

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLMOUCI
PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA
KATEDRA EKOLOGIE A OCHRANY ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ



Pastva ovcí a její vliv na vegetaci v NPR

Praděd

diplomová práce

Bc. Zuzana Vernerová

Ekologie a ochrana životního prostředí (N1601)
prezenční studium

vedoucí práce: RNDr. Miroslav Zeidler, Ph.D

Olomouc 2018

Vernerová, Z. (2018): Pastva a její vliv na vegetaci v NPR Praděd. Diplomová práce, Katedra ekologie a životního prostředí, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Palackého v Olomouci, 36 stran

Abstrakt

Subalpínské biotopy jsou jedny z nejohroženějších ekosystémů a zároveň patří mezi druhově bohatá stanoviště. Tyto společenstva jsou ohrožena především změnami prostředí. Dříve se v těchto lokalitách hojně provozovala pastva hospodářských zvířat, která se díky modernizaci a ekonomickým výhodám přesunula do příznivějších oblastí nižších nadmořských výšek. Práce se zabývá vlivem pastvy ovcí na subalpínskou vegetaci v NPR Praděd. Díky ní dochází k postupným změnám vegetačního složení. Na základě fytoocenologického snímkování a PCA analýzy bylo zjištěno, že pastva ovcí výrazně snižuje tlak dominantních druhů a spolu se specifickými podmínkami prostřední nad horní hranicí lesa dává možnost rozvoje druhové diverzity. Především pak podporuje vzácné druhy a snižuje pokryvnost druhů. Součástí práce je i základní hodnocení množství biomasy, jako možného inhibitoru druhové bohatosti.

Klíčová slova: fytoocenologické snímkování, subalpínská vegetace, pastva, ovce, druhová bohatost, Praděd

Vernerová, Z. (2018): The influence of sheep pasture on vegetation in Nature reserve Praděd. Master's thesis. Department of Ecology and Environmental Sciences, Faculty of Science, Palacky University Olomouc, 36 pages

Abstract

Subalpine habitats are one of the most endangered ecosystems and have a big species richness. These communities are threatened primarily by environmental changes. Previously livestock pastures were used extensively in these localities, which, thanks to modernization and economic benefits, have moved to more favorable areas of lower altitudes. The thesis deals with the influence of sheep grazing on subalpine vegetation in the Praděd NPR. This results in gradual changes in the vegetation composition. Based on phytocenology and PCA analysis, it has been found that sheep grazing reduces the pressure of dominant species and together with specific environmental conditions above the upper boundary of the forest, gives rise to species diversity. It primarily supports rare species and species with low coverage. Part of the thesis is also a basic assessment of biomass as a potential inhibitor of species richness.

Keywords: phytocenology, subalpine vegetation, grazing, sheep, species richness, Praděd

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracovala samostatně pod vedením RNDr.
Miroslava Zeidlera, Ph.D a použila jen uvedených pramenů a literatury.

V Olomouci dne

.....

Podpis

Obsah

Seznam grafů, tabulek.....	vii
Seznam příloh.....	viii
Poděkování	ix
1. Úvod.....	1
2. Cíle práce	3
3. Materiál a metody	4
3.1. Popis území	4
3.2. Popis lokality	5
3.3. Sběr dat.....	5
3.4. Statistické zpracování dat.....	6
4. Výsledky	8
4.1. Rozdíl druhové početnosti na plochách.....	8
4.2. Rozdíl v celkové pokryvnosti.....	9
4.3. Rozdíly v pokryvnosti druhů.....	10
4.4. Vztah celkové pokryvnosti a počtu druhů ve snímku	11
4.5. Vazba druhů pasených a nepasených ploch	12
4.6. Závislost stařiny a počtu druhů.....	13
4.7. Korelace stařiny a celkové pokryvnosti	14
5. Diskuze	15
6. Závěr	20
7. Literatura.....	21
8. Přílohy.....	26

Seznam grafů

Graf 1: Rozdíl druhové početnosti na plochách

Graf 2: Rozdíl v celkové pokryvnosti

Graf 3: Rozdíl v pokryvnosti druhů

Graf 4: Vztah celkové pokryvnosti a počtu druhů ve snímku

Graf 5: Vazba druhů pasených a nepasených ploch

Graf 6: Závislost stařiny a počtu druhů

Graf 7: Korelace stařiny a celkové pokryvnosti

Seznam tabulek

Tabulka 1: Stupnice Braun-Blanket

Seznam příloh

Příloha 1: Vytyčení pasených a nepasených ploch

Příloha 2: Ukázka snímku pasené plochy

Příloha 3: Ukázka snímku nepasené plochy

Příloha 4: Odběr biomasy

Příloha 5: Fytocenologické zápisy pasených ploch

Příloha 6: Fytocenologické zápisy nepasených ploch

Poděkování

Za pomoc při psaní diplomové práce bych ráda poděkovala všem, kteří mi jakýmkoliv způsobem pomohli. Především pak svému vedoucímu RNDr. Miroslavu Zeidlerovi, PhD. za trpělivost a podnětné připomínky při vypracování práce. Dále děkuji Mgr. Barboře Hertlové za zpracování statistických analýz. Velké poděkování patří také mé rodině za psychickou podporu při dosavadním studiu.

1. Úvod

Horské ekosystémy jsou jedny z nejcennějších, ale i nejohroženějších ekosystémů (Foggin et al. 2016). Alpínská a subalpínská vegetace je v České republice reprezentována pouze drobnými fragmenty na území Kralického Sněžníku, Hrubého Jeseníku a Krkonoš (Jeník 1961). Zmíněné biotopy jsou ohroženy přímými i nepřímými antropogenními vlivy v jejichž důsledku klesá diverzita rostlin. Mezi tyto vlivy patří invaze nepůvodních druhů (Bureš 2005), intenzivní rekreační využívání v podobě turistických tras i sjezdovek (Gritsch 2016), které vedou k erozi, sešlapu a degradaci vzácných společenstev (Bureš et al. 2009, Liddle 1997).

