

Univerzita Palackého v Olomouci
Přírodovědecká fakulta
Katedra ekologie a životního prostředí



Změny subalpínské a alpínské vegetace pod vlivem
různé mechanické disturbance na lokalitě
Mumlavská louka

Bc. Kateřina Jenešová

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

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

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

Olomouc 2010

Jenešová K. Změny alpínské vegetace pod vlivem různé disturbance na lokalitě Mumlavská louka. Diplomová práce, Katedra ekologie a ŽP PŘF UP v Olomouci, 88 s. 3 CD přílohy, česky.

Abstrakt:

Diplomová práce se zabývá sledováním vlivu vybraných typů mechanických disturbance na subalpínskou a alpínskou vegetaci na území Krkonošského národního parku v letech 2005 – 2009. Na lokalitě Mumlavská louka v Krkonoších byl založen manipulativní pokus v pěti společenstvech subalpínského a alpínského stupně: **alpínské trávníky** asociace *Carici bigelowii- Nardetum strictae*, **subalpínské trávníky** asociace *Crepido conyzifoliae- Calamagrostietum villose*, **alpínská vřesoviště** asociace *Avenello flexuosae - Callunetum vulgaris*, **subalpínská borůvková vegetace** asociace *Festuco supinae - Vaccinietum myrtilli* a **paprátkové smrčiny** asociace *Athyrio alpestris - Piceetum*. V těchto rostlinných společenstvech byl opakovaně po čtyři sezóny prováděn sešlap o třech různých intenzitách a odstranění biomasy (simulace sečení). Poslední typ disturbance - stržení drnu, byl proveden jednorázově v roce 2005. Byla sledována změna pokryvnosti a druhového složení vegetace v jednotlivých společenstvech. Na základě zjištěných výsledků bylo provedeno zhodnocení rezistence, rezilience a tolerance jednotlivých společenstev a jejich dominantních druhů vůči provedeným zásahům. Sešlapem je nejvíce zranitelná keříčková vegetace; alpínská vřesoviště s dominantní *Calluna vulgaris* i subalpínská borůvková vegetace s dominantní *Vaccinium myrtilus*, obě společenstva jsou k sešlapu málo rezistentní i rezilientní. Naopak nejvíce rezistentní jsou druhy hustých, trsnatých travin *Nardus stricta* a *Carex bigelowii* ve společenstev alpínských trávníků, tj. společenstva s převahou nízkých hemikryptofytů a geofytů. Paprátkové horské smrčiny a subalpínské trávníky jsou málo rezistentní ale značně rezilientní. U všech společenstev se tolerance k sešlapu každoročně snižuje a dochází ke stále většímu odlišení od kontrolních ploch. K odstranění biomasy vykazuje prakticky nulovou rezilienci společenstvo alpínských vřesovišť, tento zásah způsobil jeho degradaci. Naopak sečení nijak významně neovlivnilo vegetaci paprátkových horských smrčín, ty jsou k zásahu vysoce rezilientní. Na stržení drnu reagují všechna zkoumaná společenstva negativně.

Klíčová slova: Krkonoše, Mumlavská louka, společenstva subalpínského pásma, mechanická disturbance, resistance, resilience, zranitelnost.

Jenešová, K. Changes of alpine vegetation under influence of mechanical disturbance in the locality Mumlavská louka. Master Thesis, Department of Ecology and Environmental Sciences, Faculty of Science, Palacky University of Olomouc, 88 pp., 3 CD Appendices, in Czech.

Abstract

In my thesis I have described the influence of selected species of disturbances on the subalpine vegetation in the area of Krkonošský národní park (National Park Krkonoše) between 2005 -2009. In the area of Mumlavská louka in Gaint Mountains (Krkonoše) a manipulative experiment was conducted within the five plant communities of the subalpine and alpine vegetation: association *Carici bigelowii- Nardetum strictae*, association *Crepido conyzifoliae- Calamagrostietum villose*, association *Avenello flexuosae- Callunetum vulgaris*, association *Festuco supinae- Vaccinietum myrtilli* and association *Athyrio alpestris Piceetum*. The trampling was conducted repeatedly over the four seasons in these plant communities; three different species of intensity were applied and the biomass was dispatched (simulation of mowing). The last kind of disturbance, when the grass is being pulled down, was only used once in 2005. I have described the changes in cover and species composition within each of the plant communities. Based on the results the resistance, resilience and toleration of each of the plant communities and of their dominant species against the applied intervention was evaluated. Thanks to the trampling shrubland is the most vulnerable; alpine heathlands with the dominant *Calluna vulgaris* and the subalpine heathlands dominated by *Vaccinium myrtilus* are both little resistant and resilient to the trampling. On the contrary, the most resistant are the graminoid species *Nardus stricta* and *Carex bigelowii* within the *Nardus* grasslands; that is the plant community with low number of hemicryptophytes. Montane *Athyrium* spruce forest and geophytes grasslands dominated by *Calamagrostis villosa* are little resistant, but resilient to a certain extent. The toleration towards trampling decreases each year in all the plant communities; the differentiation from the controlled area increases invariably. Alpine heathlands shows a zero resilience when the biomass is dispatched; such an interference is a cause of its degradation. On the contrary, there was no influence of mowing on the Montane *Athyrium* spruce forest; these are highly resilient. When the turf is pulled down, all the explored plant communities react in a negative way.

Key words: Krkonoše, Mumlavská louka, alpine and subalpine vegetation, mechanical disturbance, resistance, resilience, vulnerability.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracovala samostatně pod vedením RNDr. Marka Banaš Phd. a jen s použitím citovaných literárních pramenů.

V Olomouci 2010

.....

podpis

Obsah

Seznam tabulek	viii
Seznam obrázků a grafů	ix
Poděkování	xi
1. Úvod	1
2. Cíle práce	4
3. Materiál a metody	5
3.1. Topografické vymezení pokusných ploch	5
3.2. Abiotické podmínky zájmového území	5
3.3. Přehled studovaných společenstev	7
3.3.1. Asociace <i>Carici bigelowii-Nardetum strictae</i> (Zlatník 1928) Jeník 1961 Alpínské smilkové trávníky	7
3.3.2. Asociace <i>Crepido conyzifoliae-Calamagrostietum villosae</i> (Zlatník 1925) Jeník 1961 Subalpínské trávníky se třtinou chloupkatou	8
3.3.3. Asociace <i>Avenello flexuosae-Callunetum vulgaris</i> Zlatník 1925 Alpínská vřesoviště	9
3.3.4. Asociace <i>Festuco supinae-Vaccinietum myrtilli</i> Šmarda 1950 Subalpínská borůvková vegetace	10
3.3.5. Asociace <i>Athyrio alpestris-Piceetum</i> Hartmann 1959 Horské papratkové smrčiny	11
3.4. Založení pokusu, označení ploch	12
3.5. Sledování změn vegetace	15
3.6. Mechanické disturbance	16
3.7. Analýzy dat	17
3.7.1. Příprava a ukládání dat	17
3.7.2. Analýza změny pokryvnosti druhů	18
3.7.3. Zhodnocení hmotnosti biomasy	18
4. Výsledky	20
4.1. Smilkové trávníky	20
4.2. Třtinové trávníky	27
4.3. Alpínská vřesoviště	31
4.4. Subalpínská borůvková vegetace	38
4.5. Papratkové smrčiny	45
4.6. Hmotnost sušené biomasy	50

5. Diskuze	53
5.1. Smilkové trávničky	53
5.2. Třtinové trávničky	56
5.3. Alpínská vřesoviště	58
5.4. Subalpínská borůvková vegetace	60
5.5. Papratkové smrčiny	62
5.6. Reakce druhů na jednotlivé disturbance.....	64
6. Závěr	66
7. Literatura	69
8. Přílohy	76
8.1. Příloha 1	76
8.2. Příloha 2	79
8.3. Příloha 3.	84

Seznam tabulek

Tabulka 1 Kódování bloků	14
Tabulka 2 Výsledek RDA analýzy ve společenstvu smilkových trávníků (červenec) ..	21
Tabulka 3 Výsledky RDA analýzy pro porovnání jednotlivých zásahů s kontrolou ve společenstvu smilkových trávníků (červenec)	22
Tabulka 4 Výsledky RDA analýzy ve společenstvu smilkových trávníků (srpen)	26
Tabulka 5 Výsledky RDA analýzy ve společenstvu třtinových trávníků (červenec)	27
Tabulka 6 Výsledky RDA analýz pro porovnání jednotlivých zásahů s kontrolou ve společenstvu třtinových trávníků (červenec)	28
Tabulka 7 Výsledek RDA analýzy ve společenstvu třtinových trávníků (srpen).....	30
Tabulka 8 Výsledek RDA analýzy ve společenstvu alpínských vřesovišť (červenec) ..	32
Tabulka 9 Výsledky RDA analýz pro porovnání jednotlivých zásahů s kontrolou ve společenstvu alpínských vřesovišť (červenec).....	34
Tabulka 10 Výsledek RDA analýzy ve společenstvu alpínských vřesovišť (srpen)	37
Tabulka 11 Výsledek RDA analýzy ve společenstvu subalpínské borůvkové vegetace (červenec).....	39
Tabulka 12 Výsledky RDA analýzy pro porovnání jednotlivých zásahů s kontrolou ve společenstvu subalpínské borůvkové vegetace (červenec)	42
Tabulka 13 Výsledek RDA analýzy ve společenstvu subalpínské borůvkové vegetace (srpen)	43
Tabulka 14 Výsledek RDA analýzy ve společenstvu papratkových smrčín (červenec)	45
Tabulka 15 Výsledky RDA analýz pro porovnání jednotlivých zásahů s kontrolou ve společenstvu papratkových smrčín (červenec).....	47
Tabulka 16 Výsledek RDA analýzy ve společenstvu papratkových smrčín (srpen).....	49
Tabulka 17 Váha netříděné sušené biomasy v g/m ² v modelových společenstvech v letech 2005 - 2008.....	51

Seznam obrázků a grafů

Obrázek 1 Schéma prováděných zásahů.....	13
Obrázek 2 Kódování ploch a podploch.....	14
Graf 1 Ordinační diagram přímé gradientové analýzy RDA pro smilkové trávníky (červenec).....	21
Graf 2 Ordinační diagram přímé gradientové analýzy RDA pro porovnání stržení drnu a kontroly ve společenstvu smilkových trávníků (červenec).....	24
Graf 3 Ordinační diagram přímé gradientové analýzy RDA pro porovnání středně silného sešlapu a kontroly ve společenstvu smilkových trávníků (červenec).....	25
Graf 4 Ordinační diagram přímé gradientové analýzy RDA pro společenstvo smilkových trávníků (srpen)	26
Graf 5 Ordinační diagram přímé gradientové analýzy RDA pro společenstvo třtinových trávníků (červenec).....	28
Graf 6 Ordinační diagram přímé gradientové analýzy RDA pro společenstvo třtinových trávníků (srpen)	31
Graf 7 Ordinační diagram přímé gradientové analýzy RDA pro společenstvo alpínských vřesovišť (červenec)	33
Graf 8 Ordinační diagram přímé gradientové analýzy RDA pro porovnání kontroly a středně silného sešlapu ve společenstvu alpínských vřesovišť (červenec)	36
Graf 9 Ordinační diagram přímé gradientové analýzy RDA pro společenstvo alpínských vřesovišť (srpen)	38
Graf 10 Ordinační diagram přímé gradientové analýzy RDA pro společenstvo subalpínské borůvkové vegetace (červenec).....	40
Graf 11 Ordinační diagram přímé gradientové analýzy RDA pro porovnání kontroly a stržení drnu ve společenstvu subalpínské borůvkové vegetace (červenec)	41
Graf 12 Ordinační diagram přímé gradientové analýzy RDA pro společenstvo subalpínské borůvkové vegetace (srpen)	44
Graf 13 Ordinační diagram přímé gradientové analýzy RDA pro společenstvo papratkových smrčín (červenec)	46
Graf 14 Ordinační diagramy pro přímou gradientovou analýzu RDA pro porovnání zásahů s kontrolou ve společenstvu papratkových smrčín (červenec).....	47

Graf 15 Ordinační diagram přímé gradientové analýzy pro společenstvo papratkových smrčín (srpen).....	50
Graf 16 Váha sušené netříděné biomasy v g/m^2 v modelových společenstvech v letech 2005 a 2008.....	51
Graf 17 Váha sušené netříděné biomasy v g/m^2 v modelových společenstvech v letech 2006 – 2008.....	52

Poděkování

Za pomoc při zpracování a metodické vedení této práce děkuji RNDr. Marku Banašovi, Ph.D. Za rady při statistickém zpracování dat děkuji. RNDr. Martinu Duchoslavovi, Ph.D. Za cenné rady v terénu děkuji Mgr. Jakobovi Šubrtovi. Mé dík patří i všem, kdo mi pomáhali při práci v terénu. Děkuji tedy Mgr. Ireně Jenešové, Bc. Vendule Křivánkové, Bc. Zdeňkovi Bačovi, Milanu Messnerovi a Bc. Adéle Češkové.

Děkuji své rodině za její podporu, trpělivost a pochopení.

Tato práce vznikla za finanční podpory grantu VaV/620/15/03

1. Úvod

Centrální poloha Krkonošského národního parku v rámci Evropy a jeho přírodovědná i krajinářská atraktivita je velice příznivá pro rozvoj turismu a cestovního ruchu. Snad proto se Krkonoše staly již koncem 17. století kolébkou evropské horské turistiky (Fousek et al. 2007). Rozvoj turismu a cestovního ruchu pokračoval s útlumy v období válek až do současnosti. S osmi miliony návštěvníků za rok se Krkonoše zařadily k nejnavštěvovanějším pohořím střední Evropy (ib.) Značný rozvoj cestovního ruchu v Krkonoších s sebou nese některé negativní vlivy. Jedná se především o zásahy do nejcennějších částí polsko-české bilaterální biosférické rezervace UNESCO Krkonoše/Karkonosze, do komplexů subalpínských a alpínských ekosystémů, významných zejména z hlediska ochrany biodiverzity (Neuhäuslová 2001).

Významným dílčím faktorem turismu působícím přímo na vegetaci je sešlap turisty. Je udáván jako hlavní činitel ohrožení rostlinných společenstev v subalpínském a alpínském stupni (Chytrý et. al 2001, 2007). Dopad rekreačních aktivit, zvláště sešlapu, na ekologii přírodních a polopřírodních stanovišť získává rostoucí pozornost od 60. let 19. století (Liddle 1991). Cole (1995 a) upozorňuje na nesnadnou situaci správ národních parků a ostatních chráněných území, které mají za úkol chránit přírodní charakter stanovišť a zároveň jsou neustále žádány o povolení rekreačního využití. Pro nalezení optimálního stav mezi využitím krajiny a její ochranou, je třeba získat více informací o vlivu sešlapu na různá rostlinná společenstva.

Sešlap jako narušující faktor má na rostliny přímý a nepřímý dopad. Přímý dopad se projevuje jako mechanická disturbance rostlinných pletiv (Stančić et al. 2008). Nepřímý efekt sešlapu se projevuje narušením struktury půdy (Nagy et al. 2003). Celková změna půdních charakteristik je dána intenzitou a frekvencí sešlapu, typem využití, ročním obdobím a stavem stanoviště. Sešlap může ovlivnit půdní prostředí tím, že je poškozen půdní kryt, půda je tak vystavována působení větrné nebo vodní eroze, což může vést až k půdní degradaci (Ros et al. 2004). Nepřímé působení sešlapu je zřetelné ještě delší dobu než přímý efekt sešlapu (Gallet and Roze 2000). Existuje velké množství prací, které se věnují sešlapu například (Cole 1995 a, Cole 1995 b, Whinam and Chilcott 1999, Gallet and Roze 2000, Monz 2001), většinou se však jedná o vliv krátkodobého sešlapu. Z potřeby porovnávat reakce různých rostlinných společenstev

při vyhodnocování vlivu krátkodobého sešlapu vyplynul návrh jednotné metodiky sledování (Cole and Bayfield 1993). Tato metodika je založena na sledování změny pokryvnosti celého společenstva. Gallet a Roze (2001) ve své studii však upozorňují na fakt, že odpověď celého společenstva nemusí reflektovat změnu struktury společenstva, která je mnohdy důležitější. Doporučují proto zaměřit se nejen na celkovou pokryvnost vegetace ale i na změnu ve struktuře společenstva. Tak je tomu i v předkládané práci. Problému opakované dlouhodobé disturbance se věnuje poměrně málo studií, které jsou vesměs založeny na sledování změn struktury vegetace na turistických stezkách (Málková, 1992, 1993, 1994), nebo se věnují návratu vegetace na turistické cesty, které byly po dlouhodobém užívání opuštěny (Willard et. al. 2007). Konceptní model dlouhodobého sešlapu uvádí ve své studii Nagy et al. (2003). Cohle a Monz (2002) se ve své studii z Wind River Mountains zabývají opakovaným sešlapem prováděným po tři sezóny. V Krkonoších se problémem sešlapu zabývala Málková (1992, 1993, 1994), která zkoumala změnu vegetace podél cest ve východních Krkonoších. Nikdy zde však nebyl založen manipulativní pokus. Experimentální sešlap je nejefektivnější přístup pro sledování odpovědi vegetace při krátkodobém sešlapu (Cohle and Bayfield 1993) i při sledování ovlivnění půdních podmínek (Ros 2004). Snahou této práce je pomocí řízeného manipulativního pokusu přispět k lepšímu pochopení působení různě intenzivního sešlapu a dalších mechanických forem disturbance na vegetaci subalpínské a alpínské zóny Krkonoš.

Přímý vliv turismu však není jediný narušující faktor spojený s rekreačními aktivitami, který ovlivňuje Krkonošskou přírodu. Mezi další vlivy patří narušování půdního krytu například při rozšiřování cest nebo při přestavbách a provozu rekreačních zařízení. Problematice hrubé disturbance (odstranění vegetačního krytu, či převrácení drnu) se částečně věnovala ve svých výzkumech Štursová (1974) nebo Hejzman et al. (2005).

Turismus ovlivňuje horské ekosystémy již přibližně 200 let. Krkonošská krajina však byla člověkem přetvářena již od 11. století. Od 16. století dochází k rozvoji budního hospodářství, které dalo Krkonošům jejich charakteristický krajinný ráz. Na přelomu 19. a 20. století se rozšířila pastva i nad horní hranici lesa- na subalpínských loukách byly zakládány pastviny (Fousek et al. 2007). Dále se porosty na hřebenech využívaly jako zdroj sena pro dobytek horalů (Lokvenc 1978). Proto je v rámci této práce sledován i vliv odstraňování biomasy. V současné době, kdy došlo k prudkému

snížení stavů dobytka, se hlavním účelem sečení luk stává udržování druhové skladby a struktury porostu, z důvodu jejich významné krajinné funkce a také využití pro rekreaci (Lexa and Krahulec 2004). Vlivem sečení na strukturu a složení vegetace se zabývají mnohé studie (Rychnovská et al. 1985, Krahulec et al. 1996, Huhta et al. 2001, Ryser et al. 1995, Güsewell et al. 1998). Některé ze studií porovnávají mezi sebou vliv sečení a pastvy (Losvik 1988).

Tato práce navazuje na diplomovou práci Jakuba Šubrta (2007), jejímž obsahem bylo zhodnocení změn v druhovém složení a změn pokryvnosti druhů pod vlivem mechanických disturbancí po dvou letech opakovaní zásahů. V předkládané práci je sledován další vývoj společenstev pod nepřerušným vlivem disturbancí.

2. Cíle práce

Cílem této práce je popsat vliv opakovaných mechanických disturbancí na vybraná rostlinná společenstva v subalpínském a alpínském stupni západních Krkonoš. Práce je zaměřena na sledování reakce rostlinných společenstev na tři různé intenzity sešlapu, stržení drnu a simulaci kosení. Reakce vegetace byla sledována v pěti modelových fytoocenózách: v **alpínských trávnících** asociace *carici bigelowii*-*Nardetum strictae*, v **subalpínských trávnících** asociace *Crepido conyzifoliae* - *Calamagrostietum villose*, v **alpínských vřesovištích** asociace *Avenello flexuosae* - *Callunetum vulgaris* v **subalpínské borůvkové vegetaci** asociace *Festuco supinae* - *Vaccinietum myrtilli* a v **paprátkových smrčínách** asociace *Athyrio alpestris* - *Piceetum*. Cílem je srovnat vliv různých disturbancí na vegetaci s přirozeným stavem daného společenstva. Dalším cílem je zjistit, jak jsou jednotlivé zásahy konkrétními fytoocenózami, resp. jejich edifikátory snášeny, jak se liší průběh sukcese na plochách a naznačit prognózy dalšího vývoje společenstev pod neustávajícím vlivem disturbance. Sledování změn a tvorba prognóz budoucího vývoje následně vytvoří podklady pro další rozhodování o managementu dotyčných společenstev.

3. Materiál a metody

3.1. Topografické vymezení pokusných ploch

Studované plochy jsou situovány v prostoru Mumlavské louky, v západních Krkonoších, na území I. zóny Krkonošského národního parku, na náhorní plošině v nadmořské výšce 1 250 – 1 360 m n. m. Mumlavská louka se rozprostírá v pramenné oblasti Velké a Malé Mumlavy mezi vrcholem Kotle (1 435 m n. m.) a Harrachovými kameny (1 421 m n. m.) na jihu a hřebenovou částí – Sokolníkem (1 384 m n. m.) a Violíkem (1 472 m n. m.) na severu. Z východu je ohraničena Českou cestou vedoucí od sedla Pod Kotlem k prameni Labe, od níž dále na východ leží Pančavská a Harrachova louka, které končí hranou Labského dolu. Směrem na západ se Mumlavská louka svažuje do údolí Mumlavy (sklon od 2° do 15°). Některé pokusné plochy jsou situovány také mimo Mumlavskou louku, v níže položené papratkové smrčtině v nadmořské výšce cca 1 180 m n. m. v závěru Mumlavského údolí nad soutokem Velké a Malé Mumlavy (upraveno dle Fanty et al. 1969 a Sýkory 1983) - Viz příloha č. 1. Takto vymezená oblast je dále v textu uváděna jako zájmové území.

3.2. Abiotické podmínky zájmového území

Naprostá většina území Krkonoš spadá do geologického celku zvaného krkonoško-jizerské krystalinikum (Chalupský et al. 1968), jen okrajově sem zasahuje podkrkonošská pánev. Geologická historie je pestrá, její počátky spadají do konce starohor (před 700 miliony lety). Převažující skupinou hornin jsou metamorfity (krystalické břidlice), doplněné hlubinnými (žula) a vzácně i výlevnými vyvřelinami. Dle geologické mapy Krkonoš (ib.) se ve sledované oblasti nacházejí tyto horniny: variské biotitické žuly, svory, fylity a krystalické břidlice, přičemž hlavní horninou na náhorní plošině západních Krkonoš je, kvádrovitě se rozpadající žula.

Krkonoše jsou hercynským pohořím, provincie České vysočiny, Krkonoško-jesenické subprovincie v Krkonošské oblasti (Neuhäuslová 2001). Společně s Králickým Sněžníkem a Hrubým Jeseníkem jsou označovány jako Vysoké Sudety (Jeník 1961). Krkonoše jsou z geologického hlediska velmi starým pohořím, nicméně jejich geomorfologický vývoj a modelaci lze viditelněji sledovat pouze za éru kenozoika, tedy třetihor a čtvrtohor (Fousek et al. 2007). Reliéf vrcholové části Krkonoš

Je protažený ve směru severozápad-jihovýchod a tvoří dvě výrazná rovnoběžná pásma. Vyšší a téměř 30 km dlouhý Slezský hřbet tvoří nejvyšší krkonošské vrcholy. Od západu k východu to jsou Szrenica, Violík, Vysoké Kolo, Malý Šišák, Stříbrný hřbet, Sněžka a Svorová hora. Poněkud nižší je vnitřní nebo také Český hřbet rozdělený hlubokým zářezem Labe nad Špindlerovým Mlýnem. Jeho nejvyššími vrcholy jsou v západní části Lysá hora, Kotel, Krkonoš a Medvědí, ve východní části pak Kozí hřbety, Luční a Studniční hora. Mezi těmito dvěma hřebeny se odděleně na východě a západě rozprostírají náhorní plošiny zarovnaného třetihorního reliéfu (peneplén, etchplén, parovina, 1 300–1 500 m n. m.), jehož okraje byly později přemodelovány říční a ledovcovou erozí. Na vysoko položených hřebenech se tak prolínají rysy arktické a alpínské tundry (odlišné přizpůsobením různé délce dne a noci v průběhu roku). Tento typ krajiny byl označen jako arкто-alpínská tundra (Soukupová et al. 1995).

Jelikož převládajícím geologickým podložím Krkonoš je krystalinikum, jež je substancí poměrně kyselou, jsou zde půdy většinou minerálně dosti chudé, vlhkostně jsou díky srážkovým poměrům naopak relativně příznivé (Fousek et al. 2007). V oblasti Mumlavské louky jsou nejvíce rozšířeny podzolové půdy (Tomášek 2007), nejčastěji horské modální podzoly, které jsou velmi silně kyselé, vlhčí, středně hluboké až mělké, kamenité, sorpčně silně nenasycené, slabě zásobené živinami, výrazně humózní. Tyto půdy mohou být, zejména při odstranění půdního krytu ohroženy intraskelletovou erozí (Podrázský 2007).

Základní rysy krkonošského klimatu jsou dány polohou pohoří ve střední Evropě. Krkonoše spadají do mírného klimatického pásma s charakteristickým střídáním ročních období. Podle studie Klimatické oblasti ČSSR (Quitt 1971) patří většina území Krkonoš do chladného klimatu, vrcholové partie leží v nejchladnější klimatické oblasti CH4, pro niž je typické velmi krátké, chladné, vlhké léto a velmi chladná, dlouhá, zima s dlouhým trváním sněhové pokrývky. Dle klimatického atlasu Česka (2008) se průměrná teplota sledované lokality pohybuje v rozmezí 2-3 °C, srážky dosahují průměrně nad 1200 mm ročně a jsou rozloženy relativně rovnoměrně v období celého roku, z toho se průměrně ve více než 100 dnech vyskytují srážky sněhové. První sněhové srážky se objevují v září, poslední v květnu. Počet dní se sněhovou pokrývkou se pohybuje průměrně mezi 140 – 160 dny. Průměrná roční relativní vlhkost vzduchu se pohybuje mezi 80 – 85 %. Velmi častá velkoprostorová výměna vzdušných mas různých vlastností a ovlivnění Atlantickým oceánem způsobují

velkou proměnlivost počasí. Dále je zde charakteristický vliv hor, tj. vertikální složky, která má vliv jak na úbytek teplot a tlaku s výškou, tak na rychlejší proudění vzduchu, intenzivnější sluneční záření a donedávna i menší znečištění vzduchu. Ve srovnání s karpatskými pohořími mají Krkonoše oceánický ráz podnebí a ze všech českých pohoří jsou zde nejdrsnější klimatické podmínky, což výrazně ovlivňuje i nadmořská výška hřebenů Krkonoš, dlouhodobě vystavených masám vlhkého oceánického vzduchu (Fanta 1969). V Krkonoších obecně převládají větry západního až jihozápadního směru. Ve spojitosti se západovýchodní orientací hlavních údolí centrálních Krkonoš zde existuje specifický jev, označovaný jako anemo-orografické systémy (Jeník 1961). Západní větry stoupají údolními otevřenými k západu (Mumlava, Bílé Labe) vzhůru a nabývají současně se zužováním údolí na rychlosti. Na otevřených pláních zarovnaných povrchů (Labská louka, Bílá louka) se pak jejich rychlost ještě zvětšuje. Propadáním větru do hlubokých karů za těmito pláněmi (Labský důl, Kotelní jámy, Obří důl) dochází k mohutné turbulenci. Tyto větrné systémy mají velký vliv na sněhové poměry, geomorfologické a pedologické procesy i na vznik a vývoj rostlinných a živočišných společenstev.

3.3. Přehled studovaných společenstev

Upraveno dle Chytrý 2001, 2007

3.3.1. Asociace *Carici bigelowii-Nardetum strictae* (Zlatník 1928) Jeník 1961 Alpínské smilkové trávníky

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*

Asociace *Carici bigelowii* – *Nardetum strictae* se řadí do třídy alpínských trávníků *Juncetea trifidi* Hadač in Klika et Hadač 1944. Náleží do svazu zapojených alpínských trávníků *Nardo strictae*- *Caricion bigelowii* Nordhagen 1943. Tento svaz zahrnuje druhově chudé porosty s dominantní smilkou tuhou (*Nardus stricta*),

vyskytující se nad horní hranicí lesa. Smilkové trávníky vytvářejí rozsáhlé porosty na plochých hřebenech, vrcholových plošinách a mírných svazích v alpínském stupni zpravidla nad 1300 m n. m. Vyznačují se pH v rozmezí 3,7 – 5,0, hromaděním surového humusu a nepříznivým poměrem C:N, indikující malou mikrobiální aktivitu (Kubátová – Kořínková 1972, Burešová 1976, Soukupová et. al 1995). Na rozdíl od svazu *Juncion trifidi* jde o vegetaci na stanovištích, kde se v zimě vytváří mocnější a poměrně dlouho trvající sněhová pokrývka. Smilkové alpínské trávníky tvoří nízké husté porosty o pokryvnosti nejčastěji 90 – 100%, v nichž se jako dominanta v Krkonoších uplatňuje smilka tuhá (*Nardus stricta*). Porosty zahrnují zpravidla jen kolem 10 druhů cévnatých rostlin na ploše 16 – 25 m². Mechové patro je v důsledku silného zápoje smilky vyvinuto jen slabě nebo úplně chybí

Smilkové trávníky dnes nejsou hospodářsky využívány, v minulosti byly vypásány (17. a 18. století) a poté intenzivně sečeny (od 19. st. do 1945).

3.3.2. Asociace *Crepido conyzifoliae-Calamagrostietum villosae* (Zlatník 1925) Jeník 1961 Subalpínské trávníky se třtinou chloupkatou

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***

Asociace *Crepido conyzifoliae* – *Calamagrostietum villosae* se řadí do třídy subalpínské vysokobylinné a křovinné vegetace *Mulgedio – Aconitetae* (Hadač et Klika in Klika et Hadač 1944). V rámci této třídy patří do svazu subalpínských vysokostébelných trávníků *Calamagrostion villosae* (Pawłowski et al 1928). Tento svaz zahrnuje porosty s dominancí statných druhů trav - třtiny chloupkaté (*Calamagrostis*

villosa) méně často bezkolence modrého (*Molinia caerulea*) a metlice trsnaté (*Deschampsia cespitosa*).

