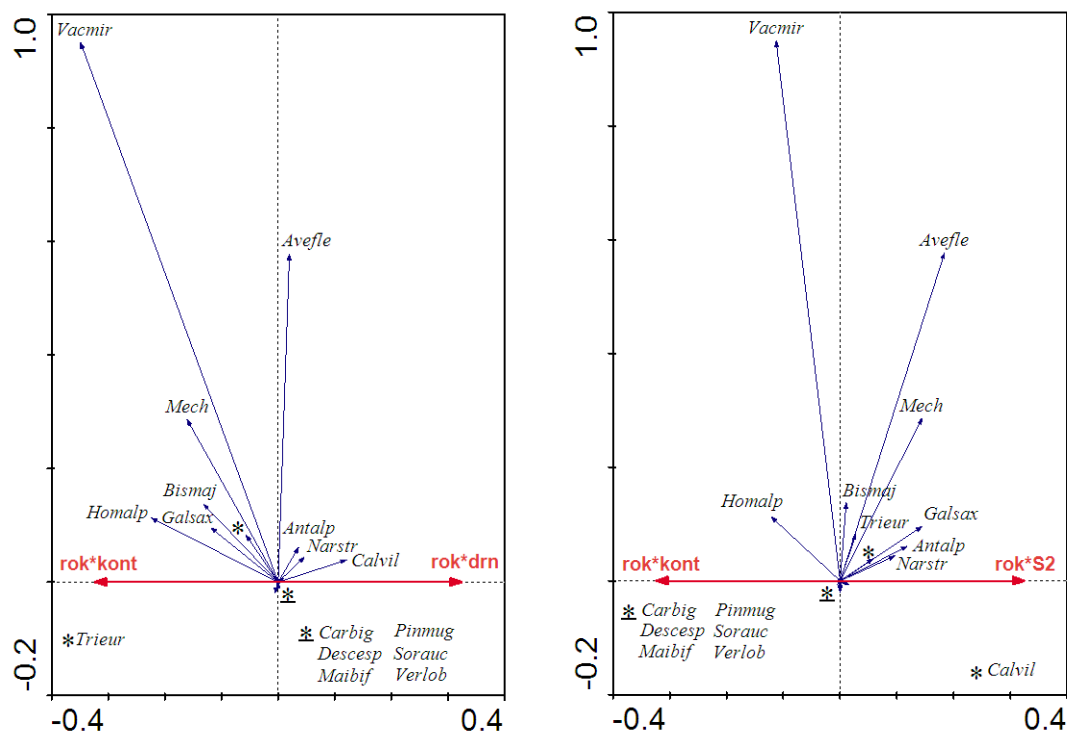
Osa	1	2	3	4
Vysvětlená variabilita osy	0.012	0.128	0.042	0.035
Korelace druhových a environmentálních proměnných	0.607	0	0	0
Vysvětlená variabilita všemi osami 0.284	Vysvětlená variabilita všemi kanonickými osami			0.012
Test průkaznosti všech kanonických os	F-ratio = 2.969		P-value = 0.034	

**kontrola × silný sešlap**

Osa	1	2	3	4
Vysvětlená variabilita osy	0.006	0.128	0.042	0.035
Korelace druhových a environmentálních proměnných	0.391	0	0	0
Vysvětlená variabilita všemi osami 0.278	Vysvětlená variabilita všemi kanonickými osami			0.006
Test průkaznosti všech kanonických os	F-ratio = 1.527		P-value = 0.154	

**kontrola × strhávání biomasy**

Osa	1	2	3	4
Vysvětlená variabilita osy	0.005	0.128	0.042	0.035
Korelace druhových a environmentálních proměnných	0.349	0	0	0
Vysvětlená variabilita všemi osami	Vysvětlená variabilita všemi kanonickými osami			
Test průkaznosti všech kanonických os	F-ratio = 1.260		P-value = 0.212	



**Graf 19. Ordinační diagramy RDA pro brusnicovou vegetaci, stržení drnu a střední sešlap (2005–2009)**

Drn: stržení drnu, S2: střední sešlap, kont: kontrola, *Anthalp*: tomka alpská, *Avefle*: metlička křivolaká, *Calvil*: třtina chloupkatá, *Carbig*: ostřice bigelowova, *Descesp*: metlice trsnatá, *Galsax*: svízel hercynský, *Homalp*: homogine alpina, *Maibif*: pstroček dvoulistý, *Mech*: mechové patro, *Narstr*: smilka tuhá, *Pinnug*: borovice kleč, *Sorauc*: jeřáb ptačí, *Trieur*: sedmikvítek evropský, *Vacmir*: brusnice borůvka *Verlob*: kýchavice bílá.



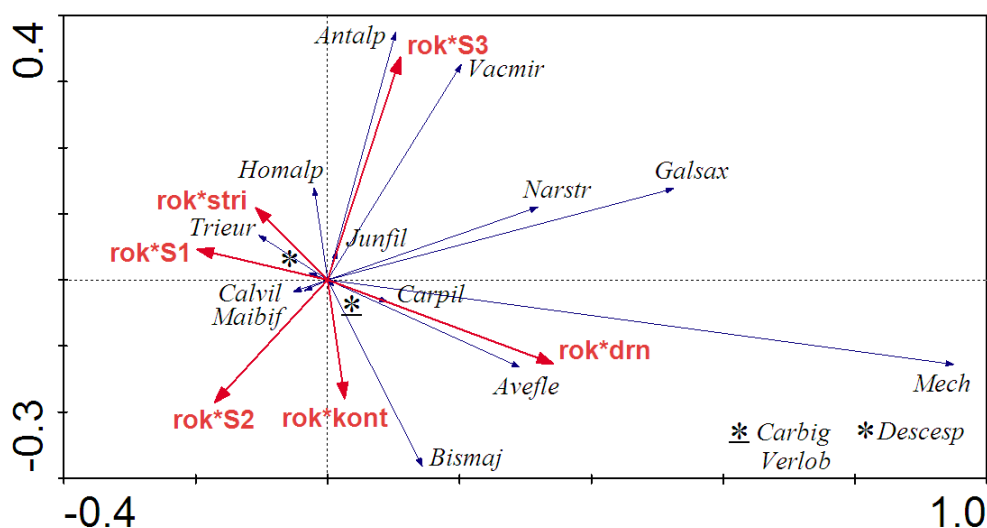
## Období po ukončení zásahů

Test prokázal vliv interakce zásahu a času na pokryvnost druhů ve společenstvu subalpínské brusnicové vegetace (tab. 22). Při testování jednotlivých zásahů byl test průkazný pouze u stržení drnu (tab. 23).

Z ordinačního diagramu je patrné, že nejvíce se lišil vývoj u stržení drnu a silného sešlapu. U ploch se strženým drnem je patrný výrazný růst pokryvnosti mechového patra. Dále zde rostla pokryvnost metličky křivolaké, smilky tuhé, svízelu hercynského a brusnice borůvky. Objevila se zde také ostřice kulkonosná. Na plochách, jenž byly silně sešlapávány, rostla pokryvnost brusnice borůvky a tomky alpské. Naopak zde ustoupilo rdesno hadí kořen. Tento druh snižoval svou pokryvnost i ve stříhaných plochách. U všech sešlapávaných ploch a odstranění biomasy zároveň klesala pokryvnost metličky křivolaké. Po ukončení středního sešlapu také ustupovaly svízel hercynský, tomka alpská a méně smilka tuhá.

**Tabulka 22. Výsledky RDA pro brusnicovou vegetaci (2009–2013)**

Osa	1	2	3	4
Vysvětlená variabilita osy	0.017	0.005	0.003	0.001
Korelace druhových a environmentálních proměnných	0.713	0.612	0.41	0.346
Vysvětlená variabilita všemi osami 0.154	Vysvětlená variabilita všemi kanonickými osami 0.026			
Test průkaznosti první kanonické osy	F-ratio = 8.078		P-value = 0.002	
Test průkaznosti všech kanonických os	F-ratio = 2.681		P-value = 0.006	



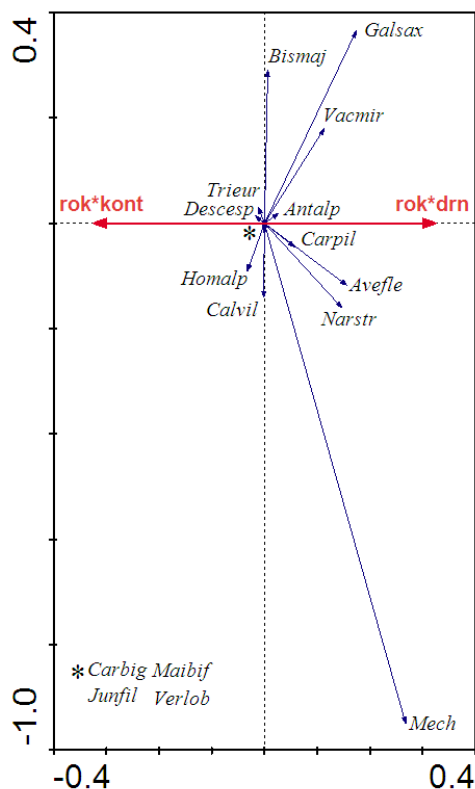
**Graf 20. Ordinační diagram RDA pro brusnicovou vegetaci (2009–2013)**

Drn: stržení drnu, S1: slabý sešlap, S2: střední sešlap, S3: silný sešlap, stri: stříhání biomasy, kont: kontrola, Anthalp: tomka alpská, Avefle: metlička křivolaká, Calvil: třtina chloupkatá, Carpil: ostřice kulkonosná, Carbig: ostřice

bigelowova, *Descesp*: metlice trsnatá, *Galsax*: svízel hercynský, *Homalp*: homogine alpina, *Junfil*: sítna níťovitá, *Maibif*: pstroček dvoulistý, *Mech*: mechové patro, *Narstr*: smilka tuhá, *Pinmug*: borovice kleč, *Sorauc*: jeřáb ptačí, *Trieur*: sedmikvítek evropský, *Vacmir*: brusnice borůvka *Verlob*: kýchavice bílá.

**Tabulka 23. Výsledky RDA pro brusnicovou vegetaci, jednotlivé zásahy (2009–2013)**

<b>kontrola × slabý sešlap</b>				
Osa	1	2	3	4
Vysvětlená variabilita osy	0.004	0.032	0.026	0.016
Korelace druhových a environmentálních proměnných	0.389	0	0	0
Vysvětlená variabilita všemi osami 0.131	Vysvětlená variabilita všemi kanonickými osami			0.004
Test průkaznosti všech kanonických os	F-ratio = 1.913		P-value = 0.072	
<b>kontrola × střední sešlap</b>				
Osa	1	2	3	4
Vysvětlená variabilita osy	0.002	0.032	0.026	0.016
Korelace druhových a environmentálních proměnných	0.413	0	0	0
Vysvětlená variabilita všemi osami 0.130	Vysvětlená variabilita všemi kanonickými osami			0.002
Test průkaznosti všech kanonických os	F-ratio = 1.228		P-value = 0.260	
<b>kontrola × silný sešlap</b>				
Osa	1	2	3	4
Vysvětlená variabilita osy	0.004	0.032	0.026	0.016
Korelace druhových a environmentálních proměnných	0.572	0	0	0
Vysvětlená variabilita všemi osami	Vysvětlená variabilita všemi kanonickými osami			0.333
Test průkaznosti všech kanonických os	F-ratio = 1.906		P-value = 0.076	
<b>kontrola × střihání biomasy</b>				
Osa	1	2	3	4
Vysvětlená variabilita osy	0.002	0.032	0.026	0.016
Korelace druhových a environmentálních proměnných	0.399	0	0	0
Vysvětlená variabilita všemi osami	Vysvětlená variabilita všemi kanonickými osami			0.333
Test průkaznosti všech kanonických os	F-ratio = 1.125		P-value = 0.298	
<b>kontrola × stržení drnu</b>				
Osa	1	2	3	4
Vysvětlená variabilita osy	0.004	0.032	0.026	0.016
Korelace druhových a environmentálních proměnných	0.465	0	0	0
Vysvětlená variabilita všemi osami 0.132	Vysvětlená variabilita všemi kanonickými osami			0.004
Test průkaznosti všech kanonických os	F-ratio = 2.239		P-value = 0.036	



**Graf 21. Ordinační diagram pro brusnicovou vegetaci, stržení drnu (2009–2013)**

Drn: stržení drnu, kont: kontrola, *Anthalp*: tomka alpská, *Avefle*: metlička křivolaká, *Calvil*: třtina chloupkatá, *Carpil*: ostřice kulkonosná, *Carbig*: ostřice bigelowova, *Descesp*: metlice trsnatá, *Galsax*: svízel hercynský, *Homalp*: homogine alpina, *Junfil*: sítna niťovitá, *Maibif*: pstroček dvoulistý, *Mech*: mechové patro, *Narstr*: smilka tuhá, *Pinmug*: borovice kleč, *Sorauc*: jeřáb ptačí, *Trieur*: sedmikvítek evropský, *Vacmir*: brusnice borůvka *Verlob*: kýchavice bílá.

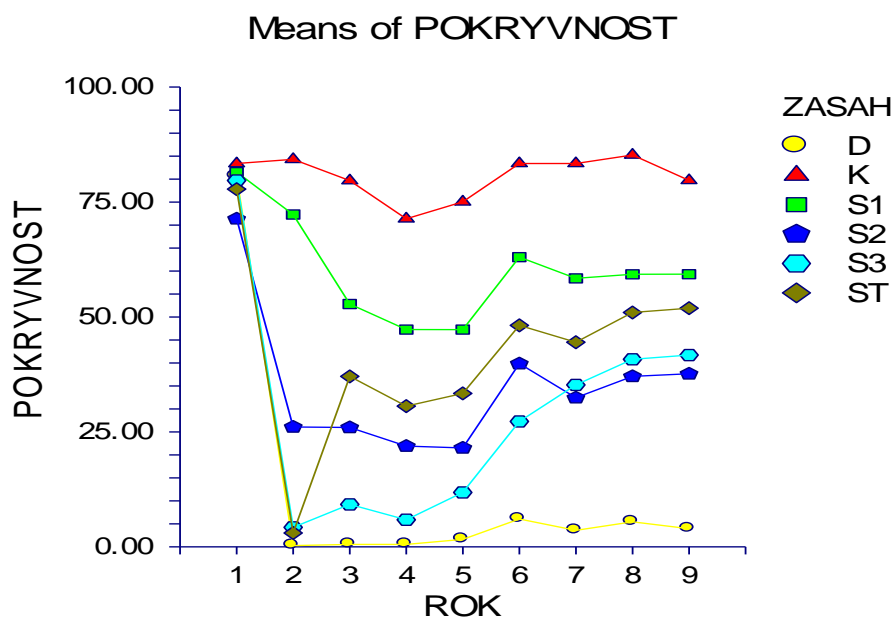
#### 7.4.2 Jednorozměrné metody

##### Brusnice borůvka

Test vlivu času, zásahu a interakce času a zásahu na pokryvnost brusnice borůvky byl vysoce průkazný ve všech případech (tab. 24). Na všechny tři typy sešlapu druh reagoval snížením pokryvnosti. Nejvýraznější vliv měla nejvyšší intenzita sešlapu, nejnižší naopak slabý sešlap. Po posledním provedení zásahů v roce 2008 pak docházelo u slabé a střední intenzity sešlapu k mírnému zvýšení pokryvnosti. U silné intenzity byl však nárůst pokryvnosti mnohem větší. Na plochách se stříháním biomasy došlo v prvním roce po provedení zásahu k prudkému poklesu pokryvnosti brusnice borůvky. Poté došlo ke zvýšení a stabilizaci pokryvnosti až do roku 2009, kdy pokryvnost začala opět mírně růst. Po stržení drnu v roce 2005 došlo k úplné eliminaci druhu. Následná obnova do roku 2013 je pak velmi malá.

**Tabulka 24. Výsledky ANOVA pro brusnicovou vegetaci, brusnice borůvka**

Source Term	DF	Mean Square	F-Ratio	Prob Level	Power (Alpha=0.05)
A: ZASAH	5	16118.41	204.81	0.000000*	1
B: BLOK	2	696.7325			
AB	10	78.7007			
C(AB): PLOCHA	0				
D: ROK	8	4123.479	44.12	0.000000*	1
AD	40	411.1176	10.39	0.000000*	1
BD	16	93.46422			
ABD	80	39.56464			



**Graf 22. Vývoj pokryvnosti brusnice borůvky pro brusnicovou vegetaci**

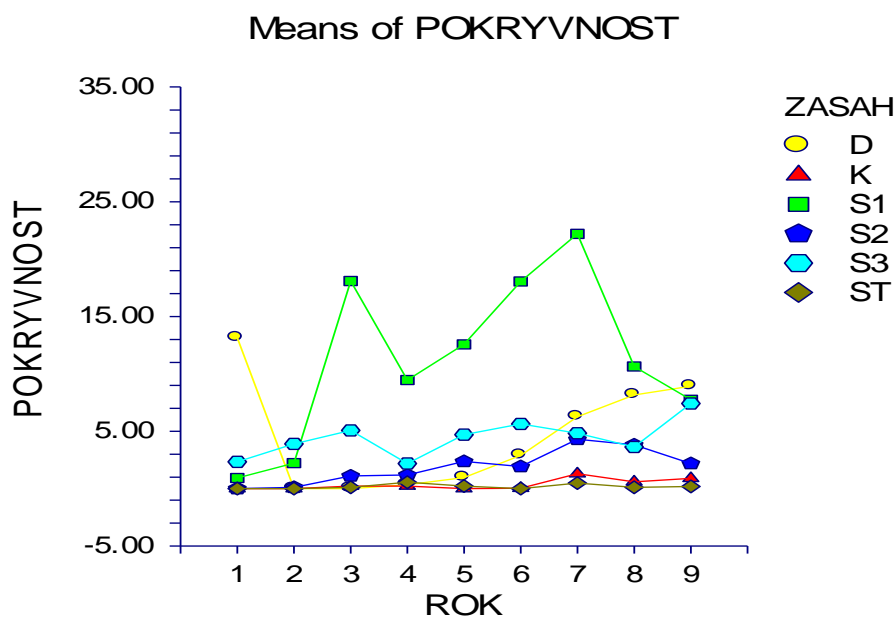
D: stržení drnu, K: kontrola, S1: slabý sešlap, S2: střední sešlap, S3: silný sešlap, ST: stříhání biomasy

### Mechové patro

Vliv interakce času a zásahu na pokryvnost mechového patra byl vysoce průkazný. Vliv času byl také průkazný, naopak vliv zásahu byl neprůkazný (tab. 25). U střední, silné intenzity sešlapu, stříhání biomasy a kontroly nejsou patrné žádné výraznější trendy ve vývoji pokryvnosti. Na plochách s nejnižší intenzitou sešlapu rostla pokryvnost mechového patra až do roku 2011. Poté dochází k výraznému poklesu. Od roku 2009 také kontinuálně rostla pokryvnost mechového patra na plochách se strženým drnem.

**Tabulka 25. Výsledky ANOVA pro brusnicovou vegetaci, mechové patro**

Source Term	DF	Mean Square	F-Ratio	Prob Level	Power (Alpha=0.05)
A: ZASAH	5	464.3591	1.95	0.171714	0.427699
B: BLOK	2	288.7286			
AB	10	237.5531			
C(AB): PLOCHA	0				
D: ROK	8	46.6104	2.86	0.035097*	0.790934
AD	40	38.90436	3.1	0.000009*	0.999994
BD	16	16.30145			
ABD	80	12.56315			



**Graf 23. Vývoj pokryvnosti mechového patra pro brusnicovou vegetaci**

D: stržení drnu, K: kontrola, S1: slabý sešlap, S2: střední sešlap, S3: silný sešlap, ST: stříhání biomasy

## 7.5 Horské papratkové smrčiny

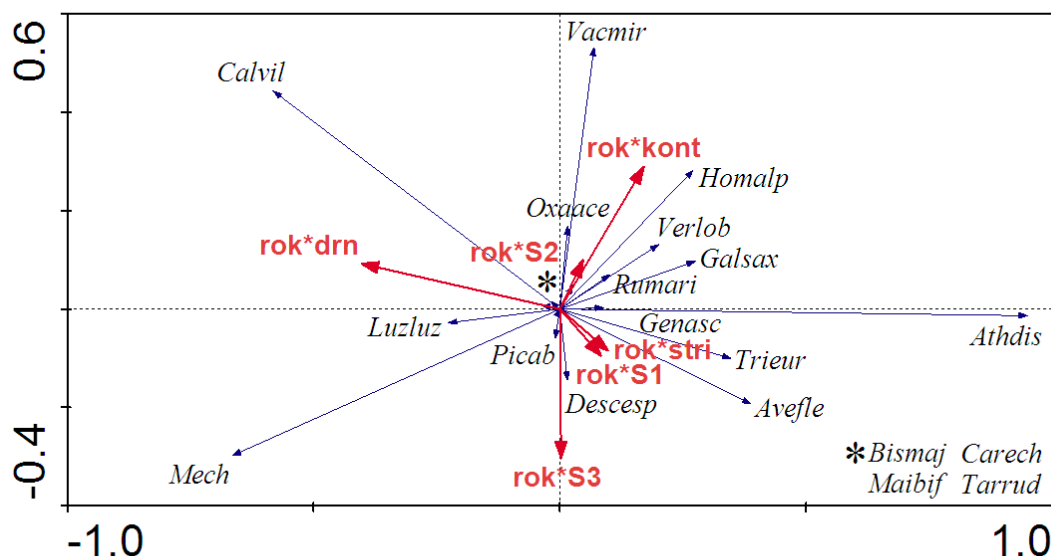
### 7.5.1 Mnohorozměrné metody

Období během provádění zásahů

Test vlivu zásahů mezi roky 2005 a 2009 byl neprůkazný (tab. 26). Při testování jednotlivých zásahů byl test průkazný pouze u stržení drnu (tab. 27). Po stržení drnu většina druhů ustoupila. Oproti kontrole se na plochách začaly šířit především mechorosty. Dalšími druhy, které plochy osídlily, byly metlička křivolaká a bika bělavá.