Území nad horní hranicí lesa v celé Evropě byla historicky využívána k pastvě, travení i sběru léčivých bylin (Dreslerova 2015). V celoevropském měřítku je v současné době k pastvě využíváno 34 % Alp (Fluri 2013). Pro Hrubý Jeseník je pastva doložena již od 15. století (Banaš et Hošek 2004). Historicky se zde uplatňovala především pastva ovcí, která zde probíhala v 17. – 18. století. Ve 20. století byla přerušena pastvou skotu, nicméně následně vegetaci začaly spásat opět ovce (Hošek 1973). Na lokalitě byla pastva ukončena v období po 2. světové válce, kdy začal rozvoj intenzivního zemědělství v nižších polohách. Pastva do oblasti Hrubého Jeseníku byla navrácena v roce 2012 v podobě pastvy skotu na lokalitě Švýčárna a pastvy ovcí v roce 2014 na lokalitě Ovcárna (Štýbnarová a Hradilová 2015).

Pastva dlouhodobě formovala krajinu (Hejzman 2006) a zajisté se její vliv projeví i v následujících letech (Peringer 2013). Ovlivňuje vegetaci sešlapem, okusem a exkrementy (Kohler et al. 2004), což vede k tvorbě specifické mikrostruktury (Bakker 1983). Intenzivní pastva porostu, který je nižší než 5 cm vede k degradaci plochy, neboť se objevují pokálená místa, která jsou bohatá na dusík, který umožní růst ruderalních druhů např. *Taraxacum sect. Ruderalia*. Při pastvě porostu vysokého více než 15 cm je biomasa především sešlapána, čímž dochází k její kumulaci. Netvoří se plošková struktura a druhová diverzita je nízká. Vhodným typem pro management horských porostů je pastva extenzivní s výškou 10-15 cm. V tomto případě se činností ovcí na ploše vytvoří plošky intenzivně pasené a zároveň plochy s vyšší vegetací tzv. nedopasky. Tato mikrostruktura vede k druhové diverzitě srovnatelné s lučním společenstvem (Geisler et al. 2011). Extenzivní pastva je zároveň vhodnou prevencí před expanzí konkurenčně

silných druhů např. *Dactylis glomerata* či *Calamagrostis villosa* (Hejzman et al. 2005). Pastva ovlivňuje nejen druhové složení rostlin ale i hmyzu. Dle studie Scohier et. al 2013 byla pastva přerušena na 25 % území pastviny, což vedlo k zvýšení porostu a zároveň vyšší diverzitě čmeláků v průměru o 4 druhy. Nevýrazný byl vliv pastvy na diverzitu motýlů, avšak na nepasených plochách byla jejich denzita vyšší. Výsledky této studie ukazují, je částečné přerušování pastvy ovčí v rámci jednoho vegetačního období může vést k vyšší druhové diverzitě zmíněných skupin hmyzu. I přesto se však jeví pastva jako vhodný management subalpínských společenstev, neboť omezuje jejich degradaci, která by nastala po ukončení pastvy (Speed et al. 2012) a v dlouhodobém měřítku může navrátit zpět původní druhovou rozmanitost květnatých holí (Krahulec et al. 2001).

Z předcházejících informací uváděných v literatuře je zřejmé, že pastva má multifunkční vliv na rostlinná společenstva. Především zvyšuje početnost druhů a mění druhovou kompozici (Krahulec a kol. 2001). Zároveň se odráží v produkci rostlin, která je nejčastěji sledována jako množství biomasy rostlin rozdělených do skupin např. jednoděložné, dvouděložné, odumřelá biomasa (Herben et al. 2013).

2. Cíle práce

Tato práce má za cíl zhodnocení vegetačních změn po znovuzavedení pastevního managementu ovčí v NPR Praděd na lokalitě Ovčárna. Konkrétně se zaměří na:

- Rozdíly v početnosti druhů na pasených a nepasených plochách
- Vliv pastevního tlaku na druhové složení společenstva alpského bezlesí
- Vliv pastvy na biomasu stařiny

3. Materiál a metody

3.1. Popis území

Sledovaná lokalita se nachází na území NPR Praděd, která je součástí CHKO Jeseník. Ochrana tohoto území začala již v roce 1955. Jedná se o unikátní území přirozených a polopřirozených ekosystémů horského bezlesí vázaných na geologický podklad a reliéf nejvyšších partií pohoří Hrubý Jeseník. NPR Praděd zahrnuje cenné krajinné prvky např. ledovcové kary, izolované skály, mrazové sruby, balvanová moře i hluboká údolí (Demek 1987). Půdní podklad je především kyselý a převažují zde kryptopodzoly, humusové podzoly a rankery (Němeček, Tomášek 1983). NPR Praděd se rozkládá na ploše 2030 ha a její nadmořská výška se pohybuje od 900–1491 m. Průměrná roční teplota dosahuje 0,9 °C a vrchol Praděd se řadí mezi největrnější místa v rámci ČR. Extrémní horské podmínky dotváří vertikální srážky, které se zde vyskytují v průměru 211 dnů za rok a srážky horizontální v podobě mlhy, která zde leží až 291 dnů během roku. Sněhová pokrývka je na lokalitě až 230 dní a dosahuje mocnosti i 250 cm (Buček 1994). I přes tyto zdánlivě nepříznivé podmínky je toto území jednou z druhově nejbohatších lokalit v ČR. Předmětem ochrany jsou především subalpínské a alpínské biotopy.

NPR Praděd je cenná i díky výskytu několika endemických druhů rostlin např. *Poa riphea* a *Campanula gelida* na Petrových kamenech, *Plantago atrata subsp. sudetica* a *Dianthus carthusianorum subsp. sudetica* v oblasti Velké kotliny, v Malé kotlině pak *Carlina biebersteinii subsp. sudetica*. Zároveň se v rezervaci vyskytují i endemické druhy typické pro sudetská pohoří např. *Hieracium chrysostoloides* (Kočí 2005). Oblast je bohatá i na lišejníky (Vondrák, Malíček 2015). Na tomto území lze najít i vzácné zástupce motýlů (*Erebia epiphron subsp. silesiana*), brouků (*Cornumutilla quadrivittata*) a dalších bezobratlých (Kuras 2009).