Trávníky se třtinou chloupkatou jsou přirozenou nelesní vegetací subalpínského stupně hor, nejčastěji se vyskytují ve výškách 1200 – 1400 m. Stanoviště jsou přes zimu kryta mocnou sněhovou pokrývkou, která dlouho vytrvává. Sníh zabraňuje promrzání půdního profilu a jeho mechanické účinky (tzv. plazivý sníh a laviny) znemožňují šíření lavin (Jeník 1961). Dominantu subalpínských trávníků tvoří výběžkatá třtina chloupkatá (*Calamagrostis villosa*), která vytváří porosty o výšce 30 – 40 cm. Porosty tvoří zpravidla 10 – 25 druhů na 16-25 m². Mechové patro je kvůli vysoké pokryvnosti bylinného patra jen velmi slabě vyvinuto, dosahuje pokryvnosti jen kolem 3% nebo zcela chybí. Druhově chudší typy, rozšířené na velkých plochách nad horní hranicí lesa, vytvářejí stabilní mozaiku s dalšími druhově chudými společenstvy, např. *Festuco supinae*- *Vaccinietum myrtilli*.

Hospodářský význam třtinových trávníků je dnes zanedbatelný. V minulosti, kdy se na subalpínských holích páslo a travařilo, byly plošně rozsáhlejší porosty využívány jako pastviny nebo jednosečné louky. V současné době mají význam protierozní, vodohospodářský a pro ochranu ohrožených druhů rostlin, např. *Anemone narcissiflora*, *Crepis conyzifolia*. V třtinových trávnících má optimum také krkonošský endemit *Sorbus sudetica* (Jeník 1960, Kociánová and Štursová 1986).

3.3.3. Asociace *Avenello flexuosae*-*Callunetum vulgaris* Zlatník 1925 Alpínská vřesoviště

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. macilenta*, *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*, *Pohlia butane*

Dominantní druhy: *Calluna vulgaris*

Asociace *Avenello flexuosae* – *Callunetum vulgaris* patří do třídy alpínských vřesovišť *Loiseleurion* – *Vaccinietea* Eggler ex Schubert 1960. Dále se řadí do svazu alpínské keříčkové vegetace *Loiseleurio procumbentis* – *Vaccinion* Br. – Bl. In Br. – Bl. Et Jenny 1926. Tento svaz zahrnuje vegetaci nízkých keříčků v alpínském stupni hor, která se vyvíjí na vyfoukávaných hřebenech a návětrných svazích s mělkou sněhovou pokrývkou.

Alpínská vřesoviště se vyskytují nad horní hranicí lesa, obvykle v nadmořských výškách nad 1400 m n. m. Jde o ekologicky nejextrémnější stanoviště na konvexních tvarech reliéfu na deflačních vrcholech a hřebenech, které jsou vyfoukávány více než sousední kostřavové alpínské trávníky. Půdy jsou silně vysychavé, mělké, písčité až kamenité, s malým množstvím humusu a pH jen kolem 3,3 (Geringhoff and Daniëls 1998). Alpínská vřesoviště jsou tvořena nízkými porosty vřesu obecného (*Calluna vulgaris*) o výšce cca 10 cm. Porosty jsou většinou zcela zapojené a nejčastěji dosahují pokryvnosti kolem 80%. Počet druhů cévnatých rostlin se pohybuje kolem 10 na ploše 16 - 25 m². Velmi dobře bývá vyvinuto mechové patro dosahující pokryvnosti kolem 20%, mechorosty osidlují především volné plochy mezi keříčky.

Tato nízkoproduktivní vegetace nebyla ani v minulosti hospodářsky využívána. Má význam zejména jako biotop vzácných, často reliktních nebo endemitických rostlin a živočichů.

3.3.4. Asociace *Festuco supinae*-*Vaccinietum myrtilli* Šmarda 1950 Subalpínská borůvková vegetace

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

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

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

Asociace subalpínské borůvkové vegetace náleží do třídy smilkových trávníků a vřesovišť *Calluno- Ulicetae* Br. – Bl. et Tüxen ex Klika et Hadač 1944. V rámci této třídy patří do svazu podhorské až subalpínská brusnicová vřesoviště *Genisto pilosae* – *Vaccinion* Br. Bl. 1926. Tento svaz zahrnuje vřesoviště, ve kterých se často vyskytuje

vřes obecný (*Calluna vulgaris*), konstantně je však zastoupena borůvka (*Vaccinium myrtillus*) a často i brusinka (*V. vitis-idea*). Svaz *Genisto pilosae – Vaccinion* vytváří porosty na rovinách i strmějších svazích s chudými půdami typu ranker nebo podzol, vyvinutými na kyselých silikátových horninách, zpravidla rulách nebo jiných metamorfitech. Asociace *Festuco supinae-Vaccinietum myrtilli* vytváří zapojené porosty s dominantní borůvkou (*Vaccinium myrtillus*) vysoké kolem 30 – 40 cm. Subalpínská borůvková vegetace je rozšířena v blízkosti lesní hranice v sudetských pohořích, převážně v nadmořských výškách 1200 – 1400 m. Půdy na stanovištích jsou kamenité rankery s výrazně kyselou půdní reakcí a se značnou akumulací surového humusu. Tato asociace se vyhýbá vyfoukávaným polohám, v zimě je kryta mocnou vrstvou sněhu. Jde o druhově chudé společenstvo, zpravidla jen s 10 – 15 druhy cévnatých rostlin na ploše 16-25 m². Často je vyvinuto mechové patro, jehož charakter určí, stejně jako u patra bylinného, převážně acidofyty.

Porosty jsou užívány pro sběr borůvek. Jejich význam pro ochranu biodiverzity je jen okrajový.

3.3.5. Asociace *Athyrio alpestris-Piceetum* Hartmann 1959 Horské papratkové smrčiny

Diagnostické druhy: *Adenostyles alliariae*, *Athyrium distentifolium*, *Blechnum spicant*, *Cicerbita alpina*, *Homogyne alpina*, *Luzula sylvatica*, *Rumex arifolius*, *Stellaria nemorum*, *Trientalis europaea*.

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

Asociace horských papratkových smrčín patří do třídy *Piceetea* Klika in Klika et Hadač 1944. Dále spadá do svazu *Athyrio alpestris-Piceion* Sýkora 1971 kapradinové smrčiny lokálně přirozených stanovišť montánního až supramontánního stupně. Horské papratkové smrčiny se vyskytují obvykle v montánních a supramontánních polohách typicky od 1150 – do 1300 m n. m. na konkávních tvarech reliéfu, jako jsou například okolí svahových pramenišť, závěry horských údolí, kary nebo prudší svahy. Půdy jsou převážně hlubší kamenité, dostatečně zásobené vodou, nedochází však k dlouhodobému zamokřování. Jedná se o zapojené smrčiny, kde se kromě dominantního smrku (*Picea abies*) uplatňují listnáče *Acer pseudoplatanus*, *Fagus sylvaticai*, *Sorbus aucuparia*. Bylinné patro je zastíněné, bohatší než u jiných typů smrčín. Dominuje mu *Athyrium distentifolium* spolu s vysokými subalpínskými bylinami (*Adenostyles alliariae*,

Cicerbita alpina, *Rumex arifolius*, *Stellaria nemorum*, *Veratrum album* subsp. *lobelianum* aj.) a druhy společnými se třtinovými smrčinami (*Calamagrostis villosa*, *Dryopteris dilatata*, *Vaccinium myrtillus*). Mechové patro je vyvinuto.

Paprátkové porosty nebyly v minulosti ani v současnosti nijak hospodářsky využívány.

Dále v textu jsou názvy společenstev uváděny v upravené podobě;

smilkové trávníky, třtinové trávníky, alpská vřesoviště, subalpínská borůvková vegetace, paprátkové smrčiny.

3.4. Založení pokusu, označení ploch

Pro sledování vlivu mechanických disturbancí na vegetaci byl v srpnu roku 2004 založen manipulativní pokus. Použita byla metoda opakovaného sledování trvalých ploch (opakovaný BACI Before After Control Impact design, Lepš and Šmilauer 2000). Pro sledování bylo zvoleno pět alpských společenstev rostlin: *Carici bigelowii* – *Nardetum strictae*, *Crepido conyzifoliae-Calamagrostietum villosae*, *Avenello flexuosae-Callunetum vulgaris*, *Festuco supinae-Vaccinietum myrtilli*, *Athyrio alpestris-Piceetum*. Na sledované lokalitě byly v každém z pěti zvolených společenstev vybrány plochy pro založení tří bloků trvalých ploch, tj. tři opakování v každém společenstvu. Bloky byly vybrány tak, aby reprezentovaly obvyklé druhové složení a zastoupení druhů ve společenstvu a měli homogenní porost. Každý blok byl rozdělen do šesti ploch (čtverců) o velikosti 1 m². Tyto plochy byly při odečtu změn vegetace pomocí rámu rozděleny na 9 podploch o rozměrech 33 x 33 cm. Mezi plochami v každém bloku byl kvůli okrajovému efektu ponechán dostatečný prostor pro manipulaci a pro provádění zásahu přes okraj plochy. Každá plocha byla v horních rozích označena kovovým kolíkem pro fixaci rámu.

V každém bloku byly jednotlivým plochám náhodně přiřazeny jednotlivé typy disturbančního zásahu: slabý sešlap, střední sešlap, silný sešlap, stříhání, stržení drnu. V každém bloku byla vždy jedna plocha ponechána jako kontrola, bez zásahu. Schéma pokusu s přiřazenými typy zásahů je znázorněno na obrázku č 1.

S1	<table border="1"><tr><td>3</td><td>1</td><td>4</td></tr><tr><td>2</td><td>6</td><td>5</td></tr></table>	3	1	4	2	6	5	S2	<table border="1"><tr><td>4</td><td>6</td><td>5</td></tr><tr><td>3</td><td>1</td><td>2</td></tr></table>	4	6	5	3	1	2	S3	<table border="1"><tr><td>6</td><td>1</td><td>2</td></tr><tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td></tr></table>	6	1	2	5	4	3
3	1	4																					
2	6	5																					
4	6	5																					
3	1	2																					
6	1	2																					
5	4	3																					
T4	<table border="1"><tr><td>2</td><td>6</td><td>3</td></tr><tr><td>1</td><td>4</td><td>5</td></tr></table>	2	6	3	1	4	5	T5	<table border="1"><tr><td>1</td><td>5</td><td>3</td></tr><tr><td>2</td><td>4</td><td>6</td></tr></table>	1	5	3	2	4	6	T6	<table border="1"><tr><td>4</td><td>5</td><td>6</td></tr><tr><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr></table>	4	5	6	3	2	1
2	6	3																					
1	4	5																					
1	5	3																					
2	4	6																					
4	5	6																					
3	2	1																					
V7	<table border="1"><tr><td>6</td><td>4</td><td>5</td></tr><tr><td>2</td><td>1</td><td>3</td></tr></table>	6	4	5	2	1	3	V8	<table border="1"><tr><td>4</td><td>5</td><td>6</td></tr><tr><td>2</td><td>3</td><td>1</td></tr></table>	4	5	6	2	3	1	V9	<table border="1"><tr><td>4</td><td>3</td><td>5</td></tr><tr><td>2</td><td>6</td><td>1</td></tr></table>	4	3	5	2	6	1
6	4	5																					
2	1	3																					
4	5	6																					
2	3	1																					
4	3	5																					
2	6	1																					
B10	<table border="1"><tr><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr><tr><td>2</td><td>1</td><td>6</td></tr></table>	3	4	5	2	1	6	B11	<table border="1"><tr><td>2</td><td>1</td><td>4</td></tr><tr><td>5</td><td>3</td><td>6</td></tr></table>	2	1	4	5	3	6	B12	<table border="1"><tr><td>2</td><td>3</td><td>4</td></tr><tr><td>1</td><td>6</td><td>5</td></tr></table>	2	3	4	1	6	5
3	4	5																					
2	1	6																					
2	1	4																					
5	3	6																					
2	3	4																					
1	6	5																					
P13	<table border="1"><tr><td>2</td><td>3</td><td>6</td></tr><tr><td>1</td><td>5</td><td>4</td></tr></table>	2	3	6	1	5	4	P14	<table border="1"><tr><td>4</td><td>2</td><td>1</td></tr><tr><td>6</td><td>3</td><td>5</td></tr></table>	4	2	1	6	3	5	P15	<table border="1"><tr><td>1</td><td>6</td><td>3</td></tr><tr><td>2</td><td>4</td><td>5</td></tr></table>	1	6	3	2	4	5
2	3	6																					
1	5	4																					
4	2	1																					
6	3	5																					
1	6	3																					
2	4	5																					

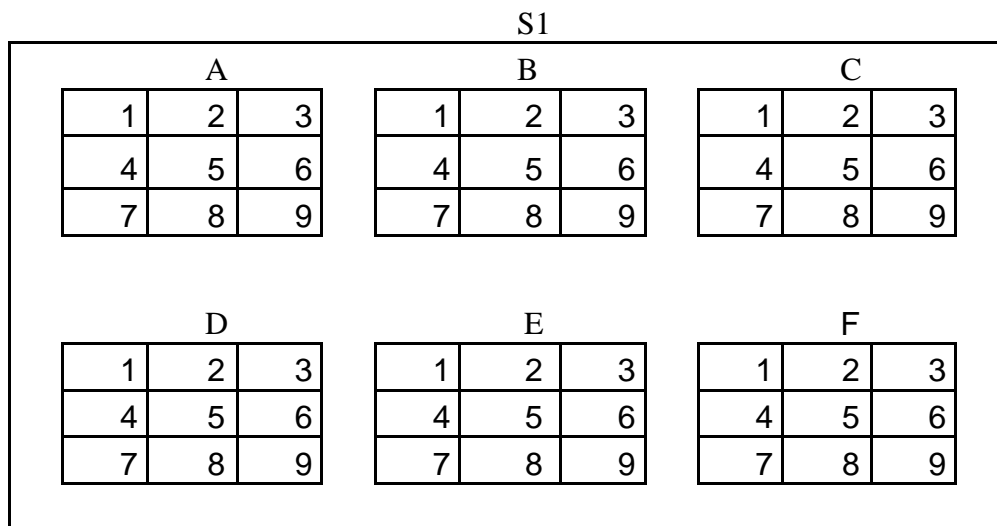
Obrázek 1 Schéma prováděných zásahů

(Vysvětlivky: jednotlivé typy disturbance: 1 – slabý sešlap, 2 – střední sešlap, 3 – silný sešlap, 4 – stříhání, 5 – stržení drnu, 6 – kontrola (bez zásahu))

Jednotlivé plochy byly označeny pomocí kódu. První pozice v kódu označuje příslušnost k rostlinnému společenstvu. Společenstva byla kódována písmeny podle sledovaného dominantního druhu, tedy S (smilka tuhá), T (třtina chloupkatá), V (vřes obecný), B (brusnice borůvka), P (paprátka horská). Druhá pozice v kódu je číselná a označuje konkrétní blok (tab. 1). Písmeny A – F na třetí pozici v kódu je označena plocha. Čísly 1-9 na poslední pozici v kódu jsou označeny podplochy (obr 2).

Tabulka 1 Kódování bloků

blok	společenstvo
S1	smilkové trávníky
S2	smilkové trávníky
S3	smilkové trávníky
T4	třtinové trávníky
T5	třtinové trávníky
T6	třtinové trávníky
V7	alpínská vřesoviště
V8	alpínská vřesoviště
V9	alpínská vřesoviště
B10	subalpínská borůvková vegetace
B11	subalpínská borůvková vegetace
B12	subalpínská borůvková vegetace
P13	papratkové smrčiny
P14	papratkové smrčiny
P15	papratkové smrčiny



Obrázek 2 Kódování ploch a podploch

3.5. Sledování změn vegetace

Pro fytoocenologické snímkování vegetace byl použit rám o velikosti 1 x 1 m, rozdělený sítí na devět shodných podploch. Pro snímkování v paprkatkových porostech byl použit s ohledem na robustní povahu porostu rám o velikosti 1,5 x 1,5 m, který byl také rozdělený sítí do devíti rozměrově shodných podploch. V každé ploše bylo sepsáno kompletní druhové složení cévnatých rostlin a vizuálně odhadnuta pokryvnost jednotlivých taxonů. Pokryvnost mechorostů byla odhadována souhrnně a zapisována jako mechové patro. Pokryvnost druhů byla hodnocena pomocí následující stupnice:

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

Při záznamu floristického složení byl zároveň získán i odhad frekvence druhu v ploše. Zastoupení druhu pouze v jedné podploše plochy odpovídá zhruba 11% frekvenci daného druhu v ploše a zastoupení ve všech devíti podplohách odpovídá 100% frekvenci daného druhu v ploše. Nomenklatura rostlin použitá v této práci je uvedena podle Kubát et al. (2002).

V průběhu vegetační sezóny 2005 byl zaznamenán výchozí stav na všech plochách. 14 dní po provedení prvního zásahu byl proveden úvodní vizuální odhad pokryvnosti. Dále bylo snímkování prováděno dvakrát ročně (2006, 2007, 2008) vždy v přibližně stejném období v polovině července (před provedením disturbančních zásahů) a na konci srpna (po provedení disturbančních zásahů). V sezóně 2009 bylo provedeno snímkování pouze v polovině července. Zápisy pokryvnosti jednotlivých druhů ve studovaných rostlinných společenstvech jsou uvedeny v příloze (CD 1 – záznam pokryvnosti), Úplný soupis rostlinných taxonů v trvalých plochách jednotlivých společenstev je uveden v příloze č. 2. V letech 2006 a 2008 při úvodním provádění fytoocenologických zápisů před provedením disturbance v dané sezóně byla pořízena fotodokumentace jednotlivých ploch. Každá plocha (1x1m) byla focena čtyřmi snímky

s přesahem. To znamená, že každá fotografie zachycuje přibližně jednu čtvrtinu plochy. Fotografie byly ukládány na CD (příloha CD 2- fotodokumentace ploch). Na plochách se strženým drnem fotografie v podstatě suplují funkci vegetační mikromapy. U ostatních zásahů slouží fotodokumentace k dokreslení situace.

3.6. Mechanické disturbance

Založené plochy byly podrobeny následujícím typům mechanických disturbančních zásahů:

1) Stržení drnu

Drn byl odstraněn na celé ploše pomocí rýče a motyky, pokud možno s veškerými kořeny. Na ploše tak došlo k odstranění svrchní části půdního horizontu a obnažení půdy. Odstranění drnu bylo provedeno jednorázově v červenci 2005, v dalších sezónách se již zásah neopakoval a plocha byla ponechána sukcesí.

2) Sešlap

Pro sešlap byla použita upravená metodika podle Cole et Bayfield (1993). Byly zvoleny tři intenzity sešlapu: slabá - 50, střední - 100 a silná - 300 fyzických přechodů přes plochu za sezónu. Jako fyzický přechod byl definován u ploch 1 x 1 přechod plochy tam i zpět (tj. dva přechody vedle sebe), u ploch 1,5 x 1,5 přechod tam, zpět a tam (tj. tři přejití přes plochu vedle sebe). Přechod ploch byl prováděn přirozenou chůzí osobou, jejíž hmotnost se pohybovala v rozmezí 60 – 70 kg. Přecházející osoba měla obuty pevné kotníkové boty. Sešlap byl prováděn se stejnou intenzitou během každé vegetační sezóny v letech 2005 - 2008. Při sešlapu se dbalo na to, aby byla plocha rovnoměrně sešlapaná a aby se sešlap prováděl s přesahem vně plochy. Samotný sešlap byl rozdělen do dvou termínů v průběhu července. Druhý termín sešlapu následoval 14 dní po prvním termínu sešlapu. V každém termínu byl proveden poloviční počet fyzických přechodů. Například sešlap s intenzitou 100 byl proveden následovně: v prvním termínu bylo provedeno 50 fyzických přechodů a ve druhém (po 14 dnech) také 50 fyzických přechodů.

3) Stříhání a vážení biomasy

Tento zásah byl zvolen jako simulace sečení. Biomasa byla každoročně (2005-2008) odstraněna ve výšce 5 cm nad zemí. Podle Kettnerové (1991) tato výška

odpovídá výšce porostu po posečení kosou. Stříhání bylo provedeno zahradnickými nůžkami s přesahem 10 cm vně přes okraj plochy. U papratky byly listy stříhány tak, aby nedošlo k poškození oddenku. Veškerá ostříhaná biomasa byla z ploch odstraněna – odebrána k další analýze. Odebraná netříděná biomasa z ploch byla následně 30 hodin sušena v sušárně při teplotě 80°C a ihned po vyjmutí ze sušičky byla zvážena.

Všechny mechanické disturbance byly prováděny s přesahem minimálně 10 cm vně od okraje plochy. Disturbance proběhly dle metodiky Cole et Bayfield (1993) na vrcholu vegetační sezóny, tedy v červenci.

3.7. Analýzy dat

3.7.1. Příprava a ukládání dat

Sesbíraná data o pokryvnosti jednotlivých druhů cévnatých rostlin z let 2005 – 2009 byla převedena do tabulky v programu MS Excel, tj. byla vytvořena souhrnná databáze změn vegetace ve všech trvalých plochách (viz příloha CD 1 - záznam pokryvnosti). Pro větší přehlednost a použitelnost při statistických analýzách byla data rozdělena do 5 souborů podle společenstev. Při statistických analýzách byly hodnoceny změny pokryvnosti zvláště pro každé společenstvo. Každé společenstvo bylo rozděleno podle data snímkování do dvou částí (první odhad pokryvnosti v červenci, druhý v srpnu). Výchozím stavem pro červencová data byly odhady pokryvnosti z roku 2005 před provedením zásahů. Pro srpnová data byl zvolen jako výchozí stav odhad pokryvností po prvním provedení zásahu. Data byla analyzována pomocí frekvencí výskytu jednotlivých druhů.

V prostředí Excelu byly dále připraveny tabulky kódující data o prostředí. Čas byl kódován lineárně: 1- 2005, 2-2006, 3 – 2007, 4- 2008, 5-2009. Příslušnost plochy do bloku byla rozepsána pomocí dummy proměnných. Typ zásahu (sešlap 1, sešlap 2, sešlap 3, stříh, stržení drnu a kontrola) je vždy kódován binárně 1 / 0 (1 = příslušný typ zásahu byl na ploše proveden, 0 = nebyl proveden). Obdobně bylo kódováno také individuální označení každé plochy v bloku (viz příloha CD 1 - zápis pro canoco).

Pro data získaná vážením usušené netříděné biomasy byla vytvořena souhrnná tabulka v programu MS Excel.

3.7.2. Analýza změny pokryvnosti druhů

Takto připravené matice druhů a podmínek prostředí byla analyzována mnohorozměrnými metodami v programu Canoco for Windows 4.5. Délka gradientu byla zjištěna pomocí nepřímé ordinace - DCA (Detrended Correspondence Analysis). Na základě délky gradientů byla provedena volba unimodální či lineární metody (podle Lepš and Šmilauer 2000).

Pomocí přímé ordinační techniky (RDA) – *Redundancy Analysis* byly hledány změny variability ve floristických datech, které jsou korelovány s testovanými proměnnými prostředí – tj. provedenými mechanickými disturbancemi a kontrolní plochou, bez provedené disturbance. Jako kovariáty byly zadány počáteční rozdíly mezi plochami a rok zápisu „rok“. Závislými proměnnými jsou frekvence všech druhů. Testovanými proměnnými jsou vždy interakce daného zásahu s časem („rok“). Konkrétně čas x kontrola, čas x sešlap1, čas x sešlap2, čas x sešlap3, čas x stříh a čas x drn (v grafické úpravě rok*kont, rok*S1, rok*S2, rok*S3, rok*str, rok*drn). Pokus měl strukturu split plot designu. Jako split plot byl brán čas, jako whole plot jednotlivé typy zásahů. Při permutacích byly whole plot volně kombinovatelné. Split plots byly zadány pro permutace jako časová série závislá na whole plots. Analýza byla provedena s centrováním v rámci druhů. U travinných společenstev (smilka, třtina) byla provedena logaritmická transformace, aby se snížil vliv dominantních druhů. U zbylých třech společenstev (borůvka, vřes a papratka) nebyla data transformována. Statistická významnost ordinačního modelu byla testována pomocí Monte-Carlo permutačního testu. Počet provedených permutací byl vždy 499. (Tyto testy se vztahují k nulové hypotéze, že druhová data jsou nezávislá na vysvětlujících proměnných). Grafické výstupy ordinačních diagramů (grafů) byly vytvořeny v programu CANODRAW 4.0. Pro data z červencového odečtu změn pokryvnosti bylo provedeno pomocí RDA analýzy (se shodným nastavením vis výše) srovnání každého zásahu s kontrolou.

3.7.3. Zhodnocení hmotnosti biomasy

Pro zhodnocení hmotnosti netříděné sušené biomasy byly použity dva sloupcové grafy. Jeden pro zachycení tendence ve snižování, či zvyšování hmotnosti netříděné biomasy v jednotlivých společenstvech mezi lety 2006 – 2008, tedy pro porovnání množství biomasy vytvořené za jednu vegetační sezónu. Druhý pro porovnání množství

biomasy přirozené, nenarušované vegetace a vegetace po 4 letech opakování zásahu
odstranění vegetace.

4. Výsledky

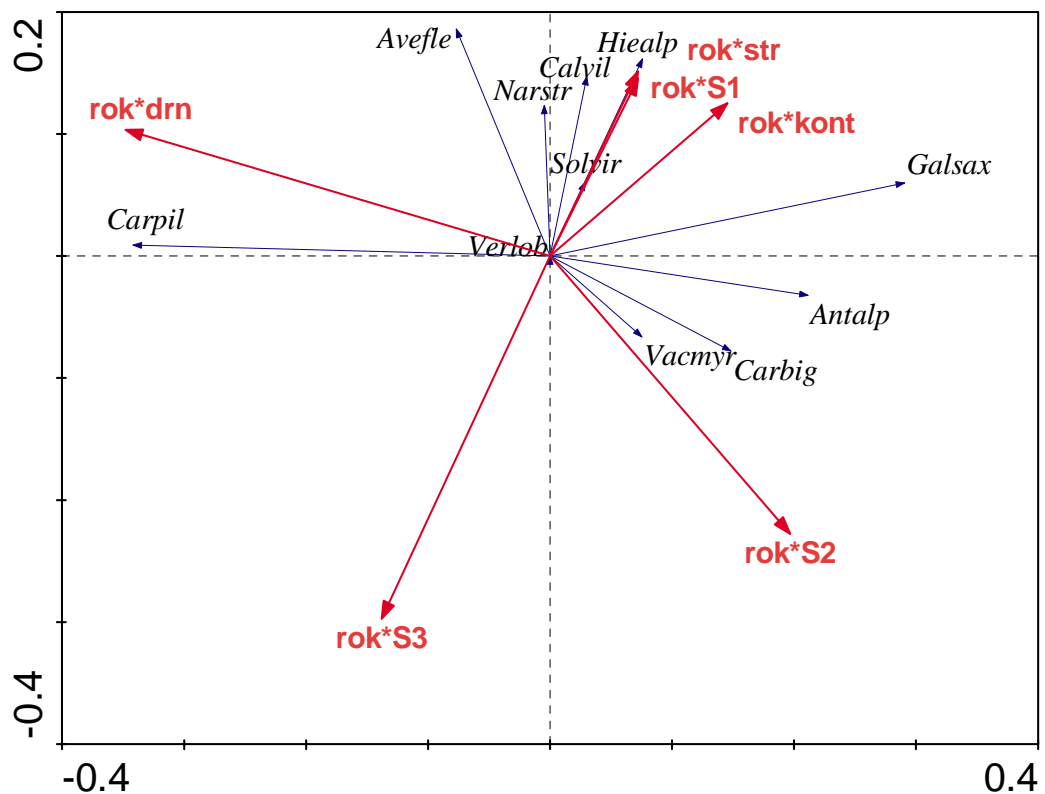
Výsledky pro všech pět sledovaných společenstev jsou řazeny v následujícím pořadí: jako první jsou uvedeny výsledky analýzy pro změny pokryvnosti vegetace při červencových zápisech (před provedením disturbance v dané sezóně), nejprve je předložena souhrnná analýza všech mechanických disturbance a kontroly, poté porovnání jednotlivých zásahů s kontrolou. Dále je zařazena analýza změn pokryvnosti vegetace ze zápisů pořízených v srpnu (po provedení disturbancečních zásahů). Nakonec je uvedeno porovnání hmotnosti sušené netříděné biomasy v jednotlivých společenstvech.

4.1. Smilkové trávníky

Test vlivu interakce mechanických disturbance a času na pokryvnost vegetace v tomto společenstvu je průkazný (tab. 2). Z analýzy je patrné, že se od sebe liší reakce druhů podle typu zásahu (graf 1). *Nardus stricta* prosperuje na plochách, kde byla prováděna slabá intenzita sešlapu, simulace kosení, nebo byla plocha ponechána bez disturbance. Simulace kosení má na společenstvo prakticky totožný vliv jako slabý sešlap. Na těchto plochách najdeme z trav kromě *Nardus stricta* ještě *Avenella flexuosa* a *Calamagrostis villosa*. Z dvouděložných rostlin je na tyto plochy výrazně vázáno *Hieracium alpinum* a *Solidago virgaurea*. Na plochách se strženým drnem se začíná prosazovat *Carex pilulifera*, která se na ostatních plochách vyskytuje jen ojediněle. Na plochách se středně silnou intenzitou sešlapu, zvětšuje svoji pokryvnost *Carex bigelowii*, která v ostatních plochách prakticky chybí. Velice destruktivní vliv na společenstvo má silná intenzita sešlapu. Na těchto plochách všechny druhy výrazně snižují svou pokryvnost. Plochy, na nichž byla prováděna mechanická disturbance, se liší od kontroly. Porovnání jednotlivých zásahů proti kontrole vychází u všech zásahů statisticky prokazatelně (tab. 3), kromě simulace kosení.