**Tabulka 26. Výsledky RDA pro papratkové smrčiny (2005–2009)**

Osa	1	2	3	4
Vysvětlená variabilita osy	0.024	0.009	0.004	0.001
Korelace druhových a environmentálních proměnných	0.66	0.605	0.329	0.339
Vysvětlená variabilita všemi osami 0.315	Vysvětlená variabilita všemi kanonickými osami 0.040			
Test průkaznosti první kanonické osy	F-ratio = 5.535		P-value = 0.090	
Test průkaznosti všech kanonických os	F-ratio = 1.905		P-value = 0.082	



**Graf 24. Ordinační diagram RDA pro papratkové smrčiny (2005–2009)**

Drn: stržení drnu, S1: slabý sešlap, S2: střední sešlap, S3: silný sešlap, stri: stříhání biomasy, kont: kontrola, *Athdis*: papratka horská, *Avefle*: metlička křivolaká, *Bismaj*: rdesno hadí kořen, *Calvil*: třtina chloupkatá, *Carech*: ostřice ježetá, *Descesp*: metlice trsnatá, *Galsax*: svízel hercynský, *Homalp*: homogine alpina, *Luzluz*: bika bělavá, *Maibif*: pstroček dvoulistý, *Mech*: mechové patro, *Narstr*: smilka tuhá, *Oxaace*: šťavel kyselý, *Picab*: smrk ztepilý, *Rumari*: šřovík áronolistý, *Sorauc*: jeřáb ptačí, *Tarrud*: *Taraxacum sect. Ruderalia*, *Trieur*: sedmikvítek evropský, *Vacmir*: brusnice borůvka *Verlob*: kýchavice bílá.

**Tabulka 27. Výsledky RDA pro papratkové smrčiny, jednotlivé zásahy (2005–2009)**

<b>kontrola × stržení drnu</b>				
Osa	1	2	3	4
Vysvětlená variabilita osy	0.02	0.112	0.046	0.029
Korelace druhových a environmentálních proměnných	0.623	0	0	0
Vysvětlená variabilita všemi osami 0.295	Vysvětlená variabilita všemi kanonickými osami 0.020			
Test průkaznosti všech kanonických os	F-ratio = 4.817		P-value = 0.024	
<b>kontrola × slabý sešlap</b>				
Osa	1	2	3	4
Vysvětlená variabilita osy	0.005	0.112	0.046	0.029
Korelace druhových a environmentálních proměnných	0.463	0	0	0
Vysvětlená variabilita všemi osami 0.280	Vysvětlená variabilita všemi kanonickými osami 0.005			
Test průkaznosti všech kanonických os	F-ratio = 1.238		P-value = 0.194	

**kontrola × střední sešlap**

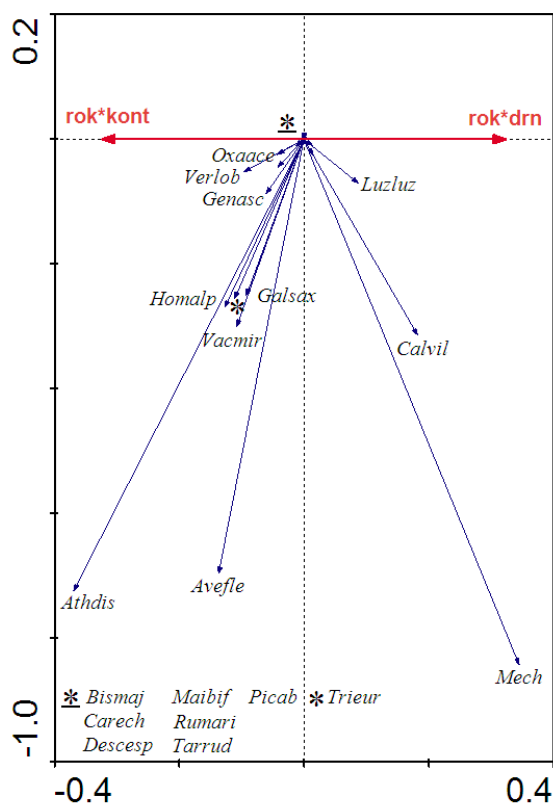
Osa	1	2	3	4
Vysvětlená variabilita osy	0.004	0.112	0.046	0.029
Korelace druhových a environmentálních proměnných	0.326	0	0	0
Vysvětlená variabilita všemi osami 0.279	Vysvětlená variabilita všemi kanonickými osami			0.004
Test průkaznosti všech kanonických os	F-ratio = 0.997		P-value = 0.302	

**kontrola × silný sešlap**

Osa	1	2	3	4
Vysvětlená variabilita osy	0.009	0.112	0.046	0.029
Korelace druhových a environmentálních proměnných	0.549	0	0	0
Vysvětlená variabilita všemi osami 0.284	Vysvětlená variabilita všemi kanonickými osami			0.009
Test průkaznosti všech kanonických os	F-ratio = 2.164		P-value = 0.076	

**kontrola × střihání biomasy**

Osa	1	2	3	4
Vysvětlená variabilita osy	0.004	0.112	0.046	0.029
Korelace druhových a environmentálních proměnných	0.389	0	0	0
Vysvětlená variabilita všemi osami 0.279	Vysvětlená variabilita všemi kanonickými osami			0.004
Test průkaznosti všech kanonických os	F-ratio = 0.943		P-value = 0.326	

**Graf 25. Ordinační diagram RDA pro paprkatkové smrčiny, stržení drnu (2005–2009)**

Drn: stržení drnu, kont: kontrola, *Athdis*: paprkatka horská, *Avefle*: metlička křivolaká, *Bismaj*: rdesno hadí kořen, *Calvil*: třtina chloupkatá, *Carech*: ostřice ježetá, *Descesp*: metlice trsnatá, *Galsax*: svízel hercynský, *Homalp*: homogine alpina, *Luzluz*: bika bělavá, *Maibif*: pstroček dvoulistý, *Mech*: mechové patro, *Narstr*: smilka tuhá, *Oxaace*: šřavel kyselý, *Picab*: smrk ztepilý, *Rumari*: šřovník árónolistý, *Sorauc*: jeřáb ptačí, *Tarrud*: *Taraxacum sect. Ruderalia*, *Trieur*: sedmikvítek evropský, *Vacmir*: brusnice borůvka *Verlob*: kýchavice bílá.

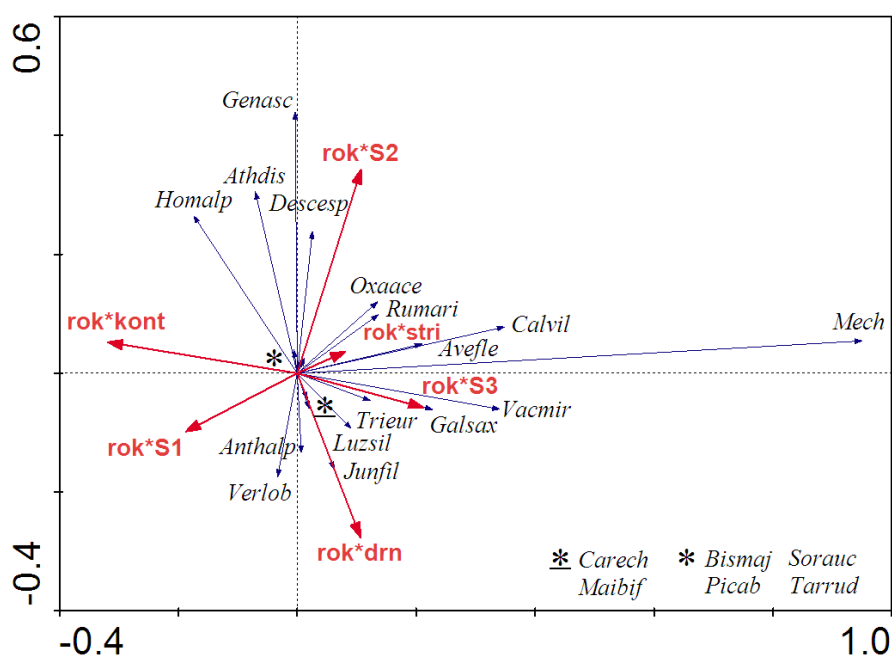
## Období po ukončení zásahů

Při testování interakce zásahu a času pro všechny zásahy společně nebyl test průkazný (tab. 28). Při testování jednotlivých zásahů byl test průkazný u středního, silného sešlapu a stržení drnu (tab. 29).

U všech těchto zásahů rostla nejvýrazněji pokryvnost mechového patra. Na plochách, na které bylo působeno středním sešlapem, mírně rostla pokryvnost třtina chloupkaté, metlice trsnaté, brusnice borůvky a šřavelu kyselého. Patrný je také trend růstu pokryvnosti metličky křivolaké. Na silně sešlapávaných plochách rostla pokryvnost třtiny chloupkaté a brusnice borůvky. Po stržení drnu je patrný mírný růst pokryvnosti třtiny chloupkaté, brusnice borůvky a metličky křivolaké.

**Tabulka 28. Výsledky RDA pro papratkové smrčiny, (2009–2013)**

Osa	1	2	3	4
Vysvětlená variabilita osy	0.006	0.002	0.001	0.001
Korelace druhových a environmentálních proměnných	0.598	0.459	0.337	0.399
Vysvětlená variabilita všemi osami 0.126	Vysvětlená variabilita všemi kanonickými osami 0.012			
Test průkaznosti první kanonické osy	F-ratio = 3.191		P-value = 0.074	
Test průkaznosti všech kanonických os	F-ratio = 1.367		P-value = 0.122	



**Graf 26. Ordinační diagram pro papratkové smrčiny (2009–2013)**

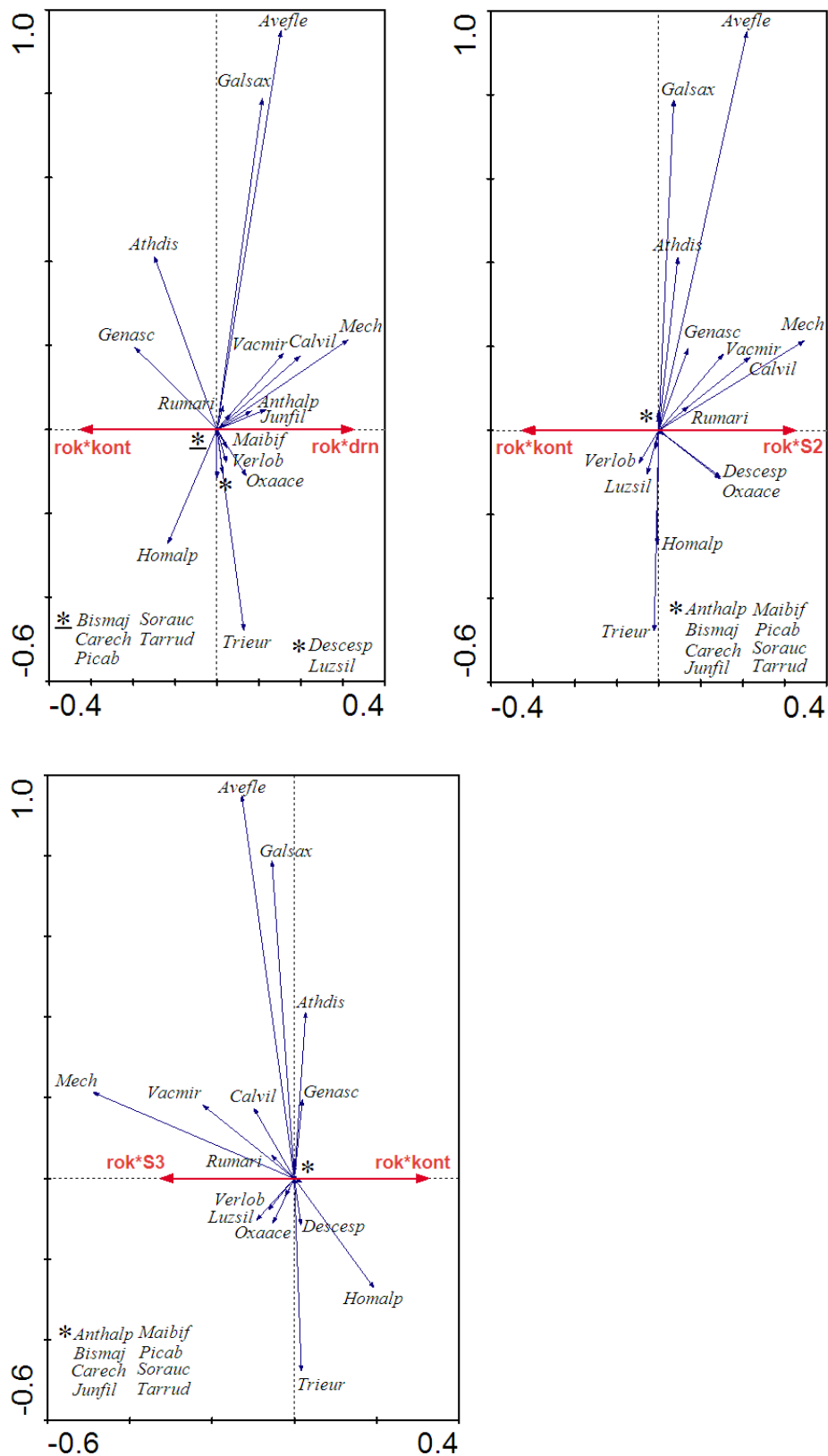
Drn: stržení drnu, S1: slabý sešlap, S2: střední sešlap, S3: silný sešlap, stri: stříhání biomasy, kont: kontrola, *Athdis*: papratka horská, *Avefle*: metlička křivolaká, *Bismaj*: rdesno hadí kořen, *Calvil*: třtina chloupkatá, *Carech*: ostřice ježetá, *Descesp*: metlice trsnatá, *Galsax*: svízel hercynský, *Homalp*: homogine alpina, *Luzsil*: bika bělavá, *Maibif*: pstroček dvoulistý, *Mech*: mechové patro, *Narstr*: smilka tuhá, *Oxaace*: šřavel kyselý, *Picab*: smrk ztepilý, *Rumari*:



šřovík áronolistý, *Sorauc*: jeřáb ptačí, *Tarrud*: *Taraxacum sect. Ruderalia*, *Trieur*: sedmikvítek evropský, *Vacmir*: brusnice borůvka *Verlob*: kýchavice bílá.

**Tabulka 29. Výsledky RDA pro papratkové smrčiny, jednotlivé zásahy (2009–2013)**

<b>kontrola × stržení drnu</b>				
Osa	1	2	3	4
Vysvětlená variabilita osy	0.004	0.025	0.017	0.015
Korelace druhových a environmentálních proměnných	0.475	0	0	0
Vysvětlená variabilita všemi osami 0.118	Vysvětlená variabilita všemi kanonickými osami 0.004			
Test průkaznosti všech kanonických os	F-ratio = 2.026		P-value = 0.040	
<b>kontrola × slabý sešlap</b>				
Osa	1	2	3	4
Vysvětlená variabilita osy	0.001	0.025	0.017	0.015
Korelace druhových a environmentálních proměnných	0.306	0	0	0
Vysvětlená variabilita všemi osami 0.116	Vysvětlená variabilita všemi kanonickými osami 0.001			
Test průkaznosti všech kanonických os	F-ratio = 0.713		P-value = 0.580	
<b>kontrola × střední sešlap</b>				
Osa	1	2	3	4
Vysvětlená variabilita osy	0.003	0.025	0.017	0.015
Korelace druhových a environmentálních proměnných	0.5	0	0	0
Vysvětlená variabilita všemi osami 0.118	Vysvětlená variabilita všemi kanonickými osami 0.003			
Test průkaznosti všech kanonických os	F-ratio = 1.976		P-value = 0.038	
<b>kontrola × silný sešlap</b>				
Osa	1	2	3	4
Vysvětlená variabilita osy	0.004	0.025	0.017	0.015
Korelace druhových a environmentálních proměnných	0.543	0	0	0
Vysvětlená variabilita všemi osami 0.119	Vysvětlená variabilita všemi kanonickými osami 0.004			
Test průkaznosti všech kanonických os	F-ratio = 2.522		P-value = 0.010	
<b>kontrola × stříhání biomasy</b>				
Osa	1	2	3	4
Vysvětlená variabilita osy	0.003	0.025	0.017	0.015
Korelace druhových a environmentálních proměnných	0.427	0	0	0
Vysvětlená variabilita všemi osami 0.117	Vysvětlená variabilita všemi kanonickými osami 0.003			
Test průkaznosti všech kanonických os	F-ratio = 1.614		P-value = 0.098	



**Graf 27. Ordinační diagramy RDA pro papratkové smrčiny, stržení drnu, střední sešlap a silný sešlap (2009–2013)**

Drn: stržení drnu, S2: střední sešlap, S3: silný sešlap, kont: kontrola, *Athdis*: papratka horská, *Avefle*: metlička křivolaká, *Bismaj*: rdesno hadí kořen, *Calvil*: třtina chloupkatá, *Carech*: ostřice ježetá, *Descesp*: metlice trsnatá,

*Galsax*: svízel hercynský, *Homalp*: homogine alpina, *Luzsil*: bika bělavá, *Maibif*: pstroček dvoulistý, *Mech*: mechové patro, *Narstr*: smilka tuhá, *Oxaace*: šťavel kyselý, *Picab*: smrk ztepilý, *Rumari*: šťovík áronolistý, *Sorauc*: jeřáb ptačí, *Tarrud*: *Taraxacum sect. Ruderalia*, *Trieur*: sedmikvítek evropský, *Vacmir*: brusnice borůvka *Verlob*: kýchavice bílá.

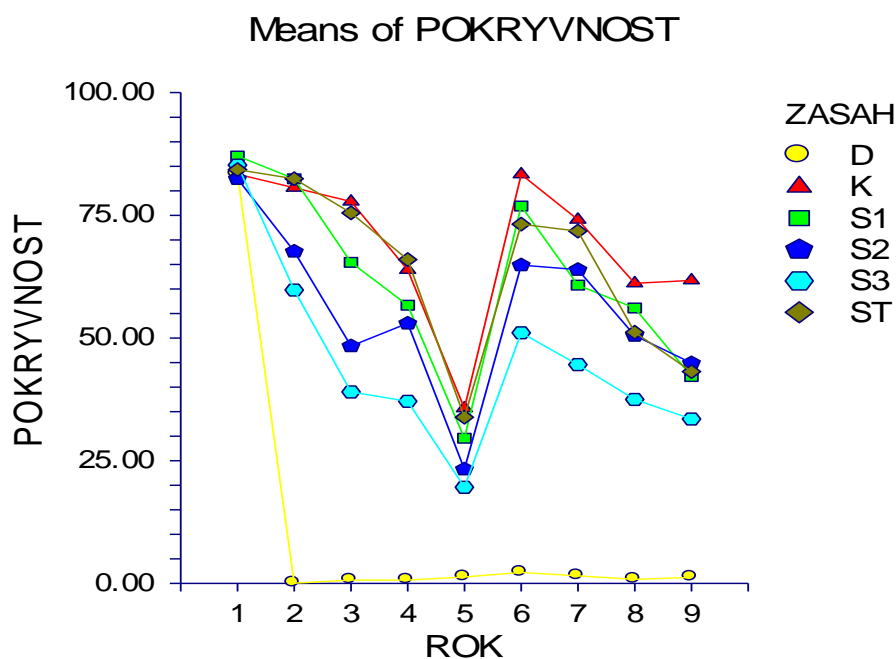
## 7.5.2 Jednorozměrné metody

### Papratka horská

Repeat measure ANOVA test prokázal vliv zásahu, času a interakce zásahu a času na pokryvnost papratky horské mezi lety 2005 a 2013 (tab. 30). Po stržení drnu v roce 2005 nedošlo téměř k žádné regeneraci tohoto druhu. U ostatních zásahů není zřetelný výrazně odlišný vývoj od kontroly. Přesto je během celého období sledování vegetace patrná nižší pokryvnost u sešlapávaných ploch oproti kontrole. Nejvýrazněji je pak snížena pokryvnost u silného sešlapu a poté u středního sešlapu.