Jednou z cenných lokalit je severovýchodní svah pod Petrovými kameny. Zmíněný svah leží mezi chatou Ovčárna a Petrovými kameny. Je specifický bohatou mozaikou přirozených i antropogenně narušených společenstev alpínského stupně. Lze na něm zaznamenat prameniště, kapradinové nivy, keříčková společenstva s *Vaccinium myrtillus*, vyfoukávané alpínské trávníky, vysokostébelné trávníky i sekundární smilkové trávníky (Kočí 2005). Toto území bylo pravděpodobně již od 18. století ovlivňováno

pastvou. Doklady o pastvě skotu pocházejí ze 40. let minulého století (Klimeš a Klimešová 1991).

3.2. Popis lokality

Výzkumná plocha o rozloze cca 1 ha se nachází na SV svahu pod Petrovými kameny v NPR Praděd. Jedná se o travnatý porost svahu nad chatou Ovčárna s dominantními druhy *Luzula luzuloides*, *Vaccinium myrtillus*, *Avenella flexuosa*, *Dryopteris dilatata* a *Veratrum album subs. Lobelianum*. Celá studovaná plocha obsahuje prvky alpinské a subalpinské keříčkové vegetace a fragmenty vysokohorských kapradinových niv. Z levé strany je ohraničena turistickou stezkou na Petrovy kameny. Vpravo pak plynule přechází do kapradinové nivy. Pastevní plocha je 1 300 m. n. m a její umístění lze vidět na leteckém snímku (příloha č.1).

3.3. Sběr dat

Probíhal v letech 2016–2017 vždy ve dvou termínech. První termín sběru byl realizovaný před začátkem pastvy tzn. od 1. června do 20. června daného roku. Druhý sběr proběhl od 20. srpna do 1. září. V roce 2016 pasená plocha měla rozlohu 0,87 ha a v roce 2017 byla její plocha 1,15 ha. Pokaždé bylo provedeno 10 fytoocenologických snímků na pasené ploše a 10 snímků na kontrolní ploše mimo pastvinu (příloha č.2 a 3). Snímky 1x1m byly rozmístovány nahodile (haphazard sampling) bez vědomého plánování. Každý fytoocenologický snímek zahrnoval zápis druhového složení a odhad pokryvnosti druhu dle stupnice Braun-Blanquet. Byla použita klasická 7 stupňová škála pokryvnosti (tabulka č.1). Před analýzou byly hodnoty transformovány dle přiložené tabulky z důvodu převodu kvalitativních znaků + a r na kvantitativní hodnoty vhodné pro statistické zpracování.

Braun - Blanquet	pokryvnost %	hodnoty pro analýzu
5	75 -100	5
4	50-75	4
3	25-50	3
2	5-25	2
1	< 5	1
+	několik jedinců	0.5
r	jediný výskyt (malá pokryvnost)	0.1

Tabulka č.1 Stupnice Braun –Blanquet

Odhad celkové pokryvnosti byl stanoven na místě v procentech, v případě že se ve snímku vyskytovalo mechové patro, byl i u něj proveden odhad pokryvnosti. Z levého horního čtverce 25x25cm byla následně odebrána biomasa, která byla na místě rozříděna do následujících kategorií: keříčky, jednoděložné rostliny, dvouděložné rostliny a stařina. Biomasa byla uložena do papírových sáčků, označena a následně v laboratoři vysušena a zvážena. Sušení probíhalo 48 hodin při 80 °C.

3.4. Statistické zpracování dat

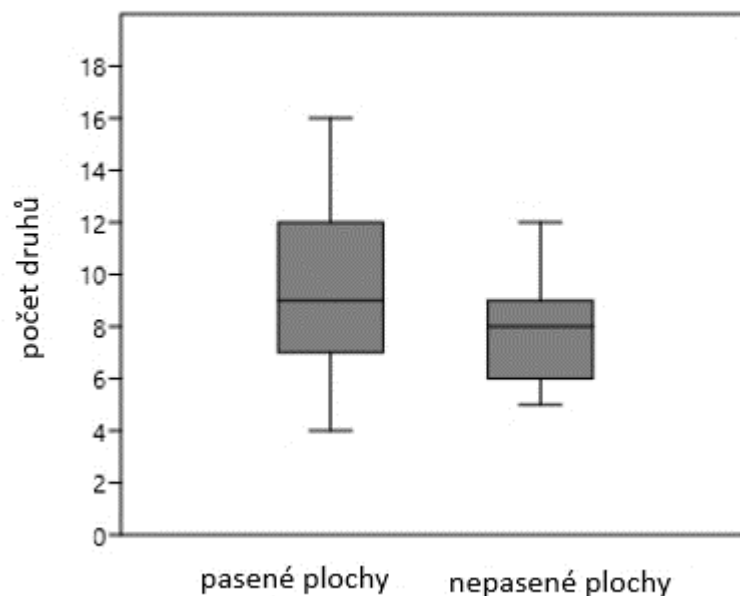
Sesbíraná data pokryvnosti byla nejprve přepsána do programu MS Excel, kde došlo k jejich převedení na hodnoty vhodné pro statistické zpracování dle tabulky č.1. Zároveň bylo provedeno sjednocení názvosloví dle platné taxonomie (Kubát a kol. 2002). V datech nebyly nalezeny extrémní hodnoty a homogenita byla otestována Shapiro testem. Homogenní data byla následně podrobena mnohorozměrné analýze v programu Canoco 5 (ter Braak and Šmilauer 2002) metodou PCA (Principal Componets Analysis), neboť obsahovala krátký lineární gradient. Do analýzy bylo zahrnuto 70 vegetačních snímků z let 2016 a 2017, ve kterých bylo celkem zaznamenáno 60 druhů rostlin viz příloha č.5 a 6. Pastva na lokalitě probíhá od roku 2014. Hlavní směr variability byl sledován mezi pasenými a nepasenými plochami a jako doplňkové ukazatele byly použity celková pokryvnost a ekologické nároky druhů (Elenberg 1992). Všechny testy byly provedeny na 5 % hladině významnosti. Pro doplnění informací bylo využito Elenbergových indikačních hodnot pro světlo, půdní reakci, obsah dusíku na stanovišti, vlhkost a teplotu. Průměrné Elenbergovy hodnoty pro vegetační snímky byly vypočítány na základě váženého průměru.