Tabulka 2 Výsledek RDA analýzy ve společenstvu smilkových trávníků (červenec)

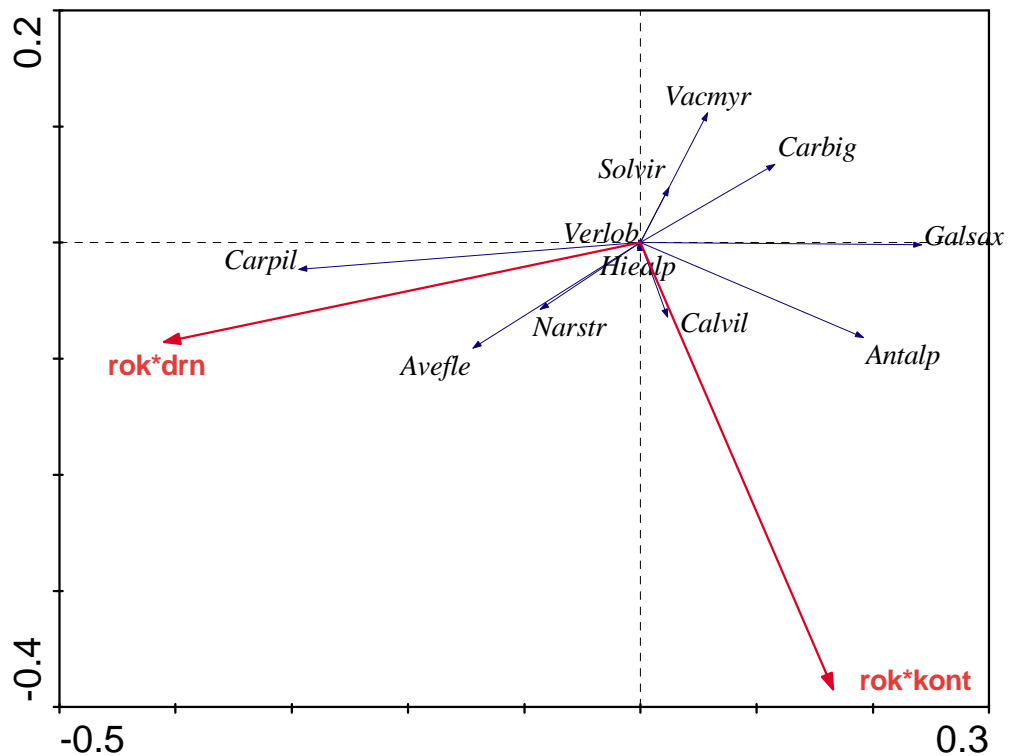
Axes	1	2	3	4	Total variance
Eigenvalues	0.036	0.010	0.003	0.002	1.000
Species-environment correlations	0.722	0.426	0.333	0.208	
Cumulative percentage variance of species data	11.3	14.4	15.4	16.0	
of species-environment relation	69.3	88.2	94.0	98.1	
Sum of all eigenvalues	0.318				
Sum of all canonical eigenvalues	0.052				
Monte Carlo test of significance of first canonical axis	eigenvalue = 0.036 F-ratio = 8.431 P-value = 0.0080				
Monte Carlo test of significance of all canonical axes	Trace = 0.052 F-ratio = 2.580 P-value = 0.0040				


Graf 1 Ordinační diagram přímé gradientové analýzy RDA pro smilkové trávníky (červenec)

S1- slabý sešlap, S2- střední sešlap, S3- silný sešlap, drn- stržení drnu, str- stříh, kont- kontrola
 Antalp- *Antoxanthum alpinum*, Avefle- *Avenella flexuosa*, Calvil- *Calamagrostis villosa*, Carbi- *Carex bigelowii*, Carpil- *Carex pilulifera*, Galsax- *Galium saxatile*, Hiealp- *Hieracium alpinum*, Narstr- *Nardus stricta*, Solvir- *Solidago virgaurea*, Vacmyr- *Vaccinium myrtillus*, Verlob- *Veratrum lobelianum*

Tabulka 3 Výsledky RDA analýzy pro porovnání jednotlivých zásahů s kontrolou ve společenstvu smilkových trávníků (červenec)

Porovnání kontrola x slabá intenzita sešlapu					
Axes	1	2	3	4	Total variance
Eigenvalues	0.010	0.002	0.092	0.056	1.000
Species-environment correlations	0.353	0.280	0.000	0.000	
Cumulative percentage variance					
of species data	3.1	3.9	32.9	50.4	
of species-environment relation	80.6	100.0	0.0	0.0	
Sum of all eigenvalues	0.318				
Sum of all canonical eigenvalues	0.012				
Test of significance of all canonical axes	Trace = 0.012				
	F-ratio = 1.399				
	P-value = 0.0420				
Porovnání kontrola x střední intenzita sešlapu					
Axes	1	2	3	4	Total variance
Eigenvalues	0.017	0.005	0.092	0.054	1.000
Species-environment correlations	0.515	0.286	0.000	0.000	
Cumulative percentage variance					
of species data	5.4	6.8	35.8	52.6	
of species-environment relation	78.4	100.0	0.0	0.0	
Sum of all eigenvalues	0.318				
Sum of all canonical eigenvalues	0.022				
Test of significance of all canonical axes	Trace = 0.022				
	F-ratio = 2.534				
	P-value = 0.0040				
Porovnání kontrola x silná intenzita sešlapu					
Axes	1	2	3	4	Total variance
Eigenvalues	0.012	0.003	0.089	0.057	1.000
Species-environment correlations	0.369	0.357	0.000	0.000	
Cumulative percentage variance					
of species data	3.8	4.9	32.8	50.7	
of species-environment relation	77.7	100.0	0.0	0.0	
Sum of all eigenvalues	0.318				
Sum of all canonical eigenvalues	0.016				
Test of significance of all canonical axes	Trace = 0.016				
	F-ratio = 1.777				
	P-value = 0.0480				

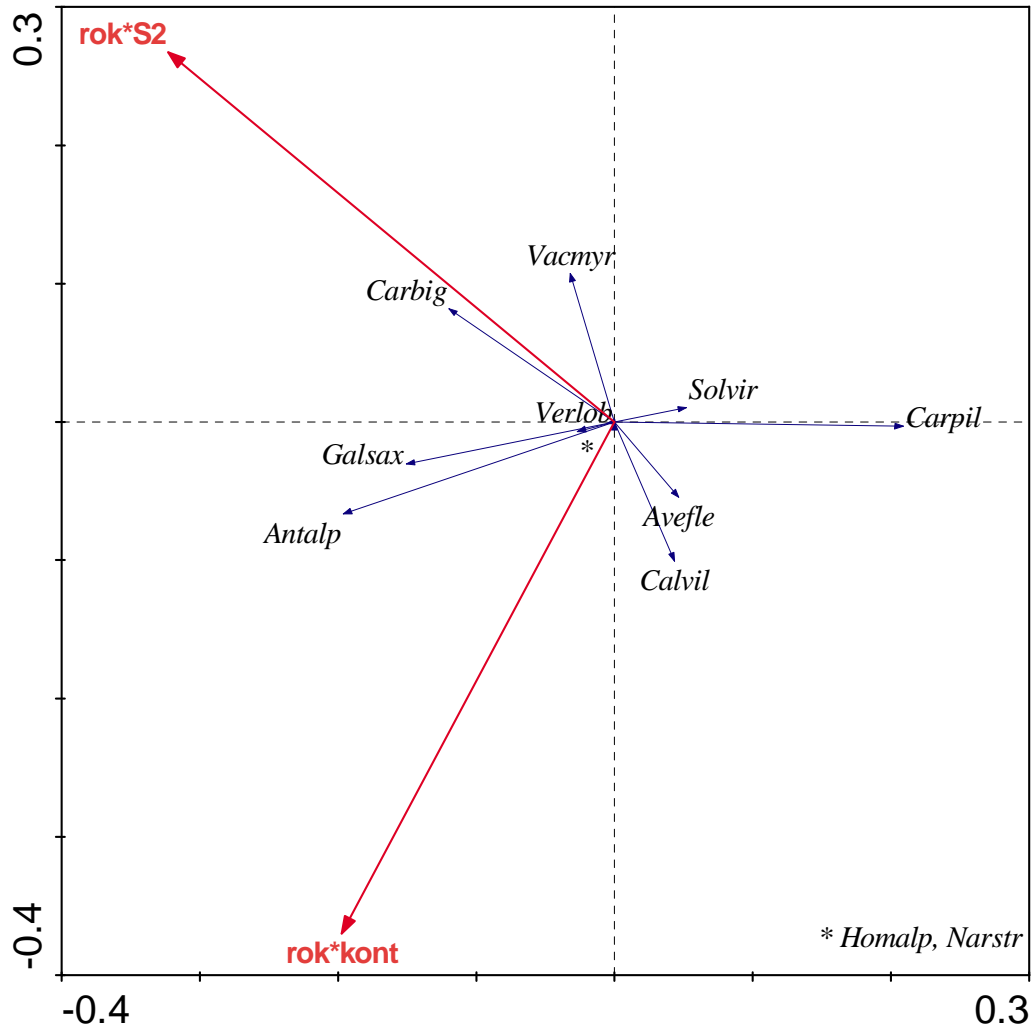


Graf 2 Ordinační diagram přímé gradientové analýzy RDA pro porovnání stržení drnu a kontroly ve společenstvu smilkových trávníků (červenec)

drn- stržení drnu, kont- kontrola

Antalp- Anthoxanthum alpinum, Avefle- Avenella flexuosa, Calvil- Calamagrostis villosa, Carbi- Carex bigelowii, Carpil- Carex pilulifera, Galsax- Galium saxatile, Hiealp- Hieracium alpinum, Narstr- Nardus stricta, Solvir- Solidago virgaurea, Vacmir- Vaccinium myrtillus, Verlob- Veratrum lobelianum

Při porovnávání jednotlivých zásahů s kontrolou vyšel statisticky neprůkazný rozdíl pouze mezi kontrolou a simulací kosení. Ostatní zásahy se statisticky lišily od kontroly. Mezi zásahy s nejprůkaznějším odlišením od kontroly patří stržení drnu a středně silný sešlap. Z ordinačního diagramu RDA analýzy (graf 2) je patrné, že jak na plochách se strženým drnem, tak na plochách bez disturbance se vyskytují oba druhy dominantních trav, tedy *Nardus stricta* a *Avenella flexuosa*, významně se však liší svou pokryvností. Na plochách se strženým drnem zvětšuje výrazně svou pokryvnost *Carex pilulifera*. Na kontrolních plochách se kromě dominantních druhů trav nacházejí i *Calamagrostis villosa* a *Anthoxanthum alpinum*. U středně silné intenzity sešlapu se výrazně zvyšuje pokryvnost *Carex bigelowii* (graf 3). Zároveň tato disturbance příliš nesnižuje pokryvnost *Nardus stricta*. Na středně silně intenzivně sešlapávaných plochách ustupuje *Calamagrostis villosa* a *Avenella flexuosa*. Ordinační diagramy pro zbývající mechanické disturbance jsou uvedeny v příloze 3 (graf 1).



Graf 3 Ordinační diagram přímé gradientové analýzy RDA pro porovnání středně silného sešlapu a kontroly ve společenstvu smilkových trávníků (červenec)

S2- střední sešlap, kont- kontrola

Antalp- *Antoxanthum alpinum*, Avefle- *Avenella flexuosa*, Calvil- *Calamagrostis villosa*, Carbi- *Carex bigelowii*, Carpil- *Carex pilulifera*, Galsax- *Galium saxatile*, Hiealp- *Hieracium alpinum*, Narstr- *Nardus stricta*, Solvir- *Solidago virgaurea*, Vacmir- *Vaccinium myrtillus*, Verlob- *Veratrum lobelianum*

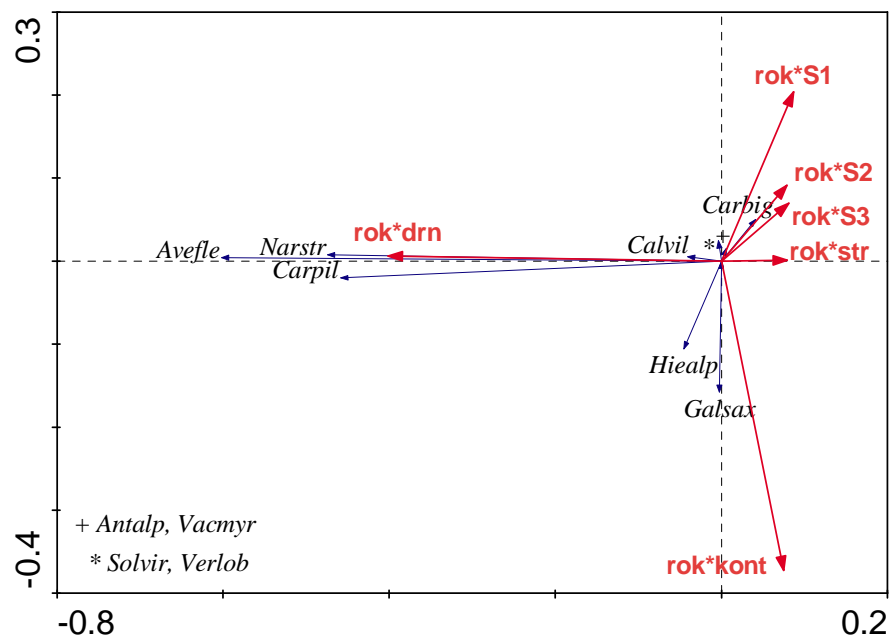
Statisticky průkazný rozdíl mezi jednotlivými zásahy se projevil i u změny pokryvnosti druhů ze srpnových odhadů pokryvnosti (tab. 4).

Jako počáteční stav pro tuto analýzu byly brány pokryvnosti druhů po prvním provedení zásahů. Z grafu (graf 4) je patrné, že na plochách s odstraněným drnem postupně zvyšuje pokryvnost *Nardus stricta*, *Avenella flexuosa* a *Carex pilulifera*. Kromě těchto třech druhů trav se na plochách s odstraněným drnem uchytla *Calamagrostis villosa* a *Vaccinium myrtillus*. Oproti předešlým druhům je vzrůst jejich pokryvnosti pomalejší. Plochy s různě intenzivním sešlapem se od sebe liší minimálně,

změny pokryvnosti na nich neprobíhají tak dramaticky. Na střední intenzitu sešlapu se silně váže zvyšování pokryvnosti *Carex bigelowii*.

Tabulka 4 Výsledky RDA analýzy ve společenstvu smilkových trávníků (srpen)

Axes	1	2	3	4	Total variance
Eigenvalues	0.043	0.006	0.001	0.001	1.000
Species-environment correlations	0.920	0.462	0.323	0.165	
Cumulative percentage variance					
of species data	21.7	24.7	25.4	25.8	
of species-environment relation	83.8	95.4	98.2	99.6	
Sum of all eigenvalues	0.199				
Sum of all canonical eigenvalues	0.051				
Test of significance of first canonical axis	eigenvalue = 0.043				
	F-ratio = 13.280				
	P-value = 0.0020				
Test of significance of all canonical axes	Trace = 0.051				
	F-ratio = 3.349				
	P-value = 0.0020				



Graf 4 Ordinační diagram přímé gradientové analýzy RDA pro společenstvo smilkových trávníků (srpen)

S1- slabý sešlap, S2- střední sešlap, S3- silný sešlap, drn- stržení drnu, str- stříh, kont- kontrola, Antalp – *Antoxanthum alpinum*, Avefle – *Avenella flexuosa*, Calvil – *Calamagrostis villosa*, Carbig – *Carex bigelowii*, Carpil – *Carex pilulifera*, Galsax – *Galium saxatile*, Hiealp- *Hieracium alpinum*, Narstr – *Nardus stricta*, Solvir – *Solidago virgaurea*, Vacmir- *Vaccinium myrtillus*, Verlob - *Veratrum lobelianum*

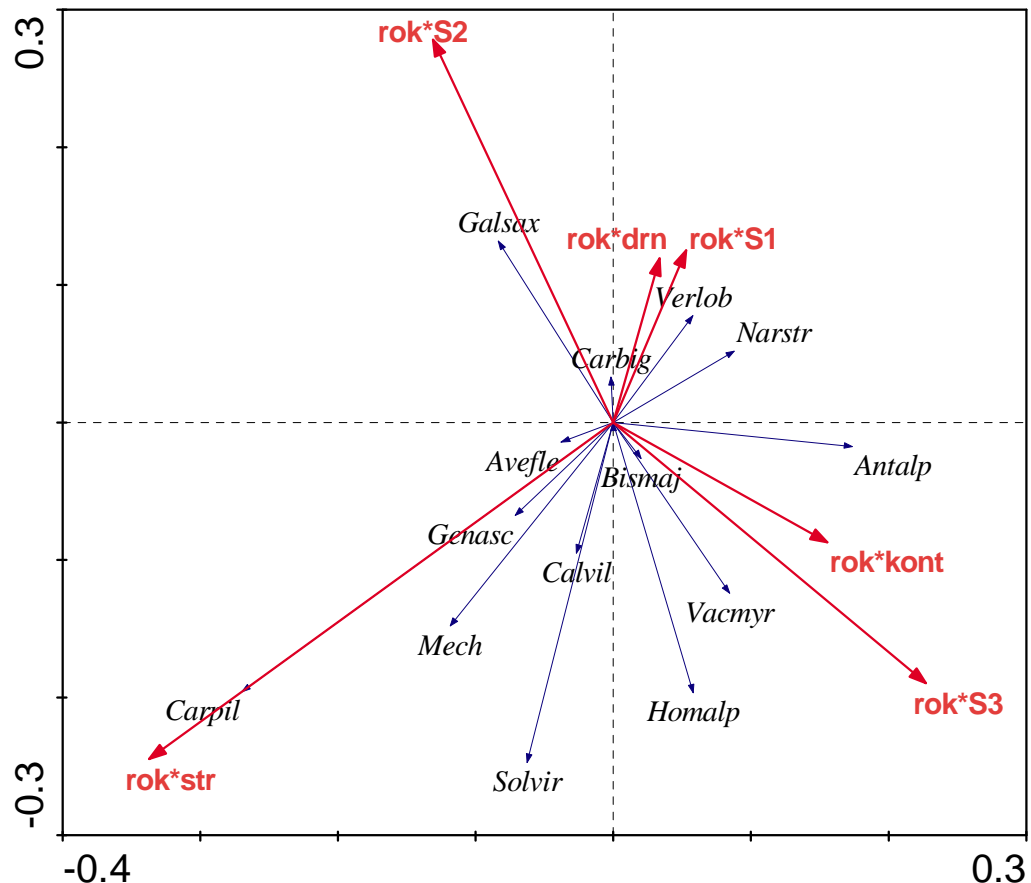
4.2. Třtinové trávníky

Monte Carlo permutační test vyšel pro první i druhou kanonickou osu nesignifikantně. Nebyl tedy prokázán vliv jednotlivých zásahů na změnu pokryvnosti vegetace třtinových trávníků (tab. 5). Přestože je vliv zásahů na změnu pokryvnosti nesignifikantní, na grafickém znázornění RDA analýzy jsou patrné určité trendy ve vývoji vegetace (graf 5). *Calamagrostis villosa* snižuje svou pokryvnost na plochách, kde bylo provedeno stržení drnu a na plochách, kde byl prováděn sešlap se střední a slabou intenzitou. Na těchto plochách zvyšuje svou pokryvnost *Carex bigelowii* a *Veratrum lobelianum*. Na střední intenzitu sešlapu se silně váže zvyšování pokryvnosti druhu *Galium saxatile*. Na plochách, které byly stříhány, se zvyšuje pokryvnost *Carex pilulifera*, která se na ostatních plochách nevyskytuje. Svou pokryvnost na těchto plochách zvyšuje i *Avenella flexuosa* a mechové patro. Na silnou intenzitu sešlapu, reaguje pozitivně *Homogyne alpina* a *Bistorta major*.

Porovnání jednotlivých zásahů s kontrolou vyšlo ve všech případech nesignifikantně. Podrobnější výsledky k jednotlivým porovnáním jsou uvedeny v tabulce (tab. 6.) Na jednotlivých ordinačních diagramech RDA analýz (příloha 3, graf 2) se projevují výše popsané trendy.

Tabulka 5 Výsledky RDA analýzy ve společenstvu třtinových trávníků (červenec)

Axes	1	2	3	4	Total variance
Eigenvalues	0.009	0.005	0.003	0.001	1.000
Species-environment correlations	0.507	0.483	0.356	0.202	
Cumulative percentage variance					
of species data	3.5	5.5	6.6	7.1	
of species-environment relation	48.0	75.4	90.3	96.9	
Sum of all eigenvalues	0.268				
Sum of all canonica eigenvalues	0.020				
Test of significance of first canonical axis	eigenvalue = 0.009				
	F-ratio = 2.409				
	P-value = 0.5140				
Test of significance of all canonical axes	Trace = 0.020				
	F-ratio = 1.046				
	P-value = 0.4320				



Graf 5 Ordinační diagram přímé gradientové analýzy RDA pro společenstvo třtinových trávníků (červenec)

S1- slabý sešlap, S2- střední sešlap, S3- silný sešlap, drn- stržení drnu, str- stříh, kont- kontrola
Antalp- Anthoxanthum alpinum, Avefle- Avenella flexuosa, Bismaj- Bistorta major, Calvil- Calamagrostis villosa, Carbig- Carex bigelowii, Carpil- Carex pilulifera, Galsax- Galium saxatile, Genasc- Gentiana asclepiadae, Homalp- Homogyne alpina, Nadstr- Nardus stricta, Solvir- Solidago virgaurea, Vacmyr- Vaccinium myrtillus, Verlob- Veratrum lobelianum, Mech- mechové patro

Tabulka 6 Výsledky RDA analýz pro porovnání jednotlivých zásahů s kontrolou ve společenstvu třtinových trávníků (červenec)

Porovnání kontrola x slabý sešlap					
Axes	1	2	3	4	Total variance
Eigenvalues	0.003	0.002	0.83	0.039	1.000
Species-environment correlations	0.365	0.291	0.000	0.000	
Cumulative percentage variance of species data	1.2	2.1	32.9	47.4	
of species-environment relation:	58.1	100.0	0.0	0.0	
Sum of all eigenvalues	0.268				
Sum of all canonical eigenvalues	0.005				
Test of significance of all canonical axes	Trace = 0.006				
	F-ratio = 0.740				
	P-value = 0.3080				

Porovnání kontrola x střední sešlap

Axes	1	2	3	4	Total variance
Eigenvalues	0.005	0.001	0.130	0.042	1.000
Species-environment correlations	0.276	0.222	0.000	0.000	
Cumulative percentage variance					
of species data	2.2	2.7	57.3	74.9	
of species-environment relation	81.8	100.0	0.0	0.0	
Sum of all eigenvalues	0.238				
Sum of all canonical eigenvalues	0.007				

Test of significance of all canonical axes
 Trace = 0.007
 F-ratio = 0.972
 P-value = 0.3000

Porovnání kontrola x intenzivní sešlap

Axes	1	2	3	4	Total variance
Eigenvalues	0.007	0.001	0.082	0.038	1.000
Species-environment correlations	0.462	0.193	0.000	0.000	
Cumulative percentage variance					
of species data	2.6	2.9	33.6	47.9	
of species-environment relation	89.1	100.0	0.0	0.0	
Sum of all eigenvalues	0.268				
Sum of all canonical eigenvalues	0.008				

Test of significance of all canonical axes
 Trace = 0.008
 F-ratio = 1.040
 P-value = 0.1220

Porovnání kontrola x stříh

Axes	1	2	3	4	Total variance
Eigenvalues	0.008	0.002	0.082	0.038	1.000
Species-environment correlations	0.404	0.224	0.000	0.000	
Cumulative percentage variance					
of species data	3.0	3.7	34.1	48.4	
of species-environment relation	81.7	100.0	0.0	0.0	
Sum of all eigenvalues	0.268				
Sum of all canonical eigenvalues	0.010				

Test of significance of all canonical axes
 Trace = 0.010
 F-ratio = 1.317
 P-value = 0.4060

Porovnání kontrola x stržení drnu

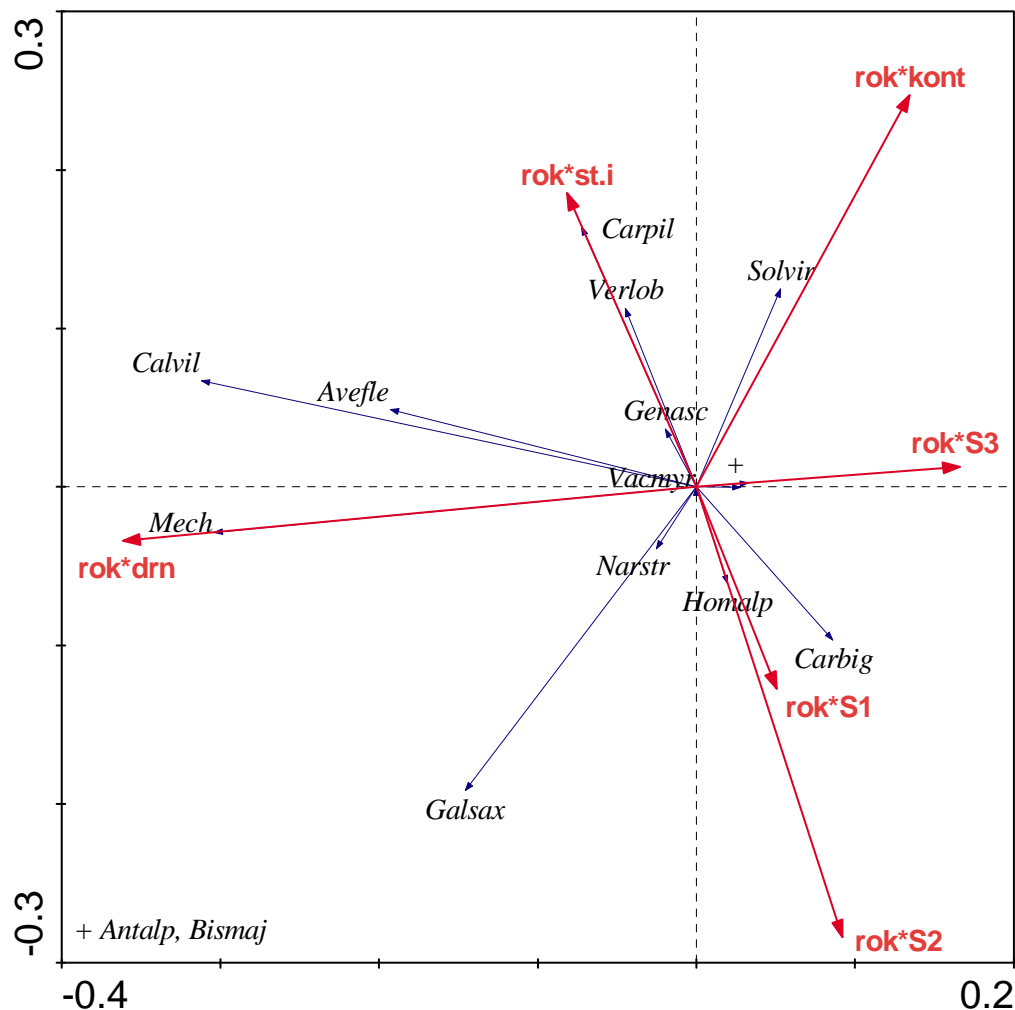
Axes	1	2	3	4	Total variance
Eigenvalues	0.002	0.002	0.082	0.040	1.000
Species-environment correlations	0.289	0.211	0.000	0.000	
Cumulative percentage variance					
of species data	0.9	1.5	32.1	46.8	
of species-environment relation	60.6	100.0	0.0	0.0	
Sum of all eigenvalues	0.268				
Sum of all canonical eigenvalues	0.004				

Test of significance of all canonical axes
 Trace = 0.004
 F-ratio = 0.510
 P-value = 0.8520

Tabulka 7 Výsledek RDA analýzy ve společenstvu třtinových trávníků (srpen)

Axes	1	2	3	4	Total variance
Eigenvalues	0.029	0.013	0.005	0.003	1.000
Species-environment correlations	0.525	0.429	0.323	0.320	
Cumulative percentage variance					
of species data	8.8	12.7	14.3	15.1	
of species-environment relation	57.6	83.4	94.1	99.6	
Sum of all eigenvalues	0.327				
Sum of all canonical eigenvalues	0.050				
Test of significance of first canonical axis	eigenvalue = 0.029				
	F-ratio = 4.613				
	P-value = 0.1540				
Test of significance of all canonical axes	Trace = 0.050				
	F-ratio = 1.722				
	P-value = 0.0900				

Statisticky neprůkazně také vyšel vliv jednotlivých disturbancí na změnu pokryvnosti a druhového složení pro srpnová data (tab. 7). Na ordinačním diagramu pro RDA analýzu jsou i přesto patrné určité trendy vývoje vegetace (graf 6). Nejlépe jsou zde vidět změny pokryvnosti na plochách s odstraněným drnem. Po provedení zásahu tu zvedá svojí pokryvnost *Calamagrostis villosa*. Tato skutečnost je pravděpodobně ovlivněna nedostatečně hlubokým odstraněním drnu. *Calamagrostis villosa* na těchto plochách regenerovala pravděpodobně vegetativně. Z trav se na plochách s odstraněným drnem uchytila ještě *Avenella flexuosa* a *Nardus stricta*. Velice výrazně zvedá na těchto plochách svou pokryvnost mechové patro, které je na ostatních plochách vyvinuto velmi slabě (plochy kde se provádělo stříhání) nebo vůbec. Z dvouděložných rostlin je na plochách se strženým drnem výrazněji zastoupen pouze *Galium saxatile*. Na plochy, kde se prováděla simulace kosení, se výrazně váže *Carex pilulifera*, *Gentiana asclepiadae*, a *Veratrum lobelianum*. Svou pokryvnost zde částečně zvyšuje i *Avenella flexuosa*. Na nejintenzivnější sešlap, reaguje pozitivně *Anthoxanthum alpinum* a *Bistorta major*. Negativně je ovlivněna *Calamagrostis villosa*, která zde ustupuje. Na plochách se středně silným a slabým sešlapem, zvyšuje svojí pokryvnost *Carex bigelowii* a *Homogyne alpina*. Na kontrolních plochách se vegetace nijak výrazně nemění. Svou pokryvnost zde zvedá pouze *Solidago virgaurea*.