**Tabulka 30. Výsledky ANOVA pro papratkové smrčiny, papratka horská**

Source Term	DF	Mean Square	F-Ratio	Prob Level	Power (Alpha=0.05)
A: ZASAH	5	12672.67	28.79	0.000012*	1
B: BLOK	2	2189.886			
AB	10	440.1476			
C(AB): PLOCHA	0				
D: ROK	8	5161.253	64.47	0.000000*	1
AD	40	342.3596	5.13	0.000000*	1
BD	16	80.05473			
ABD	80	66.71766			



**Graf 28. Vývoj pokryvnosti papratky horské pro papratkové smrčiny**

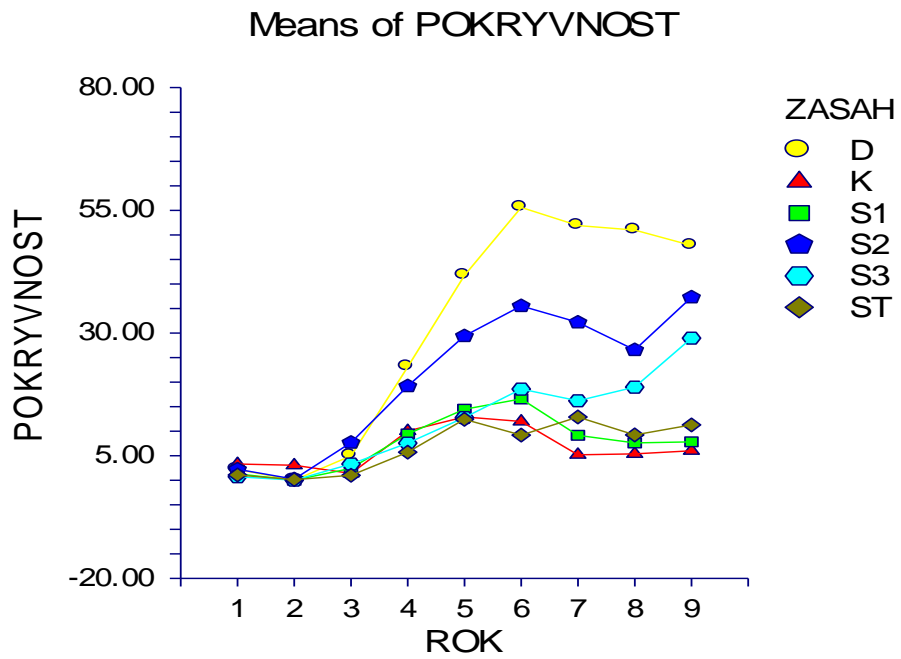
D: stržení drnu, K: kontrola, S1: slabý sešlap, S2: střední sešlap, S3: silný sešlap, ST: stříhání biomasy

#### Mechové patro

Test prokázal vliv času, zásahu a interakce času a zásahu na pokryvnost mechového patra (tab. 31). Po stržení drnu začala pokryvnost mechového patra výrazně růst od roku 2007. Tento trend pokračoval až do roku 2010, kdy byla nejvyšší. Od tohoto roku pokryvnost mírně klesá, stále je však výrazně vyšší než u ostatních ploch. U středního sešlapu začala pokryvnost mechového patra výrazně růst také v roce 2007 a vrcholu pak dosáhla v roce 2010. Také u tohoto zásahu je pokryvnost zřetelně vyšší než u ostatních. Na plochách, na které bylo působeno silnou intenzitou sešlapu, pak pokryvnost oproti ostatním zásahům roste až od roku 2010. Tento trend pak pokračuje až do roku 2013. U ostatních zásahů není patrný odlišný vývoj od kontroly.

**Tabulka 31. Výsledky ANOVA pro papratkové smrčiny, mechové patro**

Source	DF	Mean	Prob	Power
Term		Square	Level	(Alpha=0.05)
A: ZASAH	5	2624.017	7.02	0.004620*
B: BLOK	2	637.0155		
AB	10	373.5736		
C(AB): PLOCHA	0			
D: ROK	8	1728.251	19.26	0.000001*
AD	40	209.6066	6.46	0.000000*
BD	16	89.72266		
ABD	80	32.4262		



**Graf 29. Vývoj pokryvnosti mechového patra pro papratkové smrčiny**

D: stržení dnu, K: kontrola, S1: slabý sešlap, S2: střední sešlap, S3: silný sešlap, ST: stříhání biomasy

## 8 Diskuse

### 8.1 Smilkové alpínské trávníky

#### Stržení drnu

Po stržení drnu v roce 2005 docházelo k postupné obnově vegetačního krytu. Plochy zarůstaly především druhy, které se zde původně vyskytovaly. V období do roku 2009 je z ordinačního diagramu patrné, že stržení drnu v porovnání s ostatními zásahy podpořilo růst ostřice kulkonosné (graf 1). Přesto byly po pěti letech od provedení zásahů nejúspěšnější původně dominantní druhy. Metlička křivolaká dosáhla průměrné pokryvnosti 10 % a smilka tuhá 6 %. Od roku 2009 dále pokračuje zarůstání ploch především smilkou a metličkou, jejichž pokryvnost se v roce 2013 přiblížila původnímu stavu. Z dalších druhů typických pro toto společenstvo se začínají výrazně uplatňovat také ostřice bigelowova a svízel hercynský. Ostřice kulkonosná naopak začíná ustupovat. Tento druh dokázal dobře osídlit narušené plochy a následně profitovat ze snížení konkurence ze strany ostatních druhů. Při postupné obnově vegetace pak dochází k jeho opětovnému ústupu. Po osmi letech došlo k téměř úplné obnově společenstva. Přesto jsou plochy v terénu stále patrné. Bylo by tedy vhodné vývoj vegetace sledovat dále.

Obdobným pokusem se v Krkonoších zabývala také Štursová (1974). Ta provedla stržení drnu na ploše 1 m<sup>2</sup> ve smilkovém porostu na Úpské rašelině. Na plochách se po dvou letech objevily semenáčky smilky tuhé i metličky křivolaké, které však následně z větší části zaschly. Naopak jako velmi dynamický druh hodnotí Štursová (1974) ostřici bigelowovu, která se úspěšně rozrůstala z okolních porostů. Po šesti letech od stržení drnu Štursová (1974) také uvádí, že povrch je pokryt z 20 % mechorosty a pouze z 5 % semenáčky smilky tuhé a metličky křivolaké. Podle Štursové (1974, 1985) se tak smilka v alpínském stupni neprojevuje jako expanzivní druh. Není tedy pravděpodobné, že by se na velké plochy v subalpínském stupni Krkonoš rozšířila až v období budního hospodaření.

Smilka ale byla schopna plochy na Mumlavské louce efektivně zarůst. Druh se opětovně šířil ze semenáčků a z okrajů ploch. Vegetativní rozmnožování ale převládalo. Štursová (1974) uvádí, že již v prvním roce se na povrchu vytvořila tvrdá kůra z drobného skeletu a písku a veškerý zbytek půdy byl odplaven. Lokalita se také

nachází ve vyšší nadmořské výšce (1420 m n. m.). Předpokládám, že pomalejší sukcese tak mohla být způsobena rozdílnými klimatickými a hydrologickými podmínkami. Málková (1992), která se zabývala sukcesí na opuštěných cestách, uvádí výraznou převahu vegetativního šíření smilky a jen sporadický výskyt semenáčků. To však mohlo být způsobeno jinými půdními podmínkami po sešlapu. Sešlap způsobuje změny půdní struktury, zhušťuje půdu a mění hydrologické podmínky (Liddle 1975, Nagy 2003). Cesty jsou tak méně příhodné pro klíčení semen a vývoj semenáčků (Klug 2002). Hejzman (2005) dokázal důležitost generativního šíření smilky při zarůstání opuštěné lesní školky. Opakované potvrzení rozmnožování smilky generativní cestou v subalpínském stupni Krkonoš podporuje předpoklad, že se na velké plochy nad horní hranicí lesa mohla rozšířit až v relativně krátkém období budního hospodaření (Jeník 1961, Hejzman 2005, Chytrý et al. 2007).

Srovnání s obdobným pokusem v Hrubém Jeseníku je obtížné pro poněkud odlišný charakter vegetace. Porostům v Hrubém Jeseníku dominuje metlička křivolaká, zatímco v Krkonoších převládá smilka tuhá (Chytrý et al. 2010). Podle práce Hejzman et al. (2007) vyšší obsah fosforu v půdě podporuje růst metličky na úkor smilky. Je tedy možné, že vyšší export fosforu z ekosystému při intenzivním historickém obhospodařování krkonošských hřebenů podmínil rozšíření smilky a ústup metličky (Chytrý et al. 2007). Po stržení drnu se pak dá předpokládat, že by své dominantní postavení mohla obnovit metlička. Na mých plochách se však stává opět dominantní smilka tuhá a v Hrubém Jeseníku metlička křivolaká.

Rychlost zarůstání ploch v obou pohořích je podobná. Také v Hrubém Jeseníku metlička křivolaká dosahovala obdobné pokryvnosti jako před narušením a plochy nejspíš směřují zpět ke stejnému typu společenstva (Češková 2011, Chmelinová 2011). V hrubém Jeseníku se na rozdíl od Krkonoš v prvních letech výrazně projevoval vřes obecný, který regeneroval ze semenáčků. Při stržení drnu byly na plochách objeveny dřevnaté pozůstatky vřesu. Je tedy pravděpodobné, že se zde dříve vyskytovalo vřesoviště a v půdě zůstal dostatek diaspor, přestože byl stržen drn (Bradáčová 2007). Případně zde také může docházet k rozdílné distribuci semen větrem. Také v Hrubém Jeseníku se smilka šířila vegetativně i generativně (Chmelinová 2011).

## Sešlap

Test vlivu všech zásahů na společenstvo smilkových trávníků mezi roky 2005 a 2009 nebyl průkazný. Stejně tak při testování jednotlivých intenzit sešlapu nebyl

zjištěn statisticky průkazný výsledek. Janešová (2010) ve své práci na stejná data použila namísto procentuální pokrývnosti frekvence výskytu jednotlivých druhů v plochách (vypočítáno jako procento z přítomnosti nebo nepřítomnosti druhu v podčtverci). Při tomto typu zpracování dat byl test zásahů v období 2005–2009 na společenstvo průkazný. Ve své práci uvádí, že ve středně sešlapávaných plochách prosperovala ostřice bigelowova. Pokrývnost tohoto druhu zde do roku 2009 opravdu rostla. Test vlivu středního sešlapu byl pro období 2009–2013 průkazný. Z ordinačního diagramu je patrné, že pokrývnost druhu je zde oproti kontrole stále vyšší. V Hrubém Jeseníku se druh v sešlapávaných plochách také šířil (Čežková 2011). Ostřici begelowovu lze tedy považovat za odolnější k sešlapu.

Jediný druh, u kterého lze v sešlapávaných plochách sledovat výraznou změnu pokrývnosti, je svízel hercynský. Zvláště u středního a silného sešlapu je patrný nárůst pokrývnosti druhu od roku 2006. Přestože v období 2005–2009 nebyl výsledek průkazný, z ordinačního diagramu je trend růstu pokrývnosti patrný (graf 1). Při testování všech zásahů mezi roky 2009 a 2013 byl vliv na společenstvo průkazný. Z ordinačních diagramů je dobře patrný pokles pokrývnosti svízelu hercynského v plochách, na které bylo dříve působeno středním a silným sešlapem (graf 3).

Je však důležité poznamenat, že k obdobnému vývoji došlo také v kontrolních plochách. Zde však byly změny mnohem méně výrazné. Zatímco u kontroly stoupla pokrývnost druhu do roku 2008 z 1 % na 5 %, u nejsilnějšího sešlapu na 18 %. Zdá se tedy, že svízel hercynský je vůči sešlapu odolný a je jím podporován. Cole (1995b) udává kompaktně rostoucí byliny jako středně odolné k sešlapu. Svízel hercynský je hustě trsnatý hemikriptofyt, který má nízký vzrůst a v porostu roste mezi trsy smilky. To mu může dávat výhodu oproti travám, protože u něj díky tomu nedochází k tak výraznému poškozování nadzemních částí, a následně tak může využít prosvětlení porostu. Po ukončení sešlapu pak druh opět ustupuje.

U průběhu vývoje pokrývnosti dominantních druhů metličky křivolaké a smilky tuhé je patrné, že se jejich pokrývnosti na sešlapávaných plochách výrazněji nelišily od ploch kontrolních. Také v zahraničních pracích se ukázaly travinné vegetační typy vůči sešlapu nejodolnější (Cole 1988, Cohle 1995b, Cohle and Monz 2002). Kluge (2002), který se zabýval sešlapem ve východních Alpách, hodnotí jako nejodolnější druhy traviny, zvláště pak metlici trsnatou. Metlici společně s metličkou uvádí jako nejodolnější druhy i Málková (1992, 1994, 1993). Jako hlavní adaptace, které umožňují odolávat sešlapu, uvádí Kluge (2002) kompaktní listy a pochvy s robustním kořenovým



systémem. Také smilka je hemikryptofyt, který má velice kompaktní trsy a tuhé odolné listy.

Vliv sešlapu na smilkové trávníky byl jen omezený. Přesto je viditelné, že k jistým změnám dochází. Tyto změny ale nebyly tak velké, aby se do roku 2009 výrazněji projevíly v ordinační analýze. Podél hodně frekventovaných cest, kde probíhá sešlap po mnoho let, mohou být změny markantnější. Při případném otevírání nových cest je třeba zvážit, zda množství návštěvníků, které bude tyto cesty používat, je únosné. Rozhodně nelze doporučit otevírání nových silně vytížených cest.

Protože vliv sešlapu na společenstvo byl minimální, nelze říci, jak by probíhala sukcese na uzavřené cestě, kde byla vegetace silně pozměněna. Srovnání s plochami se strženým drnem je pak obtížné, protože sešlap mění půdní podmínky zcela jiným způsobem (Gouvenain 1996).

#### Odstranění biomasy

Test vlivu zásahů byl průkazný pouze pro období 2009 až 2013. U vývoje pokryvnosti dominantních druhů není znatelná výrazná změna na stříhaných plochách vůči kontrole.

Češková (2010) přesto uvádí, že odběr biomasy změnil výšku vegetace. Porost na stříhaných plochách je viditelně nižší než porost na kontrole a dochází k jeho prosvětlení. Také množství odebrané biomasy se oproti původnímu stavu po čtyřech letech snížilo přibližně o třetinu (Češková 2010).

Hejzman (2005, 2009) došel k závěru, že nízké druhy jako smilka tuhá, metlička křivolaká a svízel hercynský jsou sečením ovlivněny mnohem méně než traviny vyššího vzrůstu. Smilka tuhá je však v porostech dominantní a má vyšší vzrůst oproti svízeli a metličce, které rostou v prostoru mezi trsy smilky. Dá se tedy předpokládat, že bude sečením nejvíce ovlivněna.

Z vývoje pokryvnosti druhů je patrné, že na stříhaných plochách od roku 2005 rostla pokryvnost svízeli hercynského. Také Češková (2010) uvádí mezi roky 2005 a 2009 růst frekvence výskytu druhu. Po ukončení zásahu pak svízel ustupuje. Šindelářová (1959) uvádí, že při stříhání porostů se smilkou docházelo ke zvyšování pokryvnosti metličky křivolaké a svízeli hercynského v důsledku prosvětlení porostu. Hulme et al. (2002) popisuje pozitivní reakci těchto dvou druhů na odstraňování biomasy v podobě pastvy. Je tedy pravděpodobné, že svízel využil prosvětlení porostu během odstraňování biomasy a expandoval. Tento trend však nebyl dostatečně výrazný,

aby se v ordinační analýze do roku 2009 projevil. Následně po opětovném zapojení došlo k jeho ústupu, což už je z ordinačního diagramu dobře patrné (graf 3).

Čtyřleté odstraňování biomasy dvakrát ročně mělo na smilkový porost jen mírný vliv. Přesto je patrné, že k drobným změnám docházelo. Tyto změny však nejsou dosti silné a nepromítly se do ordinační analýzy. Aby se výrazněji projevil vliv odstranění biomasy na pokryvnost druhů, musel by zásah trvat mnohem déle. Malý vliv sečení na pokryvnost smilky tuhé ukazuje, že jde o vhodný management pro potlačení konkurenčně zdatnějších druhů trav.

## 8.2 Subalpínské trávníky s třtinou chloupkatou

### Stržení drnu

Test vlivu zásahů byl průkazný pro obě období. Při testování jednotlivých zásahů testy průkazné nebyly. Při testování vlivu zásahu a času na pokryvnost dominantní třtiny chloupkaté a metličky křivolaké byly testy průkazné. Ve společenstvu tedy docházelo ke změnám v závislosti na zásazích.

Po stržení drnu došlo k rychlé obnově třtiny chloupkaté. Oproti ostatním společenstvům plochy hned první rok zcela zarostly vegetací. Třtina regenerovala především z podzemních výběžků. Stržení drnu tedy nebylo provedeno dostatečně hluboko (Janešová 2010). K obdobnému výsledku došla také Češková (2011) v Hrubém Jeseníku. Na plochách, kde nebyl dostatečně stržen drn, rychle regenerovala třtina, na ostatních naopak převládla metlička. Třtina je tedy schopna efektivní vegetativní obnovy. Také Málková (1992) uvádí šíření třtiny na opuštěné cestě především vegetativně.

Stržení drnu mělo výrazně negativní vliv na metličku křivolakou. Tento druh také vytváří podzemní oddenky (Scurfield 1954). Ty se ale nejspíše nacházely v menší hloubce a všechny části metličky byly při stržení drnu zcela odstraněny. Druh se poté musel na plochy šířit generativně nebo vegetativně z okolního porostu. Obnova metličky byla poměrně pomalá. Její pokryvnost v roce 2013 byla stále nižší, než před narušením. Janešová (2010) uvádí, že malý rozvoj metličky může být způsoben poměrně silnou kumulací sušiny při povrchu půdy.

Po stržení drnu úspěšně regeneroval svízel hercynský, jehož pokryvnost v roce 2009 byla srovnatelná s kontrolou. Od tohoto roku se jeho pokryvnost vůči kontrole

výrazněji nelišila. Oproti ostatním zásahům se v období do roku 2009 uplatňují mechorosty a ostřice kulkonosná. Po roce 2009 se v plochách začaly šířit vřes obecný, vranec jedlový, smilka tuhá a tomka alpská. Všechny druhy nejspíš využily částečného ústupu dominantních druhů, především pak metličky křivolaké.

Vřes se po stržení drnu objevil také v Hrubém Jeseníku (Češková 2011). Semenáčky vřesu zde ale byly ve větším počtu, stejně jako u společenstva alpínských trávníků (Bradáčová 2007). Větší množství semenáčků může mít souvislost se zásobou semen v půdě nebo odlišné distribuci semen větrem.

Stržení drnu mělo na společenstvo subalpínských trávníků evidentní vliv. Protože ale došlo k rychlé vegetativní obnově třtiny, změny se v ordinační analýze neprojevíly tak výrazně. V roce 2013 došlo k úplné obnově společenstva.

### Sešlap

Oproti kontrole je na všech sešlapávaných plochách patrná nižší pokryvnost třtiny chloupkaté. Po ukončení sešlapu by měl druh opět regenerovat. Od roku 2009 se pokryvnost třtiny v sešlapávaných plochách postupně zvyšuje a více se blíží kontrole. Přesto je v roce 2013 stále nižší. Protože pokryvnost třtiny je odstupňována se zvyšující se intenzitou zásahu, kloním se k názoru, že šlo o reakci na sešlap. Třtina tedy ani pět let od provedení posledního zásahu nedokázala regenerovat do původního stavu.

Naopak u metličky křivolaké je pokryvnost oproti kontrole vyšší. Je zde evidentní vztah mezi pokryvností těchto dvou druhů. Při ústupu třtiny tak začíná v porostu expandovat metlička. Metlička je spíše malá, vytrvalá, trsnatá travina s úzkými listy (Scurfield 1954). Je tak druhem k sešlapu odolnějším než třtina, která má vysoký vzrůst (Cole 1995b, Klug et al. 2002). U silného sešlapu ale rostla pokryvnosti metličky až po ukončení zásahů. Je možné, že nejsilnější sešlap měl na metličku také negativní vliv a bránil jejímu šíření.