Rozdíl druhové početnosti na plochách byl testován v programu Past3 verze 1.0. Testu bylo podrobena 30 pasených a 30 nepasených ploch z let 2016 a 2017. Z testování bylo vyjmuto 10 pasených ploch z června 2016, protože nebyla zaznamenána data pro 10 nepasených ploch z června 2016.

Testování vlivu pastvy na množství biomasy jednotlivých studovaných skupin bylo provedeno jednocestnou analýzou variance ANOVA (Lepš 1996) v programu R i386 verze 3.4.2 (R Core Team 2013). U zpracovávaných dat bylo Shapiro testem potvrzeno normální rozdělení a hodnoty nebyly dále transformovány.

4. Výsledky

4.1. Rozdíl druhové početnosti na plochách

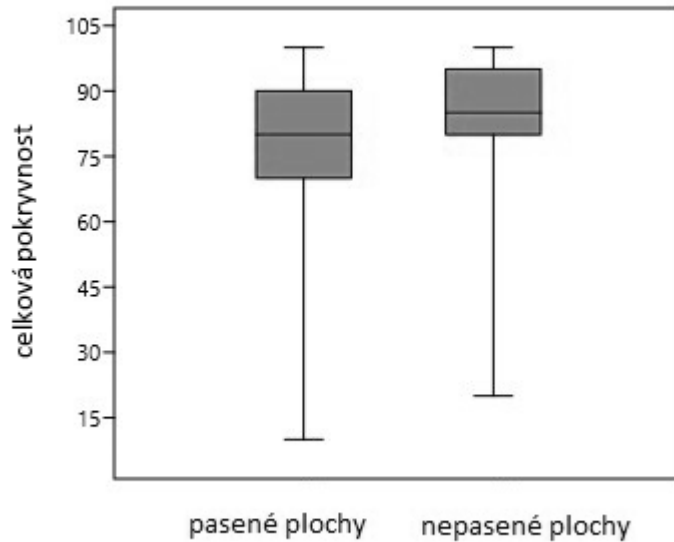


Graf č.1: Vytvořen na základě T-testu v programu Past 3 s výslednou hodnotou $p=0,0337$. Pasené plochy: $N=30$, $\bar{x} = 9,4$, $VAR = 1,283$. Nepasené plochy $N=30$, $\bar{x} = 7,833$, $VAR=4,281$.

Mezi počtem druhů nalezených na pasených a nepasených plochách byl prokázán signifikantní rozdíl ($p=0,0337$). Tuto skutečnost zobrazuje graf č.1. Na nepasených plochách bylo nalezeno celkem 34 druhů rostlin (příloha č. 6). Nejčastějšími zástupci nepasených ploch byli *Avenella flexuosa* (21 výskytů z 30 snímků), *Calamagrostis villosa* (18 výskytů z 30) a *Luzula sylvatica* (26 výskytů z 30).

Na pasených plochách bylo celkem nalezeno 58 druhů rostlin (příloha č. 5). Druhy nalezené skoro ve všech snímcích se shodují s nejčastějšími druhy nepasených ploch. Jedná se o *Avenella flexuosa* (28 výskytů z 30 snímků), *Calamagrostis villosa* (24 výskytů z 30) a *Luzula sylvatica* (25 výskytů z 30). Dalšími druhy pasených ploch byly *Lygosticum mutelina*, *Mianthemum bifolium*, *Rumex acetosa*, *Rumex arifolius* a *Vaccinium myrtillus*. Vyjmenované druhy se vyskytovaly minimálně v 1/3 snímků. Na pasených plochách byly nalezeny druhy, které se na nepasených plochách nevyskytovaly. Těmito druhy jsou např. *Festuca supina*, *Ranunculus acris*, *Ranunculus repens*, *Silene sylvatica*, *Urtica dioica* či *Veronica chamedrys*.