Graf 6 Ordinační diagram přímé gradientové analýzy RDA pro společenstvo třtinových trávníků (srpen)
 S1- slabý sešlap, S2- střední sešlap, S3- silný sešlap, drn- stržení drnu, str- stříh, kont- kontrola
 Antalp- *Anthoxanthum alpinum*, Avefle- *Avenella flexuosa*, Bismaj- *Bistorta major*, Calvil- *Calamagrostis villosa*, Carbig- *Carex bigelowii*, Carpil- *Carex pilulifera*, Galsax- *Galium saxatile*, Genasc- *Gentiana asclepiadae*, Homalp- *Homogyne alpina*, Nadstr- *Nardus stricta*, Solvir- *Solidago virgaurea*, Vacmyr- *Vaccinium myrtillus*, Verlob- *Veratrum lobelianum*, Mech- *mechové patro*

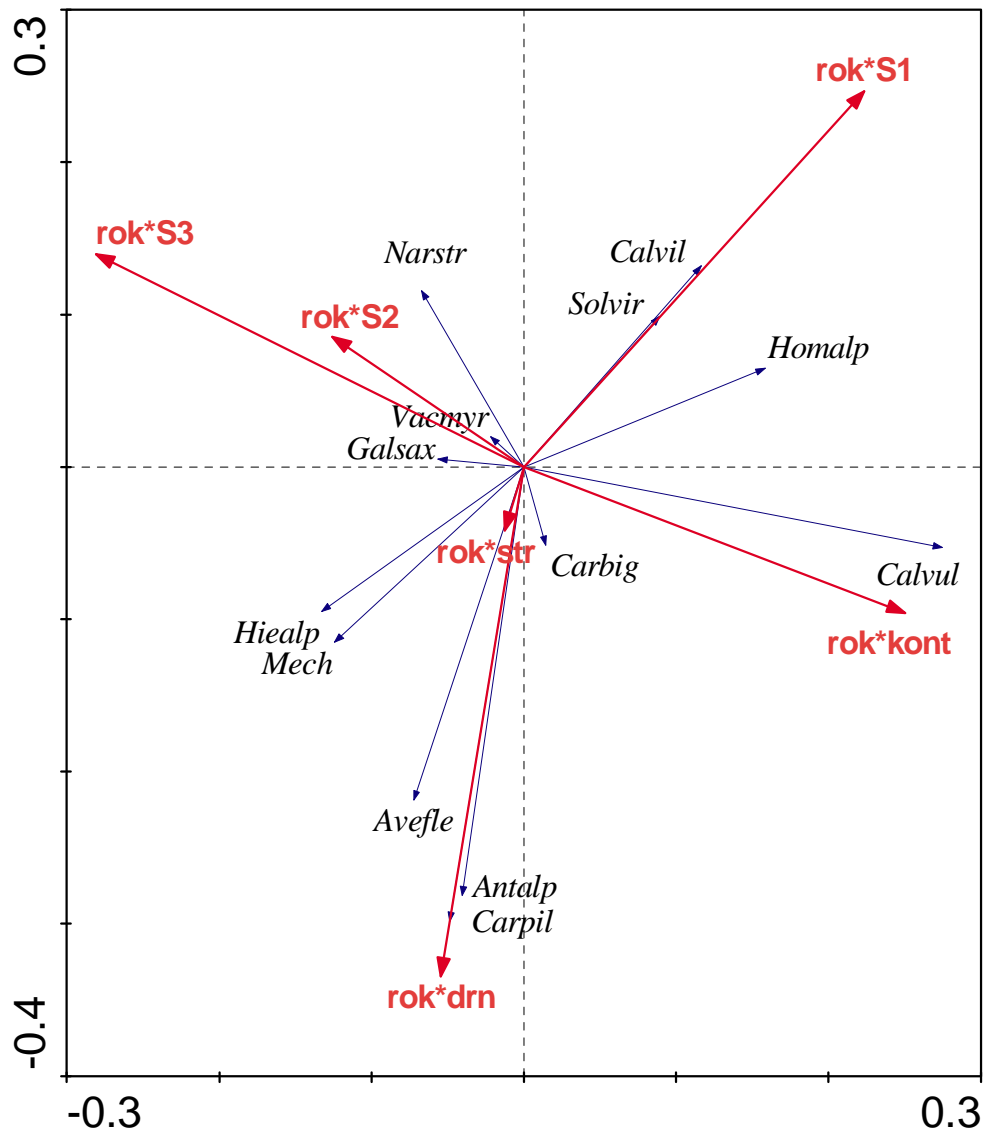
4.3. Alpínská vřesoviště

Výsledky Monte Carlo permutačního testu ukázaly signifikantní vliv jednotlivých zásahů na změnu pokryvnosti vegetace alpínských vřesovišť (tab. 8). Z ordinačního diagramu je patrné, že se od sebe liší vliv jednotlivých typů mechanických disturbancí (graf 7). *Calluna vulgaris* je vázána na plochy, které byly ponechány bez zásahu. *C. vulgaris* je citlivá ke všem intenzitám sešlapu. Velice negativně na ní působí hlavně střední a silná intenzita sešlapu, na takto narušovaných plochách je často vřes zcela eliminován. Prakticky shodný vliv na vegetaci alpínských

vřesovišť mělo odstranění drnu a stříhání. Tyto dva mechanické zásahy podporují z trav *Carex bigelowii*, *Avenella flexuosa*, *Anthoxanthum alpinum* a částečně dvouděložné *Galium saxatile*. Na výše uvedené zásahy reaguje pozitivně mechové patro. *Hieracium alpinum* se objevuje na plochách, kde se prováděla simulace sečení. Na hrubou disturbance v podobě stržení drnu reagovala pozitivně *Carex pilulifera*, která se objevila na těchto plochách po třech letech od provedení zásahu a v ostatních plochách se nevyskytuje. Vliv středně silného a silného sešlapu má na změnu pokryvnosti vegetace obdobný vliv. V obou případech výrazně negativně reaguje *Calluna vulgaris*, která snižuje svou pokryvnost. Naopak na tyto druhy mechanické disturbance reaguje pozitivně *Nardus stricta*, *Vaccinium myrtillus* a *Galium saxatile*. Svou pokryvnost také zvedá mechové patro, což je dobře patrné na ordinačním diagramu přímé gradientové analýzy pro porovnání středně silného sešlapu s kontrolou (graf 8). Na plochách se slabou intenzitou sešlapu, se začíná prosazovat *Calamagrostis villosa* a *Solidago virgaurea*. Pozitivně reaguje také *Homogyne alpina*.

Tabulka 8 Výsledek RDA analýzy ve společenstvu alpínských vřesovišť (červenec)

Axes	1	2	3	4	Total variance
Eigenvalues	0.027	0.010	0.005	0.002	1.000
Species-environment correlations	0.575	0.457	0.444	0.287	
Cumulative percentage variance					
of species data	10.1	13.8	15.7	16.4	
of species-environment relation	59.6	81.4	92.8	96.8	
Sum of all eigenvalues	0.265				
Sum of all canonical eigenvalues	0.045				
Test of significance of first canonical axis	eigenvalue = 0.027				
	F-ratio = 7.414				
	P-value = 0.0280				
Test of significance of all canonical axes	Trace = 0.045				
	F-ratio = 2.695				
	P-value = 0.0080				



Graf 7 Ordinační diagram přímé gradientové analýzy RDA pro společenstvo alpských vřesovišť (červenec)

S1- slabý sešlap, S2- střední sešlap, S3- silný sešlap, drn- stržení drnu, str- stříh, kont- kontrola
Antalp- *Anthoxanthum alpinum*, *Avefle*- *Avenella flexuosa*, *Calvil*- *Calamagrostis villosa*, *Calvul*- *Calluna vulgaris*, *Carbig* – *Carex bigelowii* *Carpil*- *Carex pilulifera*, *Galsax*- *Galium saxatile*, *Hiealp*-*Hieracium alpinum*, *Homalp*- *Homogyne alpina*, *Nadstr*- *Nardus stricta*, *Solvir*- *Solidago virgaurea*, *Vacmyr*- *Vaccinium myrtillus*, *Mech*- *mechové patro*

Vliv jednotlivých zásahů na změnu pokryvnosti a složení vegetace s kontrolou je prokazatelný u všech intenzit sešlapu a u stříhu. Signifikantní vliv zásahu nebyl zjištěn u stržení drnu (tab. 9). Ordinační diagramy pro porovnání jednotlivých zásahů a kontroly potvrzují výše uvedené trendy ve změně pokryvnosti vegetace a jsou uvedeny v příloze (příloha 3, graf 3).

Tabulka 9 Výsledky RDA analýz pro porovnání jednotlivých zásahů s kontrolou ve společenstvu alpínských vřesovišť (červenec)

Porovnání kontrola x slabý sešlap					
Axes	1	2	3	4	Total variance
Eigenvalues	0.022	0.006	0.097	0.042	1.000
Species-environment correlations	0.573	0.405	0.000	0.000	
Cumulative percentage variance					
of species data	8.4	10.8	47.4	63.3	
of species-environment relation	78.3	100.0	0.0	0.0	
Sum of all eigenvalues	0.265				
Sum of all canonical eigenvalues	0.029				
Test of significance of all canonical axes	Trace	= 0.029			
	F-ratio	= 4.172			
	P-value	= 0.0020			
Porovnání kontrola středně silný sešlap					
Axes	1	2	3	4	Total variance
Eigenvalues	0.013	0.002	0.099	0.041	1.000
Species-environment correlations	0.407	0.266	0.000	0.000	
Cumulative percentage variance					
of species data	4.9	5.8	43.1	58.7	
of species-environment relation	84.2	100.0	0.0	0.0	
Sum of all eigenvalues	0.265				
Sum of all canonical eigenvalues	0.015				
Test of significance of all canonical axes	Trace	= 0.015			
	F-ratio	= 2.140			
	P-value	= 0.0040			
Porovnání kontrola x silný sešlap					
Axes	1	2	3	4	Total variance
Eigenvalues	0.020	0.003	0.092	0.042	1.000
Species-environment correlations	0.469	0.312	0.000	0.000	
Cumulative percentage variance					
of species data	7.5	8.6	43.4	59.1	
of species-environment relation	87.2	100.0	0.0	0.0	
Sum of all eigenvalues	0.265				
Sum of all canonical eigenvalues	0.023				
Test of significance of all canonical axes	Trace	= 0.023			
	F-ratio	= 3.265			
	P-value	= 0.0020			

Porovnání kontrola x stříh

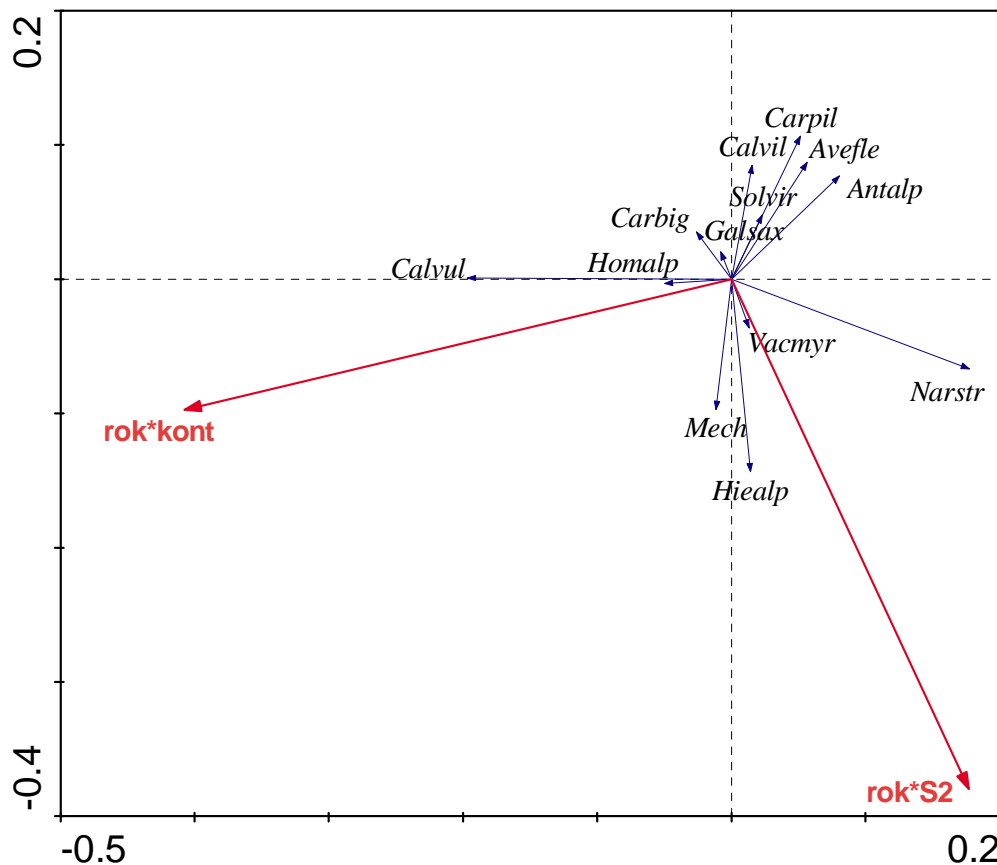
Axes	1	2	3	4	Total variance
Eigenvalues	0.013	0.002	0.099	0.042	1.000
Species-environment correlations	0.413	0.335	0.000	0.000	
Cumulative percentage variance					
of species data	4.9	5.7	43.2	59.0	
of species-environment relation	87.0	100.0	0.0	0.0	
Sum of all eigenvalues	0.265				
Sum of all canonical eigenvalues	0.015				

Test of significance of all canonical axes
 Trace = 0.015
 F-ratio = 2.078
 P-value = 0.0260

Porovnání kontrola x stržení drnu

Axes	1	2	3	4	Total variance
Eigenvalues	0.013	0.008	0.098	0.042	1.000
Species-environment correlations	0.396	0.476	0.000	0.000	
Cumulative percentage variance					
of species data	4.7	7.9	44.9	60.8	
of species-environment relation	59.9	100.0	0.0	0.0	
Sum of all eigenvalues	0.265				
Sum of all canonical eigenvalues	0.021				

Test of significance of all canonical axes
 Trace = 0.021
 F-ratio = 2.949
 P-value = 0.0700



Graf 8 Ordinační diagram přímé gradientové analýzy RDA pro porovnání kontroly a středně silného sešlapu ve společenstvu alpínských vřesovišť (červenec)

S2- střední sešlap, kont- kontrola

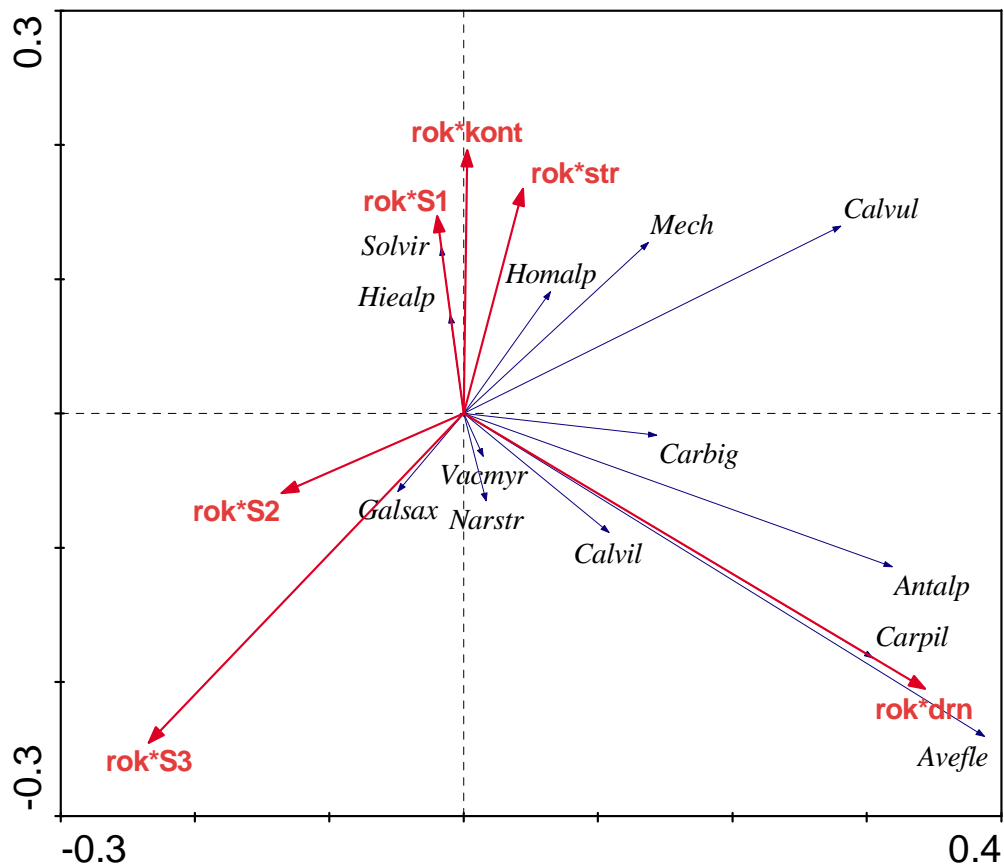
Antalp- Anthoxanthum alpinum, Avefle- Avenella flexuosa, Calvil- Calamagrostis villosa, Calvul- Calluna vulgaris, Carbi- Carex bigelowii, Carpil- Carex pilulifera, Galsax- Galium saxatile, Hiealp- Hieracium alpinum, Homalp- Homogyne alpina, Nadstr- Nardus stricta, Solvir- Solidago virgaurea, Vacmyr- Vaccinium myrtillus, Mech- mechové patro

Statisticky průkazný je vliv různých disturbancí na změnu pokryvnosti vegetace alpínských vřesovišť pro srpnová data (tab. 10). Na ordinačním diagramu RDA analýzy je dobře zachycen vývoj vegetace na plochách se strženým drnem. Na těchto plochách se postupně uchytily a zvyšovaly pokryvnost převážně různé druhy trav. Nejvýrazněji je na plochy se strženým drnem vázána *Carex pilulifera*, která se v ostatních plochách nevyskytuje. Z trav jsou dále zastoupeny *Avenella flexuosa*, *Carex bigelowii*, *Nardus stricta*, *Anthoxanthum alpinum* a *Calamagrostis villosa*. Z dvouděložných rostlin se po hrubé disturbanci v podobě stržení drnu na plochy vrátila *Calluna vulgaris* a *Galium saxatile*. *Galium saxatile* pozitivně reaguje na silnou a středně silnou intenzitu sešlapu. Na tyto dvě intenzity sešlapu reaguje velmi negativně *C. vulgaris*, která na takto narušovaných plochách výrazně snižuje svou pokryvnost a často je, zejména na plochách s nejsilnější intenzitou sešlapu, zcela eliminován. Slabý sešlap má pozitivní

vliv na *Hieracium alpinum* a *Solidago virgaurea*. Tyto dva uvedené druhy se v ostatních plochách nevyskytují. Negativní vliv na druh *C. vulgaris* mají všechny tři intenzity sešlapu. Na plochách, které byly každoročně stříhány, se neprojevíly nijak velké změny pokryvnosti vegetace. To je pravděpodobně způsobeno tím, že vegetace po zásahu nestihla zregenerovat. Můžeme zaznamenat pouze nárůst pokryvnosti mechového patra. Málo významné změny v pokryvnosti a složení vegetace se odehrávaly na kontrolních plochách.

Tabulka 10 Výsledek RDA analýzy ve společenstvu alpínských vřesovišť (srpen)

Axes	1	2	3	4	Total variance
Eigenvalues	0.050	0.017	0.006	0.001	1.000
Species-environment correlations	0.811	0.610	0.442	0.305	
Cumulative percentage variance					
of species data	21.0	27.9	30.2	30.6	
of species-environment relation	68.2	90.8	98.2	99.6	
Sum of all eigenvalues	0.240				
Sum of all canonical eigenvalues	0.074				
Test of significance of first canonical axis	eigenvalue = 0.050				
	F-ratio = 12.742				
	P-value = 0.0020				
Test of significance of all canonical axes	Trace = 0.074				
	F-ratio = 4.262				
	P-value = 0.0020				



Graf 9 Ordinační diagram přímé gradientové analýzy RDA pro společenstvo alpských vřesovišť (srpen)

S1- slabý sešlap, S2- střední sešlap, S3- silný sešlap, drn- stržení drnu, str- stříh, kont- kontrola, Antalp- *Anthoxanthum alpinum*, Avefle- *Avenella flexuosa*, Calvil- *Calamagrostis villosa*, Calvul- *Calluna vulgaris*, Carbig – *Carex bigelowii* Carpil- *Carex pilulifera*, Galsax- *Galium saxatile*, Hiealp-*Hieracium alpinum*, Homalp- *Homogyne alpina*, Nadstr- *Nardus stricta*, Solvir- *Solidago virgaurea*, Vacmyr- *Vaccinium myrtillus*, Mech- *mechové patro*

4.4. Subalpínská borůvková vegetace

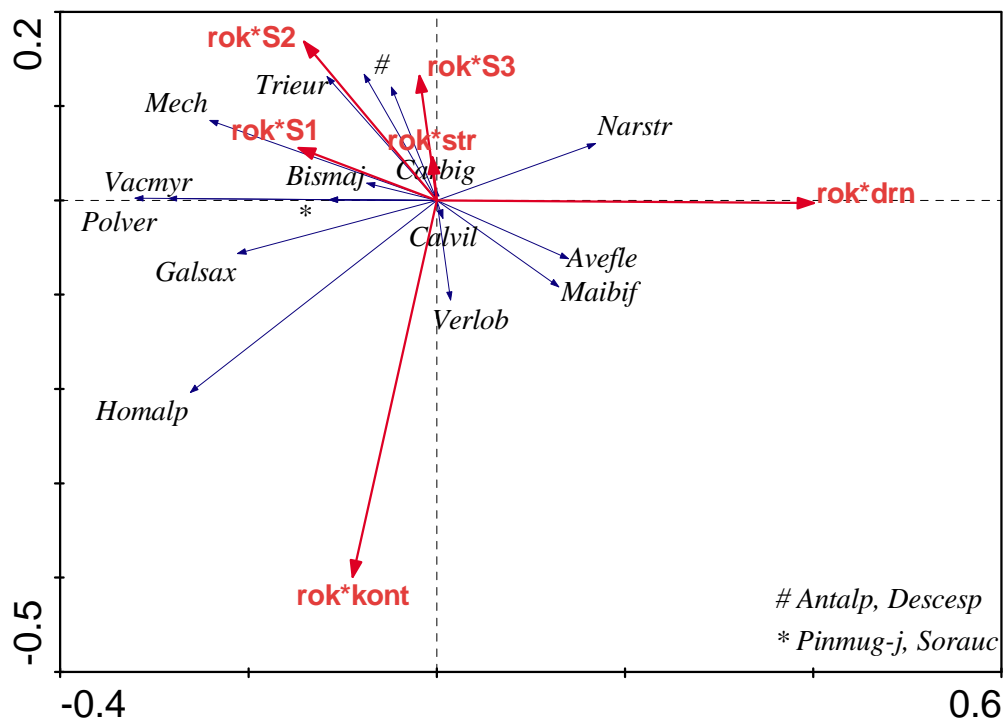
Monte-Carlo permutační test ukázal, že vliv mechanických disturbancí v interakci s časem na pokryvnost druhů je signifikantní, jak pro první, tak pro všechny kanonické osy (tab. 11). Na ordinačním diagramu RDA analýzy (graf 10) je zachycen vliv jednotlivých disturbancí v interakci s časem. Je zde dobře patrná citlivost společenstva subalpínské brusnicové vegetace na silnou intenzitu sešlapu a každoroční stříhání. Tyto dvě disturbance mají prakticky totožný vliv. Na plochách, kde bylo prováděno stříhání, zvyšuje svoji pokryvnost pouze *Carex pilulifera*. Na plochách se silnou intenzitou sešlapu zvyšuje pokryvnost pouze *Bistorta major* (graf 11b). Při střední intenzitě sešlapu dochází ke snižování vitality a částečně i pokryvnosti

Vaccinium myrtillus. Naopak pozitivně reaguje *Anthoxanthum alpinum* a *Deschampsia cespitosa* (graf 11a). Slabá intenzita sešlapu nemá tak devastující vliv na *Vaccinium myrtillus*, tato mechanická disturbance podporuje nárůst mechového patra. Velice negativně působí na společenstvo subalpínské borůvkové vegetace stržení drnu (graf 11c). Touto hrubou disturbancí došlo k absolutní eliminaci dominantní *Vaccinium myrtillus*. Na stržení drnu reagují negativně i další druhy dvouděložných rostlin: *Galium saxatile*, *Bistorta major*, *Homogyne alpina* a *Trientalis europeae*. Na plochách před provedením stržení drnu se sporadicky objevoval *Polygonatum verticillatum*, po provedení disturbance se na plochy již nevrátil. Pozitivní reakce byla zaznamenána u některých druhů trav: *Nardus stricta* a *Avenella flexuosa*. Na plochách s kontrolou nedochází k žádným dramatickým změnám. Částečně zde zvedá svou pokryvnost *Homogyne alpina*.

Jednotlivé typy mechanických disturbancí se ve všech případech statisticky průkazně liší od ploch, které byly ponechány bez zásahu (tab. 12). Trendy ve vývoji vegetace byly popsány výše. Zbývající ordinační diagramy RDA analýzy jsou uvedeny v příloze (příloha 3, graf 4).

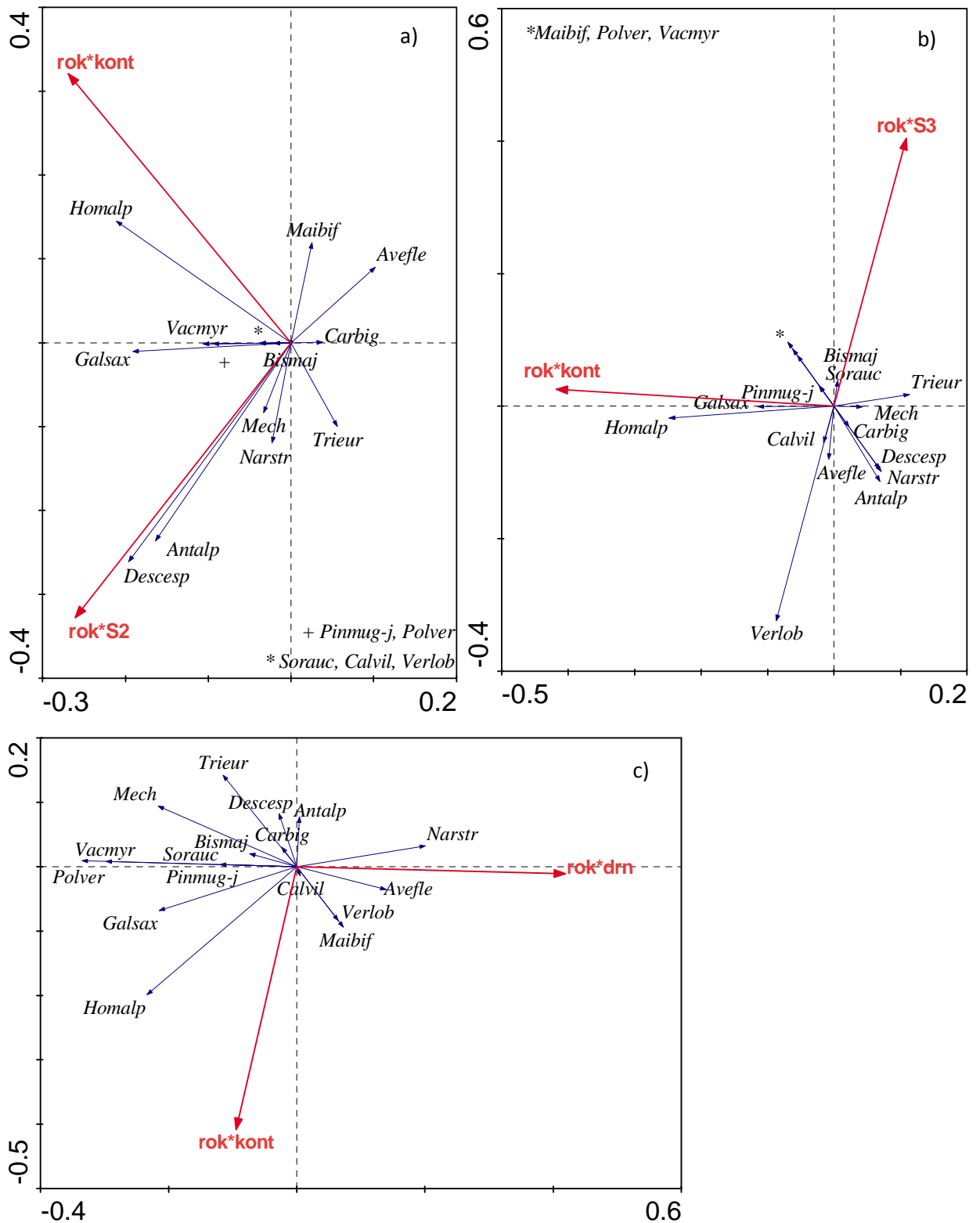
Tabulka 11 Výsledek RDA analýzy ve společenstvu subalpínské borůvkové vegetace (červenec)

Axes	1	2	3	4	Total variance
Eigenvalues	0.031	0.008	0.006	0.003	1.000
Species-environment correlations		0.691	0.540	0.421	0.394
Cumulative percentage variance					
of species data	9.6	12.3	14.2	15.2	
of species-environment relation	61.3	78.2	90.5	97.1	
Sum of all eigenvalues	0.320				
Sum of all canonical eigenvalues	0.050				
Test of significance of first canonical axis	eigenvalue = 0.031 F-ratio = 7.027 P-value = 0.0180				
Test of significance of all canonical axes	Trace = 0.050 F-ratio = 2.457 P-value = 0.0120				



Graf 10 Ordinační diagram přímé gradientové analýzy RDA pro společenstvo subalpínské borůvkové vegetace (červenec)

S1- slabý sešlap, S2- střední sešlap, S3- silný sešlap, drn- stržení drnu, str- střih, kont- kontrola
 Antalp- *Anthoxanthum alpinum*, Avefle- *Avenella flexuosa*, Bismaj- *Bistorta major*, Calvil- *Calamagrostis villosa*, Carbig- *Carex bigelowii* Descesp- *Deschampsia cespitosa*, Galsax- *Galium saxatile*, Homalp- *Homogyne alpina*, Maibif- *Maianthemum bifolium*, Nadstr- *Nardus stricta*, Polver- *Polygonatum verticillatum*, Sorauc- *Sorbus aucuparia*, Trieur- *Trientalis europeae*, Vacmyr- *Vaccinium myrtillus*, Verlob- *Veratrum lobelianum*, Mech- mechové patro



Graf 11 Ordinační diagram přímé gradientové analýzy RDA pro porovnání kontroly a stržení drnu ve společenstvu subalpínské borůvkové vegetace (červenec)