V sešlapávaných plochách rostla od roku 2008 pokryvnost svízelu hercynského. Nejvíce se druh šířil u silného sešlapu, přestože to není z ordinačního diagramu zcela zřetelné (graf 7). V roce 2009 byla pokryvnost svízelu u silného sešlapu 49 % a u kontroly pouze 22 %. Od roku 2009 pak pokryvnost druhu klesala. Zdá se, že svízel hercynský je odolný vůči sešlapu a stejně jako metlička využil prosvětlení porostu. Následný ústup po ukončení sešlapu pak souvisí spíše s expanzí metličky než třtiny. V silně sešlapávaných plochách dále rostla pokryvnost tomky alpské. Na střední

intenzitu sešlapu pozitivně reagovala ostřice bigelowova a na slabou smilka tuhá. Také u těchto druhů lze předpokládat pozitivní reakci na ústup třtiny.

Češková (2011) v Hrubém Jeseníku zaznamenala obdobný vývoj. Se zvyšující se intenzitou sešlapu docházelo k eliminaci třtiny, která byla nahrazována metličkou křivolakou, kostřavou nízkou a ostřicí bigelowovou.

Vliv sešlapu na společenstvo subalpínských trávníků je jen malý a obdobný jako u alpínských trávníků. Třtina se však zdá k sešlapu méně odolná než metlička a smilka. Tento rozdíl vychází z rozdílné morfologie druhů. Jde o netrsnatou travu vysokého vzrůstu. Tyto traviny jsou k sešlapu všeobecně považovány za náchylnější (Cole 1995b, Whinam & Chilcott 2003). Předpokládám, že při delším působení sešlapu by se změny projevíly mnohem výrazněji. Případné nové turistické cesty by měly na společenstva s dominantní třtinou chloupkatou výraznější vliv než na společenstva se smilkou.

#### Odstranění biomasy

Pokryvnost třtiny chloupkaté byla během stříhání biomasy oproti kontrole viditelně nižší. V roce 2009 pak byla nejnižší. Od tohoto roku se její pokryvnost opět začala blížit kontrolním plochám. Janešová (2011) uvádí, že po čtyřech letech provádění zásahu se váha sušené netříděné biomasy snížila o třetinu. Kosení mělo tedy na třtinu negativní vliv. Po ukončení zásahů pak druh pomalu regeneruje.

Ve stříhaných plochách naopak rostla pokryvnost metličky křivolaké s maximem v roce 2010. Jde o nízkou travinu, která není tak výrazně zasažena odstraněním biomasy jako třtina a může tedy využít prosvětlení porostu. Dalším druhem, který pozitivně reagoval na odstranění biomasy, je svízel hercynský. Ten dokázal na ústup třtiny reagovat mnohem rychleji než metlička. Od roku 2009 pak jeho pokryvnost opět klesá, což je pravděpodobně způsobeno opětovným zapojením porostu. Od roku 2006 rostla ve stříhaných plochách také pokryvnost ostřice bigelowovy. Ta byla v roce 2013 oproti kontrole stále vyšší.

Vlivu sečení na porosty s dominantní třtinou se v Krkonoších zabýval Hejcman (2005, 2006, 2009). Také on došel k obdobným výsledkům. Zatímco třtina na sečení reagovala snižováním pokryvnosti, druhy nízkého vzrůstu jako metlička křivolaká, tomka alpská, smilka tuhá a svízel hercynský nebyly ovlivněny. Stejný trend byl zaznamenán i při kosení bezkolencových luk, kdy docházelo k ústupu bezkolence a naopak k podpoře metličky (Hejcman 2010). Výsledek tedy potvrzuje závěry z práce Briskeho (1996), že druhy vysokého vzrůstu jsou více citlivé na odstranění biomasy.

V Hrubém Jeseníku byl zaznamenán obdobný vývoj. Třtina na sečených plochách ustupovala a prosazovala se metlička křivolaká, zde však test nebyl průkazný (Češková 2011). Sečení po dobu 4 let je pravděpodobně hraniční doba pro to, aby se změny projevil výrazněji ve statistických analýzách.

### 8.3 Alpínská vřesoviště

Stržení drnu

Sukcese po stržení drnu probíhala ve srovnání s travinnými společenstvy pomaleji. V roce 2013 celková pokryvnost vyšších rostlin dosahovala pouze 40 % a značná část půdy byla stále bez vegetace. Dominantními druhy se staly traviny a vřes obecný.

První se na plochách začala uplatňovat metlička křivolaká. Do roku 2010 to byl jediný druh, jehož pokryvnost výrazně rostla. Po roce 2011 ale dále neexpandovala. Z trav se pak od roku 2010 začala výrazněji uplatňovat také smilka tuhá. Dalšími druhy, které jako první kolonizovaly holé plochy, byly svízel hercynský a ostřice kulkonosná. Oba druhy se ale od roku 2009 dále nerozrůstaly. Na plochách se také uchytily tomka alpská, třtina chloupkatá, ostřice bigelowova a brusnice borůvka.

Vřes obecný se po stržení drnu opět objevil v roce 2007, ale výraznější růst pokryvnosti následoval se značným zpožděním za metličkou. Pokryvnost obou druhů byla pak v roce 2013 téměř stejná.

Vřes regeneroval vegetativně ze zbylých kmínků a generativně ze semenáčků. Tato obnova byla ale velmi pomalá, protože vřes se v plochách začal výrazněji uplatňovat až pět let po provedení zásahu. Pomalá vegetativní obnova může být způsobena vysokým stářím keříčků vřesu (Gimingham 1972). Také semenáčky se v plochách objevovaly jen v malém počtu. Sedláková & Chytrý (1999) se zabývali stržením drnu v suchém vřesovišti v národním parku Podyjí. Uvádějí, že pokud v plochách vyklíčily nové semenáčky vřesu, plochy směřovaly zpět k vřesovišti. Při jejich absenci naopak převládly traviny. Podle práce Pywella et al. (1997) se většina semen druhu nachází ve svrchní vrstvě půdy do 5 cm. Stržením drnu je pak většina semen odstraněna a generativní obnova je závislá na přísunu semen z okolního prostoru. Množství vyprodukovaných semen také klesá se stářím keříčků (Barclay-Estrub & Gimingham 1994). Pro úspěšnou regeneraci vřesoviště a zabránění invaze konkurenčně zdatnějších druhů je důležitý dostatek semen vřesu pro jeho obnovu

(Mitchell et al. 1998). Jebavá (2004) uvádí, že po stržení drnu na vřesovišti na Rýchorách došlo již po dvou letech k vyklíčení velkého množství semenáčků. Toto vřesoviště je ale plošně rozsáhlejší a nachází se v nižší nadmořské výšce. Alpínská vřesoviště na Mumlavské louce leží ve zrychlující části anemo-orografického systému Mumlavy. Semena vřesu tak mohou být z obnažených ploch vyfoukávána (Gimingham 1960). Pomalou obnovu vřesu na mých plochách mohlo tedy zapříčinit několik faktorů. První faktor: Alpínská vřesoviště jsou plošně malých rozměrů a jsou značně fragmentována. Přísun semen z okolních porostů může být tedy menší než u plošně rozsáhlejších porostů. Druhý faktor: Produkce semen a vegetativní obnova může být nižší, protože vřes se nachází ve stádiu degenerace. Třetí faktor: Lokalita se nachází ve zrychlující části anemo-orografického systému Mumlavy (Jeník 1961). Vanou zde tedy silné větry, jenž mohou semena z obnažených ploch vyfoukávat.

Z dosavadního průběhu sukcese nelze vyvodit, zda dojde k obnově vřesoviště, nebo nakonec převládnu traviny. Značná část půdy je stále bez vegetace, což dává prostor pro další šíření vřesu. Naopak traviny by měly být znevýhodněny, protože strhnutím svrchní části půdy dochází k odčerpání živin (Diemon 1994, Gimingham 1994). Plochy by bylo vhodné i nadále sledovat.

Obdobný vývoj probíhal také v Hrubém Jeseníku. Zde se ale po stržení drnu vyskytlo větší množství semenáčků (Češková 2011). To může být způsobeno opět rozdílnou distribucí semen, případně stržením drnu do nižší hloubky a tím i přítomností většího množství semen v půdní bance. Ani zde nelze říci, zda dojde k obnově vřesoviště.

Stržení drnu, jako vhodný management alpínských vřesovišť, se zdá být velmi problematické. Obnova vřesovišť po stržení drnu je obecně považována za dobrou, ale pomalou (Britton 2000, Gimingham 1994, Webb 1998). Tyto práce se však zabývaly vřesovišti, jejichž vznik byl podmíněn činností člověka. Většina evropských vřesovišť vznikla jako důsledek pravidelného odčerpávání živin hospodářským využíváním (Webb 1998). U alpínských vřesovišť se však předpokládá převážně přirozený původ (Chytrý et al. 2007). Přesto jsou tato vřesoviště v Krkonoších ohrožena expanzí konkurenčně zdatnějších druhů v důsledku spadů imisí dusíku. Právě stržení drnu je účinný způsob odebrání živin a snížení produktivity společenstva (Diemon 1994). Dle mého názoru by bylo možné úspěšně aplikovat stržení drnu na malých plochách do velikost 0,25 m<sup>2</sup>. Je ale nutno provést další studie.

## Sešlap

Sešlap měl na dominantní vřes obecný velmi negativní vliv. U silného sešlapu došlo do roku 2009 k téměř úplné eliminaci druhu. Nejmenší reakce byla naopak u slabě sešlapávaných ploch, kde po prvotním výrazném ústupu docházelo k postupnému zvyšování pokryvnosti i během provádění zásahu. Vřes je tedy při nízké intenzitě sešlapu ještě schopen regenerovat, ale s rostoucím množstvím přechodů zcela ustupuje. Také jiné práce ukazují, že dřevnaté keříčky z čeledi *Ericaceae* jsou málo odolné k sešlapu (Gallet & Rozé 2001, Gallet & Rozé 2002).

Na všech sešlapávaných plochách rostla od roku 2005 pokryvnost metličky křivolaké. Z dalších trav se u slabého a středního sešlapu uplatňovala také smilka tuhá. To potvrzuje, že nejodolnější k sešlapu jsou trsnaté traviny a naopak nejméně odolné dřevnaté keříčky (Cole 1995b, Cole & Monz 2002, Cole & Trull 1992). Po ústupu vřesu pak dochází k jejich expanzi. Jako nejodolnější druh se jeví metlička křivolaká.

Z bylin na sešlapávaných plochách prosperovaly podbělice alpská a především svízel hercynský. Od ukončení sešlapu jeho pokryvnost opět klesá. Svízel hercynský tedy dokáže efektivně obsazovat uvolněné plochy, ale poté opět ustupuje konkurenčně zdatnějším druhům.

Po ukončení sešlapu docházelo k postupné regeneraci vřesu. Na středně a silně sešlapávaných plochách přesto v roce 2013 dosahoval pokryvnosti pouze 15 až 20 %. Pomalou regeneraci u ekologicky a morfologicky podobného druhu *Phyllodoce empetrifomis* popsali také Cole & Trull (1992) ve vřesovišti národního parku North Cascades v U.S.A. Tento druh z čeledi *Ericaceae* tvoří dominantu alpínských a subalpínských vřesovišť v horách západu Severní Ameriky.

Na středně a silně sešlapávaných plochách byly v roce 2013 dominantní traviny, především metlička křivolaká. Růst pokryvnosti metličky ale dále nepokračuje a od roku 2011 dochází spíše k jejímu mírnému ústupu. Po pěti letech od ukončení sešlapu tak nelze říci, zda dojde k obnově vřesoviště. Spíše bych se klonil k názoru, že v dalších letech převládnou traviny. Plochy je však třeba i nadále sledovat.

Na slabě sešlapávaných plochách je stále dominantním druhem vřes obecný. Jeho pokryvnost ale od roku 2008 vzrostla jen nepatrně. Také zde došlo k výraznému šíření travin. Od roku 2011 se jejich expanze zastavila a došlo k mírnému snížení pokryvnosti metličky křivolaké a třtiny chloupkaté. Zde se kloním k názoru, že postupně dojde k úplnému obnovení vřesoviště. Pro potvrzení je ale nutné plochy nadále sledovat.

Stejná reakce na sešlap byla zaznamenána také u alpínských vřesovišť v Hrubém Jeseníku. Poškození keříčků bylo odstupňováno se zvyšující se intenzitou. Při intenzitě 50 přechodů byl vřes schopen částečně regenerovat. Silnější intenzita sešlapu měla ale destruktivní účinek. Také zde došlo k expanzi travin. Dále se šířila podbělice alpská a rdesno hadí kořen (Češková 2011).

Alpínská vřesoviště jsou poškozována už při nízké intenzitě sešlapu. Následná regenerace je poté velmi omezená. Je tedy očividné, že případné nové turistické cesty by měly na toto společenstvo výrazně negativní vliv.

### Odstranění biomasy

Pravidelné stříhání vřesu mělo za následek jeho úplnou eliminaci již první rok po provedení zásahu. Po ukončení stříhání biomasy začala pomalá regenerace. Přesto v roce 2013 byla jeho průměrná pokryvnost na plochách pouze 23 % a dominovaly traviny.

Po ústupu vřesu se začala šířit především metlička křivolaká. Také expandovaly ostřice bigelowova a svízel hercynský. Metlička od ukončení zásahů dále zvyšovala pokryvnost, s maximem v roce 2011. Od roku 2011 pak došlo jen k mírnému poklesu. Stejně tak svízel hercynský a ostřice bigelowova nezačaly z ploch ustupovat.

Vřes regeneroval obrůstáním starých keříčků. Sporadicky se objevovaly také semenáčky. Keříčky vřesu mají dobrou schopnost vegetativní obnovy, ale staré porosty ve věku 15 a více let tuto schopnost rychle ztrácí (Gimingham 1972). Vegetativní obnova vřesu byla velmi pomalá. Keříčky jsou tedy nejspíš ve fázi zralosti. Do této fáze se druh dostává ve věku okolo 25 let. Její trvání je přibližně 10 let a poté začíná fáze degenerace (Gimingham 1960). Obdobného výsledku dosáhla i Jebavá (2004) u horského vřesoviště na Rýchorách. Ta popisuje, že na pokosených plochách vegetativní obnova vřesu zcela selhala a do porostu následně expandovala metlička křivolaká.

Dynamikou a managementem vřesovišť se v minulosti zabývala celá řada prací. Práce Sedláková & Chytrý (1999) v Národním parku Podyjí se zabývala regenerací Suchých vřesovišť. Po posečení vřesoviště následovala expanze trav a pomalý rozvoj vřesu obecného. Také Britton (2000) zjistil, že sečení zarůstajícího vřesoviště nevedlo k jeho obnově a eliminaci nežádoucí metlice trsnaté.

Čežková (2011) popisuje v Hrubém Jeseníku prakticky totožný vývoj jako v Krkonoších. Vřes zde výrazně ustoupil a expandovaly především traviny: metlička



křivolaká, kostřava nízká a třtina chloupkatá. Plochy v Hrubém Jeseníku také pravděpodobně směřují ke společenstvu s dominancí travin.

Kosení alpských vřesovišť v oblasti Krkonoš rozhodně nelze doporučit jako vhodný management k jejich obnově.

## **8.4 Subalpínská borůvková vegetace**

Stržení drnu

Po stržení drnu v roce 2005 docházelo jen k pomalému zarůstání ploch. V roce 2013 byla pak průměrná pokryvnost vyšších rostlin pouze 32 %.

Při kolonizaci ploch se nejvíce prosadila metlička křivolaká. Poté následovaly další traviny, třtina chloupkatá a smilka tuhá. Dvouděložné byliny se vyskytovaly jen sporadicky, neúspěšnější byl pak svízel hercynský. Oproti ostatním společenstvům se zde výrazněji uplatňují mechorosty.

Obnova dominantní brusnice borůvky byla velmi omezená. Na plochách se objevily semenáčky jen v malém množství a často nepřežily do příštího roku. Další rozrůstání přeživších rostlin bylo velmi pomalé. Stejně tak Ritchie (1956) uvádí, že generativní šíření borůvky je méně časté než vegetativní a růst semenáčků je pomalý. Množství květů také klesá ve vyšších nadmořských výškách a exponovaných stanovištích (ib.). Pomalý růst semenáčků je zde zřejmě ještě umocněn drsným klimatem a otevřeností ploch, jenž nejsou chráněny téměř žádnou vegetací.

Málková (1992) ve své práci z východních Krkonoš udává, že borůvka se byla schopna šířit na uzavřené naučné stezce. Podle práce Ritchie (1956) je druh schopný účinně obsazovat volná místa pomocí bočních větví, které vyrůstají z hlavního kmínku. Stejně tak i Tasser & Tappeiner (2002) uvádějí, že keříčková společenstva jsou schopna rychle zarůstat obnažené plochy.

Přesto je rozrůstání z okolního prostu jen velmi pomalé. To může být způsobeno absencí půdy po stržení drnu, jenž neumožňuje efektivní zakořeňování bočních větví. Vliv může mít také drsnější klima, které způsobuje pomalejší růst borůvky. Také ostatní druhy se na plochách uplatňují pomalu. Dojde-li ke zničení semenné banky, osídlování ploch závisí na přísunu diaspor z okolí (Klug 2002). Protože se většina ploch nachází na okrajích koryta Velké a Malé Mumlavy, je možné, že většina semen může být z ploch odplavena.

Po 9 letech od stržení drnu je zřejmé, že plochy nesměřují zpět k porostům subalpínské brusnicové vegetace. Jako nejpravděpodobnější se zdá úplné převládnutí travin s dominací metličky křivolaké, třtiny chloupkaté, případně smilky tuhé. Plochy by bylo třeba i nadále sledovat.

Vývoj obdobných ploch v Hrubém Jeseníku byl rozdílný. Borůvka po stržení drnu vykazovala generativní a především vegetativní obnovu a holé plochy rychle zarůstala (Chmelinová 2011, 2013). Odlišný vývoj pravděpodobně způsobují rozdílné podmínky obou stanovišť. Zdá se tedy, že schopnost druhu opětovně obsazovat disturbované plochy závisí především na konkrétním stanovišti. Dle mého názoru může mít zásadní vliv množství půdy, které na stanovišti zůstane po stržení drnu.

### Sešlap

Sešlap měl na brusnicovou vegetaci prokazatelný vliv. Na všechny tři intenzity sešlapu brusnice reagovala snížením pokryvnosti. Nejvýraznější vliv měla nejvyšší intenzita sešlapu, nejnižší naopak slabý sešlap. Také práce Cole & Monz (2002) a Cole & Trull (1992) uvádějí podobné druhy *Vaccinium scoparium* a *V. empetrifomis* jako málo odolné k sešlapu. Po posledním provedení zásahů v roce 2008 pak došlo u slabé a střední intenzity sešlapu k mírnému zvýšení pokryvnosti, která však dále nerostla. U silné intenzity sešlapu je ale růst pokryvnosti brusnice zcela zřetelný. Sešlap má tedy na brusnici negativní vliv a po jeho ukončení dochází k opětovné regeneraci keříčků.

Mezi roky 2005 a 2009 na všech sešlapávaných plochách rostla pokryvnost rdesna hadí kořen. Tento trend je z ordinačního diagramu patrný především u slabého sešlapu. Pokryvnost druhu ale rostla nejvíce u silného sešlapu, přestože to není z ordinačního diagramu zcela znát (graf 18). Po ukončení sešlapu začal druh ustupovat a to opět nejvýrazněji u silného sešlapu. Rdesno hadí kořen je tedy k sešlapu odolné. Při snížení pokryvnosti brusinky využívá prosvětlení porostu a expanduje. Po ukončení sešlapu a zapojení porostu opět ustupuje. Jde o geofyt, což potvrzuje závěry práce Cole & Trull (1992), podle které jsou geofyty vůči sešlapu odolnější.

Na sešlapávaných plochách se také oproti kontrole projevuje vyšší pokryvnost metličky křivolaké, která po ukončení sešlapu opět ustupuje. U střední intenzity sešlapu dále rostla pokryvnost tomky alpské, svízelu hercynského a nepatrně i smilky tuhé. Tyto druhy po ukončení sešlapu také ustupují. Jde tedy o druhy k sešlapu odolné, které při následné regeneraci brusnice ustupují. Kluge (2002) udává jako nejodolnější k sešlapu traviny. Náchylné k sešlapu jsou pak podle něj také některé hemikriptofyty jako

*Dianthus alpinus*, *Homogyne discolor* nebo *Carex sempervirens*. Svízel hercynský je sice také hemikryptofyt, má ale nízký trsnatý vzrůst, což mu může dávat větší odolnost vůči sešlapu.