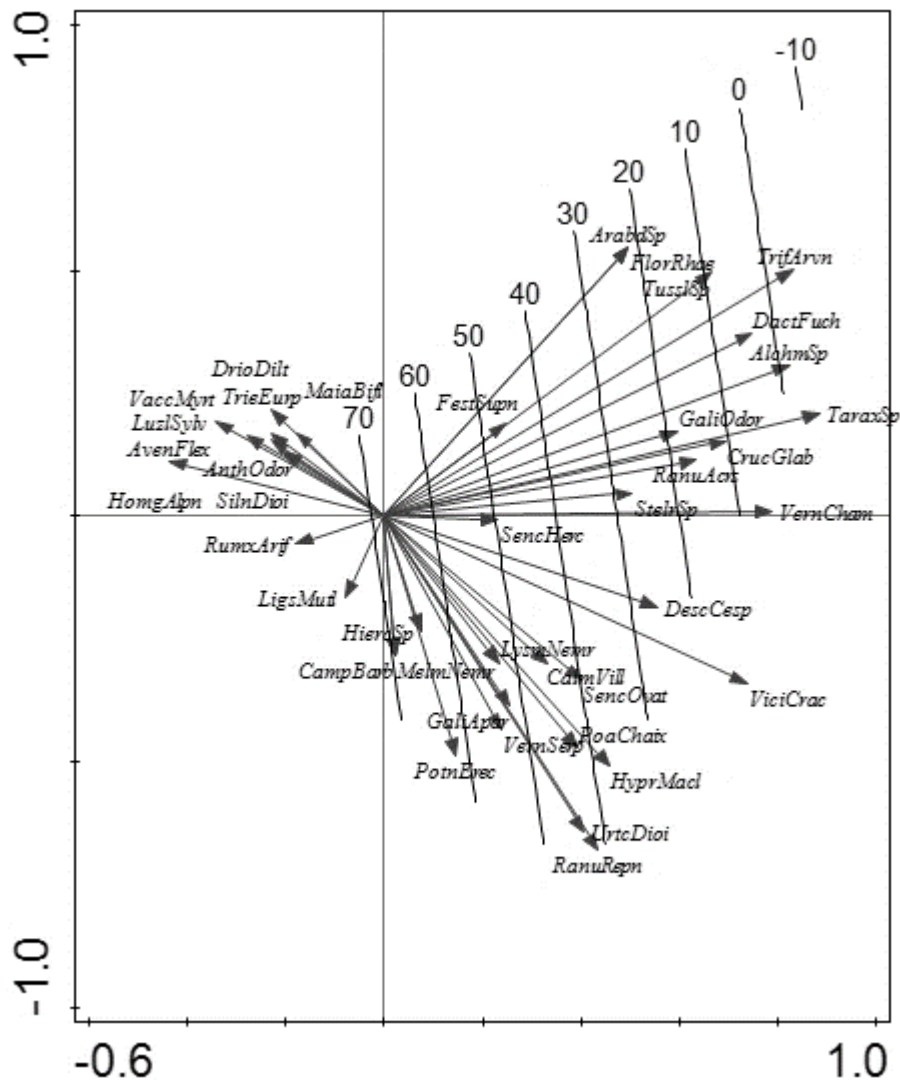
4.2. Rozdíl v celkové pokryvnosti



Graf č.2: Vytvořen na základě T-testu v programu Past 3 s výslednou hodnotou $p=0,2197$. Pasené plochy: $N=30$, $\bar{x} = 76,33$, $VAR = 382,64$. Nepasené plochy $N=30$, $\bar{x} = 82,167$, $VAR=280,49$.

Celková pokryvnost nepasených ploch se pohybovala od 20 % do 100 %, pasených ploch od 10 % do 100 % (graf č.2). Průměr pokryvnosti pasených ploch byl 76 %, nepasených ploch pak 82 %. Nebyl tedy zaznamenán rozdíl v pokryvnosti pasených a nepasených ploch ($p=0,2197$).

4.3 Rozdíly v pokryvnosti druhů

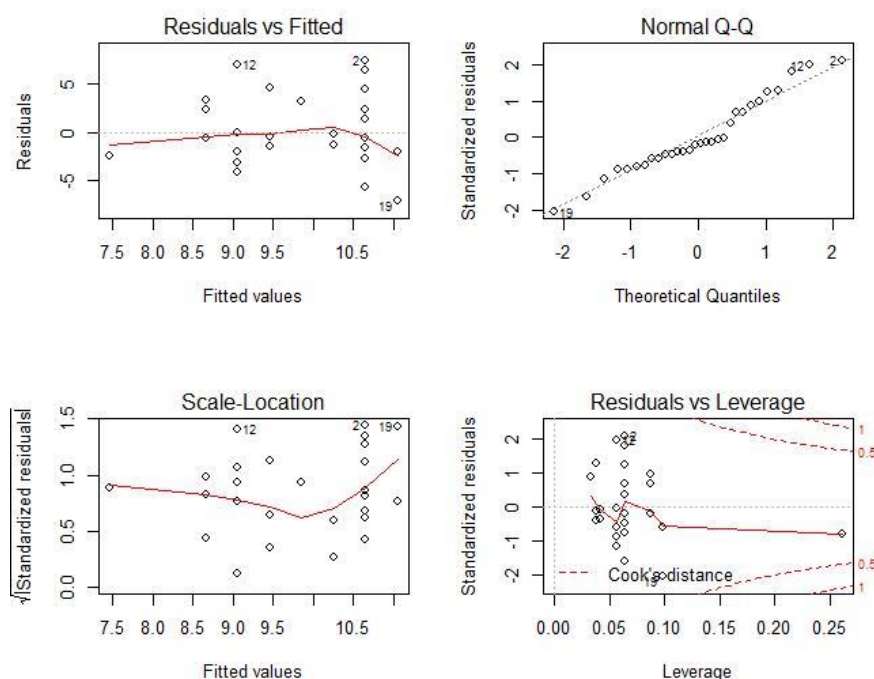


Graf č. 3 byl vytvořen v programu Canoco5 na základě zobecněného lineárního modelu (GLM) založeném na pokryvnosti. Pro přehlednost zobrazuje 40 druhů, které nejlépe odpovídají sledované proměnné. Seznam zobrazených druhů: *AlchmSp* – *Alchemilla sp.*, *AnthOdor* – *Anthoxanthum odoratum*, *ArabdSp* – *Arabidopsis sp.*, *AvenFlex* – *Avenella flexuosa*, *CalmVill* – *Calamagrostis villosa*, *CampBarb* – *Campanula barbata*, *CrucGlab* – *Cruciata glabra*, *DactFuch* – *Dactylorhiza fuchsii*, *DescCesp* – *Deschapsia cespitosa*, *DryoDilt* – *Dryopteris dilatata*, *FestSupn* – *Festuca supina*, *PhleRhae* – *Phleum rhaeticum*, *GaliApar* – *Galium aparine*, *GaliOdor* – *Galium odoratum*, *HiereSp* – *Hieracium sp.*, *HomgAlpn* – *Homogyne alpina*, *HyprMacl* – *Hypericum maculatum*, *LigsMutl* – *Ligusticum mutelina*, *LuzlSylv* – *Luzula sylvatica*, *LysmMemo* – *Lysimachia nemorum*, *MiantBifo* – *Mianthemum bifolium*, *MelamNemo* – *Melampyrum nemorosum*, *PoaChaix* – *Poa chaixii*, *RanuAcr* – *Ranunculus acris*, *RanuRep* – *Ranunculus repens*, *RumxArfl* – *Rumex arifolius*, *SeneOvat* – *Seneci oovatus*, *SilnDio* – *Silene dioica*, *StelrSp* – *Stelaria sp.*, *TarxSp* – *Taraxacum sp.*, *TrienEurp* – *Trientalis europaea*, *TrifArv* – *Trifolium arvense*, *TussSp* –

Tussilagosp., *UrctDioi* – *Urtica dioica*, *VacciMyrt* – *Vaccinium myrtillus*, *VernCham* - *Veronica chamaedrys*, *VernSerp* - *Veronica serpyllifolia* a *ViciCrac* – *Vicia cracca*.

Dle grafu č. 3 mají například druhy *Vaccinium myrtillus*, *Luzula sylvatica*, *Dryopteris dilatata*, *Avenella flexuosa* pokryvnost nad 70 %. Zároveň konkurenčně slabé druhy např. *Hypericum maculatum*, *Ranunculus repens*, *Seneci oovatus* či *Vicia cracca* zastupují v grafu střední pokryvnosti 40 % - 60 %. Další skupinou jsou druhy s nejnižší pokryvností 10 % - 30 %. Do této skupiny můžeme zařadit např. *Trifolium arvense*, *Cruciata glabra* nebo *Veronica chamaedrys*.