S1- slabý sešlap, S2- střední sešlap, S3- silný sešlap, drn- stržení drnu, str- stříh, kont- kontrola
Antalp- *Anthoxanthum alpinum*, *Avefle*- *Avenella flexuosa*, *Bismaj*- *Bistorta major*, *Calvil*- *Calamagrostis villosa*, *Carbig*- *Carex bigelowii*, *Descesp*- *Deschampsia cespitosa*, *Galsax*- *Galium saxatile*, *Homalp*- *Homogyne alpina*, *Maibif*- *Maianthemum bifolium*, *Narstr*- *Nardus stricta*, *Polver*- *Polygonatum verticillatum*, *Sorauc*- *Sorbus aucuparia*, *Trieur*- *Trientalis europaeae*, *Vacmyr*- *Vaccinium myrtillus*, *Verlob*- *Veratrum lobelianum*, *Mech*- mechové patro

Tabulka 12 Výsledky RDA analýzy pro porovnání jednotlivých zásahů s kontrolou ve společenstvu subalpínské borůvkové vegetace (červenec)

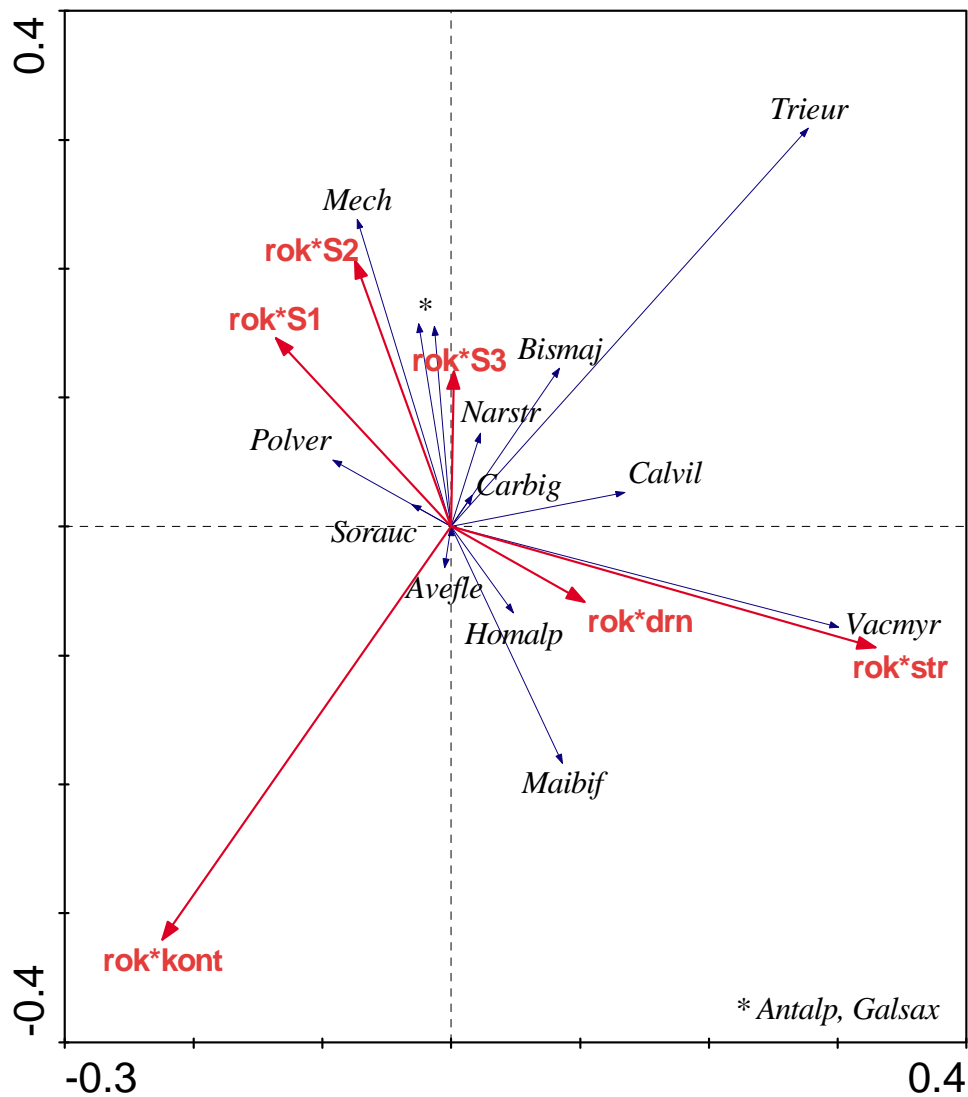
Porovnání kontrola x slabá intenzita sešlapu					
Axes	1	2	3	4	Total variance
Eigenvalues	0.011	0.007	0.087	0.055	1.000
Species-environment correlations	0.454	0.380	0.000	0.000	
Cumulative percentage variance					
of species data	3.6	5.7	32.9	50.3	
of species-environment relation	63.2	100.0	0.0	0.0	
Sum of all eigenvalues	0.320				
Sum of all canonical eigenvalues	0.018				
Test of significance of all canonical axes	Trace =	0.018			
	F-ratio =	2.078			
	P-value =	0.0080			
Porovnání kontrola x střední intenzita sešlapu					
Axes	1	2	3	4	Total variance
Eigenvalues	0.011	0.008	0.091	0.057	1.000
Species-environment correlations	0.503	0.558	0.000	0.000	
Cumulative percentage variance					
of species data	3.5	6.0	34.6	52.4	
of species-environment relation	58.4	100.0	0.0	0.0	
Sum of all eigenvalues	0.320				
Sum of all canonical eigenvalues	0.019				
Test of significance of all canonical axes	Trace =	0.019			
	F-ratio =	2.193			
	P-value =	0.0160			
Porovnání kontrola x silná intenzita sešlapu					
Axes	1	2	3	4	Total variance
Eigenvalues	0.009	0.003	0.092	0.057	1.000
Species-environment correlations	0.514	0.349	0.000	0.000	
Cumulative percentage variance					
of species data	2.9	3.7	32.5	50.3	
of species-environment relation	77.6	100.0	0.0	0.0	
Sum of all eigenvalues	0.320				
Sum of all canonical eigenvalues	0.012				
Test of significance of all canonical axes	Trace =	0.012			
	F-ratio =	1.344			
	P-value =	0.0460			
Porovnání kontrola x stříh					
Axes	1	2	3	4	Total variance
Eigenvalues	0.009	0.002	0.092	0.056	1.000
Species-environment correlations	0.513	0.265	0.000	0.000	
Cumulative percentage variance					
of species data	2.9	3.6	32.3	50.0	
of species-environment relation	81.6	100.0	0.0	0.0	
Sum of all eigenvalues	0.320				
Sum of all canonical eigenvalues	0.012				
Test of significance of all canonical axes	Trace =	0.012			
	F-ratio =	1.288			
	P-value =	0.0260			

Porovnání kontrola x stržení drnu					
Axes	1	2	3	4	Total variance
Eigenvalues	0.028	0.008	0.083	0.057	1.000
Species-environment correlations	0.676	0.530	0.000	0.000	
Cumulative percentage variance					
of species data	8.9	11.5	37.6	55.3	
of species-environment relation	77.6	100.0	0.0	0.0	
Sum of all eigenvalues	0.320				
Sum of all canonical eigenvalues	0.037				
Test of significance of all canonical axes	Trace =	0.037			
	F-ratio =	4.475			
	P-value =	0.0100			

Monte Carlo permutační test je statisticky průkazný i pro srpnová data (tab. 13). Z ordinačního diagramu RDA analýzy je dobře patrný vývoj vegetace na různých typech mechanické disturbance (graf 12). Na plochách které byly ponechány bez zásahu, se neprojevují žádné výrazné změny. Všechny tři intenzity sešlapu mají podobné trendy vývoje, na těchto plochách zvedá pokryvnost mechové patro, *Anthoxanthum alpinum*, *Nardus stricta*, *Galium saxatile* a *Bistorta major*. Mechanické disturbance v podobě stříhu a stržení drnu působí na vegetaci velice nepříznivě. Změny po provedení zásahu jsou velmi pomalé. Výraznější nárůst se projevuje jen u *Vaccinium myrtillus*, které na obou typech ploch vegetativně regeneruje. Na těchto plochách můžeme zaznamenat mírný nárůst pokryvnosti *Calamagrostis villosa*, *Homogyne alpina* a *Maianthemum bifolium*.

Tabulka 13 Výsledek RDA analýzy ve společenstvu subalpínské borůvkové vegetace (srpen)

Axes	1	2	3	4	Total variance
Eigenvalues	0.029	0.020	0.010	0.007	1.000
Species-environment correlations	0.668	0.695	0.447	0.589	
Cumulative percentage variance					
of species data	9.2	15.6	18.7	20.8	
of species-environment relation	43.3	73.3	87.6	97.5	
Sum of all eigenvalues	0.318				
Sum of all canonical eigenvalues	0.068				
Test of significance of first canonical axis	eigenvalue =	0.029			
	F-ratio =	4.883			
	P-value =	0.0100			
Test of significance of all canonical axes	Trace =	0.068			
	F-ratio =	2.601			
	P-value =	0.0020			



Graf 12 Ordinační diagram přímé gradientové analýzy RDA pro společenstvo subalpínské borůvkové vegetace (srpen)

S1- slabý sešlap, S2- střední sešlap, S3- silný sešlap, drn- stržení drnu, str- stříh, kont- kontrola
Antalp- Anthoxanthum alpinum, Avefle- Avenella flexuosa, Bismaj- Bistorta major, Calvil- Calamagrostis villosa, Carbig- Carex bigelowii Descesp- Deschampsia cespitosa, Galsax- Galium saxatile, Homalp- Homogyne alpina, Maibif- Maianthemum bifolium, Nadstr- Nardus stricta, Polver- Polygonatum verticillatum, Sorauc- Sorbus aucuparia, Trieur- Trientalis europeae, Vacmyr- Vaccinium myrtillus, Verlob- Veratrum lobelianum, Mech- mechové patro

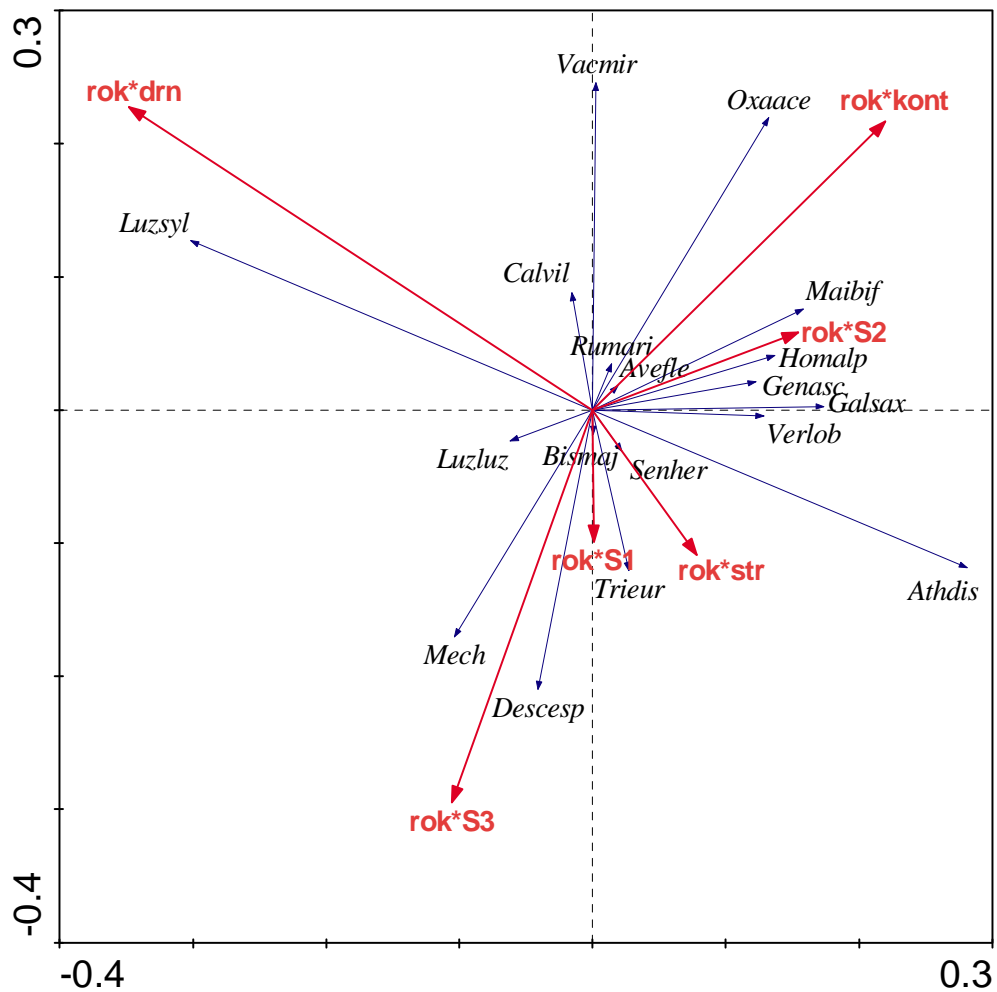
4.5. Papratkové smrčiny

Vliv mechanických disturbancí na změnu pokryvnosti vegetace v papratkových smrčínách není statisticky průkazný (tab. 14). Přestože vliv mechanických disturbancí na změny pokryvnosti vegetace není statisticky průkazný, jsou patrné trendy ve vývoji vegetace (graf 13). Na plochách s nejnižší intenzitou sešlapu je podporován *Trientalis europeae* a *Bistorta major*. Na střední intenzitu sešlapu pozitivně reagují některé druhy dvouděložné rostliny; *Maianthemum bifolium*, *Gentiana asclepiadae*, *Galium saxatile* a *Veratrum lobelianum*. Nejvyšší intenzita sešlapu podporuje zvyšování pokryvnosti *Deschampsia cespitosa*, *Luzula luzuloides*, *Bistorta major* a mechového patra (graf 14). Dominantní *Athyrium distentifolium* výrazně ustoupila na plochách, kde byl odstraněn drn. Na těchto plochách zvyšuje pokryvnost pouze *Luzula luzuloides* a *Calamagrostis villosa*.

Při porovnání jednotlivých zásahů s kontrolou se prokázal statisticky významný vliv na změnu pokryvnosti vegetace u dvou mechanických disturbancí. Jedná se o dvě nehrubější narušení společenstva horských papratkových smrčín; stržení drnu a nejsilnější intenzita sešlapu. U ostatních zásahů (slabý a středně intenzivní sešlap, stříh) nebyl prokázán statisticky signifikantní vliv (tab. 15). Ordinační diagramy výše uvedených zásahů jsou uvedeny v příloze 3 (graf 5).

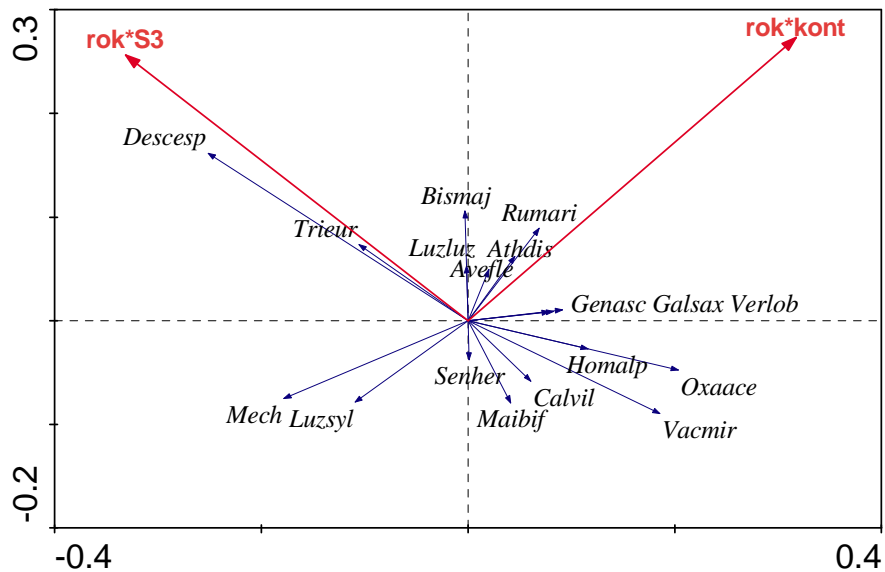
Tabulka 14 Výsledek RDA analýzy ve společenstvu papratkových smrčín (červenec)

Axes	1	2	3	4	Total variance
Eigenvalues	0.016	0.015	0.004	0.001	1.000
Species-environment correlations	0.569	0.531	0.250	0.195	
Cumulative percentage variance					
of species data	4.2	8.0	9.0	9.4	
of species-environment relation	43.5	83.6	93.8	97.7	
Sum of all eigenvalues	0.379				
Sum of all canonical eigenvalues	0.036				
Test of significance of first canonical axis	eigenvalue = 0.016				
	F-ratio = 2.872				
	P-value = 0.2420				
Test of significance of all canonical axes	Trace = 0.036				
	F-ratio = 1.399				
	P-value = 0.0820				



Graf 13 Ordinační diagram přímé gradientové analýzy RDA pro společenstvo papratkových smrčín (červenec)

S1- slabý sešlap, S2- střední sešlap, S3- silný sešlap, drn- stržení drnu, str- stříh, kont- kontrola
Athdis- Athyrium distentifolium, *Avefle- Avenella flexuosa*, *Bismaj- Bistorta major*, *Calvil- Calamagrostis villosa*, *Descesp- Deschampsia cespitosa*, *Galsax- Galium saxatile*, *Genasc- Gentiana asclepiadae*, *Homalp- Homogyne alpina*, *Luzluz- Luzula luzuloides*, *Luzsyl- Luzula sylvatica*, *Oxaace Oxalis acetosella*, *Maibif- Maianthemum bifolium*, *Rumari- Rumex arifolius*, *Senher- Senecio hercynicus*, *Trientalis europeae*, *Vacmyr- Vaccinium myrtillus*, *Verlob- Veratrum lobelianum*, *Mech- mechové patro*



Graf 14 Ordinační diagramy pro přímou gradientovou analýzu RDA pro porovnání zásahů s kontrolou ve společenstvu papratkových smrčín (červenec)

Athdis- Athyrium distentifolium, Avefle- Avenella flexuosa, Bismaj- Bistorta major, Calvil- Calamagrostis villosa, Descesp- Deschampsia cespitosa, Galsax- Galium saxatile, Genasc- Gentiana asclepiadae, Homalp- Homogyne alpina, Luzluz- Luzula luzuloides, Luzsyl- Luzula sylvatica, Oxaace Oxalis acetosella, Maibif- Maianthemum bifolium, Rumari- Rumex arifolius, Senher- Senecio hercynicus, Trientalis europaea, Vacmyr- Vaccinium myrtillus, Verlob- Veratrum lobelianum, Mech- mechové patro

Tabulka 15 Výsledky RDA analýz pro porovnání jednotlivých zásahů s kontrolou ve společenstvu papratkových smrčín (červenec)

Porovnání kontrola x slabá intenzita sešlapu					
Axes	1	2	3	4	Total variance
Eigenvalues	0.009	0.002	0.116	0.060	1.000
Species-environment correlations	0.384	0.239	0.000	0.000	
Cumulative percentage variance					
of species data	2.5	2.9	33.6	49.4	
of species-environment relation	84.3	100.0	0.0	0.0	
Sum of all eigenvalues	0.379				
Sum of all canonical eigenvalues	0.011				
Test of significance of all canonical axes	Trace = 0.011				
	F-ratio = 1.035				
	P-value = 0.1220				

Porovnání kontrola x střední intenzita sešlapu

Axes	1	2	3	4	Total variance
Eigenvalues	0.013	0.002	0.116	0.060	1.000
Species-environment correlations	0.484	0.170	0.000	0.000	
Cumulative percentage variance					
of species data	3.5	3.9	34.6	50.5	
of species-environment relation:	89.3	100.0	0.0	0.0	
Sum of all eigenvalues	0.379				
Sum of all canonical eigenvalues	0.015				
Test of significance of all canonical axes	Trace =	0.015			
	F-ratio =	1.402			
	P-value =	0.0740			

Porovnání kontrola x silná intenzita sešlapu

Axes	1	2	3	4	Total variance
Eigenvalues	0.013	0.004	0.116	0.058	1.000
Species-environment correlations	0.495	0.278	0.000	0.000	
Cumulative percentage variance					
of species data	3.5	4.5	35.2	50.6	
of species-environment relation	76.8	100.0	0.0	0.0	
Sum of all eigenvalues	0.379				
Sum of all canonical eigenvalues	0.017				
Test of significance of all canonical axes	Trace =	0.017			
	F-ratio =	1.642			
	P-value =	0.0120			

Porovnání kontrola x stržih

Axes	1	2	3	4	Total variance
Eigenvalues	0.009	0.004	0.115	0.060	1.000
Species-environment correlations	0.388	0.260	0.000	0.000	
Cumulative percentage variance					
of species data	2.5	3.4	33.8	49.7	
of species-environment relation	72.4	100.0	0.0	0.0	
Sum of all eigenvalues	0.379				
Sum of all canonical eigenvalues	0.013				
Test of significance of all canonical axes	Trace =	0.013			
	F-ratio =	1.213			
	P-value =	0.2400			

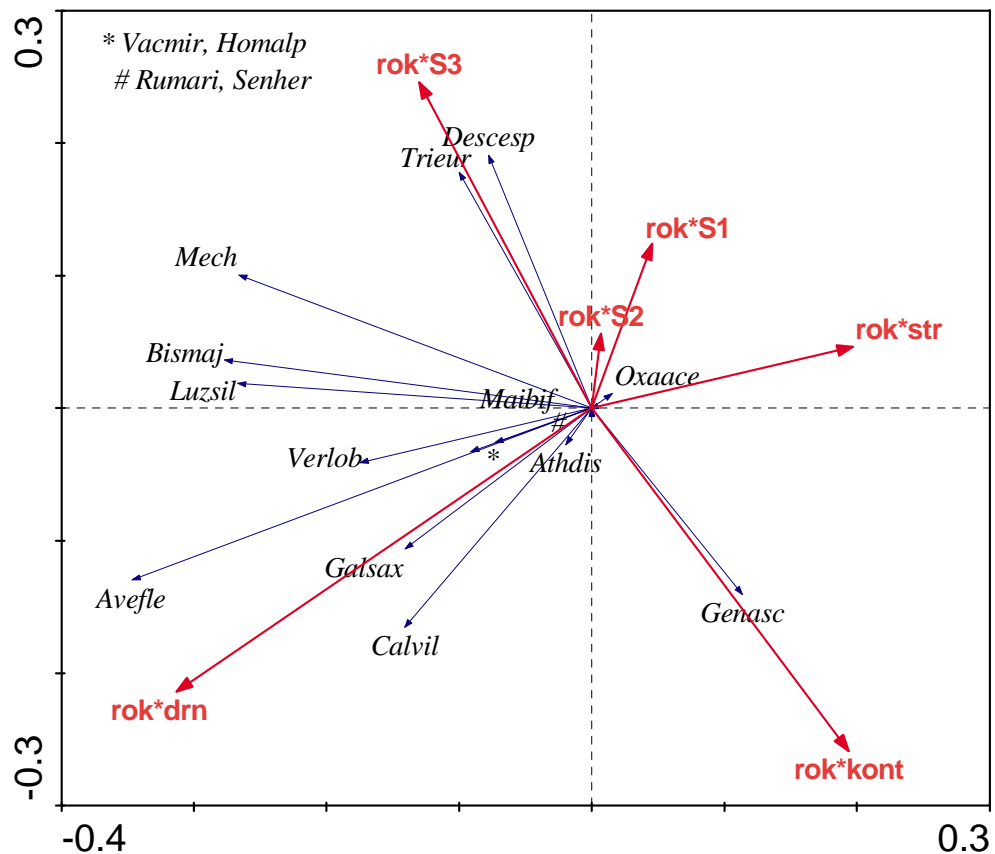
Porovnání kontrola x stržení drnu

Axes	1	2	3	4	Total variance
Eigenvalues	0.015	0.009	0.115	0.059	1.000
Species-environment correlations	0.576	0.371	0.000	0.000	
Cumulative percentage variance					
of species data	4.0	6.4	36.7	52.2	
of species-environment relation:	62.6	100.0	0.0	0.0	
Sum of all eigenvalues	0.379				
Sum of all canonical eigenvalues	0.024				
Test of significance of all canonical axes	Trace =	0.024			
	F-ratio =	2.365			
	P-value =	0.0380			

Změny pokryvnosti vegetace, které se odehrávají po prvním provedení mechanických disturbancí ve společenstvu papratkových smrčín se v Monte Carlo permutačním testu prokázaly jako signifikantní (tab. 16). Dominantní *Athyrium distentifolium* snižuje svou pokryvnost na plochách se všemi intenzitami sešlapu (graf 15). Na ordinačním diagramu je dobře viditelný vývoj ploch se strženým drnem. Na takto narušených plochách regeneruje *Athyrium distentifolium*. Z trav se na těchto plochách uchytila *Calamagrostis villosa*, *Avenella flexuosa* a *Luzula luzuloides*, z dvouděložných rostlin *Vaccinium myrtillus*, *Homogyne alpina*, *Galium saxatile*. Stržení drnu podporuje rozvoj mechového patra. *Trientalis europeae* a *Deschampsia cespitosa* pozitivně reagují na intenzivní sešlap. Na plochách, které se pravidelně stříhaly, se neprojevil nárůst žádného druhu. Prakticky beze změn zůstává i kontrola.

Tabulka 16 Výsledek RDA analýzy ve společenstvu papratkových smrčín (srpen)

Axes	1	2	3	4	Total variance
Eigenvalues	0.033	0.012	0.007	0.003	1.000
Species-environment correlations	0.650	0.476	0.490	0.363	
Cumulative percentage variance					
of species data	10.6	14.3	16.4	17.2	
of species-environment relation	60.2	81.3	93.2	97.9	
Sum of all eigenvalues	0.314				
Sum of all canonical eigenvalues	0.055				
Test of significance of first canonical axis	eigenvalue = 0.033 F-ratio = 5.669 P-value = 0.0220				
Test of significance of all canonical axes	Trace = 0.055 F-ratio = 2.044 P-value = 0.0080				

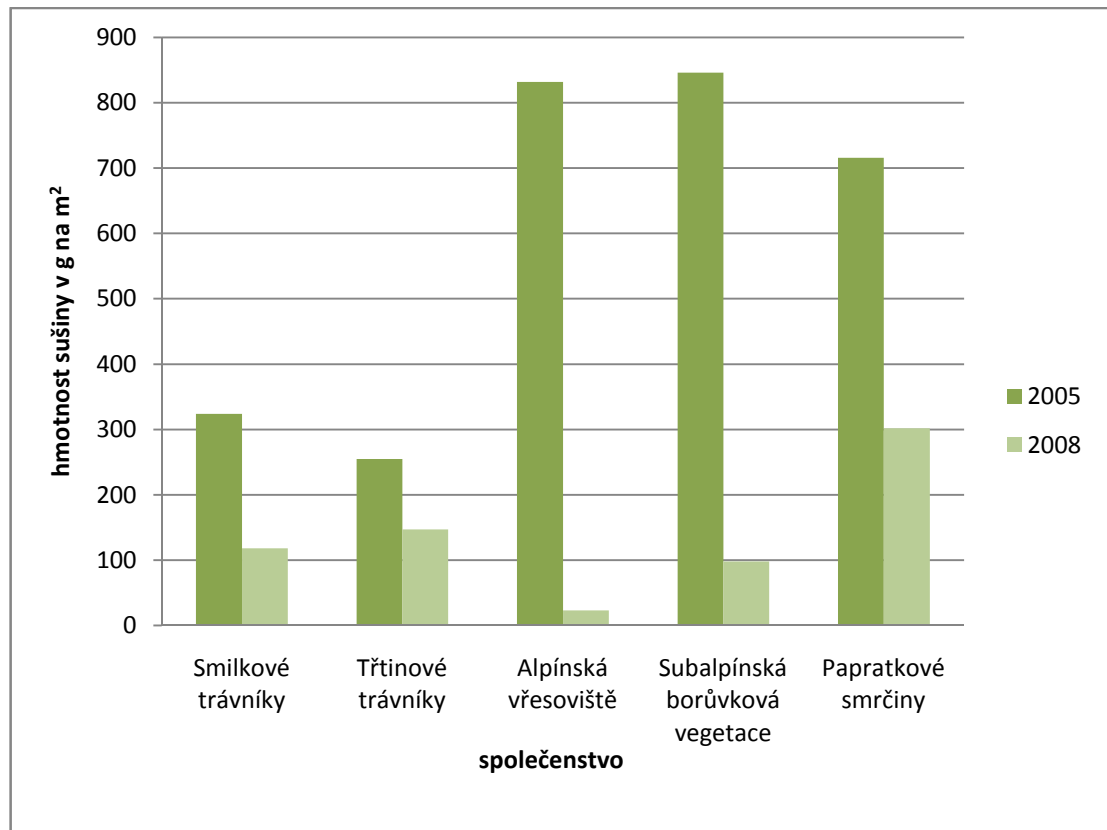


Graf 15 Ordinační diagram přímé gradientové analýzy pro společenstvo papratkových smrčín (srpen)
 S1- slabý sešlap, S2- střední sešlap, S3- silný sešlap, drn- stržení drnu, str- stříh, kont- kontrola
 Athdis- *Athyrium distentifolium*, Avefle- *Avenella flexuosa*, Bismaj- *Bistorta major*, Calvil- *Calamagrostis villosa*, Descesp- *Deschampsia cespitosa*, Galsax- *Galium saxatile*, Genasc- *Gentiana asclepiadae*, Homalp- *Homogyna alpina*, Luzluz- *Luzula luzuloides*, Luzsyl- *Luzula sylvatica*, Oxaace *Oxalis acetosella*, Maibif- *Maianthemum bifolium*, Rumari- *Rumex arifolius*, Senher- *Senecio hercynicus*, *Trientalis europeae*, Vacmyr- *Vaccinium myrtillus*, Verlob- *Veratrum lobelianum*, Mech- *mechové patro*

4.6. Hmotnost sušené biomasy

Z porovnání množství biomasy přirozené, nenarušované vegetace (rok 2005, první odběr biomasy) a vegetace po 4 letech opakovaní zásahu odstranění vegetace (rok 2008) je patrné, že nejhůře tento zásah snášejí keříčková společenstva (graf 16), tedy alpinská vřesoviště a subalpínská borůvková vegetace. Hmotnost sušené biomasy v těchto společenstvech byla při prvním odběru vyšší než u ostatních společenstev (tab. 17), po 4 letech pravidelného odebírání biomasy je množství biomasy naopak nejmenší. Keříčková společenstva se liší od travních společenstev a papratkových smrčín svou pomalou obnovou biomasy, což vyplývá z charakteru jejich fyziognomie. Jejich dominantní životní formou jsou chamaefyty (Elenberg 1992), to znamená, že se při simulaci kosení odstraní podstatná část jejich obnovovacích orgánů, na rozdíl od rostlin

v travních společenstvech, které jsou převážně hemikryptofyty (*Avenella flexuosa*, *Nardus stricta*). Hmotnost sušené netříděné biomasy je u všech společenstev nižší, než při prvním provedení zásahu.