V Hrubém Jeseníku byla rekce společenstva na sešlap obdobná jako v Krkonoších (Chmelinová 2011). Po prosvětlení porostu se začaly šířit především traviny a některé dvouděložné byliny. Při nejvyšší intenzitě sešlapu se uplatňovala metlice trsnatá, třtina chloupkatá, sedmikvítek evropský a papratka horská. Při slabém sešlapu zvyšovalo pokryvnost rdesno hadí kořen (Češková 2011).

Stejně jako u alpských vřesovišť má sešlap na brusnicovou vegetaci velký vliv. Případné otevírání nových cest by proto vedlo k výraznému poškození této vegetace.

### Sečení

Stříhání biomasy mělo první rok na brusnici borůvku zcela destruktivní vliv. Poté docházelo k postupnému zvyšování pokryvnosti. Předpokládám, že brusnice na sečených plochách úspěšně zmlazovala z bází. Nově narostlé výhonky tak byly nižší než 5 cm a nebyly tedy stříháním další rok zasaženy. Také (Ritchie 1956) udává schopnost brusnice efektivního rozrůstání z bočních větví. Jelikož však odstranění biomasy bylo prováděno každoročně, vegetace ani zdaleka nedosahovala výšky okolních porostů. Také množství odebrané biomasy bylo při dalších odběrech až sedmkrát nižší, než při prvním odběru (Janešová 2010). Po ukončení zásahů je pak patrný další nárůst pokryvnosti, protože borůvka mohla dále růst do výšky a nemusela nahrazovat odebranou biomasu.

Z dalších druhů na odstranění biomasy reagovala pozitivně metlička křivolaká a rdesno hadí kořen. Tyto druhy pravděpodobně využily prosvětlení porostu, přičemž díky nízkému vzrůstu nebyly stříháním tak výrazně zasaženy. Později, po regeneraci keříčků brusnice opět ustupují.

Porosty s dominantní brusnicí borůvkou byly v minulosti sečeny jen v malé míře jako podestýlka pro dobytek (Lokvenc 1960). Experimentální sečení ukázalo, že druh je schopen po narušení nadzemních částí regenerovat. Přesto došlo k výraznému snížení pokryvnosti druhu a dá se předpokládat, že déle trvající sečení by vedlo k jeho úplné eliminaci. V současnosti dochází v oblastech nad horní hranicí lesa v Hrubém Jeseníku k šíření brusnicových porostů na úkor travinných společenstev (Chytrý et al. 2010). Sečení by tak mohlo být vhodným managementem pro zastavení této expanze.

## 8.5 Horské papratkové smrčiny

### Stržení drnu

Při testování stržení drnu s kontrolou byl test průkazný pro období během provádění zásahů i po jejich ukončení. Po stržení drnu obnaženou půdu rychle osídlily mechorosty. Z vyšších rostlin se šířily především metlička křivolaká a třtina chloupkatá. Z dalších druhů se při zarůstání ploch více uplatnily svízel hercynský a brusnice borůvka. Dominantní papratka horská nezačala plochy opětovně zarůstat. Jen sporadicky se objevovaly drobné semenáčky, které však neprosplávaly. V roce 2010 se pak expanze mechorostů zastavila a pokryvnost začala mírně klesat. Stejný trend se projevil také u metličky a třtiny.

Devět let po stržení drnu tak nedošlo k obnově porostů papratky horské. Na plochách zcela převládají metlička křivolaká a třtina chloupkatá. Oproti ostatním zásahům je zde výrazně vyšší pokryvnost mechového patra. Tento vývoj je velmi rozdílný od ostatních společenstev. Zdá se, že při sukcesi v papratkových smrčínách hrají mechorosty mnohem významnější roli, než je tomu u porostů nad horní hranicí lesa. Rychlou expanzi mechorostů podle mého názoru umožňuje mnohem příznivější mikroklima stanoviště.

### Sešlap

Test vlivu všech disturbancí na společenstvo pro obě období nebyl průkazný. Při testování jednotlivých intenzit sešlapu mezi roky 2005 a 2009 také nebyl získán signifikantní výsledek. Šubrt (2007), který plochy sledoval v prvních dvou letech uvádí, že papratka rok po provedení zásahu velice úspěšně regeneruje až na původní pokryvnost před provedením zásahu. Janešová (2010) ale udává, že po dalších dvou sezónách došlo ke změně vegetace. Na plochách byly snadno rozeznatelné jednotlivé intenzity sešlapu a porost měl menší vzrůst. Janešová (2010) také prokázala statisticky průkazný vliv silné intenzity sešlapu v porovnání s kontrolou, při užití frekvence výskytu druhů v plochách namísto pokryvností. Pokryvnost u sešlapávaných ploch byla v porovnání s kontrolou opravdu o něco nižší. Snížení pokryvnosti bylo přitom odstupňováno se zvyšující se intenzitou sešlapu.

Po ukončení sešlapu v roce 2008 se plochy začínají více lišit od ploch kontrolních. Při testování jednotlivých zásahů v období 2009 až 2013 byl test průkazný u střední a silné intenzity sešlapu. Především u silné intenzity sešlapu byla pokryvnost

papratky oproti kontrole nižší. Patrný je také nárůst pokryvnosti mechorostů u středního a silného sešlapu. Zatímco u středního sešlapu začala pokryvnost mechorostů růst oproti kontrole v roce 2007, u silného sešlapu až v roce 2010. Předpokládám, že mechorosty využily prosvětlení porostu papratky a expandovaly. U silného sešlapu je pak možné, že výraznější růst mechorostů byl potlačen právě sešlapem a byl umožněn až po jeho ukončení.

Z vyšších rostlin rostla v plochách pokryvnost metličky křivolaké. Tento trend je nejvíce patrný u slabého a silného sešlapu, kde její pokryvnost byla v roce 2013 16 až 20 % oproti kontrole s pokryvností 4 %. Expanze druhu ale začala až v roce 2009 a reakce na sešlap tak byla poměrně opožděná. Je také možné, že u středního sešlapu bylo rozrůstání druhu značně omezeno silnou expanzí mechorostů. Z dalších druhů na sešlapávaných plochách oproti kontrole prosperovaly brusnice borůvka a třtina chloupkatá.

Sešlap měl tedy v prvních letech na porosty papratky jen malý vliv a druh byl schopen regenerovat. Zdá se, že hraniční doba trvání sešlapu, kdy rostliny již nebyly schopny po poškození plně regenerovat, byla u silného sešlapu právě čtyři roky. Předpokládám, že rostliny byly po posledním provedení sešlapu v roce 2008 již velmi poškozeny a řada z nich později uhynula. Následná obnova porostu je pak jen velmi pomalá. Proto se vliv sešlapu ve statistických analýzách projevil se zpožděním. Stejně tak druhy, které využily prosvětlení porostu, reagovaly se značným zpožděním. Sešlapávané plochy byly v roce 2013 také stále dobře rozeznatelné pouhým pohledem. Tento výsledek částečně odpovídá závěru z práce Cole (1995a), jenž uvádí, že podrost s kapradinou *Dryopteris campyloptera* je velmi málo odolný k sešlapu a špatně regeneruje.

Papratka na sledované lokalitě bývá často poškozena okusem a to až do té míry, že se snižuje její pokryvnost. Míra okusu pak byla každý rok odlišná. Tento faktor mohl hrát ve vývoji pokryvnosti papratky nemalou roli. Také Chytrý et al. (2010) uvádí ohrožení vegetace s dominantní papratkou vysokými stavy zvěře.

Stejně jako u stržení drnu i zde se narozdíl od ostatních společenstev projevil výraznější vývoj mechorostů. Porosty papratky hodnotím jako středně odolné k sešlapu. Nové, více frekventované cesty by tak měly na toto společenstvo negativní vliv.

## Sečení

Sečení nemělo na pokryvnost papratky žádný viditelný vliv. Až v posledních dvou letech došlo k malému snížení pokryvnosti oproti kontrolním plochám. V posledních letech je patrný mírný nárůst pokryvnosti metličky křivolaké a brusnice borůvky. Jde nejspíš o reakci na snížení pokryvnosti papratky horské.

Papratka regenerovala po odstranění biomasy až v následující sezóně. 14 dní po provedení zásahu nevytvořila žádné nové listy. Po roce od provedení zásahu však regenerovala velice úspěšně a vytvářela zapojené porosty. Při porovnání množství biomasy odebírané z ploch bylo však patrné, že společenstvo každoročně snižuje množství biomasy (Janešová 2010).

Papratka je tak druhem velmi odolným k odstranění biomasy. Otázkou však je, jak by se plochy vyvíjely, kdyby k odstranění docházelo delší dobu.

## 8.6 Komentář k vybraným druhům rostlin

### Odolnost druhů k sešlapu

Výsledky potvrzují, že odolnost jednotlivých druhů je dána především jejich morfologií, vzrůstem a uložením obnovovacích orgánů (Cole 1995b, Kluge et al. 2002). Nejodolnější k sešlapu byly trsnaté traviny a kompaktně rostoucí byliny. Méně odolné byly netrsnaté vysoké traviny a nejméně keřičky. Tyto výsledky potvrzují závěry mnoha dalších prací (Cole 1988, Cole 1995a, Cole 1995b, Cole & Monz 2002, Cole & Trull 1992, Kluge et al. 2002, Monz 2002, Whinam & Chilcott 1999, Whinam & Chilcott 2003).

Z travin se v sešlapávaných plochách vždy šířila metlička křivolaká. Tento druh se jeví jako nejodolnější k sešlapu. Poté následovala smilka tuhá. Jako nejméně odolná travina se zdá být třtina chloupkatá. K sešlapu je tolerantní také ostřice bigelowova. Z bylin ve všech sešlapávaných plochách prosperoval svízel hercynský. Další tolerantní bylina je pak rdesno hadí kořen. Nejméně odolný k sešlapu byl vřes obecný a poté brusnice borůvka. Papratka horská je pak vůči sešlapu středně odolná. Tyto výsledky jsou obdobné jako závěry Janšové (2010).

Po ukončení zásahů dokázala výrazněji regenerovat pouze brusnice borůvka. Částečně je tento trend patrný také u třtiny chloupkaté a vřesu obecného. Ústup druhů, které se při provádění sešlapu šířily, závisel z velké části na vývoji druhů dominantních.

### Svízel hercynský

Svízel Hercynský byl původně přítomen ve všech společenstvech jako podrost dominantních druhů. Při provádění zásahů se ukázal jako velmi dynamický druh. Vždy pozitivně reagoval na prosvětlení porostu. Po ukončení zásahů s postupným zapojováním vegetace opět ustupoval. Jde o vytrvalý, hustě trsnatý hemikryptofyt s dlouhými tenkými kořeny, oddenky a plazivými sterilními prýty vytvářející husté kobercové porosty (Slavík et al. 2000). To mu dává výhodu především při stříhání biomasy, kdy není téměř vůbec poškozován. Nízký trsnatý vzrůst je také typickou vlastností, jenž ho zvýhodňuje na sešlapávaných plochách (Cole 2005b).

Svízel hercynský také úspěšně kolonizoval obnažené plochy po stržení drnu. Vždy to byla první dvouděložná bylina, která se na plochách objevila. Při zapojování porostu se poté jeho expanze zastavuje.

### Metlička křivolaká

Také metlička křivolaká byla schopna velmi efektivně obsazovat obnažené plochy. Často to byl nejúspěšnější druh i v dalších letech. Stejně jako svízel hercynský je přítomna jako podrost dominantních druhů a šíří se, když tyto ustupují. Druh se jeví nejodolnější vůči sešlapu. Metlička je díky svému malému vzrůstu zvýhodně i při odstraňování biomasy, kdy její nadzemní části nejsou výrazně poškozovány. Tento výsledek odpovídá ekologii druhu. Scurfield (1954) uvádí, že metlička křivolaká je druhem se širokou ekologickou amplitudou, který je schopen velmi dobře kolonizovat obnažené a zraňované plochy.

### Ostřice kulkonosná

Tento druh vždy úspěšně kolonizoval obnažené plochy po stržení drnu. Naopak se nikdy neprojevoval při provádění sešlapu nebo stříhání biomasy. Při postupném zapojování porostu poté ostřice kulkonosná postupně ustupovala. Druh se dále začal šířit po ukončení silného sešlapu u alpínských vřesovišť. Tyto plochy byly po odumření vřesu také z velké části zcela bez vegetace. Ostřice kulkonosná je tedy druhem, který ke svému úspěšnému šíření potřebuje narušený půdní povrch a odstranění konkurence ostatních druhů. Protože se objevovala na místech, kde před provedením zásahu nebyl její výskyt zaznamenán, muselo k jejímu šíření docházet buď přísunem semen z okolí, nebo z půdní banky. Podle Kjellsona (1985) téměř všechna semena dopadnou do vzdálenosti 40 cm od mateřské rostliny. Dále jsou šířena mravenci na vzdálenost až

1,4 m. Semena druhu jsou součástí semenné banky (Mitchell et al. 1998). Protože druh se není schopen šířit na dlouhé vzdálenosti, jeho obnova probíhala především z dlouhodobé semenné banky.

#### Smilka tuhá

Smilka tuhá se po stržení drnu objevila ve všech společenstvech vyjma papratkových smrčín. Druh se na plochách udržel a dále prosperoval. Protože se zde smilka často původně nevyskytovala, obnova musela probíhat také generativní cestou. Opakované potvrzení úspěšného šíření smilky generativní cestou v subalpínském stupni Krkonoš podporuje předpoklad, že se na velké plochy nad horní hranicí lesa mohla rozšířit až v relativně krátkém období budního hospodaření (Jeník 1961, Hejcman 2005, Chytrý et al. 2007). Tento druh je také spolu s metličkou křivolakou nejodolnější k sešlapu.

#### Tomka alpská

Podle práce Filipova & Krahulce (2006) se tento druh v Krkonoších chová spíše jako S-stratég. Hejcman (2009) se však domnívá, že tomka alpská má jiný typ strategie, což podle něho dokazuje flexibilní reakce na zvýšený přísun dusíku. Tomka alpská byla vždy schopna poměrně rychle kolonizovat plochy po stržení drnu. Také měla tendenci šířit se v sešlapávaných a stříhaných plochách. Druh tak reagoval pozitivně především na uvolnění konkurence ze strany dominantních druhů. Také má dobrou schopnost obsazovat narušené plochy. Proto se domnívám, že chování tohoto druhu nejvíce odpovídá C-S-R strategii (Slavíková 1986).



## 9 Závěr

Práce shrnuje devítiletý vývoj experimentálních ploch v pěti vegetačních typech na Mumlavské louce. Navazuje na předchozí diplomové práce Janešová (2010) a Šubrt (2007). Paralelně s pokusem v Krkonoších probíhal stejný experiment v Hrubém Jeseníku. Srovnáním výsledků z obou pohoří se tak přes malý počet opakování dají vyvodit všeobecné trendy.

### Smilkové alpské trávníky

Po osmi letech od stržení drnu došlo k téměř úplné obnově společenstva. Plochy byly obsazeny druhy alpských trávníků. V prvních letech sukcese se více prosazovala ostřice kulkonosná. Smilka tuhá se po stržení drnu šířila vegetativně i generativně. To podporuje předpoklad, že se na velké plochy nad horní hranicí lesa mohla rozšířit až v krátkém období budního hospodaření (Jeník 1961).

Společenstvo alpských trávníků se ukázalo jako nejodolnější vůči sešlapu. Přesto jsou zde pozorovatelné změny. Na sešlapávaných plochách prosperoval svízel hercynský a částečně také ostřice Bigelowova. Po ukončení sešlapu začal svízel opět ustupovat. Na pokryvnost dominantní smilky tuhé neměl sešlap výrazný vliv. Při déletrvajícím sešlapu by se změny nejspíše projevíly více. Nové, méně frekventované turistické cesty by měly na toto společenstvo jen malý vliv. Proto je možné jejich otevření připustit.

Čtyřleté stříhání biomasy mělo na alpské trávníky malý vliv. Přesto ke změnám docházelo. Množství odebrané biomasy se oproti původnímu stavu snížilo přibližně o třetinu a došlo k prosvětlení porostů (Janešová 2010). Toho využil svízel hercynský, který není pro svůj nízký vzrůst sečením přímo ovlivněn. Po ukončení zásahu začal druh opět ustupovat. Výsledek potvrzuje, že sečení je vhodným prostředkem k zastavení expanze vysokých, konkurenčně zdatnějších trav do tohoto společenstva.

### Subalpské trávníky s třtinou chloupkatou

Stržení drnu nebylo provedeno dostatečně hluboko a třtina už první rok regenerovala z podzemních výběžků. Naopak metlička křivolaká byla z ploch zcela odstraněna. Poté následovala její pomalá regenerace. Na plochy se postupně vrátily také svízel hercynský a tomka alpská. Dále se zde výrazněji uplatnily vřes obecný, ostřice

kulkonosná, vranec jedlový, smilka tuhá a mechorosty. V roce 2013 došlo k úplné obnově společenstva.

Společenstvo subalpínských trávníku je vůči sešlapu poměrně odolné. Přesto třtina na sešlapávaných plochách začala ustupovat. Po ústupu třtiny se šířila metlička křivolaká a svízel hercynský. Pět let od ukončení zásahu pokryvnost třtiny zůstává stále nižší a metličky naopak vyšší. Otevírání nových turistických cest přes toto společenstvo spíše nedoporučuji.

Dominantní třtina chloupkatá na sečených plochách ustupovala. Naopak se šířily metlička křivolaká, svízel hercynský a ostřice bigelowova. Jde o druhy nízkého vzrůstu, které nejsou odstraněním biomasy výrazně ovlivňovány. Od ukončení zásahů pak opět ustupuje svízel hercynský. Naopak metlička ustoupila jen mírně. Také regenerace třtiny je pomalá. Sečení se jeví jako vhodný management pro potlačení třtiny chloupkaté.

#### Alpínská vřesoviště

Sukcese po stržení drnu probíhala ve srovnání s travinnými společenstvy pomaleji. V roce 2013 byla značná část půdy stále bez vegetace. Dominantními druhy se staly metlička křivolaká a vřes obecný. Vegetativní i generativní obnova vřesu byla pomalá. Špatná vegetativní obnova nejspíš souvisí s velkým stářím keříčků. Malé množství semenáčků může být způsobeno odstraněním semenné banky a vyfoukáváním semen z obnažených ploch. Z dosavadního průběhu sukcese nelze vyvodit, zda dojde k obnově vřesoviště. Stržení drnu jako vhodný management alpínských vřesovišť je problematické a vyžaduje další výzkum.

Alpínská vřesoviště se ukázala jako nejméně odolná k sešlapu. Poškození keříčků vřesu bylo odstupňováno se zvyšující se intenzitou. Do porostu následně expandovaly traviny, především metlička křivolaká. Po ukončení sešlapu začala pomalá obnova vřesu. Na silně a středně sešlapávaných plochách nejspíš nedojde k obnově vřesoviště. U slabého sešlapu začíná opět převládat vřes obecný. Případné nové turistické cesty v tomto typu společenstva by měly velmi negativní vliv a jejich otvírání nedoporučuji.

Stříhání vřesu vedlo k jeho úplné eliminaci. Po ústupu vřesu se začala šířit především metlička křivolaká. Také expandovaly ostřice bigelowova a svízel hercynský. Po ukončení zásahu vřes pomalu regeneroval z báze kmínků. Sporadicky se objevovaly také semenáčky. Přesto v roce 2013 dominovaly traviny a nedošlo k obnově vřesoviště. Kosení nelze doporučit jako vhodný management alpínských vřesovišť.

### Subalpínská borůvková vegetace

Sukcese po stržení drnu byla oproti ostatním společenstvům nejpomalejší. V roce 2013 byla stále velká část půdy bez vegetace. Obnova borůvky probíhala jen velmi pomalu. Na plochách převládly traviny metlička křivolaká, třtina chloupkatá a smilka tuhá. Z dvouděložných bylin se nejvíce uplatnil svízel hercynský. Plochy nesměřují zpět ke společenstvu s dominantní brusnicí.

Sešlap měl na brusnici prokazatelně negativní vliv. Poškození keříčků bylo odstupňováno se zvyšující se intenzitou. Po ukončení sešlapu brusnice postupně regenerovala. Při provádění sešlapu se v plochách uplatňovaly metlička křivolaká, rdesno hadí kořen, méně pak svízel hercynský a tomka alpská. Všechny druhy po jeho ukončení opět ustupují. Otevírání nových cest přes toto společenstvo nedoporučuji.

První rok po ostříhání biomasy brusnice z ploch téměř úplně ustoupila. Poté keříčky začaly zmlazovat z bází. Po ukončení zásahů je pak patrná další regenerace druhu. Na odstraňování biomasy reagovaly pozitivně metlička křivolaká a rdesno hadí kořen. Oba druhy poté začaly opět ustupovat. Sečení by mohlo být vhodným managementem pro potlačení expanze brusnice do travinných společenstev.