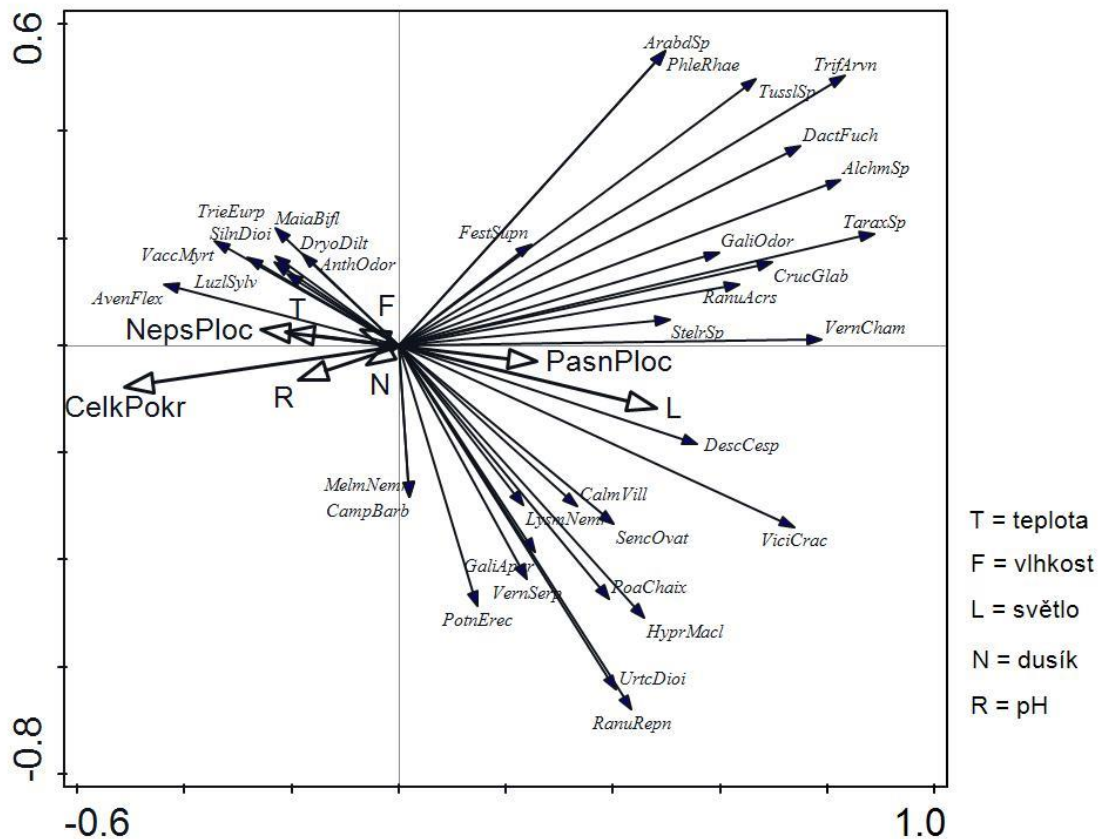
4.4 Vztah celkové pokryvnosti a počtu druhů ve snímku



Graf č. 4: Vztah celkové pokryvnosti a počtu druhů ve snímku

Výsledná hodnota analýzy byla $p = 0,187$ a tak nebylo potvrzeno, že by celková pokryvnost měla vliv na počet druhů ve snímku. Avšak při pohledu na residuály lze odvodit, že se nejedná o přímou úměrnost. Jak je zřejmé z výstupu analýzy (graf č.4), existuje určité maximum pro pokryvnost, kdy je zároveň v maximu i počet druhů. Jakmile se však pokryvnost dostane nad tuto hranici, počet druhů významně klesá.

4.5 Vazba druhů pasených a nepasených ploch



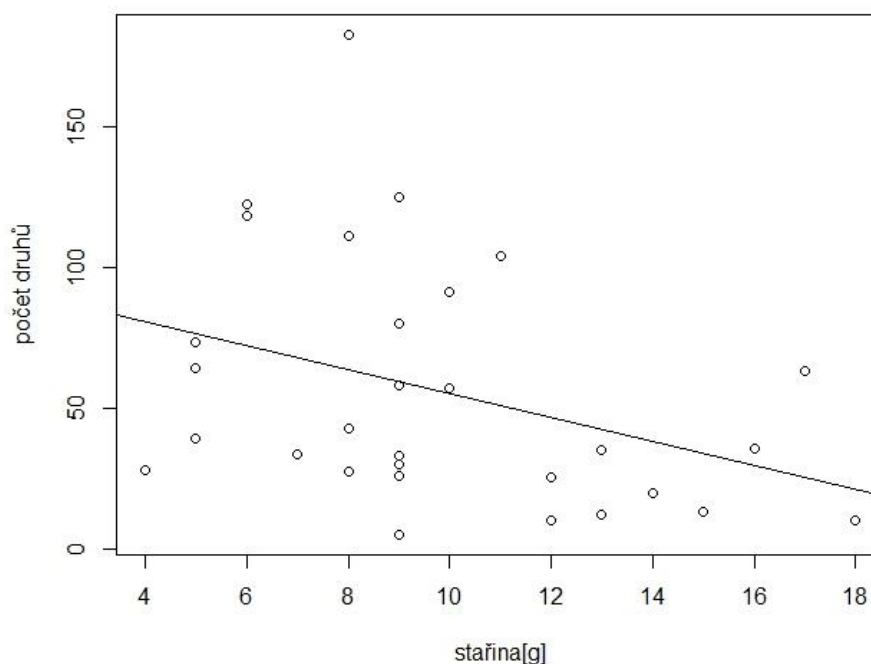
Graf č.5: Vytvořen v programu Canoco5. Z důvodu krátkého gradientu jde o analýzu typu PCA. Zkratky: PasnPloc = pasená plocha, NepsPloc = nepasená plocha, CelkPokr = celková pokryvnost, Elenbergovy indikační hodnoty – T= teplota, F= vlhkost, L=světlo, N= dusík, R= pH. Seznam druhů v ordinačním diagramu viz graf 2. Pro přehlednost je v grafu zobrazeno prvních 40 druhů, které nejlépe vysvětlují zjištěný trend a 5 ekologických faktorů tzn. nároky druhů na světlo, dusík, pH, teplotu a vlhkost.