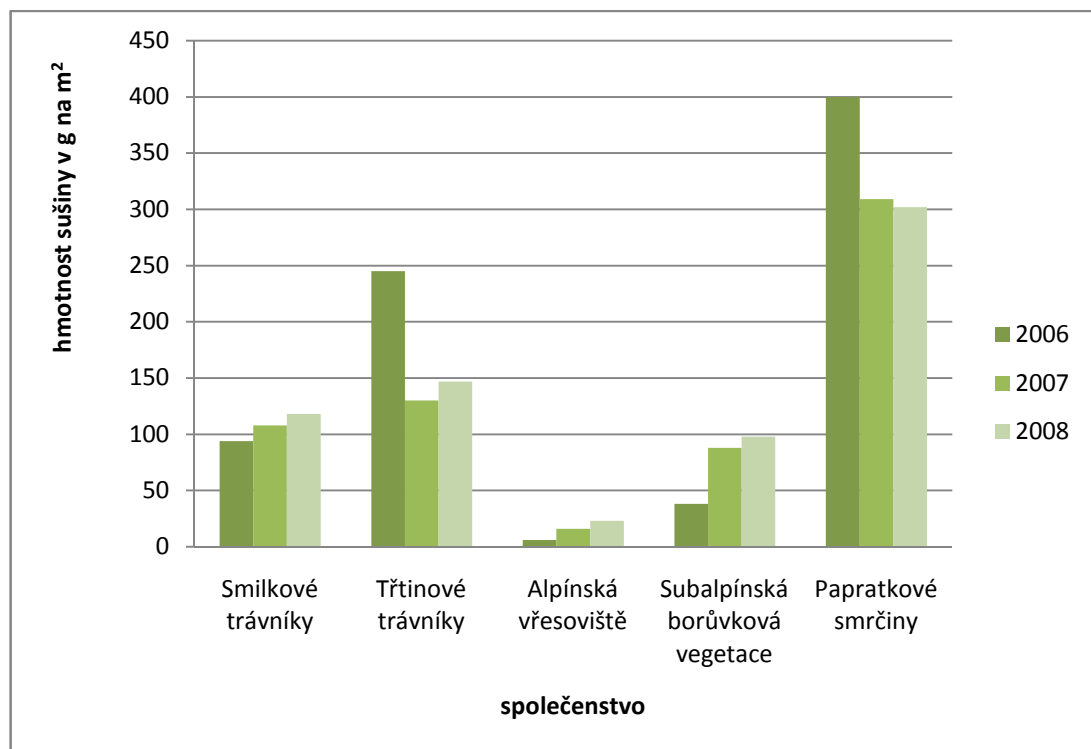


Graf 16 Váha sušené netříděné biomasy v g/m^2 v modelových společenstvech v letech 2005 a 2008

Tabulka 177 Váha netříděné sušené biomasy v g/m^2 v modelových společenstvech v letech 2005 - 2008

	Smilkové trávníky	Třtinové trávníky	Alpínská vřesoviště	Subalpínská borůvková vegetace	Papratkové smrčiny
2005	324	255	832	846	716
2006	94	245	6	38	400
2007	108	130	16	88	309
2008	118	147	23	98	302

Při porovnání sušené netříděné biomasy z jednotlivých společenstev mezi lety 2006 – 2008 jsou patrné určité trendy (graf 17). V alpínských vřesovištích, smilkových trávnících a v subalpínské borůvkové vegetaci dochází každoročně k nárůstu hmotnosti biomasy. Nárůst hmotnosti se pohybuje maximálně v desítkách gramů na m^2 (tab. 1). V keříčkových společenstvech není tento nárůst způsoben regenerací dominanty, ale zarůstáním ploch travami. Naopak u papratkových smrčín dochází k poklesu váhy biomasy. Ve třtinových trávnících došlo nejprve k poklesu hmotnosti sušené biomasy a poté k nárůstu.



Graf 17 Váha sušené netříděné biomasy v g/m^2 v modelových společenstvech v letech 2006 – 2008

5. Diskuze

Jak bylo uvedeno výše, mechanické disturbance na studovaných plochách byly prováděny nepřetržitě po čtyři sezóny. Na rozdíl od práce Šubrt (2007) lze ze získaných výsledků již naznačit směr vývoje vegetace, zejména pro společenstva, která na mechanické disturbance reagovala citlivě. U společenstev, která nereagovala tak výrazně, lze alespoň diskutovat určité trendy. V obou případech je třeba mít na zřeteli, že směr vývoje mohou ovlivnit i další biotické a abiotické faktory. Nejprve jsou v diskusi rozebrány vlivy mechanických disturbance v jednotlivých společenstvech. Poté je zhodnocena reakce druhů na mechanické disturbance napříč zkoumanými společenstvy.

5.1. Smilkové trávníky

Sečení

Sečením smilkových porostů v Krkonoších se poslední dobou zabývalo mnoho autorů zejména v souvislosti s expanzí *Calamagrostis villosa*. Hejcnam et al. (2004) podobně jako Lokvenc (1961) uvádí, že smilkové prostory byly užívány k hospodářským účelům v 18. a 19. století. Z posledních Hejcnanových výzkumů vyplývá, že ústup smilkových trávníků a expanze *C. villosa* je projevem sekundární sukcese po ukončení hospodaření ve vrcholových partiích Krkonoš a je dále podporována zvýšenou dostupností dusíku v ekosystémech (Hejcnan 2009). Po čtyřech sezónách, kdy bylo prováděno stříhání, a odstraňování biomasy nebylo na experimentálních plochách zaznamenáno podpoření druhu *C. villosa*. Tento druh se na plochách vyskytuje sporadicky a s nízkou pokryvností. Toto zjištění nijak neodporuje výše popsanému jevu. *C. villosa* expanduje zpět do míst, odkud ji vytlačila *Nardus stricta*, jež byla podpořena přednostním sečením třtinových porostů (Hejcnan et al. 2004, 2009). Je tedy možné, že na sledované lokalitě nebyla v minulosti dominantní *C. villosa*. Dalším vysvětlením může být krátká doba provádění zásahu.

Souvisle zapojený porost *Nardus stricta* vzhledem ke své husté struktuře omezuje možnost uchycení a dalšího šíření ostatních druhů (Štursová 1974). Odběr biomasy změnil výšku vegetace, porost na takto ošetřovaných plochách je viditelně nižší než porost na kontrole. Množství odebrané biomasy se oproti původnímu stavu snížilo přibližně o třetinu. Stříháním se snižuje pokryvnost *N. stricta*, trsy jsou

kompaktnější a v plochách se nachází menší množství stařiny. Dochází k rozvolnění a prosvětlení porostu smilky. Výsledky se shodují s prací Šindelářové (1959), která popisuje postavení *Avenella flexuosa* v podrostu *Nardus stricta*. *Avenella flexuosa* je většinou v porostu přítomna pouze ve vegetativním stádiu v důsledku převahy silnější *Nardus stricta* a částečně též nedostatkem světla. Na stříhaných plochách dochází k zvedání pokryvnosti *Avenella flexuosa*. Prosvětlení porostu podporuje také zvýšení pokryvnosti *Galium saxatile*, které není vzhledem ke svému vzrůstu (poléhavý hemikryptofyt) stříhem přímo ovlivněno. Pozitivní reakci výše uvedených dvou druhů na odstraňování biomasy v podobě pastvy ovcí popsal ve své práci Hulme et al. (2002). Z uvedených výsledků je patrné, že za určitých podmínek může mít sečení na společenstva obdobný vliv jako pastva.

Stržení drnu

Odstranění drnu je nejsilnější prováděné narušení fytocenóz. Při jeho provedení došlo k obnažení půdy a částečně i k odstranění svrchního půdního horizontu. Vývoj půdních charakteristik probíhal velice podobně, jak ho ve své práci popsala Šturmová (1974); Organický materiál, který na plochách mohl místy zůstat, byl odplaven během prvních let pokusu a na povrchu se nacházela tvrdá kůra z drobného skeletu a žulového písku. V současné době je na plochách pozorovatelný posun, v některých místech se začíná vytvářet humusový horizont. Také pokračuje kolonizace disturbované plochy. Na plochách se uchytila *Avenella flexuosa*, *Calamagrostis villosa*, *Nardus stricta* a *Anthoxanthum alpinum*. Podobný vývoj vegetace popsala Štursová (ib.) i ve východních Krkonoších na lokalitách Bílá a Čertova louka.

Jako velice dynamický druh se na těchto plochách jeví *Carex pilulifera*, která se zde před provedením zásahu nevyskytovala. Generativní šíření *Nardus stricta* na plochy utvrzuje názor, že smilka je schopna se i v nejvyšších partiích Krkonoš šířit generativně (Štursová 1974, 1985 Hejman et al. 2005). Na jedné z experimentálních ploch se objevili semenáčky *Galium saxatile*, jakožto jediného zástupce dvouděložných rostlin. Kolonizace takto narušených ploch je však dosti pomalá. Nagy et al. (2003) ve své studii uvádí hlavní faktory prostředí, které mohou ovlivnit zarůstání holé plochy. Znovu zarůstání narušených ploch podle této studie závisí na dostupnosti propagulí, půdní struktuře a kvalitě půdy, semenáčky chycené na holém povrchu jsou negativně ovlivňovány jehličkovým ledem, větrnou a vodní erozí. Tyto faktory se jeví jako zásadní i při kolonizaci sledovaných trvalých ploch. Ty se nacházejí ve zrychlující části

anemo- orografického systému (Jeník 1961), na takovýchto místech dochází spíše k donosu semen, než k jejich usazování. Možnost uchycení propagulí je tím značně snížena, v žádném případě však vyloučena. Důležitou roli tak hraje hlavně semenný déšť z okolních porostů. K vodní erozi na plochách došlo v roce 2006, kdy bylo odplaveno velké množství semenáčku (Šubrt 2007).

Z dosavadních výsledků se jeví směr sukcese zpět ke smilkovým trávníkům. Bylo by vhodné sledovat další směr vývoje těchto ploch.

Sešlap

Společenstvo smilkových trávníků se jeví, jako vysoce tolerantní vůči sešlapu. Změny ve vegetaci jsou přesto patrné, zejména u střední a silné intenzity sešlapu. Na plochách se střední intenzitou sešlapu využila částečné prosvětlení porostu *Carex bigelowii*, která je velice náročná na světlo (Elenberg 1992) a zároveň tolerantní k sešlapu a začala se v porostu prosazovat. Vysokou rezistenci a rezilienci porostů s *Carex bigelowii* zjistili ve své studii také Cole a Trull (2002) a dále ji ve své práci potvrdil i Cole (Cole 1995 a). Obě výše uvedené studie se věnovaly vlivu různé intenzivního sešlapu na rozdílná společenstva. Odolnost společenstva s dominantní *Nardus stricta* může být určován životní formou dominant. Cohle and Monz (2002) uvádějí, že nejodolnějším životní formou jsou hemikryptofyty v podobě trsnatých trav, čemuž *Nardus stricta* odpovídá.

Zatím nebylo zjišťováno jaký vliv má sešlap na kořenový systém. Obecně při sešlapu dochází k zhutňování půdy, ke ztrátě půdního vzduchu a k narušení hydrologických podmínek půdy (Nagy et al. 2003, Ros et al. 2004). K těmto jevům dochází jak při krátkodobém tak dlouhodobém sešlapu, při dlouhodobém sešlapu je stlačení výrazně vyšší (Kissling et al. 2009). Kissling dále uvedl, že kvůli tomuto efektu může být obtížné z vlivu krátkodobého sešlapu usuzovat na vliv dlouhodobý. Nicméně za těchto okolností se pravděpodobně budou na toleranci k sešlapu podílet i morfologické charakteristiky kořenového systému. Také Roovers (2004) se přiklání k tomuto názoru: ve své práci uvádí, že krátkodobý vliv sešlapu se skládá hlavně ze snížení množství rostlinného materiálu, zatímco dlouhodobý zahrnuje přímé i nepřímé dopady na kompletní systém vegetace a půdy (stlačení půdy na kořenový systém). Smilka je relativně hrubě kořenující tráva. Tvoří četné silné nerozvětvené kořeny 1-2mm silné, které pronikají do hloubky cca 50 cm (Chadwick 1960). Hluboce zakořeněné a silné kořeny budou pravděpodobně poškozovány dlouhodobým sešlapem

v menší míře. Toto mě vede k vyslovení hypotézy, že kořenový systém by také mohl ovlivnit toleranci druhu k dlouhodobému sešlapu. Tento problém by si jistě zasloužil více pozornosti.

5.2. Třtinové trávníky

Sečení

Sečením třtinových porostů se zabývá ve své práci Hejzman (2004). Na Harrachově louce prováděl pětiletý experiment se sečením smilkových, bezkolencových a třtinových porostů. Na základě produktivity kosení, výnosů a kvality píce zkoumaných druhů usoudil, že budaři dávali přednost píci třtinové nebo bezkolencové, pokud měli možnost výběru stanoviště ke sklizni. Ze studie dále vyplývá, že *Calamagrostis villosa* dlouhodobou pravidelnou sklizeň v živinově chudých podmínkách špatně snáší, což v současné době vede k její expanzi na místa, odkud byla kdysi tímto znevýhodněním vytlačena. Negativní vliv sečení na třtinové porosty na mnou sledovaných plochách se po čtyřech sezónách odebrání biomasy neprojevil ve statistických analýzách. Snižování pokryvnosti *C. villosa* se zatím nepromítlo do frekvence výskytu tohoto druhu. Na plochách však dochází ke značnému snižování pokryvnosti dominantní *C. villosa*. Průměrná pokryvnost *C. villosa* se na začátku pokusu pohybovala kolem 85%, na konci pokusu klesla v průměru na 47%. Což potvrzuje Hejzmanovy výsledky. Snižování pokryvnosti *C. villosa* je provázeno i snížením vyprodukovaného množství biomasy. Po čtyřech letech provádění simulace sečení se váha sušené netříděné biomasy snížila o třetinu.

To, že se mohou částečně rozcházet výsledky statistických analýz a odpovědi společenstva způsobuje podle Nagyho (2003) neznámý vztah mezi minimální statistickou významností a její biologickou signifikancí. Na stříhaných plochách zvedá svou pokryvnost *Avenella flexuosa*. Také Hejzman et al. (2005) uvádí, že *A. flexuosa* nebývá kosením negativně ovlivňována, naopak reaguje pozitivně na prosvětlení porostu.

Stržení drnu

Na plochách s odstraněným drnem ve třtinových trávnících došlo k poměrně rychlému zotavení vegetace. Největší měrou se na těchto plochách uplatňuje *Calamagrostis villosa*. Tento jev není způsoben generativním uchycením semenáčků,

nýbrž vegetativní regenerací *C. villosa*. Je patrné, že provedením zásahu se nepodařilo odstranit všechny třtinové oddenky. Nicméně kolonizaci vegetace zbavených stanovišť *C. villosa* uvedla ve své práci Štursová (1974), která se tímto jevem zabývala ve východních Krkonoších. *C. villosa* se uchycuje snadněji na více eutrofních stanovištích. Na plochách se kromě třtiny zvedá pokryvnost mechového patra, které před provedením zásahu nebylo přítomno. Výrazně zde zvedá své zastoupení *Galium saxatile*. Neočekávaně menší rozvoj zaznamenala *Avenella flexuosa*, ta se výrazněji projevuje pouze na jedné ploše, kde pravděpodobně nedošlo k tak velké regeneraci *C. villosa* z oddenků. Malý rozvoj *A. flexuosa* může být způsoben poměrně silnou kumulací sušiny při zemském povrchu, který brání průniku světla.

Sešlap

Ve vegetaci jsou poměrně rozeznatelné jednotlivé intenzity sešlapu. Přestože zatím nedošlo ke statisticky průkaznému odlišení, (což může být způsobeno zvolenou statistickou metodou, frekvence jednotlivých druhů se totiž výrazně nemění), byl zaznamenán pokles pokryvnosti dominantní *Calamagrostis villosa* a to při všech intenzitách sešlapu. Snižování její pokryvnosti je tím vyšší, čím vyšší je intenzita sešlapu. To nasvědčuje podle Coleho (1995 a) tomu, že u společenstva byl překročen práh poškození. Nízkou rezistenci u třtiny popisuje i Bradáčová (2007), která zkoumala vliv sešlapu na společenstva v subalpínské zóně Jeseníků. Schopnost rezistence spojoval Cole (1995 b) mimo jiné se vzrůstem a vzpřímeností rostliny. *C. villosa* netvoří trsy a má vzpřímený růst a proto je sešlapem poničena. Z počátku se jevila jako dosti rezilientní druh (Šubrt 2007), při dalším pokračování disturbancí však začíná ustupovat. Na její místo se dostává *Avenella flexuosa*, která se vůči sešlapu zdá být tolerantní. Sešlap dále podporoval *Carex bigelowii*, což se shoduje s výsledky vlivu krátkodobého sešlapu, které označily *C. bigelowii* za vysoce tolerantní druh vůči sešlapu (Cohle 1995 a,b, Cole and Trull 1992). Při pokračování disturbance by pravděpodobně došlo k úplné eliminaci *Calamagrostis villosa* a ve společenstvu by byla dominantní *A. flexuosa* a *Galium saxatile*.

5.3. Alpínská vřesoviště

Sečení

Simulace sečení měla na alpínské vřesoviště negativní dopad. Na plochách kde byla opakovaně odebírána biomasa, došlo prakticky k eliminaci *Calluna vulgaris*. Plochy se postupně od okraje plochy začínají zapojovat porostem *Avenella flexuosa*, *Carex bigelowii*, částečně se zde uplatňuje i *Galium saxatile*. Velmi podobný vývoj vřesovišť po posečení popisuje Jebavá (2004), nebo Calvo et al.(2002). Šubrt (2007) ve své práci naznačuje, že zkoumané porosty jsou pravděpodobně ve fázi zralosti. S tímto tvrzením souhlasím, jelikož se obnovování z bází neprojeví ani po čtyřech letech od prvního zásahu. Navíc lze i na kontrolních plochách zaznamenat prosychání keříčků vřesu a částečně i invazi *Avenella flexuosa*. Gimingham (1972) udává velký pokles schopnosti regenerace vřesu ve stáří okolo 15 let a ztrátu možnosti vegetativní obnovy ve věku okolo 30 let. Velmi malá vegetativní obnova po pokosení přes 30 let starého vřesoviště byla pozorována také ve španělských horách (Calvo et al. 2002). Z tohoto usuzuji, že sledované plochy již nejsou schopny obnovy regenerací z bází. Sledované plochy budou pravděpodobně dál zarůstat trávami. Hartley and Amos (1999) uvádí pomalou obnovu vřesu i po pasení, jelikož jsou zničeny vrcholové růstové meristémy, zotavení výhonku je velmi pomalé. Sečení má tedy na alpínské vřesoviště podobný vliv jako pasení. Na pomalou regeneraci alpínských vřesovišť poukazuje i množství vyprodukované biomasy. Váha sušené netříděné biomasy poklesla z původních 832 g/m² na 23 g/m². Přičemž převážnou většinu produkované biomasy tvoří trávy.

Stržení drnu

Stržení drnu má prozatím na alpínské vřesoviště velmi negativní vliv. Semenačky *Calluna vulgaris* se na jedné ploše zatím neuchytily vůbec a na zbylých dvou jen v malé míře. To může být způsobeno tím, že odstraněním drnu došlo k odstranění podstatné části semenné banky většiny rostlinných druhů (Bruggink 1988). Pywell et al. (1997) uvedli, že ve svrchních 4- 5 cm půdy je okolo 90% semen vřesu. Plochy jsou tak zcela odkázány na semenný déšť z okolí. Podle Brittona (2000) po takovémto zásahu může trvat i 10 let než se vřes dostane do konkurenčně silné výstavbové fáze svého cyklu. Je tedy možné, že stržení drnu se jeví negativně kvůli krátké době regenerace. Také je zde možnost, že *C. vulgaris* nebude regenerovat. Bruggink (1988) ve své studii naznačil, že stržení drnu až na minerální půdu nevede k obnově vřesoviště, protože v této vrstvě je malé množství semen vřesu a nepříznivé

podmínky pro jejich klíčení. Jeho výsledky však popírá Jebavá (2004), která uvedla, že na experimentálních plochách na Rýchorách došlo k obnově vřesoviště na plochách, kde byl drn odstraněn až na minerální horizont, vyklíčilo na nich velké množství semenáčků *C. vulgaris* a docházelo k postupné obnově. Na druhou stranu na místech, kde byl drn odstraněn jen na humusový horizont, se po třech letech vytvořila téměř zapojená vegetace *Avenella flexuosa* a *Vaccinium myrtillus*. Určit směr budoucího vývoje alpského vřesoviště je tedy ještě poněkud předčasné, protože na plochách se uchytily kromě vřesu i *A. flexuosa*, *Calamagrostis villosa*, *Carex pilulifera*, *Anthoxanthum alpinum*, všechny druhy však s velice nízkou pokryvností. Většina plochy zůstává stále holá. Příčiny pomalé kolonizace ploch se strženým drnem jsou obecně rozebrány v podkapitole smilka- stržení drnu. Tyto vlivy jsou nadále umocňovány charakterem porostu, který je ve sledované lokalitě ostrůvkovitý, proto se neuplatňuje v takové míře regenerace z okolí, jak uvádí Jebavá (2004) nebo Kuss et Hall (1991). Bylo by velice cenné vývoj vegetace sledovat i nadále.

Sešlap

Calluna vulgaris velice citlivě reaguje na všechny intenzity sešlapu. Poškození porostu je odstupňováno se zvyšující se intenzitou. Při nízkém sešlapu dochází k poničení keříků *C. vulgaris*, který je však schopen částečně regenerovat. Střední a vysoká intenzita sešlapu vede k úplné eliminaci *C. vulgaris*. Výsledky této práce se shodují s výsledky studie Klug et al. (2002). Klug se zabýval vlivem sešlapu na vyfoukávaná alpská vřesoviště čtyř regionů rakouských Alp. Ve své práci označil alpská vřesoviště za společenstva, která jsou velice málo rezistentní i rezilientní, a to již při nízké intenzitě sešlapu a doporučil pro jejich účinnou ochranu zabránit i nízké intenzitě sešlapu. Citlivost *C. vulgaris* k sešlapu je obecně daná jeho morfologií (Cole 1995 a, b), jedná se o pomalu rostoucí stálezelený keř (Grimigham 1972), je to typická lesní rostlina s dlouhou délkou života, jež je adaptací na nízkou úživnost prostředí (Coley 1985). Při poškození dochází k velmi pomalému obnovení. Zranitelnost keříčkové vegetace zaznamenali ve svých pracích i Whinam a Chilcott (1999, 2003), kteří studovali vliv sešlapu na alpskou vegetaci ve střední Tasmánii. Z těchto studií vyplývá, že poškození keříčků bylo na všech plochách vyšší, než poškození jiných životních forem. V rámci těchto prací byl naznačen vývoj obnaženého povrchu na cestách, které byly opakovaně sešlapávány čtyři roky. Dva roky po ukončení sešlapu zaznamenali Whinam a Chilcott (ib.) na cestách s 30 až 100 přechody jen malé zvýšení

pokryvnosti. Na cestách sešlapaných 100 až 500 přechody nezaznamenali žádné zvýšení pokryvnosti. Na plochách sešlapávaných střední a silnou intenzitou dochází k degradaci společenstva, tak jak ji popsala Mitchell (2008); Degradace vřesovišť s dominantní *C. vulgaris* se často projevuje ztrátou *C. vulgaris* a zvyšováním pokryvnosti trav. I na sledovaných plochách došlo ke ztrátě dominantního druhu *C. vulgaris* a začíná se projevovat zarůstání ploch travinami; *Avenella flexuosa*, *Carex bigelowii*, *Calamagrostis villosa*. Na plochách se prosazují i některé dvouděložné rostliny jako *Galium saxatile* a *Homogyne alpina*. Oba uvedené druhy jsou hemikryptofyty s přezimujícími a obnovovacími pupeny u země. Šíření těchto druhů na sešlapávaných plochách potvrzuje výsledky Coleho a Trulla (1992). Dochází tedy k postupné degradaci vřesoviště.

Nízkou rezistenci vůči sešlapu mohou ovlivnit i nepřímé vlivy sešlapu (podrobněji popsáno v podkapitole smilka – sešlap). Dopadům ztuhnutí půdy na kořenový systém se zatím nikdo systematicky nevěnoval. Vřes produkuje velké množství tenkých vlásečnicových kořenů (0,1 mm silných), které se rozrůstají v horním organickém horizontu půdy (Aerts 1993, Grimingham 1960). Z tohoto si dovoluji usuzovat na větší poničení nejen nadzemní, ale i podzemní biomasy, než je tomu například u *Nardus stricta*. Na plochách by bylo vhodné již neprovádět mechanické disturbance. Doporučovala bych ale nadále sledovat sukcesi ploch, jež by naznačila směr vývoje po vystavění alpských vřesovišť dlouhodobému sešlapu.

5.4. Subalpínská borůvková vegetace

Sečení

Porosty s *Vaccinium myrtillus* nebyly v minulosti tímto stylem hospodářsky využívány, sečeny byly jen ve velmi malé míře jako podestýlka pro dobytek (Lokvenc 1960). *V. myrtillus* na sečených plochách zmlazuje z bází. Jelikož je však odstranění biomasy provedeno každoročně, vegetace ani zdaleka nedosahuje výšky okolních porostů. Také se významně snížilo množství biomasy a sledovaných plochách. Při prvním odběru byla hmotnost sušené netříděné biomasy až sedmkrát vyšší, než po čtyřech letech provádění zásahu. Vzhledem k tomu, že zásah postihuje všechny rostliny najednou, jsou při následném obrůstání ve výhodě druhy schopné rychlé regenerace a snižuje se konkurenceschopnost druhů, které se vyvíjí pomalu a dozrávají později

(Rychnovská 1985). Tento jev byl zaznamenán i na sledovaných plochách. Na plochách lze zaznamenat nárůst trav jako *Avenella flexuosa*, *Calamagrostis villosa*, *Nardus stricta*. *A. flexuosa* není příliš zdatný konkurent o světlo, po odstranění zástinu v podobě dominantní *A. flexuosa* zvedá významně svou pokryvnost a na některých plochách dokonce kvete. Z dvouděložných rostlin na plochách zvedá pokryvnost *Bistorta major*, která není negativně ovlivněna sečením, jelikož zmlazuje z podzemních oddenků. Po čtyřech letech pravidelného stříhání *V. myrtillus* stále zmlazuje, ztratilo však v porostu svou dominanci. Doporučuji sledování ploch po ukončení zásahu. Předpokládám, že keříčky borůvky budou úspěšně regenerovat a společenstvo se navrátí do svého původního stavu.

Stržení drnu

Stržení drnu je velmi negativní zásah do společenstva subalpínské brusnicové vegetace. *Vaccinium myrtillus* se na takto ošetřené plochy vrací velice pomalu. I když byl zásah proveden s přesahem, na některých plochách se objevuje *V. myrtillus* díky vegetativnímu přerůstání z okolního porostu. Na jedné ploše byl zaznamenán v prvním roce po provedení odstranění drnu uchycení semenáčku *Pinus mugo*. Na ploše se vzhledem k extrémním podmínkám udržel jen dvě sezóny. Obdobně jako u výše popsaných společenstev tyto plochy kolonizuje *Avenella flexuosa*, *Nardus stricta*, *Calamagrostis villosa*, která na některých plochách kvete. Semenáčky dominantní *V. myrtillus* se objevují jen velmi sporadicky. Negativní vlivy prostředí, které působí na obnažený povrch, jsou více rozebrány v podkapitole smilka- stržení drnu. Zotavení vegetačního krytu bude pravděpodobně velice dlouhodobou záležitostí. Plochy by bylo vhodné dále sledovat.

Sešlap

Na plochách jsou dobře rozeznatelné rozdíly v intenzitě sešlapu. Při nejnižší intenzitě sešlapu dochází k částečnému polámaní keříčků *Vaccinium myrtillus*, nedochází však k jejich výraznému poškození či eliminaci, jako je tomu u zbývajících dvou intenzit. K podobným výsledkům dospěli i Whinam a Chilcott (1999, 2003) při svých experimentech ve střední Tasmánii. Výsledky jejich práce naznačily, že keříčky jsou citlivější k sešlapu, než jiné životní formy. Při nízké intenzitě může docházet po roce od zásahu k jejich regeneraci. Cole a Trull (1992) zařadili keříčkovou vegetaci ve své práci k rezistentním, ale netolerantním typům vegetace. 14 dní po zásahu se jevily keříčky sešlapávané nízkou intenzitou relativně málo poškozené, tedy dost rezistentní.

Rok od provedení zásahu však jejich poškození větší, dost keříčků odumřelo během zimy. Galett a kol. (2004) ve své studii uvedli, že 14 dní po zásahu je u dřevnatých druhů krátký čas na to, aby se poškození projevilo, poškozené části mohou být po tak krátké době stále zelené. S tímto názorem lze souhlasit. Keříčky na sledovaných plochách byly po zásahu polámané, přesto byly zelené, a proto byly zahrnuty do pokryvnosti borůvky na dané ploše. Většina takto poškozených větviček však do konce sezóny uschne. Podobně jako Whinam a Chilcott (1999, 2003) se kloním k názoru, že keříčková vegetace je málo rezistentní i rezilientní k opakovanému sešlapu. U ploch s nízkou intenzitou sešlapu, lze předpokládat, že se po ukončení zásahu navrátí po nějaké době do původního stavu. Na plochách se střední a vysokou intenzitou sešlapu nastala degradace porostu. Druh *V. myrtillus* na plochách výrazně snížil svou pokryvnost a změnil charakter růstu. Na plochách v malé míře regeneruje z bází v podobě velice nízkých, osamocených výhonů. Nejvýznamněji svou pokryvnost zvýšil druh *Avenella flexuosa*. Střední a silnou intenzitou sešlapu je podpořen druh *Bistorta major*. Zjištěné šíření tohoto druhu potvrzuje výsledky Coleho a Trulla (1992), že geofyty jsou vůči sešlapu vysoce tolerantní. Pokud by sešlap pokračoval i v dalších sezónách došlo by pravděpodobně k úplné eliminaci *Vaccinium myrtillus*. Zajímavé bude sledovat, zda se po ukončení zásahu společenstvo navrátí k subalpínské borůvkové vegetaci, nebo bude jeho vývoj pokračovat k travním společenstvům.