### Horské papratkové smrčiny

Devět let po stržení drnu nedošlo k obnově porostů papratky horské. Na plochách převládly mechorosty, metlička křivolaká a třtina chloupkatá. Z dalších druhů se při zarůstání ploch více uplatnily svízel hercynský a brusnice borůvka.

Porosty papratky jsou k sešlapu středně odolné a jsou schopny částečné regenerace. Poškození papratky bylo odstupňováno se zvyšující se intenzitou. Pět let po ukončení sešlapu se pokryvnost papratky přesto nevrátila do původního stavu. Zdá se, že po posledním provedení sešlapu byla řada rostlin natolik poškozena, že uhynula. Otevírání nových turistických cest přes toto společenstvo nedoporučuji.

Papratka je druhem velmi odolným k odstranění biomasy a dokáže úspěšně regenerovat.

Nejodolnějšími druhy k sešlapu byly traviny v pořadí metlička křivolaká, smilka tuhá, tomka alpská a třtina chloupkatá. Z dvouděložných bylin byly odolné svízel hercynský a rdesno hadí kořen. Naopak nejméně odolné byly vřes obecný a brusnice borůvka. Prvními druhy, které kolonizovaly obnažené plochy po stržení drnu, byly metlička křivolaká, ostřice kulkonosná, svízel hercynský, smilka tuhá a tomka alpská.

## 10 Použitá literatura

- Barclay-Estrup P. & Gimingham C. H. 1994.** Seed-shedding a Scottish heath community. *Journal of Vegetation Science*. 5: 197–204.
- Blažek B. et. al. 1978:** Anketa Krkonoše 1975. *Opera Corcontica* 15: 87–107.
- Bradáčová S. 2007.** Vliv vybraných disturbancí na některá rostlinná společenstva subalpínském stupni Hrubého Jeseníku. [diplomová práce]. [Olomouc (CZ)]: Univerzita Palackého v Olomouci.
- Briske D. D. 1996.** Strategies of Plant Survival in Grazed Systems: A Functional Interpretation. *The ecology and management of grazing systems*. 37–67
- Britton A. J., 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.
- 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
- 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. 1988.** Disturbance and recovery of trampled montane grassland and forest in Montana. *Research Paper-Intermountain Research Station, USDA Forest Service*: 37 s.
- Cole D. N. 1995a.** Experimental trampling of vegetation. I. Relationship between trampling intensity and vegetation response. *Jurnal of Applied Ecology*. 32: 203–214.
- Cole D. N. 1995b.** Experimental tramping 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: Standart experimental procedures. *Biological Conservation*. 63: 209–215 s.
- Cole D. N. & Monz A. 2002.** Trampling Disturbance of High-Elevation Vegetation, Wind River Mountains, Wyoming, U.S.A. *Arctic, Antartctic, and Alpine Research*. 34: 365–376.
- Cole D. N. & Trull S. J. 1992.** Quantifyng Vegetation Response to Recreational Disturbance in the North Cascades, Washington. *Northwest Science*. 66 (4): 229–236.
- 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.
- Diemont W. H. 1994.** Effects of removal of organic matter on the productivity of heathlands. *J. Veg. Sci.* 5: 409–414 s.
- Filipová L & Krahulec F. 2006.** The transition zone between *Anthoxanthum alpinum* and *A. odoratum* in the Krkonoše Mts. *Preslia.* 78: 317–330 s.
- Gallet S. & Roze F. 2001.** Resistance of Atlantic Heathlands to trampling in Brittany (France): influence of vegetation type, season and weather conditions. *Biological conservation.* 97: 189–198.
- Gallet S. & Roze F. 2002.** Long-term effects of trampling on Atlantic Heathland in Brittan (France): resilience and tolerance in relation to season and meterological conditions. *Biological conservation:* 103: 267–275.
- 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. *Jurnal of Ekology* 48: 455–483 s.
- Gimingham CH. 1972.** Ecology of heathlands. London. Chapman and Hall.
- Gimingham CH. 1994.** Lowland heaths of West Europe: Management for conservation. *Phytocenologia* 24: 615–626s.
- Gouvenain. R. C. 1996.** Indirect impacts of soil trampling on tree growth and plant succession in the north cascade mountains of washington. *Biological Conservation* 75: 279–287 s.
- Harčarik J. 2002.** Microclimatic relationships of the arctic-alpine tundra. *Opera Corcontica.* 39: 45–68 s.
- Hejzman M, et al. 2005a.** Spread and kontrol of *Calamagrostis villosa* above the upper tree limit in the Giant Mts., Ctech Republic. *Integrating Efficient Grassland Farming and Biodiversity.* 10: 61–64 s.
- Hejzman M, et al. 2005b.** Regeneration of *Nardus stricta* subalpine grasslands in the Giant mountains (Krkonoše). *Acta Societatis Botanicorum Polonia.* 74: 253–258
- Hejzman 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

- Hejzman 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.
- Hejzman M, et al. 2010.** Control of *Molinia caerulea* by cutting management on sub-alpine grassland. *Flora*.
- Hejtmán B. 1969.** Petrografie. Praha: Nakladatelství technické literatury. 249 s.
- Herben T & Münzbergová. Z. 2002.** Zpracování geobotanických dat v příkladech. Praha: 100 s.
- Hošek J, et al. 2007.** Výsledky desetiletého měření atmosférické depozice v Krkonoších. *Opera Corcontica*. 44: 179–191.
- Hulme PD, et al. 2002.** Rehabilitation of degraded *Calluna Vulgaris* (L.) Hull-dominated heath by controlled sheep grazing. *Biological Conservation*. 107: 351–363.
- 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. [bakalářská práce]. [Olomouc (CZ)]: Univerzita Palackého v Olomouci. 53 s.
- Chmelinová B. 2013.** Krátkodobé změny subalpínské a alpínské vegetace po ukončení antropogenních zásahů v Hrubém Jeseníku [diplomová práce]. [Olomouc (CZ)]: Univerzita Palackého v Olomouci. 77 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.
- Chytrý M, et al. 2013.** Vegetace České republiky. 4, Lesní a křovinná vegetace Praha: Academia. 551 s
- Janešová K. 2010.** Změny subalpínské a alpínské vegetace pod vlivem různé mechanické disturbance na lokalitě Mumlavská louka. [diplomová práce]. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. 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: Masarykova universita v Brně. 91 s.
- Kjellsson G. 1985.** Seed fate in a population of *Carex pilulifera* L. *Oecologia*. 67: 416-423.
- Klug B, et al. 2002.** Effects of Trampling on Vegetation above the Timberline in Eastern Alps. Austria. *Arctic, Antarctic and Alpine Research*. 34: 377–388.
- Kubátová-Kořínková D. 1972.** Půdně mikrobiologický průzkum v západních Krkonoších. *Opera Corcontica*. 9: 37–55 s.
- Kubát K, et al. 2002.** Klíč ke květeně České republiky. Praha: Academia. 927 s.
- Lepš J & Šmilauer P. 2000.** Mnohorozměrná analýza ekologických dat. České Budějovice: Biologická fakulta JČU v Českých Budějovicích. 102 s.
- Liddle M. J. 1975.** A selective review of the ecological effects of human tramping on natural ecosystems. *Biological Conservation*. 7: 17–36.
- Lokvenc T. 1960.** Krkonošské hřebeny. Nakladatelství krajského domu osvěty. Hradec Králové. 165 s.
- Lokvenc T. 1978.** Toulky krkonošskou minulostí. Hradec Králové: Kruh. 267 s.
- Lokvenc T. 1995:** Analýza antropogenně podmíněných změn porostu dřevin klečového stupně v Krkonoších. *Opera Corcontica* 32: 99–114.
- Málková J. 1992.** Monitorování antropických vlivů v hřebenové oblasti východních Krkonoš - I. část (dynamika změn v lokalitě Úpská). *Opera Corcontica*. 29: 25–72.
- Málková J. 1993.** Monitorování antropických vlivů hřebenové oblasti východních Krkonoš - II. část (dynamika změn v lokalitě Výrovka). *Opera Corcontica*. 30: 133–166
- Málková J. 1994.** Monitorování antropických vlivů v hřebenové oblasti východních Krkonoš - III. část (dynamika změn v lokalitě Kaple). *Opera Corcontica*. 31: 37–57.
- Matějka K and Málková J. 2010.** Long-term dynamics of plant communities in subalpine and alpine zone of the Eastern Giant Mts. *Opera Corcontica*. 47: 123–138.
- Mitchell R. J., et al. 1998.** A comparative study of the seedbanks of heathland end successional habitats in Dorset, Southern England. *Journal of Ecology*. 86: 588–596.
- Monz Ch. A. 2002.** The response of two arctic tundra plant communities to human trampling disturbance. *Journal of Environmental Management*. 64: 207–217.
- Moravec J, et al. 1995.** Rostlinná společenstva České republiky a jejich ohrožení. Druhé vydání. Litoměřice: Okresní vlastivědné muzeum v Litoměřicích. 206 s.
- Nagy L, et al. 2003.** Monitoring Vegetation Change Caused by Trampling: a Study in the Cairngorms. Scotland. *Bot.J.Scotl.* 54: 191–207.

- Neuhäuslová 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.
- Popelka O. 2012.** Změny subalpínské a alpínské vegetace po ukončení antropogenních zásahů na lokalitě Mumlavská louka. [diplomová práce]. [Olomouc (CZ)]: Univerzita Palackého v Olomouci.
- 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.
- 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.
- Slavíková J. 1986.** Ekologie rostlin. Praha: Státní pedagogické nakladatelství Praha. 366 s.
- Soukupová L, et al. 1995.** Arctic- alpine tundra in the Krkonoše, the Sudests. Opera Corcontica. 32: 5–88.
- Surfield G. 1954.** *Deschampsia flexuosa* (L.) Trin. The Journal of Ecology. 42: 225–233 s.
- Šindelářová J. 1959.** Lesnický důležité traviny. Praha. SZN. 1959.
- Štursa J & Dvořák J. 2009.** Atlas krkonošských rostlin. Karmáček: 329 s.
- Štursová H. 1974.** Příspěvek k ekologii porostů smilky (*Nardus stricta* L.) v Krkonoších. Opera Corcontica. 11: 79–130.
- Štursová H. 1985.** Antropické vlivy na strukturu a vývoj luk v Krkonoších. Opera Corcontica. 22: 97–120.
- Šubrt J. 2007.** Vliv vybraných typů disturbance na některá rostlinná společenstva v subalpínském stupni západních Krkonoš. [Diplomová práce] Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. 69 s.
- Tasser E. & 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.



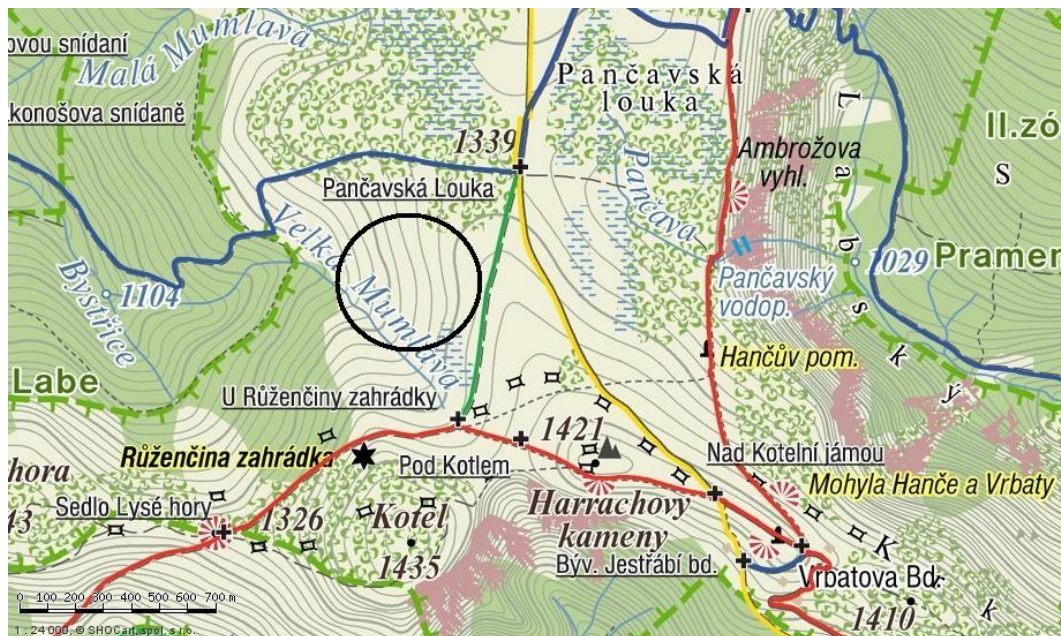
- Vacek S, et al. 2007.** Vývoj krajiny v bilaterální Biosferické rezervaci Krkonoše/Karkonosze. *Opera Corcontica*. 44: 497–507 s.
- Vítková M, et al. 1999.** Cestní síť v subalpínském a alpínském stupni západních Krkonoš-historie a současnost. *Opera Corcontica* 36: 133–152.
- Vítková M, et al. 2012.** Antropogenní změny vegetace nad horní hranicí lesa v Krkonošském národním parku s důrazem na vliv turistiky. *Opera Corcontica* 49: 5–30.
- Vítek O, & Vítková M. 2000.** Vliv cestní sítě na krajinu hřebenů Krkonoš. *Opera corcontica*. 37: 396–404.
- Webb N. R. 1998.** The traditional Management of European Heathlands. *Journal of Applied Ecology*. 35: 987–990.
- Whinam J. & Chilcott N. 1999.** Impacts of trampling on alpine environments in central Tasmania. *Journal of Environmental Management*. 57: 205–220.
- Whinam J. & Chilcott N. 2003.** Impacts after four years of experimental trampling on alpine/sub-alpine environments in western Tasmania. *Journal of Environmental Management*. 67: 339–351.
- Willard B. E. & Marr J. W. (1971).** Recovery of alpine tundra under protection after damaged by human activities in the Rocky Mountains of Colorado. *Biological Conservation* 3: 181–190

Mapové podklady

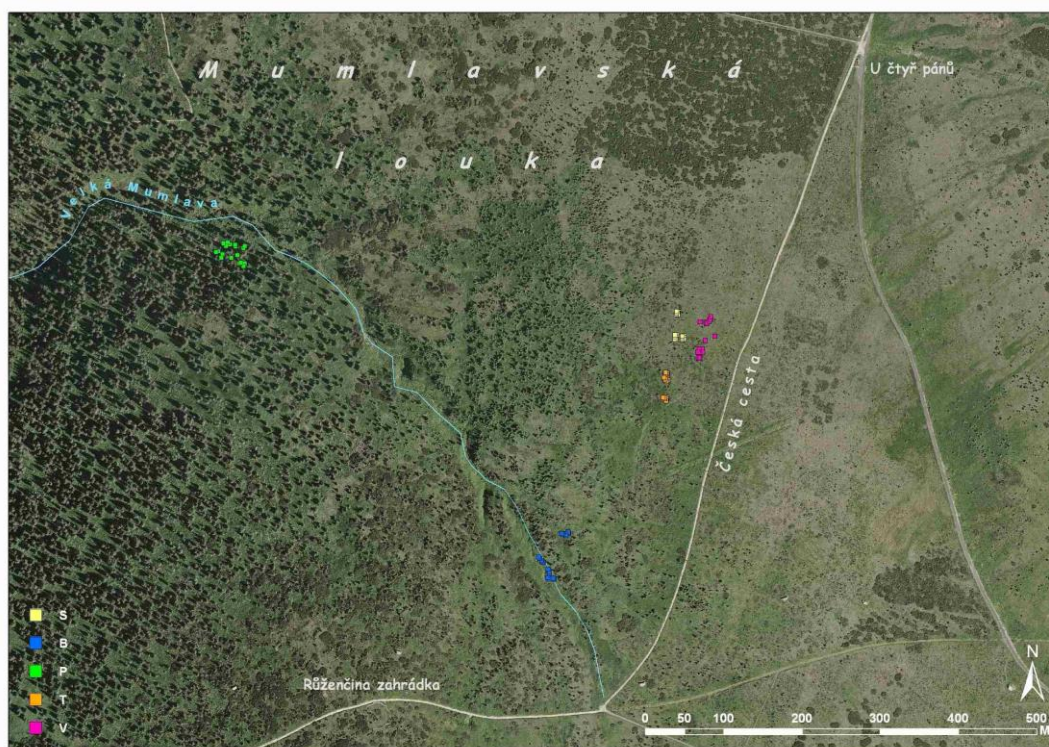
- Chaloupský J, et al. 1989b.** Geologická mapa Krkonoš a Jizerských hor [geologická mapa]. Praha: Ústřední ústav geologický.
- Atlas podnebí Česka. 2007.** Praha/ Olomouc: Český hydrometeorologický ústav v koedici Univerzita Palackého v Olomouci. 255s.

# 11 Přílohy

## 11.1 Příloha 1



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



Obrázek 2. Ortofotomapa sledované lokality se zaznačenými pokusnými plochami (Šubrt 2007).

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



**Obrázek 3. Kovový čtverec pro sledování změn vegetace**



**Obrázek 4. Pohled na Mumlavskou louku s porosty třtiny chloupkaté**



Obrázek 5. Horské papratkové smrčiny

## 11.2 Příloha 2

Tabulka 1. Soupis všech druhů cévnatých rostlin a jejich životních forem podle Kubát et al. (2002).

<i>Anthoxanthum alpinum</i> Á. Love et Love	tomka alpská	hemikryptofyt
<i>Athyrium distentifolium</i> Opiz	papratka horská	hemikryptofyt
<i>Avenella flexuosa</i> (L.) Drejer	metlička křivolaká	hemikryptofyt
<i>Bistorta major</i> S. F. Gray	rdesno hadí kořen	geofyt
<i>Calluna vulgaris</i> (L.) Hull	vřes obecný	chamaefyt
<i>Calamagrostis villosa</i> (Chaix) J. F. Gmelin	třtina chloupkatá	hemikryptofyt
<i>Carex bigelowii</i> Schweinitz	ostřice Bigelowova	hemikryptofyt
<i>Carex echinata</i> Murray	ostřice ježatá	hemikryptofyt
<i>Carex pilulifera</i> L.	otřice kulkonosná	hemikryptofyt
<i>Dryopteris dilatata</i> (Hoffm.) A. Gray.	kaprad' rozložená	hemikryptofyt
<i>Deschampsia cespitosa</i> (L.) P. B.	metlice trsnatá	hemikryptofyt
<i>Galium saxatile</i> L.	svízel hercynský	hemikryptofyt
<i>Gentiana asclepiadea</i> L.	hořec tolitovitý	hemikryptofyt
<i>Hieracium alpinum</i> agg.	jestřábník alpský	hemikryptofyt
<i>Homogyne alpina</i> (L.) Cass.	podbělice alpská	hemikryptofyt
<i>Huperzia selago</i> (L.) Schrank et C. F. P. Martius	vranec jedlový	chamaefyt
<i>Juncus filiformis</i> L.	sítina niťovitá	hemikryptofyt
<i>Luzula luzuloides</i> (Lamk.) Dandy et Wilmott	bika bělavá	hemikryptofyt
<i>Oxalis acetosella</i> L.	šřavel kyselý	hemikryptofyt
<i>Maianthemum bifolium</i> (L.) F. W. Schmidt	pstroček dvoulistý	geofyt
<i>Nardus stricta</i> L.	smilka tuhá	hemikryptofyt
<i>Picea abies</i> juv. (L.) Karsten	smrk pichlavý juv.	makrofanerofyt

<i>Rumex arifolius</i> All.	šťovík árónolistý	hemikryptofyt
<i>Senecio ovatus</i> (G., M. et Sch.) Willd.	starček Fuchsův	hemikryptofyt
<i>Sorbus aucuparia</i> juv. L.	jeřáb ptačí	makrofanerofyt
<i>Solidago virgaurea minuta</i> (L.) Acrang.	zlatobýl obecný alpský	hemikryptofyt
<i>Taraxacum</i> sec. <i>Ruderalia</i>		hemikryptofyt
<i>Trientalis europaea</i> L.	sedmikvítek evropský	geofyt
<i>Vaccinium myrtillus</i> L.	brusnice borůvka	chamaefyt
<i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.	brusnice brusinka	chamaefyt
<i>Veratrum album lobelianum</i> (Bernh.) Acrang.	kýchavice bílá Lobelova	geofyt