Na nepasovaných plochách se nejčastěji vyskytovaly *Vaccinium myrtillus*, *Luzula sylvatica*, *Dryopteris dilatata*, *Avenella flexuosa* (graf č.5). S přibývajícím celkovou pokryvností se snižuje množství nalezených druhů. Nepasované plochy jsou tak výrazně druhově chudší a krom již zmíněných tvořené především jednoděložnými rostlinami např. *Avenella flexuosa*, *Anthoxantum odoratum* či *Luzula sylvatica*.

Naopak na pasených plochách byla nižší celková pokryvnost a výrazně se zde zvýšil počet nalezených druhů. Těmito druhy jsou *Campanula barbata*, *Veronica serpyllifolia*, *Veronica chamaedrys*, *Hypericum maculatum*, *Vicia cracca*, *Deschampsia cespitosa*, *Ranunculus acris*, *Cruciata glabra* a *Trifolium arvense*. Na pasených plochách bylo zaznamenáno i více dvouděložných druhů např. *Veronica chamaedrys*, *Senecio*

ovatum, *Vicia cracca* či jedinci rodu *Ranunculus* a *Stelaria*. Druhy na pasených plochách mají zároveň vyšší Elenbergovy hodnoty pro světlo než druhy na plochách, kde pastva neprobíhala. Druhy zajímavé pro ochranu přírody např. *Veratrum album* (3 záznamy na nepasené ploše, 8 záznamů na pasené), *Potentilla aurea* (3 záznamy na nepasené ploše, 4 záznamy na pasené), byly zaznamenány především na pasených plochách. Na tomto typu ploch byly zaznamenány i druhy indikující ruderalizaci a antropogenní ovlivnění např. *Urtica dioica* (pasené 3, nepasené 0) nebo *Taraxacum sp.* (pasené 3, nepasené 0).

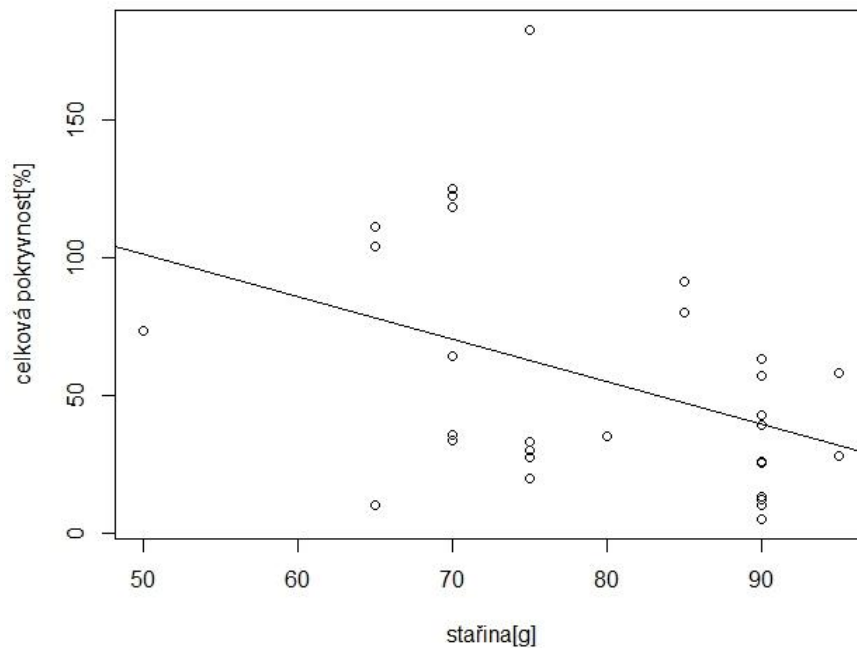
4.6 Závislost stařiny a počtu druhů



Graf č. 6: Závislost mezi množstvím stařiny a počet druhů na ploše $p = 0,0512$, $SE=2,090$.

Hypotéza o závislosti množství stařiny a počtem druhů s výslednou hodnotou testu $p=0,0512$ nebyla potvrzena. Důvodem nesignifikantnosti výsledků se jeví změna typu závislosti. V tomto případě se nejedná o lineární závislost nýbrž o závislost levostranně vychýlenou. V levé části grafu lze vidět velké rozptyly, naopak z pravé části vyplývá, že se snižujícím se množstvím počtu druhů narůstá biomasa stařiny.

4.7 Korelace stařiny a celkové pokryvnosti



Graf č. 7: Korelace mezi množstvím stařiny a celkovou pokryvností. H_0 = s celkovou pokryvností roste množství stařiny bez ohledu na pastvu, $p=0,027$, $SE = 2,3$.

Analýza prokázala závislost mezi množstvím stařiny a celkovou pokryvností bez ohledu na pastvu ($p=0,027$). Existenci rozdílů mezi množstvím stařiny na pasených a nepasených plochách vyloučil Wilcoxonův test s výsledkem $p = 0,5884$. Z grafu č.7 vyplývá, že s narůstající pokryvností množství stařiny klesá.

5. Diskuze

Tato práce potvrdila vliv pastvy ovcí na druhové složení rostlinných společenstev subalpínského pásma na lokalitě v NPR Praděd. Vliv pastvy se projevil zejména v počtu druhů a jejich pokryvnosti. Sledována byla především změna charakteru vegetačního krytu na pasených plochách. Tato rozdílnost byla dlouhodobě pozorována nejen v Krkonoších (Krahulec a kol. 2001), ale i dalších evropských pohořích. Studium pastvy na horských trávnících se zabýval i Komac (2014) ve východní části pohoří Pyreneje, který analyzoval 222 lineární transektů nebo také Mayer (2015) v rakouských Alpách. České i zahraniční studie potvrdily, že pastevní tlak snižuje pokryvnost dominantních druhů. Dle Krahulce et. al. (2001) pohyb ovcí po pastvině znemožňuje vývoj souvislého vegetačního krytu např. rodu *Deschampsia cespitosa*. Dochází k tomu především činností pasených zvířat, která vytváří gapy (holá místa) a zároveň porost ovlivňují sešlapem a okusem, což zásadně mění podmínky pro růst rostlin. Změny lze pozorovat jak v množství světla, tak v homogenitě porostu i dominanci jednotlivých druhů.