5.5. Papratkové smrčiny

Střih

Athyrium distentifolium regeneruje po odstranění biomasy až v následující sezóně. 14 dní po provedení zásahu nevytvořila žádné nové listy. Po roce od provedení zásahu však regeneruje velice úspěšně a takto ošetřené plochy se prakticky neliší od ploch kontrolních. *A. distentifolium* vytrvávající podzemními orgány obráží v sezóně následující po provedení disturbančních zásahů opět s vysokou pokryvností a tvoří zapojené porosty. Při porovnání množství biomasy odebírané z ploch je však patrné, že společenstvo každoročně snižuje množství biomasy. A to dosti výrazně. Z původních 716 g/m² sušené netříděné biomasy na 302 g/m² sušené netříděné biomasy. Střihem není výrazně podpořena žádná z rostlin vyskytujících se na takto ošetřované ploše. Na plochách pokračuje stejný vývoj, jak ho ve své práci zaznamenal Šubrt (2007).

Stržení drnu

Stržení drnu je velice zásadním narušením papratkových smrčín. Jelikož nejsou experimentální plochy vystaveny přímému působení abiotických podmínek v rámci anemo- orografického systému, plochy jsou po pěti letech od provedení zásahu rekolonizované více, nežli je tomu u výše popsaných společenstev. Zdá se, že podmínky sukcese ovlivňují spíše mikroklimatičtí činitelé související se strukturou okolní vegetace. Šubrt (2007) ve své práci uvedl, že prozatím nedošlo k uchycení papratky a jejímu obnovování. Oproti této práci bylo na plochách zaznamenáno již částečné obnovování *A. distentifolium* v podobě malých semenáčků. Ostatní trendy vývoje vegetace jsou shodné s prací Šubrt (2007). Na plochách se i nadále prosazují druhy z okolních porostů, jako jsou *Luzula sylvatica*, *Avenella flexuosa*, která na plochách tvoří velice vitální trsy. Dále se na plochách vyskytuje *Calamagrostis villosa*. Výrazně zde zvedá svou pokryvnost mechové patro. Z dvouděložných rostlin se na plochách stále častěji objevují, *Vaccinium myrtillus*, *Trientalis europeae*. Obnova *A. distentifolium* je zatím velice nízká, proto není snadné předpovědět, jakým směrem se bude sukcese ubírat. Bylo by vhodné sledovat další vývoj ploch.

Sešlap

Společenstva papratkových smrčín se zpočátku jevila jako vysoce rezilientní k narušení sešlapem. Šubrt (2007) i Bradáčová (2007) uvedli ve své práci, že *Athyrium distentifolium* rok po provedení zásahů velice úspěšně regeneruje až na původní pokryvnost před provedením zásahu. Oba autoři zaznamenali pouze částečné snížení vzrůstu dominantní *A. distentifolium*. K obdobným výsledkům došel ve své práci i Gremmen et al. (2003). Po dalších dvou sezónách, při kterých byl zásah opakován, však došlo ke změně vegetace. Na plochách jsou snadno rozeznatelné jednotlivé intenzity sešlapu. Kromě dalšího zmenšování vzrůstu vegetace se začala projevovat i změna pokryvnosti *A. distentifolium*. Na plochách s nejintenzivnějším sešlapem je zmenšení pokryvnosti statisticky průkazné. Při provádění zásahu v budoucích letech by se pravděpodobně staly průkazné i nižší intenzity sešlapu. Na plochách s nejvyšší intenzitou sešlapu je podporován *Trientalis europeae*. Papratkové smrčiny jsou k sešlapu velice málo rezistentní. Jejich okamžité poškození sešlapem je veliké. Jak uvedl Cole (1995 b), k sešlapu jsou málo rezistentní vysoké vzpřímené rostliny. Tato kritéria *A. distentifolium* rozhodně naplňuje. Listy *A. distentifolium* jsou po slabé intenzitě poškozeny, většina z nich je polámaná. Při vyšších intenzitách sešlapu jsou

listy zcela zdevastovány. Po 14 dnech od provedení zásahu regeneruje jen v malé míře. Stejný vliv na vegetaci s dominantní kapradinou uvádí i Cole (1995a), který zjistil, že kapradinový podrost subalpínských smrkovo-jedlových podrostů s *Dryopteris-campyloptera* se ukázal jako nejméně odolný k sešlapu.

Do budoucna by bylo vhodné dále provádět zásah a sledovat, zda dojde zcela k eliminaci papratky.

5.6. Reakce druhů na jednotlivé disturbance

Při porovnání vlivu mechanických disturbance na jednotlivá společenstva je patrné, že některé zásahy mají na všechny společenstva velice podobný vliv a jiné vliv zcela rozdílný. Pravidelné odebírání biomasy působilo velice negativně na keříčkovou vegetaci. U alpínských vřesovišť dochází po tomto zásahu k degradaci společenstva. Třtinové trávníky jsou sečením též značně ovlivněny. Nedošlo zde ale zatím k eliminaci dominantní *Calamagrostis villosa*.

Reakce na stržení drnu proběhla ve všech společenstvech podobně. Plochy zarůstají velice pomalu a jsou kromě dominantního druhu společenstva kolonizovány vesměs travinami. Nejčastěji se na plochách uchytila *Avenella flexuosa*, *Calamagrostis villosa*, *Carex pilulifera*, *Nardus stricta* a *Anthoxanthum alpinum*.

Reakce k sešlapu se shoduje podle předpokladů s výsledky již publikovaných prací (Cole 1995 a, b, Cole a Trull 1992, Whinam a Chilcott 1999, 2003, Kuss et Hall 1991, Klug et al 2002). Největší toleranci k sešlapu mají trsnaté trávy, nebo rostliny, které mají obnovovací pupeny blízko země, či pod zemí. V mém případě se jednalo o tři společenstva: smilkové trávníky, třtinové trávníky a papratkové smrčiny. Přesto, že se jedná o společenstva tolerantní, pouze třtinové trávníky nejeví statisticky významný posun oproti plochám nesešlapávaným. Rezistence je podle Coleho (1995 b) primárně ovlivněna vzrůstem a morfologií rostlin. Mezi druhy podporované sešlapem napříč společenstvy patří *Avenella flexuosa* (hemikryptofyt) a *Carex bigelowii* (geofyt). Oba druhy jsou trsnaté trávy s obnovovacími pupeny buď u země, nebo pod zemí. Z dvouděložných rostlin jsou k sešlapu tolerantní *Homogyne alpina* (hemikryptofyt), *Bistorta major* (geofyt), což opět potvrzuje údaje uvedené v citovaných pracích. K sešlapu jsou naopak velice citlivé společenstva s dominantními keříčky. Alpínská vřesoviště projevila ještě větší citlivost nežli subalpínská borůvková vegetace. V obou

případech však dochází k poškození vegetace i při slabém sešlapu. Výsledky uvedené v této práci se opět shodují s uvedenými studiemi.

6. Závěr

Cílem této práce bylo zhodnotit vliv vybraných mechanických zásahů na alpská a subalpínská rostlinná společenstva západních Krkonoš. Konkrétně byl testován vliv opakovaného sečení, stržení drnu a tří intenzit opakovaného sešlapu. Modelovými společenstvy byly: **alpínské trávníky** asociace *Carici bigelowii* - *Nardetum strictae*, **subalpínské trávníky** asociace *Crepido conyzifoliae* - *Calamagrostietum villose*, **alpínská vřesoviště** asociace *Avenello flexuosae* - *Callunetum vulgaris*, **subalpínská borůvková vegetace** asociace *Festuco supinae* - *Vaccinietum myrtilli* a **paprátkové smrčiny** asociace *Athyrio alpestris* - *Piceetum*. Práce zhodnotila vliv mechanických disturbancí po čtyřech sezónách opakování zásahů. Na základě získaných výsledků lze u většiny společenstev vyvodit závěry o vlivu jednotlivých mechanických disturbancí.

Sečení

Sečení způsobilo degradaci společenstva alpínských vřesovišť. Na plochách došlo k úplné eliminaci dominantního *Calluna vulgaris*. Sečením jsou podporovány převážně traviny - *Avenella flexuosa* a *Carex bigelowii*. Návrat původního společenstva na stríhané plochy je ve střednědobém horizontu velice nepravděpodobný. Alpská vřesoviště jsou na sledovaných plochách málo rezistentní i rezilientní k sečení. Třtinové trávníky reagovaly na sečení snížením pokryvnosti dominantní *Calamagrostis villosa*. Sečení třtinových trávníků podporuje rozrůstání *A. flexuosa*. Při pokračování pravidelného sečení by pravděpodobně došlo k úplné eliminaci *C. villosa* a k dominanci *A. flexuosa*. Pokud bude sečení ukončeno v této fázi, společenstvo se nejspíše bude navracet k původnímu stavu. U společenstva smilkových trávníků způsobilo sečení ústup dominantního druhu, *Nardus stricta* snižuje svou pokryvnost. Sečením je opět podpořena *A. flexuosa*. Společenstvo si stále podrželo charakter smilkových trávníků, v porovnání s kontrolou se snižuje výška porostu. Lze očekávat, že po ukončení pokusu bude klesat pokryvnost *A. flexuosa* a naopak se zvýší pokryvnost a výška *N. stricta*. Společenstvo smilkových trávníků je k sečení vysoce tolerantní. Subalpínská borůvková vegetace je k sečení poměrně rezilientní. Na plochách dochází ke každoročnímu zmlazování dominantní *Vaccinium myrtillus*. *V. myrtillus* si však v důsledku redukce biomasy neudržela své dominantní postavení ve fytocenóze. Na plochách se šíří převážně trávy, zejména *A. flexuosa*.

Po ukončení pravidelné seče zřejmě nastane rozrůstání a zapojení keříčků *V. myrtillus* a společenstvo se navrátí ke stavu před provedením zásahu. Nejvíce rezilientní jsou k sečení papratkové smrčiny. Pokryvnost *Athyrium distentifolium* se po roce od provedení zásahu neliší od ploch kontrolních. Sečení nijak neovlivnilo ani další druhy papratkových smrčín.

Stržení drnu

Stržení drnu má na všechna zkoumaná společenstva velice negativní vliv. Na plochách se strženým drnem se šíří převážně trávy – *Avenella flexuosa*, *Nardus stricta*, *Carex pilulifera*, *Anthoxanthum alpinum*, *Calamagrostis villosa*. Většina povrchu je stále holá a tudíž ovlivňovaná negativními abiotickými jevy jako je eroze. Návrat charakteristických a dominantních druhů na plochy se strženým drnem byl zaznamenán ve společenstvu smilkových trávníků. Návrat k původnímu společenstvu v delším časovém horizontu je předpokládán i u třtinových trávníků. U papratkových smrčín, subalpínské borůvkové vegetace a alpínských vřesovišť je vývoj dosti nejistý. Společenstva se mohou navrátit ke svému původnímu charakteru, nebo mohou směřovat k travinným společenstvům.

Sešlap

Během čtyř let provádění sešlapu došlo ve všech společenstvech k viditelnému rozlišení intenzit sešlapu. Nejvíce byla sešlapem poškozena společenstva s dominantní keříčkovou vegetací, tedy vyfoukávaná alpínská vřesoviště a subalpínská borůvková vegetace. Při nejsilnější intenzitě sešlapu dochází k eliminaci keříčků *Calluna vulgaris* i *Vaccinium myrtillus* a k šíření trav, převážně *Avenella flexuosa*. Keříčková společenstva jsou k sešlapu málo tolerantní. Po ukončení opakovaného sešlapu je u subalpínské borůvkové vegetace možný velmi pomalý vývoj zpět k původnímu společenstvu. V případě alpínských vřesovišť dojde spíše k degradaci alpínského vřesoviště a k dalšímu zarůstání ploch travami, převážně *A. flexuosa*. V horských papratkových smrčinách ovlivňuje sešlap zejména výšku porostu. *Athyrium distentifolium* na sešlapávaných plochách je nižší než na kontrolních plochách. Nejsilnější intenzita sešlapu způsobila i snížení pokryvnosti *A. distentifolium*. Při pokračování sešlapu by došlo s největší pravděpodobností k eliminaci dominantní *A. distentifolium*. Při ukončení sešlapu má společenstvo potenciál k návratu do původní podoby. Papratkové smrčiny jsou k sešlapu málo rezistentní, ale jeví jistou míru rezilience. Největší

toleranci k sešlapu mají travní společenstva: smilkové a třtinové trávničky. Přestože i zde jsou změny ve vegetaci patrné, obě společenstva si podržela svůj původní charakter. Střední intenzitou sešlapu byly dokonce podpořeny některé druhy rostlin: *A. flexuosa*, *Carex bigelowii*, *Galium saxatile*. Lze očekávat, že po ukončení sešlapu se společenstva budou vyvíjet směrem zpět k původnímu charakteru.

7. Literatura

Aerts R, Heil GW, editors. 1993. Heathlands: Patterns and Processes in a Changing. Biomass and nutrient dynamics of dominant plant species from heathlands. 51-84. Netherlands: Kluwer Academic Publishers.

Bradáčová S. 2007. Vliv vybraných disturbancí na některá rostlinná společenstva v subalpínském stupni Hrubého Jeseníku. Diplomová práce. (Dep. In: knih. Katedry Ekologie a ochrany ŽP. Př.F. UP) Olomouc.

Britton AJ, et al. 2000. A comparison of regeneration dynamics following gap creation at two geographically contrasting heathland sites. *Journal of Applied Ecology*. 37: 832-844.

Bruggink M. 1988. Seed bank, germination and establishment in heathlands and the implications for management. *Acta botanica neerlandica*. 37 (3): 410 – 410.

Burešová Z. 1976. Alpínská vegetace Krkonoš: struktura a ekologie porostů na Luční (1547 m) a Studniční hoře (1555 m). *Opera Corcontica* 13: 67-94.

Calvo L, et al. 2002. Regeneration patterns in a *Calluna vulgaris* heathland in the Cantabrian mountains (NW Spain): effect of burning, cutting and ploughing. *Acta Oecologica*. 23 (2): 81-90.

Cole DN. 1995 a. Experimental trampling of vegetation. I. Relationship between trampling intensity and vegetation response. *Journal of Applied Ecology*. 32: 203-214.

Cole DN. 1995 b. Experimental trampling of vegetation. II. Predictors of resistance and resilience. *Journal of Applied Ecology*. 32: 215-224.

Cole DN and Bayfield NG. 1993. Recreational trampling of vegetation: Standard experimental procedures. *Biological Conservation*. 63: 209-215.

Cole DN and Monz ChA. 2002. Trampling Disturbance of High-Elevation Vegetation, Wind River Mountains, Wyoming, U.S.A. *Arctic, Antarctic, and Alpine Research*. 34 (4): 365-376.

- Cole DN and Trull SJ. 2002.** Quantifying Vegetation Response to Recreational Disturbance in the North Cascades, Washington. *Northwest Science*. 66 (4): 229-236.
- Coley PD, et al. 1985.** Resource availability and plant antiherbivore defense. *Science*. 230: 895-899
- Chadwick MJ. 1960.** Biological flora of the British Isles: *Nardus stricta* (L). *Journal of Ecology*. 48: 225-267.
- Elenberg H, et al. 1992.** *Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa*. 2nd ed. *Scr. Geobotanica*. 18: 1-258.
- Fanta J, et al. 1969.** Příroda krkonošského národního parku. Praha: Státní zemědělské nakladatelství. 221 s.
- Fousek J, et al. 2007.** Krkonoše : příroda, historie, život. Vyd. 1. Praha: Baset 2007. 863 s.
- Galett S, et al. 2004.** Response of Three Heathland Shrubs to Single or repeated Experimental Trampling. *Environmental Management*. 33 (6): 821-829.
- Galett S and Roze. 2001.** Resistance of Atlantic Heathlands of trampling in Brittany (France): influence of vegetation type, season and weather conditions. *Biological Conservation* 97: 189-198.
- Geringhoff H and Daniëls FJA. 1998.** Vegetationskundliche Untersuchungen zu Zwergstrauch – Heiden in Gebirgslagen der Tschechien Republik. *Tuexenia*. 18: 103-117.
- Gremmen NJ, et al. 2003.** Impact of trampling on the vegetation of subarctic Marion Island. *Arctic, Antarctic and Alpine Research*. 35 (4): 442-446.
- Grimingham CH. 1960.** Biological flora of the British Isles: *Calluna vulgaris* (L.) Hull. *Journal of Ecology* 48: 455 - 483.
- Grimingham CH. 1972.** *Ecology of heathlands*. London. Chapman and Hall.
- Grimingham. 1992.** *The lowland heathland management handbook*. English Nature, Peterborough.

- Güsewell S, et al. 1998.** Short-term and Long-term effects of mowing on the vegetation of two calcareous fens. *Jurnal of Vegetation Science*. 9: 861-872.
- Hartley SE and Amos L. 1999.** Competitive interactions between *Nardus stricta* L. and *Calluna vulgaris* (L.) Hull: the effect of fertilizer and defoliation on above- and below- ground performance. *Jurnal of Ekology*. 87: 330-340.
- Hejzman M, et al. 2004.** Krkonošské hřebeny praktickým pohledem zemědělce aneb Vedlo kosení k podpoře smilky tuhé? *Úroda*. 10: 32-34.
- Hejzman M, et al. 2005.** Trávy v opuštěné školce aneb o sukcesi v krkonošské arkticko-alpínské tundře. *Vesmír*. 84: 409-412.
- 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 & Environment*. 129 (1-3): 91-96.
- Huhta AP, et al. 2001.** Restorative mowing on an abandoned semi-natural meadow: short-term and predicted long-term effects. *Jurnal of Vegetation Science*. 9: 677-686.
- Hulme PD, et al. 2002.** Rehabilitation of degraded *Calluna Vulgaris* (L.) Hull-dominated wet heath by controlled sheep grazing. *Biological Conservation*. 107: 351-363.
- Chadwick MJ. 1960.** Biological flora of the British Isles: *Nardus stricta* (L.). *Jurnal of ekology*. 48: 255-267.
- Chaloupský J, et al. 1989.** Geologie Krkonoš a Jizerských hor. Praha: Ústřední ústav geologický, Academia. 288 s.
- Chytrý M, et al. 2001.** Katalog biotopů ČR. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR. 304 s.
- Chytrý M, et al. 2007.** Vegetace České republiky, Travinná a keříčková vegetace. Praha: Academia. 526 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 1960.** O rozšíření a ekologii jeřábu sudetského [*Sorbus sudetica* (Tausch) Hedlung]. Acta Dendrol. Českoslov. 2: 7-30.
- Jeník J. 1961.** Alpínská vegetace Krkonoš, Kralického Sněžníku a Hrubého Jeseníku. Praha. Academia. 409s.
- Kettnerová S. 1991.** Sukcese na opuštěných Krkonošských loukách: Vztahy mezi složením porostu, jeho produkcí a obsahem dusíku. Diplomová práce. (Dep. In: knih. Katrdry bot. PřF UK). Praha.
- Klug B, et al. 2002.** Effects of Trampling on Vegetation above the Timberline in Eastern Alps, Austria. Arctic, Antarctic and Alpine Research. 34 (4): 377-388.
- Kissling M, et al. 2009.** Short-term and long-term effects of human trampling on above-ground vegetation, soil density, soil organic matter and soil microbial processes in suburban beech forests. Accepted 25 May 2009. Available online 21 June 2009.
- Kociánová and Štursová. 1986.** Revize rozšíření a ekologie jeřábu krkonošského (*Sorbus sudetica*). Opera Corcontica. 23: 77-100.
- Krahulec F, et al. 1996.** Louky Krkonoš: Rostlinná společenstva a jejich dynamika. Opera Corcontica. 33: 3-250.
- Kubát K, et al. 2002.** Klíč ke květeně České republiky. Praha: Academia. 927 s.
- Kubátová – Kovaříková D. 1972.** Půdně mikrobiologický průzkum v západních Krkonoších. Opera Corcontica. 3: 37-55.
- Kuss FR and Hall CN. 1991.** Ground Flora Trampling Studies: Five Years After Closure. Springer Verlag. New York. 716-727.
- Lepš J and Šmilauer P. 2000.** Mnohorozměrná analýza ekologických dat. České Budějovice: Biologická fakulta JČU v Českých Budějovicích. 102 s.
- Liddle MJ. 1991.** Recreation ecology – effect of trampling on plants and corals. Trends in Ecology and Evolution. 6: 13-17.
- Lokvenc T. 1960.** Krkonošské hřebeny. Nakladatelství krajského domu osvěty. Hradec Králové. 165 s.

- Lokvenc T. 1978.** Toulky Krkonošskou historií. Hradec Králové: Nakladatelství Kruh. 267 s.
- Lexa M and Krahulec F. 2004.** Vliv mulčování na rozkladné procesy a druhové složení horských luk v Krkonoších. *Opera Corcontica*. 37: 571-577.
- Losvik MH. 1988.** Phytosociology and ekology of old hay maedows in Homaland, westem Norway in relationto management. *Vegetatio*. 78: 157-187.
- Málková J. 1992.** Monitorování antropogenních vlivů v hřebenové oblasti východních Krkonoš – část I. (dynamika změn v lokalitě Úpská). *Opera Corcontica*. 29: 25-72.
- Málková J. 1993.** Monitorování antropogenních vlivů v hřebenové oblasti východních Krkonoš – část II. (dynamika změn v lokalitě Výrovka). *Opera Corcontica*. 30: 133-161.
- Málková J. 1994.** Monitorování antropogenních vlivů v hřebenové oblasti východních Krkonoš – část III. (dynamika změn v lokalitě Kaple). *Opera Corcontica*. 31: 37-57.
- Mitchell RJ, et al. 2008.** Restoration of *Calluna vulgaris* on grass-dominated moorlands: The importance of disturbance, grazing and seeding. *Biological Conservation*. 141: 2100-2111.
- Monz ChA. 2001.** The response of two arctic tundra plant communities to human trampling disturbance. *Jurnal of Environmental Management*. 64: 207-217.
- Nagy L, et al. 2003.** Monitoring Vegetation Chance Caused by Trampling: a Studi in the Cairngorms, Scotland. *Bot.J.Scotl*. 54: 191-207.
- Neuhäuslová Z, et al. 2001.** Mapa potenciálně přirozené vegetace České republiky. Praha: Academia. 341 s.
- Podrázský V, et al. 2007.** Stav a vývoj půd v bilaterální Biosférické rezervaci Krkonoše/Karkonosze. *Opera Corcontica* 44 (1): 129-139.
- Pywell RF, et al. 1997.** The decline of heathland seed populations following the conversion to agriculture. *Journal of Applied Ecology*. 34 (4): 949-960.
- Quitt E. 1971.** Klimatické oblasti Československa. Praha: Academia.

- Roovers P, et al. 2004.** Experimental trampling and vegetation recovery in some forest and heathland communities. *Applied Vegetation Science*. 7: 111-118.
- Ros M, et al. 2004.** Short-Term Effect of Human Trampling on Vegetation and Soil Microbial Activity. *Communications in soil science and plant analysis*. 35 (11, 12): 1591-1603.
- Rychnovská M, et al. 1985.** *Ekologie lučních porostů*. Praha: Academia. 291s.
- Ryser P, et al. 1995.** Species richness and vegetation structure in limestone grassland after 15 years management with six biomass removal regimes. *Folia Geobotanice Phytotaxonomica*. 30: 157-167.
- Skoupalová L, et al. 1995.** Arctic- alpine tundra in the Krkonoše, the Sudests. *Opera Corcontica*. 32: 5-88.
- Stančić Z, et al. 2008.** Vegetation of trampled habitats in the Plitvice Lakes National Park in Croatia. *Plant Biosystems* 142 (2): 264-274.
- Sýkora B, et al. 1983.** *Krkonošský národní park*. Praha: správa krkonošského národního parku, Státním zemědělském nakladatelství. 276 s.
- Šindelářová J. 1959.** *Lesnický důležité traviny*. Praha. SZN. 1959.
- 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 disturbancí na některá rostlinná společenstva v subalpínském stuni západních Krkonoš. Diplomová práce. (Dep. In: knih. Katedry Ekologie a ochrany ŽP. Př.F. UP) Olomouc.
- Tomášek M. 2007.** *Půdy české republiky*. Praha: Česká geologická služba. 67s.
- Whinam J and Chilcott N. 1999.** Impacts of trampling on alpine environments in central Tasmania. *Jurnal of Environmental Management*. 57: 205-220.

Whinam J and Chilcott N. 2003. Impact after four years of experimental trampling on alpine/sub-alpine environments in western Tasmania. *Journal of Environmental Management*. 67: 339-351.

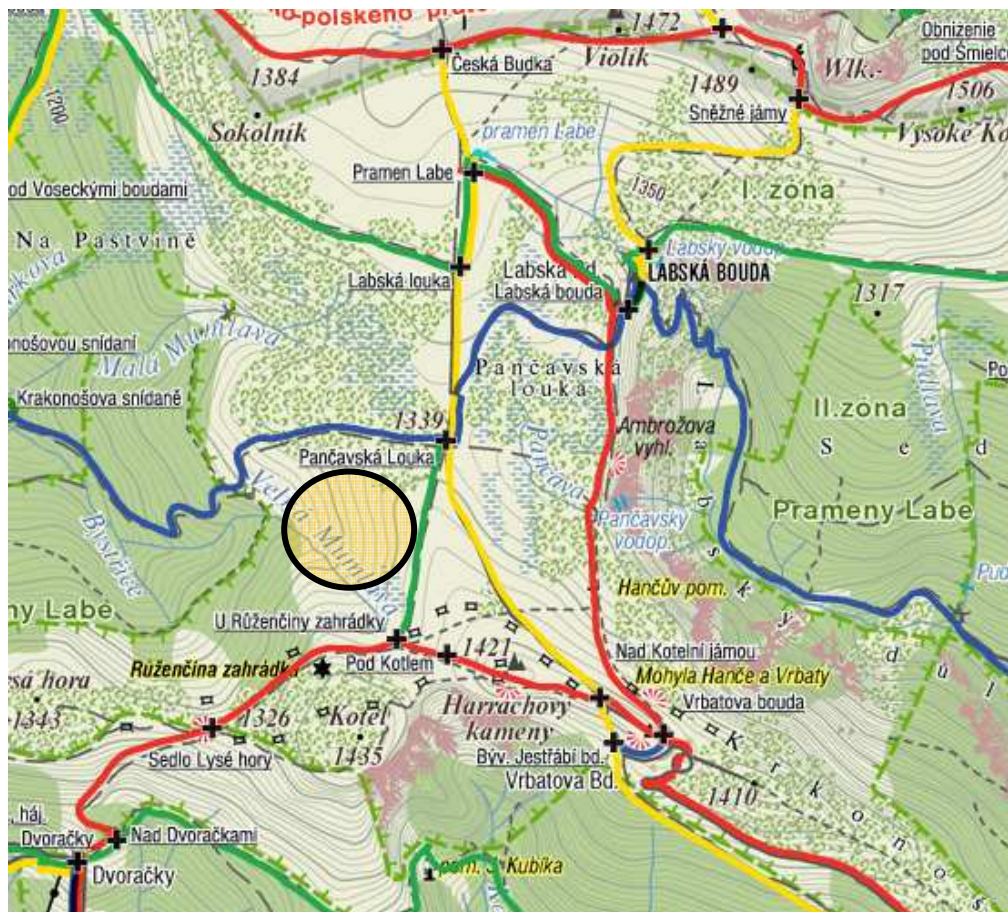
Willard BE, et al. 2007. Natural Regeneration of Alpine Tundra Vegetation after Human Trampling: a 42-yr Data Set from Rocky Mountain National Park, Colorado, U.S.A.. *Arctic, Antarctic and Alpine Research*. 39 (1): 177-183.

Mapové podklady

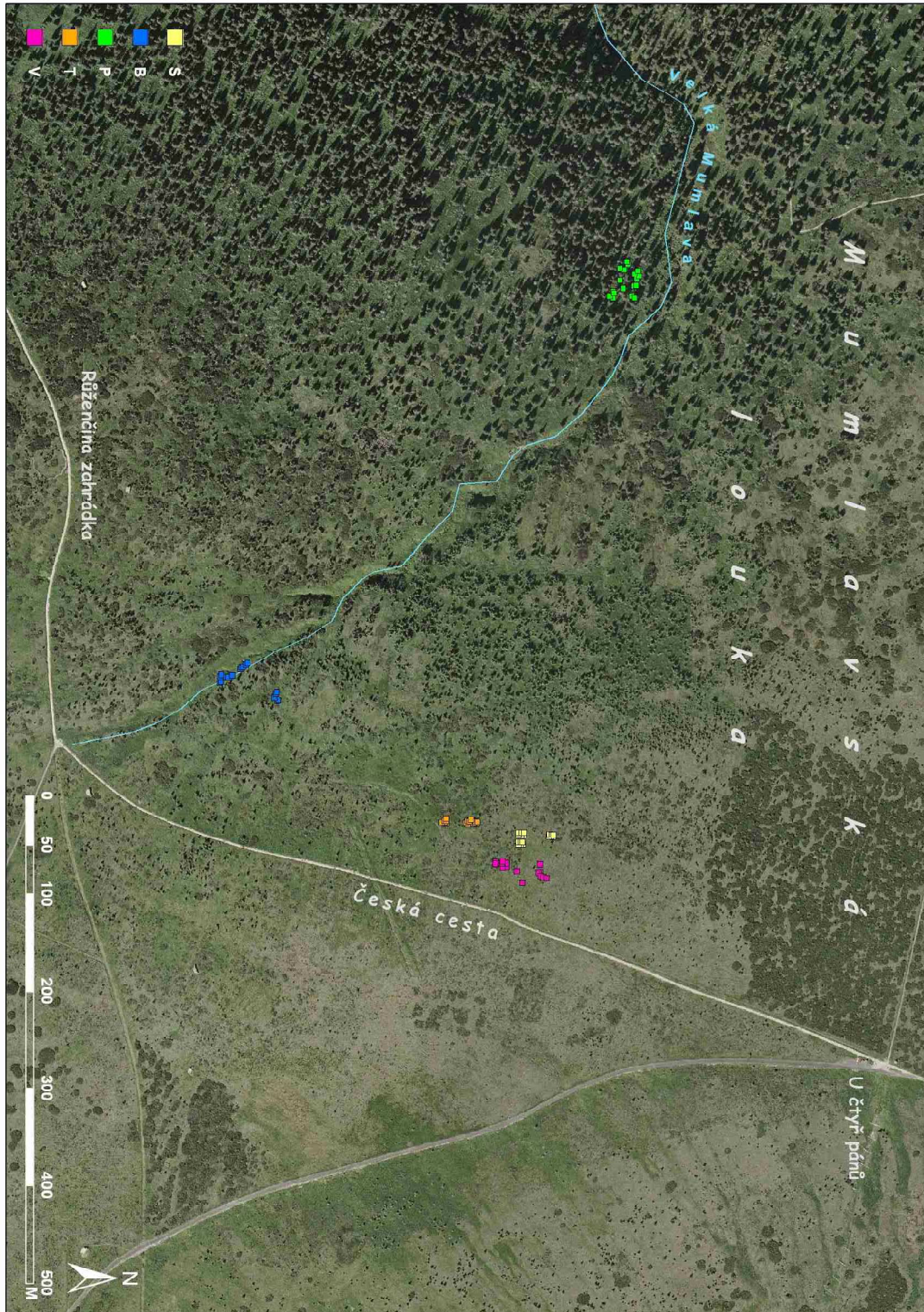
Atlas podnebí Česka. Praha/ Olomouc 2007: Český hydrometeorologický ústav v koedici Univerzita Palackého v Olomouci. 255s.