**Tabulka 2. Soupis druhů cévnatých rostlin v jednotlivých společenstvech**

<b>Alpínské trávníky</b>	<b>Subalpínské trávníky</b>	<b>Alpínská vřesoviště</b>
<i>Anthoxanthum alpinum</i>	<i>Anthoxanthum alpinum</i>	<i>Anthoxanthum alpinum</i>
<i>Avenella flexuosa</i>	<i>Avenella flexuosa</i>	<i>Avenella flexuosa</i>
<i>Calamagrosti villosa</i>	<i>Bistorta major</i>	<i>Calamagrosti villosa</i>
<i>Carex pilulifera</i>	<i>Calamagrosti villosa</i>	<i>Calluna vulgaris</i>
<i>Carex bigelowii</i>	<i>Calluna vulgaris</i>	<i>Carex bigelowii</i>
<i>Galium saxatile</i>	<i>Carex bigelowii</i>	<i>Carex pilulifera</i>
<i>Hieracium alpinum</i> agg.	<i>Carex nigra</i>	<i>Galium saxatile</i>
<i>Nardus stricta</i>	<i>Carex pilulifera</i>	<i>Hieracium alpinum</i> agg.
<i>Solidago virgaurea</i>	<i>Galium saxatile</i>	<i>Homogyne alpina</i>
<i>Vaccinium myrtillus</i>	<i>Gentiana asclepiadea</i>	<i>Nardus stricta</i>
<i>Veratrum lobelianum</i>	<i>Hieracium alpinum</i> agg.	<i>Solidago virgaurea</i>
	<i>Husperzia selago</i>	<i>Vaccinium myrtillus</i>
	<i>Homogyne alpina</i>	
	<i>Nardus stricta</i>	
	<i>Solidago virgaurea</i>	
	<i>Vaccinium myrtillus</i>	
	<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	
	<i>Veratrum album</i>	
<b>Borůvková vegetace</b>	<b>Paprťkové smrčiny</b>	
<i>Anthoxanthum alpinum</i>	<i>Anthoxanthum alpinum</i>	
<i>Avenella flexuosa</i>	<i>Athyrium distentifolium</i>	
<i>Bistorta major</i>	<i>Avenella flexuosa</i>	
<i>Calamagrosti villosa</i>	<i>Bistorta major</i>	
<i>Carex pilulifera</i>	<i>Calamagrosti villosa</i>	
<i>Carex bigelowii</i>	<i>Carex echinata</i>	
<i>Deschampsia cespitosa</i>	<i>Carex pilulifera</i>	
<i>Galium saxatile</i>	<i>Deschampsia cespitosa</i>	
<i>Homogyne alpina</i>	<i>Dryopteris dilatata</i>	
<i>Juncus filiformis</i>	<i>Homogyne alpina</i>	
<i>Maianthemum bifolium</i>	<i>Galium saxatile</i>	
<i>Nardus stricta</i>	<i>Gentiana asclepiadea</i>	
<i>Trientalis europaea</i>	<i>Juncus filiformis</i>	
<i>Vaccinium myrtillus</i>	<i>Luzula luzuloides</i>	
<i>Veratrum album</i>	<i>Oxalis acetosella</i>	
<i>Pinus mugo</i> juv.	<i>Picea abies</i> juv.	
	<i>Maianthemum bifolium</i>	
	<i>Rumex arifolius</i>	
	<i>Senecio ovatus</i>	

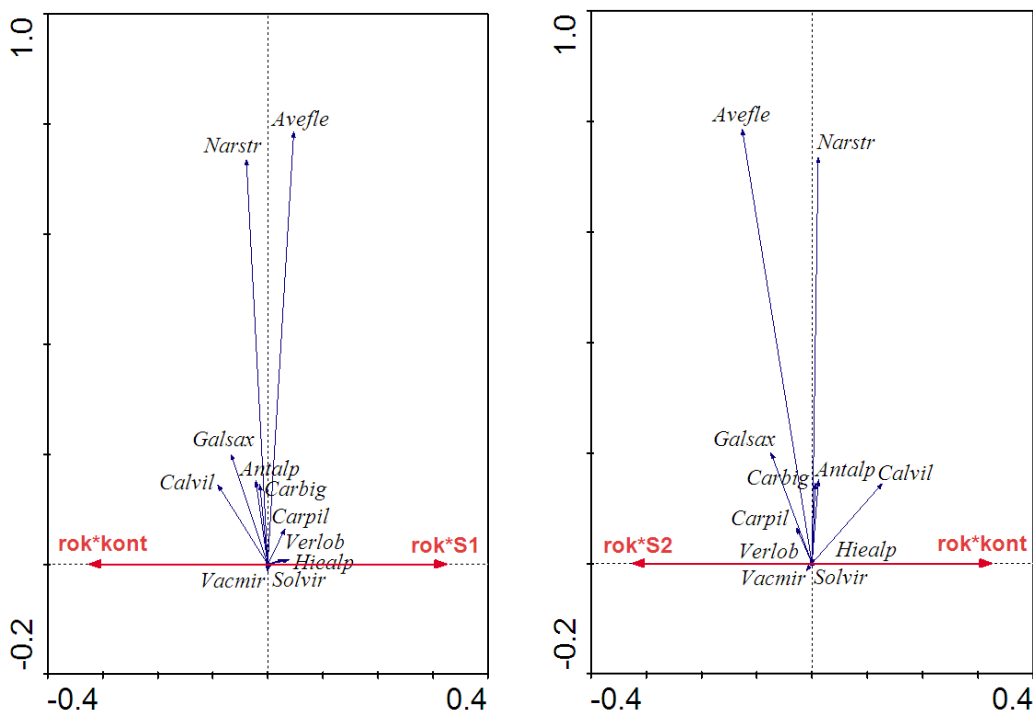
*Sorbus aucuparia* juv.  
*Taraxacum* sec. *Ruderalia*  
*Trientalis europaea*  
*Vaccinium myrtillus*  
*Veratrum album*

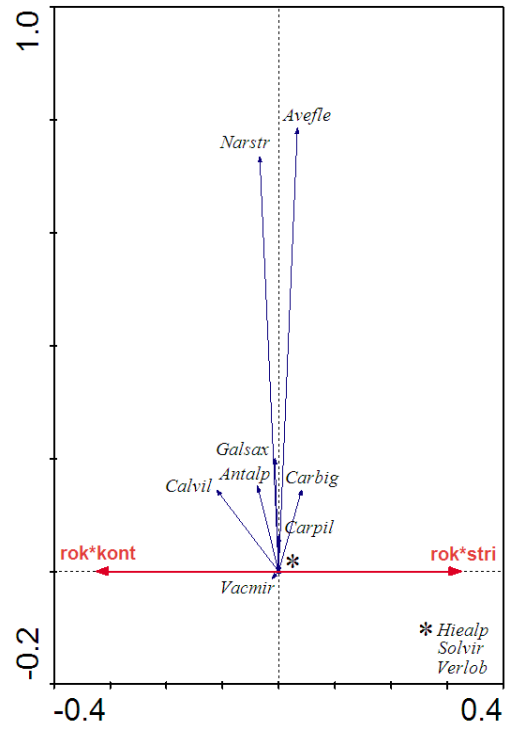
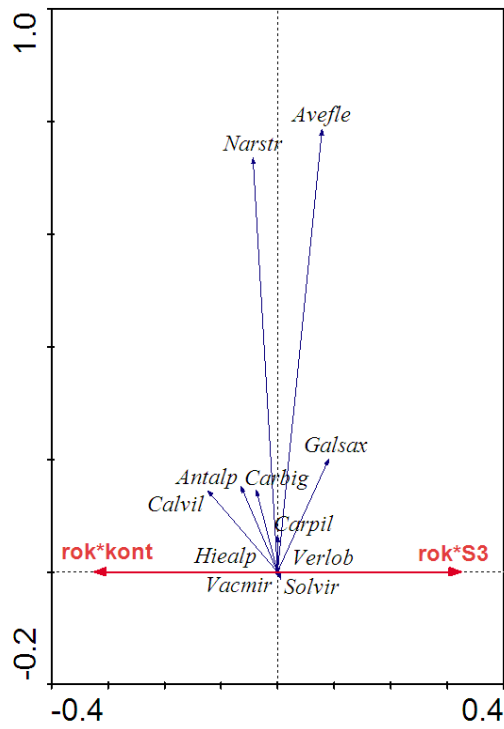
### 11.3 Příloha 3

Seznam zkratek použitých v příloze 3:

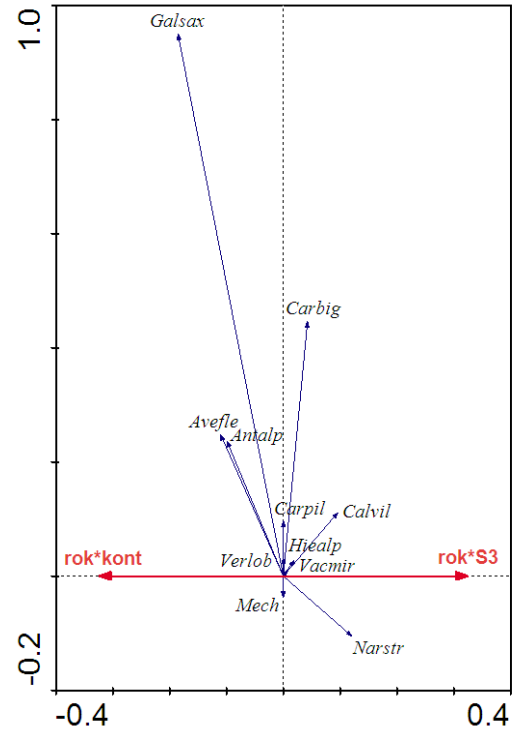
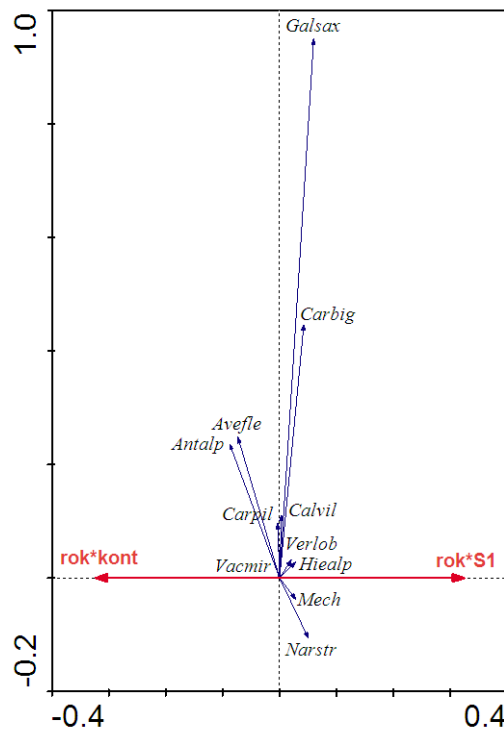
Drn: stržení drnu, S1: slabý sešla, S2 střední sešla, S3 silný sešlap, stri: stříhání biomasy, kont: kontrola, *Anthalp*: tomka alpská, *Avefle*: metlička křivolaká, *Bismaj*: bistorta major, *Calvil*: třtina chloupkatá, *Carbig*: ostřice bigelowova, *Carpil*: ostřice kulkonosná, *Calvul*: vřes obecný, *Descesp*: metlice trsnatá, *Galsax*: svízeľ hercynský, *Genasc*: hořec tolitovitý, *Homalp*: homogine alpina, *Hupsel*: vranec jedlový, *Luzluz*: bika bělavá *Mech*: mechové patro, *Hiealp*: ješťrábník alpský, *Maibif*: pstroček dvoulistý, *Narstr*: smilka tuhá, *Oxaace*: šťável kyselý, *Picab*: smrk ztepilý, *Solvir*: zlatobýľ obecný, *Rumari*: šťovík áronolistý, *Sorauc*: jeřáb ptačí, *Pinmug*: borovice kleč, *Rumari*, *Tarrud*: *Taraxacum* sect. *Ruderalia*, *Trieur*: sedmikvítek evropský *Vacmir*: brusnice borůvka, *Verlob*: kýchavice bílá

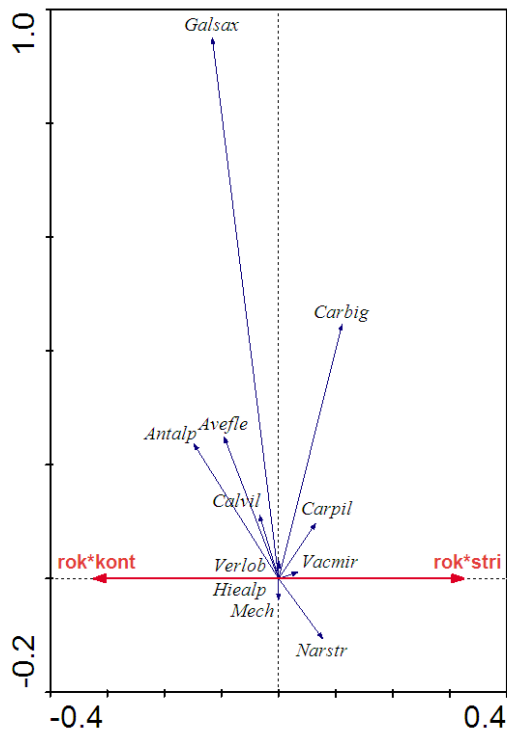
Ordinační diagramy RDA pro alpské trávníky, jednotlivé zásahy (2005–2009).



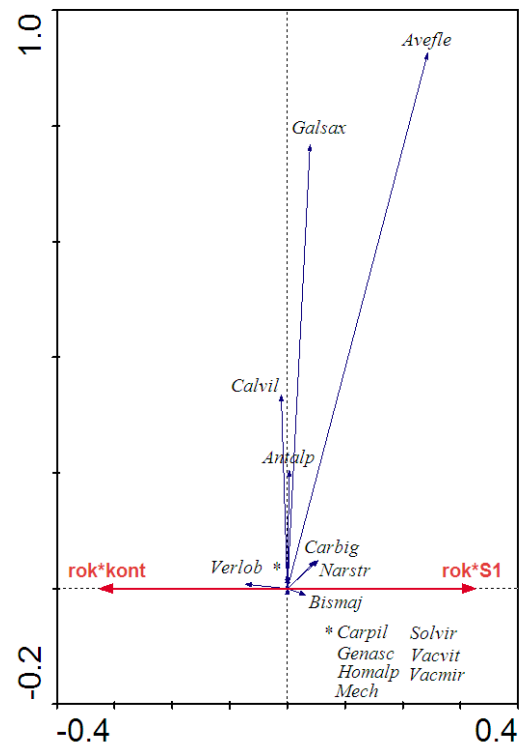
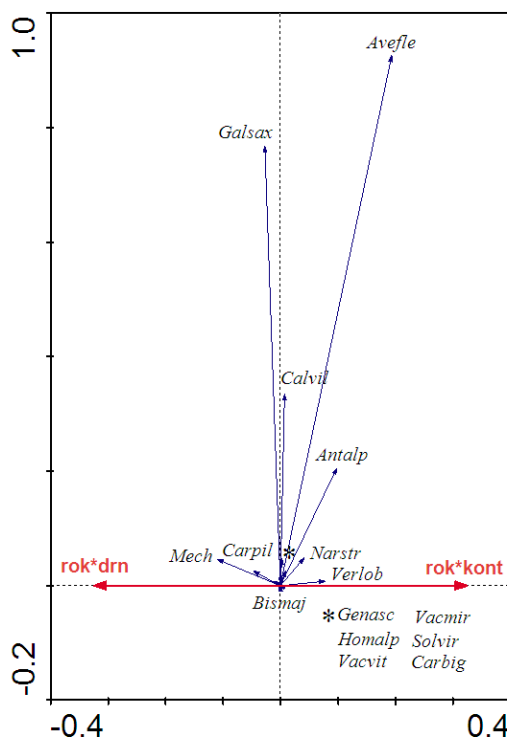


Ordinační diagramy RDA pro alpské trávníky, jednotlivé zásahy (2009–2013).

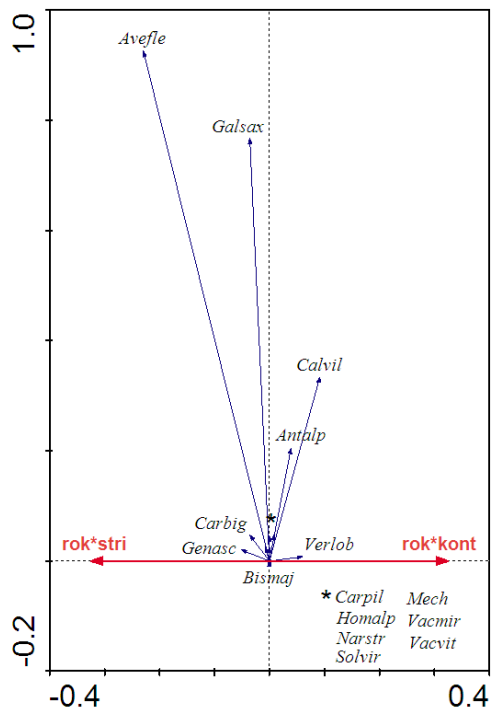
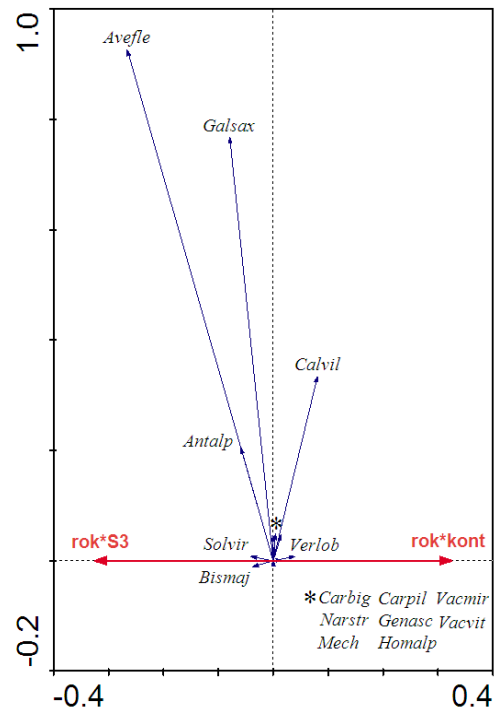
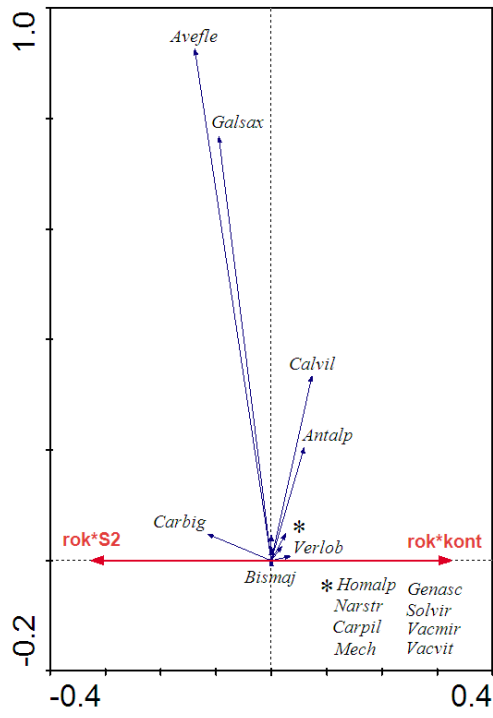




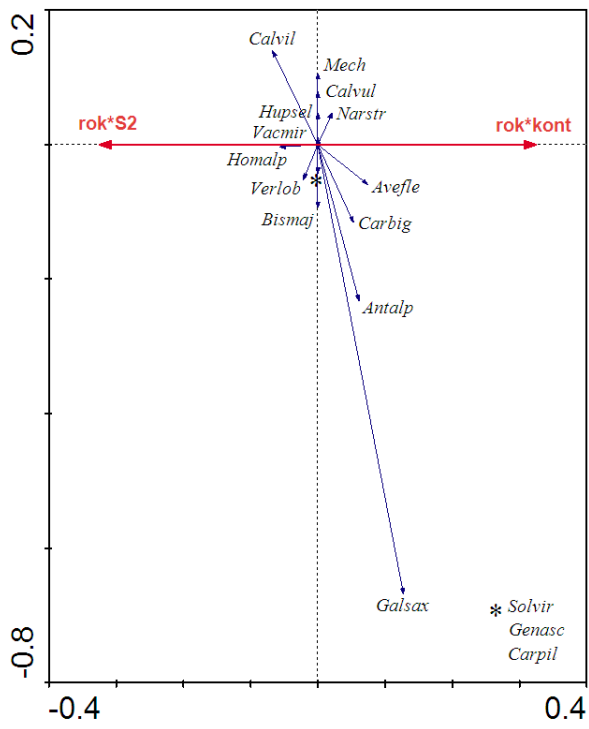
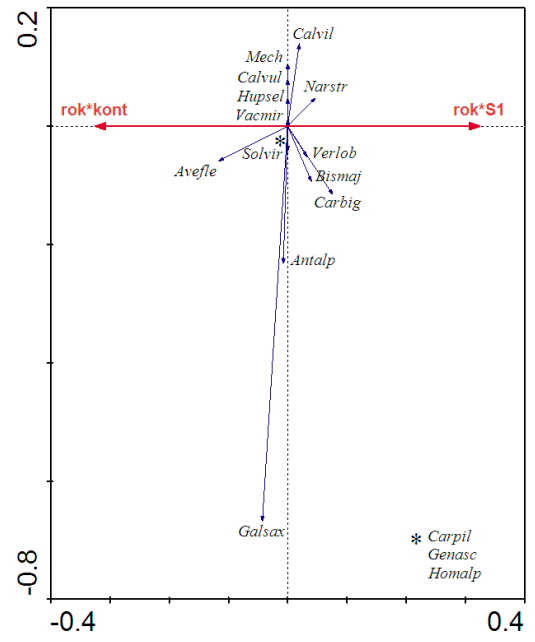
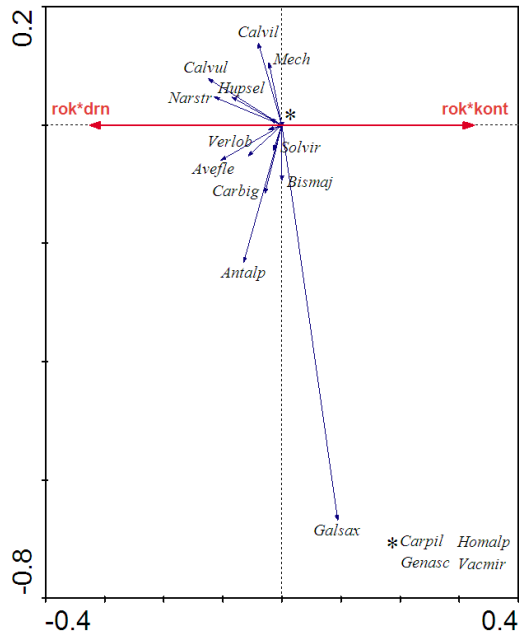
Ordinační diagramy RDA pro subalpínské trávníky, jednotlivé zásahy (2005–2009).

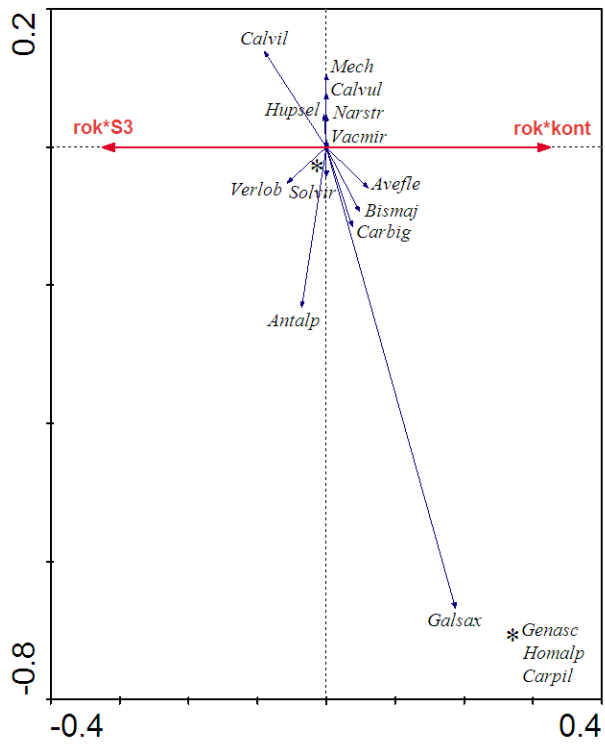




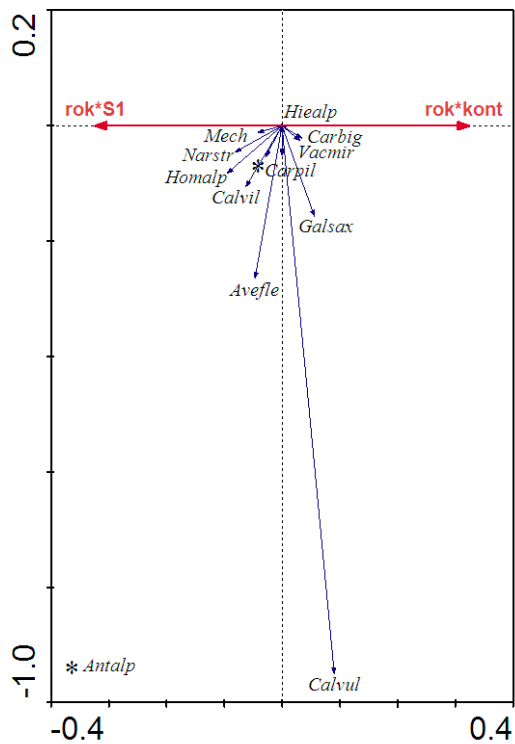


Ordinační diagramy RDA pro subalpínské trávníky, jednotlivé zásahy (2009–2013).

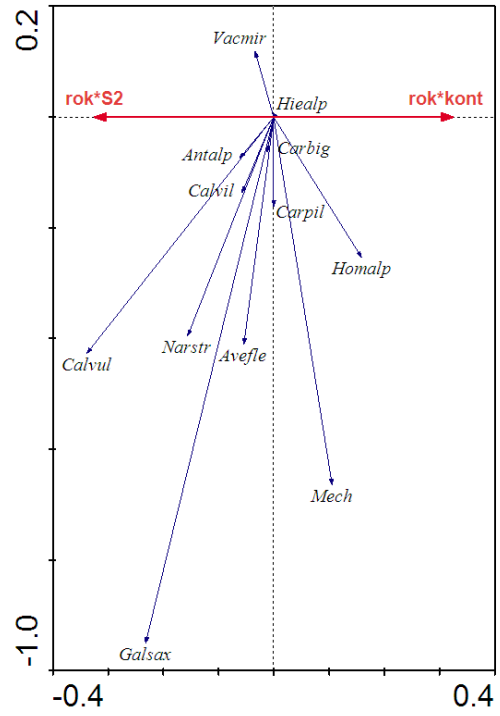
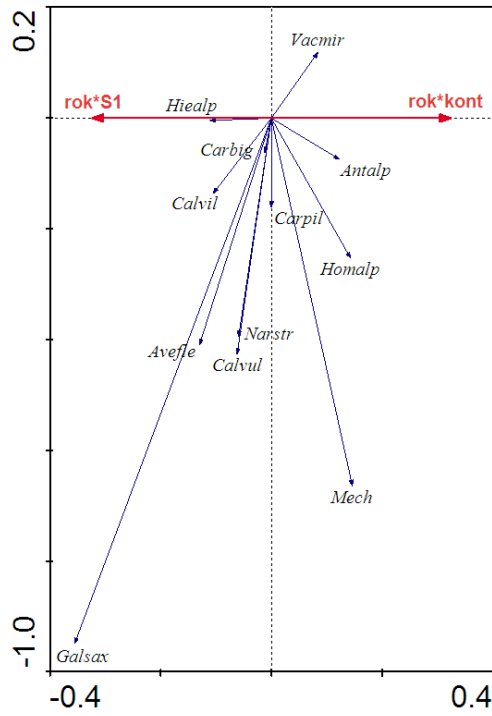




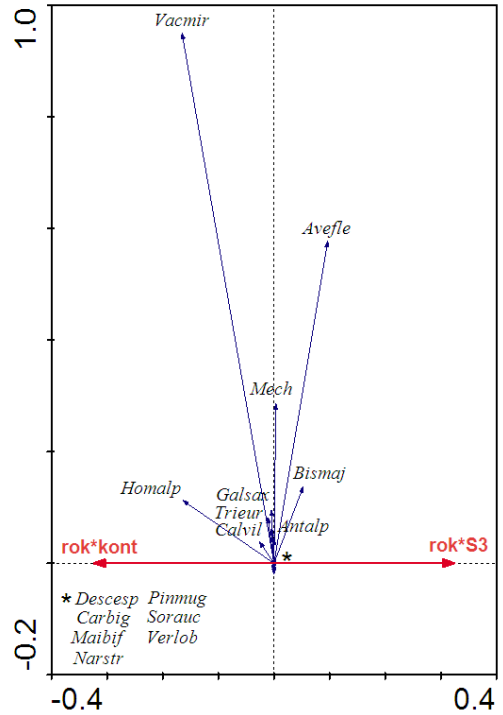
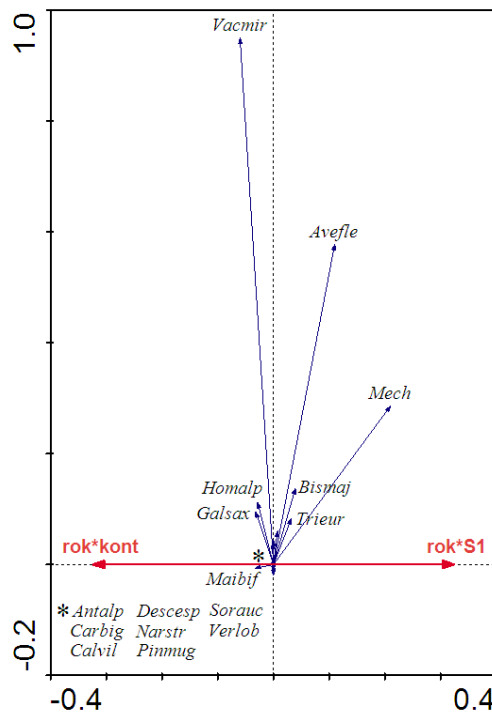
Ordinační diagramy RDA pro alpinská vřesoviště, jednotlivé zásahy (2005–2009).

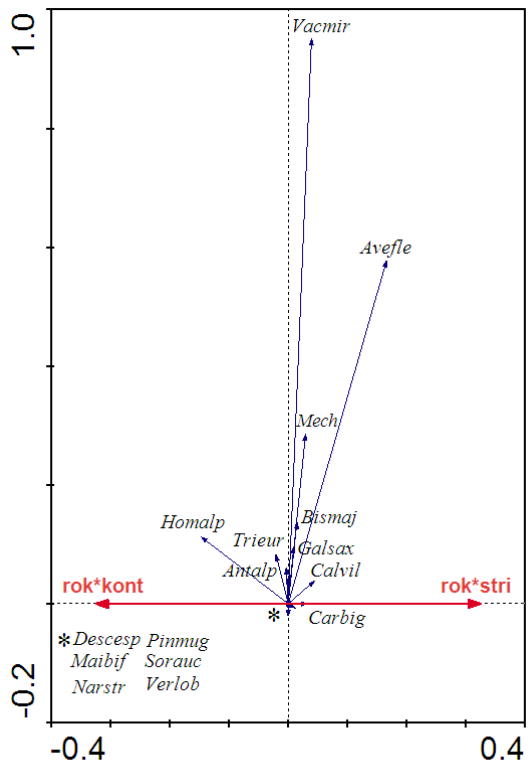


Ordinační diagramy RDA pro alpská vřesoviště, jednotlivé zásahy (2009–2013)

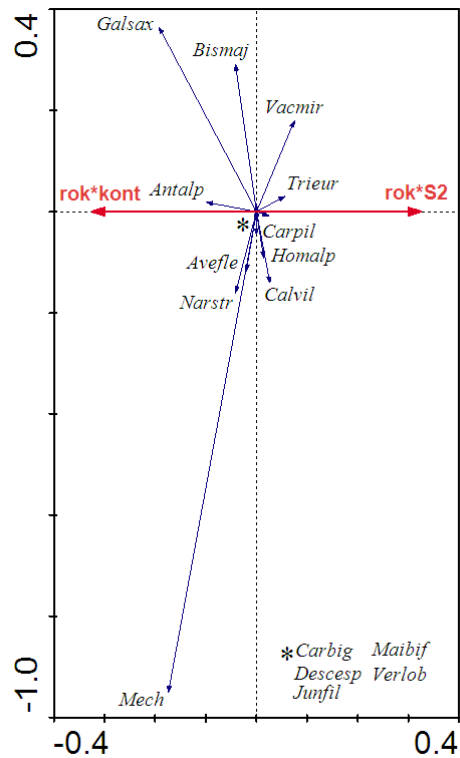
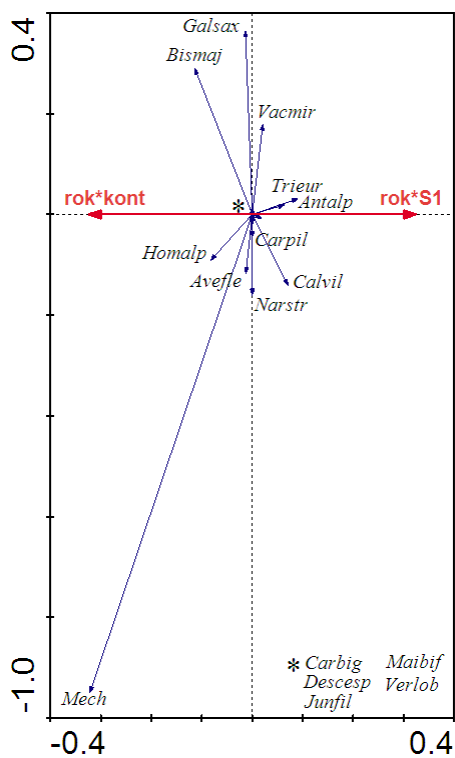


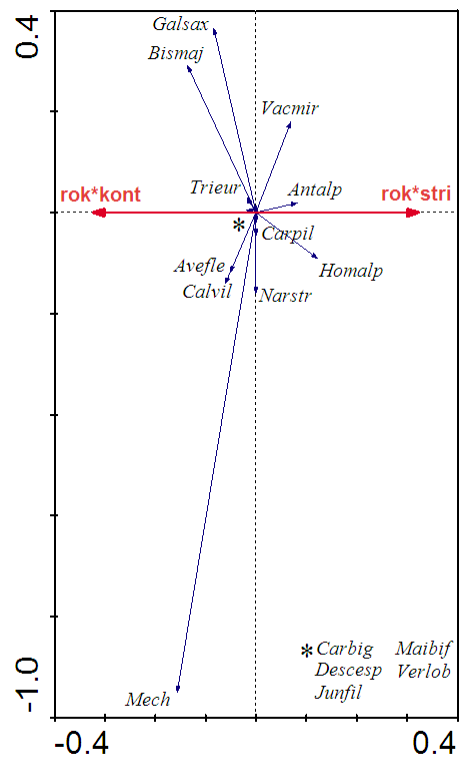
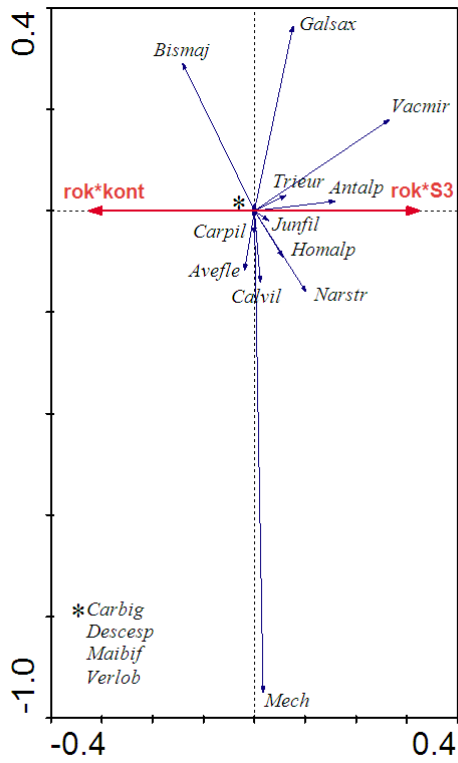
Ordinační diagramy RDA pro brusnicovou vegetaci, jednotlivé zásahy (2005–2009)



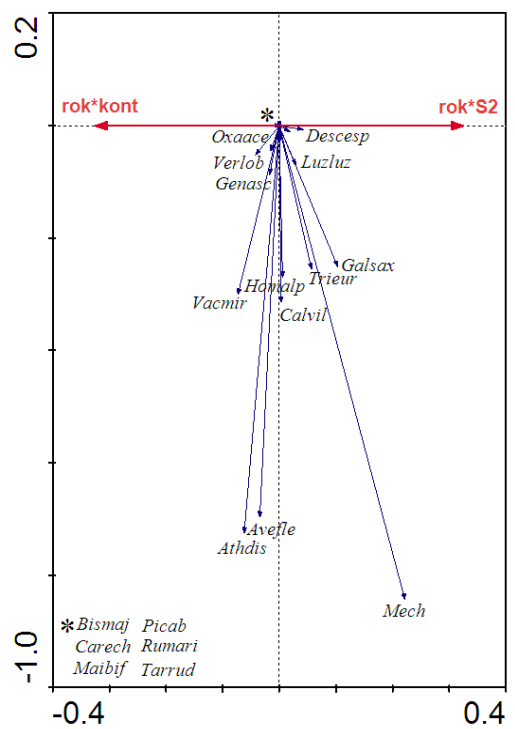
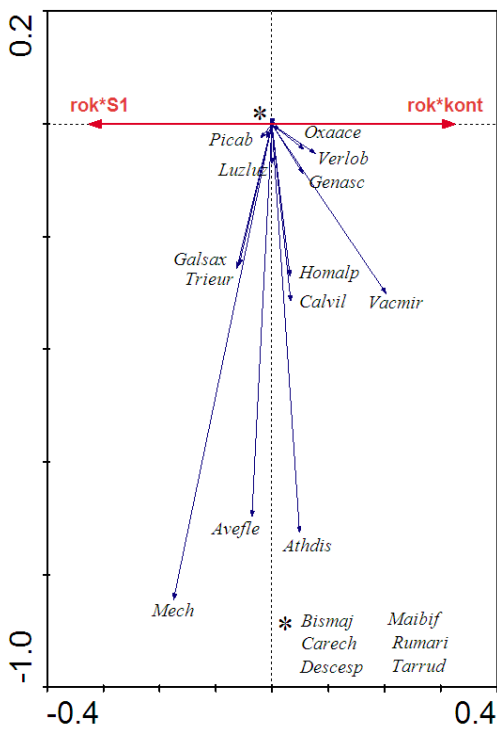


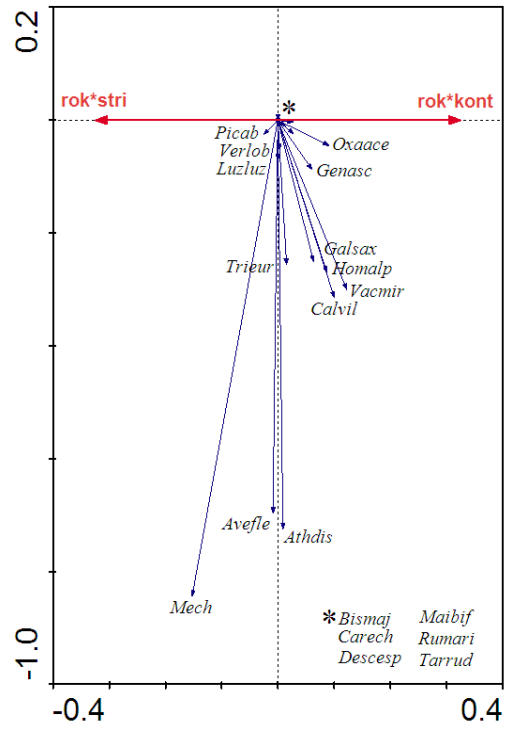
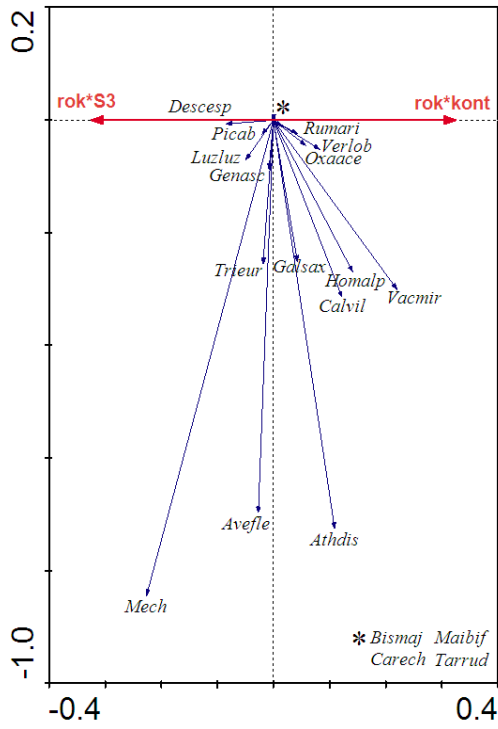
**Ordinační diagramy RDA pro brusnicovou vegetaci, jednotlivé zásahy (2009–2013)**





**Ordinační diagramy RDA pro papratkové smrčiny, jednotlivé zásahy (2005–2009)**





Ordinační diagramy RDA pro papratkové smrčiny, jednotlivé zásahy (2009–2013)