8. Přílohy

8.1. Příloha 1



Obrázek 1. Výřez turistické mapy Krkonoš s vyznačeným zájmovým územím



Obrázek 2 Ortofotomapa sledované lokality s pokusnými plochami
 (Vysvětlivky: S-smilkové trávníky, T- třtinové trávníky, V - alpínská vřesoviště, B - subalpínská borůvková vegetace; P - paprťkové smrčiny)



Obrázek 3. Pohled z Kotle na sever na část sledované lokality. V pozadí rozcestí U čtyř pánů

8.2. Příloha 2

Tabulka 1 Úplný soupis taxonů vyšších cévnatých rostlin a jejich životních forem ve společenstvu smilkových trávníků (S1, S2, S3)

Latinský název	Český název	Životní forma
<i>Anthoxanthum alpinum</i>	tomka alpská	hemikryptofyt
<i>Avenella flexuosa</i>	metlička křivolaká	hemikryptofyt
<i>Calamagrostis villosa</i>	třtina chloupkatá	hemikryptofyt
<i>Carex bigelowii</i>	ostřice Bigelowova	geofyt
<i>Carex pilulifera</i>	ostřice kulkonosná	hemikryptofyt
<i>Galium saxatile</i>	svízel hercynský	hemikryptofyt
<i>Hieracium alpinum</i>	jestřábník alpský	hemikryptofyt
<i>Nardus stricta</i>	smilka tuhá	hemikryptofyt
<i>Solidago virgaurea</i>	zlatobýl obecný pravý	hemikryptofyt
<i>Vaccinium myrtillus</i>	brusnice borůvka	chamaefyt
<i>Veratrum lobelianum</i>	kýchavice Lobelova	geofyt

Tabulka 2 Úplný soupis taxonů vyšších cévnatých rostlin a jejich životních forem ve společenstvu třtinových trávníků (T4, T5, T6)

Latinský název	Český název	Životní forma
<i>Anthoxanthum alpinum</i>	tomka alpská	hemikryptofyt
<i>Avenella flexuosa</i>	metlička křivolaká	hemikryptofyt
<i>Bistorta major</i>	rdesno hadí kořen	geofyt
<i>Calamagrostis villosa</i>	třtina chloupkatá	hemikryptofyt
<i>Carex bigelowii</i>	ostřice Bigelowova	geofyt
<i>Carex pilulifera</i>	ostřice kulkonosná	hemikryptofyt
<i>Galium saxatile</i>	svízel hercynský	hemikryptofyt
<i>Gentiana asclepiadae</i>	hořec tolitovitý	hemikryptofyt
<i>Homogyne alpina</i>	podbělice alpská	hemikryptofyt
<i>Nardus stricta</i>	smilka tuhá	hemikryptofyt
<i>Solidago virgaurea</i>	zlatobýl obecný pravý	hemikryptofyt
<i>Vaccinium myrtillus</i>	brusnice borůvka	chamaefyt
<i>Veratrum lobelianum</i>	kýchavice Lobelova	geofyt

Tabulka 3 Úplný soupis taxonů vyšších cévnatých rostlin a jejich životních forem ve společenstvu alpínských vřesovišť (V7, V8, V9)

Latinský název	Český název	Životní forma
<i>Anthoxanthum alpinum</i>	tomka alpská	hemikryptofyt
<i>Avenella flexuosa</i>	metlička křivolaká	hemikryptofyt
<i>Calamagrostis villosa</i>	třtina chloupkatá	hemikryptofyt
<i>Calluna vulgaris</i>	vřes obecný	chamaefyt
<i>Carex bigelowii</i>	ostřice Bigelowova	geofyt
<i>Carex pilulifera</i>	ostřice kulkonosná	hemikryptofyt
<i>Galium saxatile</i>	svízel hercynský	hemikryptofyt
<i>Hieracium alpinum</i>	jestřábník alpský	hemikryptofyt
<i>Homogyne alpina</i>	podbělice alpská	hemikryptofyt
<i>Nardus stricta</i>	smilka tuhá	hemikryptofyt
<i>Solidago virgaurea</i>	zlatobýl obecný pravý	hemikryptofyt
<i>Vaccinium myrtillus</i>	brusnice borůvka	chamaefyt

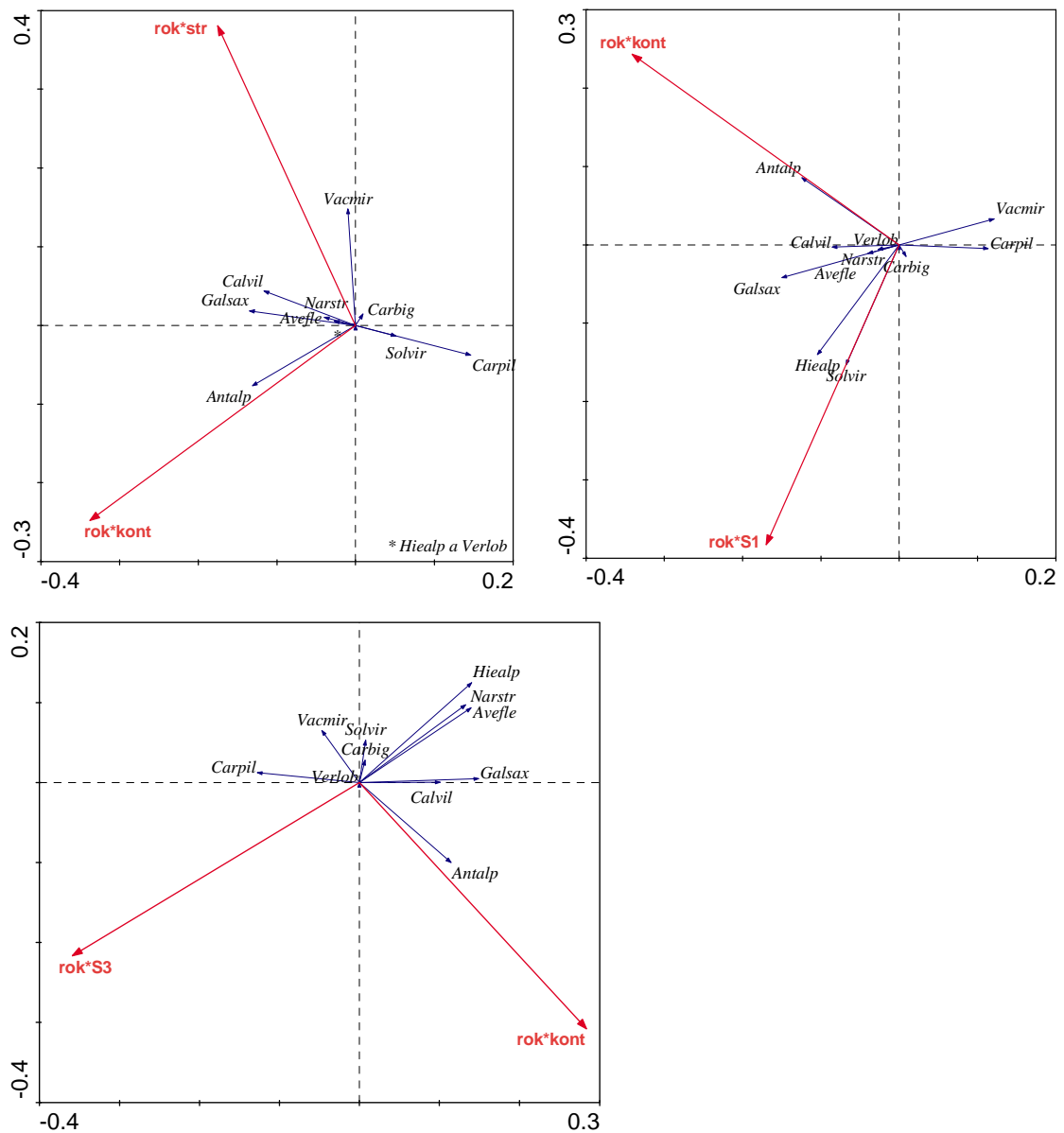
Tabulka 4 Úplný soupis taxonů vyšších cévnatých rostlin a jejich životních forem ve společenstvu subalpínské borůvkové vegetace (B10, B11, B12)

Latinský název	Český název	Životní forma
<i>Anthoxanthum alpinum</i>	tomka alpská	hemikryptofyt
<i>Avenella flexuosa</i>	metlička křivolaká	hemikryptofyt
<i>Bistorta major</i>	rdesno hadí kořen	geofyt
<i>Calamagrostis villosa</i>	třtina chloupkatá	hemikryptofyt
<i>Carex bigelowii</i>	ostřice Bigelowova	geofyt
<i>Deschampsia cespitosa</i>	metlice trsnatá	hemikryptofyt
<i>Galium saxatile</i>	svízel hercynský	hemikryptofyt
<i>Homogyne alpina</i>	podbělice alpská	hemikryptofyt
<i>Maianthemum bifolium</i>	pstroček dvojlistý	geofyt
<i>Nardus stricta</i>	smilka tuhá	hemikryptofyt
<i>Pinus mugo</i>	borovice kleč	nanofaneroft
<i>Polygonatum verticillatum</i>	kokořík přeslenitý	geofyt
<i>Sorbus aucuparia</i>	jeřáb ptačí	nano-makrofaneroft
<i>Trientalis europeae</i>	sedmikvítek evropský	geofyt
<i>Vaccinium myrtillus</i>	brusnice borůvka	chamaefyt
<i>Veratrum lobelianum</i>	kýchavice Lobelova	geofyt

Tabulka 5 Úplný soupis taxonů vyšších cévnatých rostlin a jejich životních forem ve společenstvu horských papratkových smrčín (P13, P14, P15)

Latinský název	Český název	Životní forma
<i>Athyrium distentifolium</i>	papratka horská	hemikryptofyt
<i>Avenella flexuosa</i>	metlička křivolaká	hemikryptofyt
<i>Bistorta major</i>	rdesno hadí kořen	geofyt
<i>Calamagrostis villosa</i>	třtina chloupkatá	hemikryptofyt
<i>Deschampsia cespitosa</i>	metlice trsnatá	hemikryptofyt
<i>Galium saxatile</i>	svízel hercynský	hemikryptofyt
<i>Gentiana asclepiadae</i>	hořec tolitovitý	hemikryptofyt
<i>Homogyne alpina</i>	podbělice alpská	hemikryptofyt
<i>Luzula luzuloides</i>	bika bělavá	hemikryptofyt
<i>Luzula sylvatica</i>	bika hajní	hemikryptofyt
<i>Oxalis acetosella</i>	šťavel kyselý	geofyt - hemikryptofyt
<i>Maianthemum bifolium</i>	pstroček dvojlistý	geofyt
<i>Rumex arifolius</i>	šťovík árónolistý	hemikryptofyt
<i>Senecio hercynicus</i>	starček Fuchsův	hemikryptofyt
<i>Trientalis europeae</i>	sedmikvítek evropský	geofyt
<i>Vaccinium myrtillus</i>	brusnice borůvka	chamaefyt
<i>Veratrum lobelianum</i>	kýchavice Lobelova	geofyt

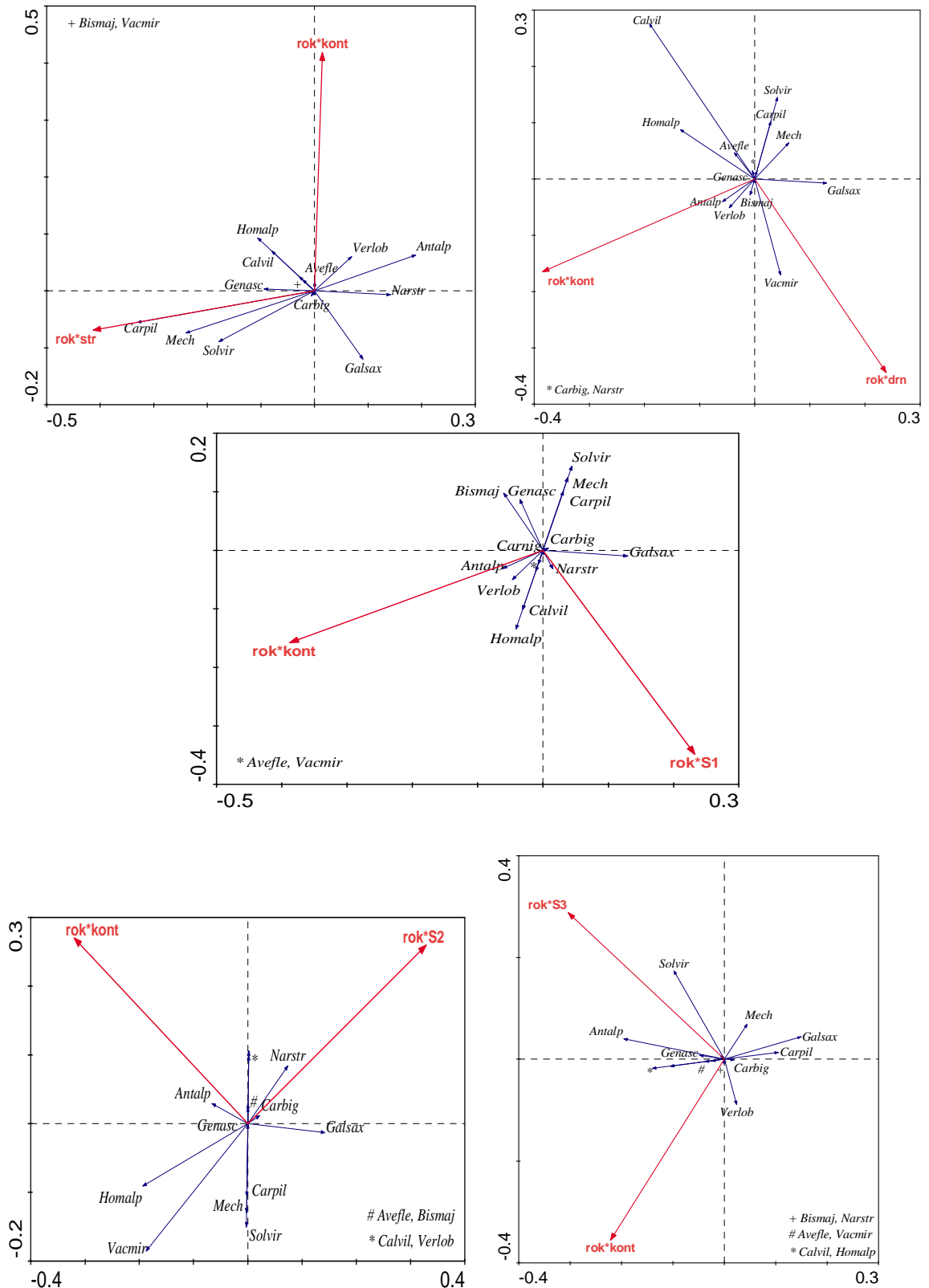
8.3. Příloha 3.



Graf 1 Ordinační diagramy přímé gradientové analýzy RDA pro porovnání disturbancí a kontroly ve společenstvu smilkových trávníků (červenec)

S1- slabý sešlap, S2- střední sešlap, S3- silný sešlap, drn- stržení drnu, str- stříh, kont- kontrola

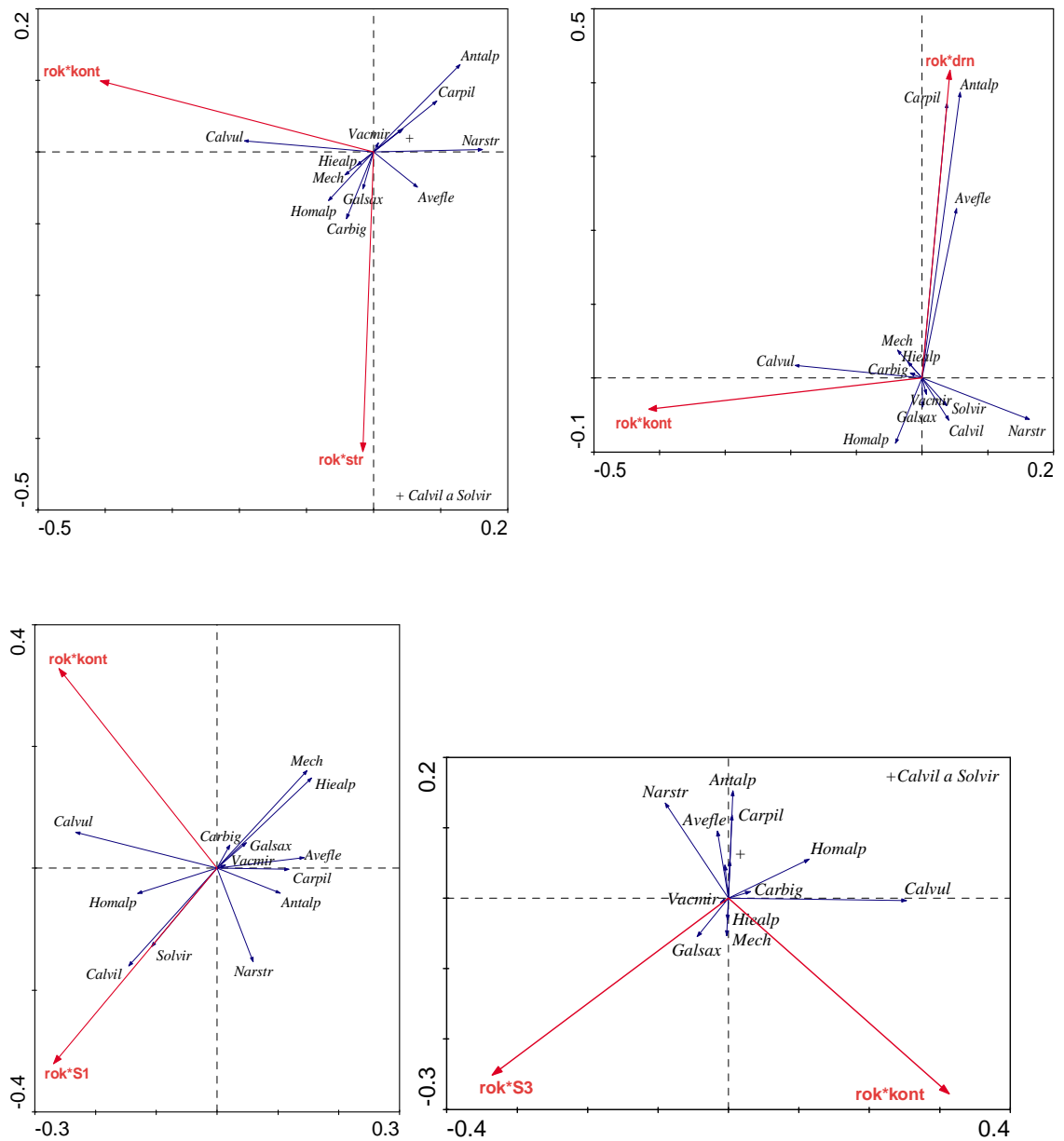
Antalp- *Antoxanthum alpinum*, *Avefle*- *Avenella flexuosa*, *Calvil*- *Calamagrostis villosa*, *Carbi*- *Carex bigelowii*, *Carpil*- *Carex pilulifera*, *Galsax*- *Galium saxatile*, *Hiealp*- *Hieracium alpinum*, *Narstr*- *Nardus stricta*, *Solvir*- *Solidago virgaurea*, *Vacmir*- *Vaccinium myrtillus*, *Verlob*- *Veratrum lobelianum*



Graf 2 Ordinační diagramy přímé gradientové analýzy RDA pro porovnání disturbancí a kontroly ve společenstvu třtinových trávníků (červenec)

S1- slabý sešlap, S2- střední sešlap, S3- silný sešlap, drn- stržení drnu, str- stříh, kont- kontrola

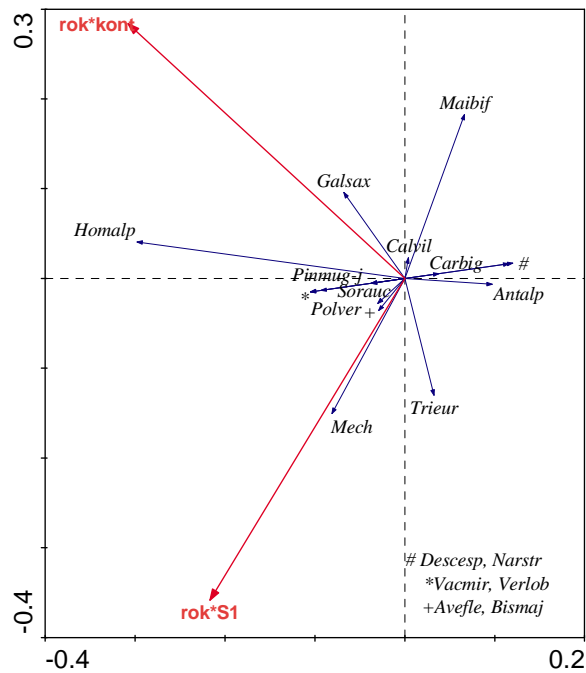
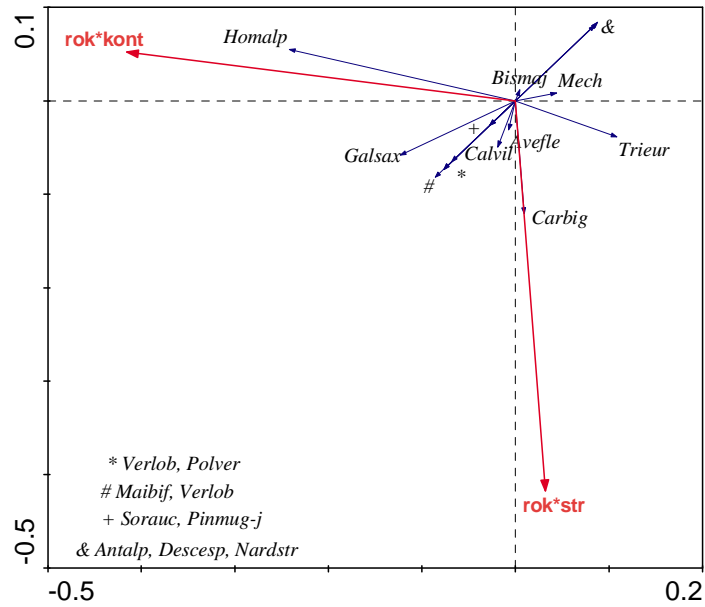
Antalp- *Anthoxanthum alpinum*, Avefle- *Avenella flexuosa*, Bismaj- *Bistorta major*, Calvil- *Calamagrostis villosa*, Carbig- *Carex bigelowii*, Carpil- *Carex pilulifera*, Galsax- *Galium saxatile*, Genasc- *Gentiana asclepiadae*, Homalp- *Homogyne alpina*, Nadstr- *Nardus stricta*, Solvir- *Solidago virgaurea*, Vacmir- *Vaccinium myrtillus*, Verlob- *Veratrum lobelianum*, Mech- mechové patro



Graf 3 Ordinační diagram přímé gradientové analýzy RDA pro porovnání disturbancí a kontroly ve společenstvu alpinských vřesovišť (červenec)

S1- slabý sešlap, S2- střední sešlap, S3- silný sešlap, drn- stržení drnu, str- stříh, kont- kontrola

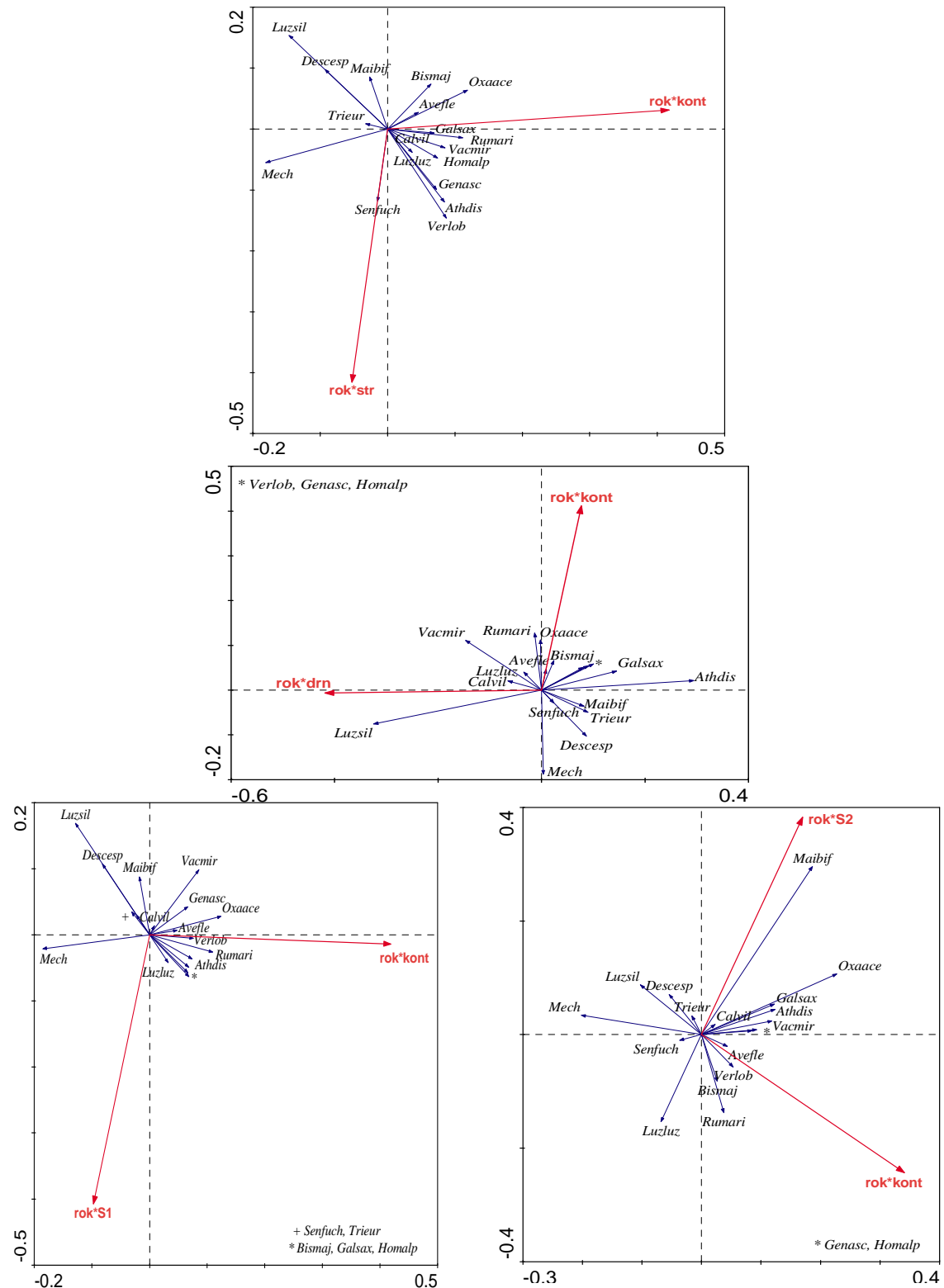
Antalp- *Anthoxanthum alpinum*, *Avefle*- *Avenella flexuosa*, *Calvil*- *Calamagrostis villosa*, *Calvul*- *Calluna vulgaris*, *Carbig* – *Carex bigelowii* *Carpil*- *Carex pilulifera*, *Galsax*- *Galium saxatile*, *Hiealp*-*Hieracium alpinum*, *Homalp*-*Homogyne alpina*, *Nadstr*- *Nardus stricta*, *Solvir*- *Solidago virgaurea*, *Vacmyr*-*Vaccinium myrtillus*, *Mech*- mechové patro



Graf 4 Ordinační diagramy přímé gradientové analýzy RDA pro porovnání disturbancí a kontroly ve společenstvu subalpínské borůvkové vegetace (červenec)

S1- slabý sešlap, S2- střední sešlap, S3- silný sešlap, drn- stržení drnu, str- stříh, kont- kontrola

Antalp- *Anthoxanthum alpinum*, Avefle- *Avenella flexuosa*, Bismaj- *Bistorta major*, Calvil- *Calamagrostis villosa*, Carbig- *Carex bigelowii* Descesp- *Deschampsia cespitosa*, Galsax- *Galium saxatile*, Homalp- *Homogyne alpina*, Maibif- *Maianthemum bifolium*, Nadstr- *Nardus stricta*, Polver- *Polygonatum verticillatum*, Sorauc- *Sorbus aucuparia*, Trieur- *Trientalis europaeae*, Vacmyr- *Vaccinium myrtillus*, Verlob- *Veratrum lobelianum*, Mech- mechové patro



Graf 5 Ordinační diagram přímé gradientové analýzy RDA pro porovnání disturbancí a kontroly ve společenstvu papratkových smrčín (červenec)

S1- slabý sešlap, S2- střední sešlap, S3- silný sešlap, drn- stržení drnu, str- stříh, kont- kontrola,

Athdis- *Athyrium distentifolium*, Avefle- *Avenella flexuosa*, Bismaj- *Bistorta major*, Calvil- *Calamagrostis villosa*, Descesp- *Deschampsia cespitosa*, Galsax- *Galium saxatile*, Genasc- *Gentiana asclepiadae*, Homalp- *Homogyne alpina*, Luzluz- *Luzula luzuloides*, Luzsyl- *Luzula sylvatica*, Oxaace *Oxalis acetosella*, Maibif- *Maianthemum bifolium*, Rumari- *Rumex arifolius*, Senher- *Senecio hercynicus*, Trientalis *Trientalis europaea*, Vacmyr- *Vaccinium myrtillus*, Verlob- *Veratrum lobelianum*, Mech- *mechové patro*