Pasené a nepasené plochy v zájmovém území se od sebe lišily zastoupením konkrétních druhů. Na nepasených plochách to byly zejména *Vaccinium myrtillus*, *Dryopteris dilatata*, *Avenella flexuosa*, *Anthoxantum odoratum*. Zároveň se jedná o druhy běžné pro alpínskou a subalpínskou keříčkovou vegetaci (Chytrý et al. 2010). Tyto druhy se na studované lokalitě profilovaly z hlediska celkové pokryvnosti jako dominantní. Dle výsledků jejich pokryvnost přesahovala 70 %. Jako dominantní druhy horských trávníků je označuje i Hrivnak et al. (2005), který se věnoval studiu vegetace na Slovensku v oblasti západních Karpat.

Pasené plochy jsou charakteristické vyšším počtem druhů v porovnání s plochami nepasenými. Nárůst druhové diverzity na plochách obhospodařovaných pastvou prokázal i Pavlů et al. (2006) v Jizerských horách, zároveň tuto skutečnost potvrdil Mayer (2015) v rakouských Alpách, který zkoumal vegetační změny v průběhu 7 let. Vzhledem k délce výzkumu, který probíhal 2 vegetační období, se lze domnívat, že při delším sledování by byla změna v druhovém složení větší. Dvouleté studium je možno hodnotit jako krátké období, neboť Bullock et al. (1994) tvrdí, že změna vegetace pod vlivem pastvy je dlouhotrvající proces. S tímto tvrzením souhlasí i Hejcman et al. (2004) jenž uvádí délku

přeměny 5-10 let. Dlouhodobá pastva mění podmínky stanoviště, především pak poměry živin, pozorovat lze i změny v množství ligninu vázaném v biomase (Mayer 2015).

Na zkoumané pasené ploše byly pozorovány 2 ekologické skupiny druhů. První skupinou jsou druhy degradovaných pastvin a druhou skupinou jsou druhy typické pro horské pastviny. Pro degradované pastviny jsou to *Hypericum maculatum*, *Poa chaxii* a *Calamagrostis villosa* (Krahulec et al. 2001). Společný výskyt zmíněných druhů byl potvrzen i na svahu pod Petrovými kameny. Druh *Calamagrostis villosa* se navíc dle Pavlů et al. (2003) často vyskytuje na dlouhodobě užívaných pastvinách, neboť ji ovce se své stravě nepreferují. Dalšími druhy vyskytujícími se společně se skupinou druhů typických pro degradované pastviny jsou *Urtica dioica*, která je indikátorem ruderalizovaných stanovišť (Kubát et al. 2002) a *Senecio ovatus*, který ovce preferují pouze v prvním roce při zahájení pastvy (Hejcman et al. 2008). V této skupině druhů se nachází i *Deschampsia cespitosa*, která sice není ovce preferována, ale pastva jí vyhovuje, neboť čerpá živiny z jejich exkrementů (Krahulec et al. 2001).

Druhou skupinou, která se při analýze vyčlenila jsou druhy typické pro horské pastviny. Jedná se například o *Veronica chamaedrys*, *Cruciata glabra* a *Trifolium arvense*, Tyto druhy jsou na pastviny ekologicky vázané či se na nich pravidelně vyskytují (Chytrý et al. 2007). Překvapivým rodem v tomto výzkumu na horské pastvině je *Taraxacum sp.*, který je dle Chytrého et al. (2010) ukazatelem antropogenně ovlivněných stanovišť. Výzkum Pavlů a Velicha (2001) prokázal, že kontinuální pastva podporuje postupné zvyšování početnosti druhu *Taraxacum*, konkrétní sekce není ve studii Pavlů a Velicha zmíněna. Dle Czortek et. al (2018) pastva podporuje vzácné druhy rostlin. Toto potvrzuje práce i Sebastia et al. (2007) jenž zjistila, že pastva ovcí oproti pastvě jiných zvířat vede ke specifickému druhovému složení, ve kterém je zastoupeno více vzácných druhů. V této předkládané práci byly na pasených plochách zaznamenány druhy zajímavé z hlediska ochrany přírody např. *Veratrum album sub. Lobelianum (C4)*, *Potentilla aurea (C3)*. Konkrétně podle Krahulce et. al (2001) na druh *Potentilla aurea* a *Veratrum album sub. Lobelianum* působí pastva pozitivně a zároveň Hejcman (2003) hodnotil *Veratrum album sub. Lobelianum* jako jeden z druhů, který ovce při pastvě preferují i přesto, že je mírně toxický. Studované plochy lze zařadit na pomezí těchto dvou skupin, neboť obsahují druhy historicky degradovaných ploch a zároveň druhy typické pro horské pastviny. Tato nevyhraněnost je způsobena tím, že pastva na lokalitě byla ukončena v polovině minulého století a obnovena teprve v roce 2014.

Na základě Elenbergových hodnot lze indikovat změny v prostředí. Z hodnot pro světlo lze usuzovat, že na pasených plochách je více světla. Tuto skutečnost vysvětluje Bullock et al. (1994) pohybem ovcí na lokalitě, které vytvářejí drobné gapy díky kterým, může světlo proniknout do nižších partií porostu. V případě nepasených ploch Elenbergovy indikační hodnoty naznačují vlhčí prostředí, především pak proto, že se na nich vyskytují *Vaccinium myrtillus*, *Dryopteris dilatata*. Tuto preferenci u druhů *Vaccinium myrtillus*, *Dryopteris dilatata* potvrzuje i Chytrý (2007).

Pastva ovcí zpravidla potlačuje biomasu expanzních trav a podporuje biomasu širokolistých bylin (Herben et al. 2013), přesto tento vliv nebyl jednoznačně potvrzen při studiu pastvy v zájmové oblasti. Při analýze sesbíraných dat pro tuto práci však nebyl prokázán žádný vliv pokryvnosti na množství biomasy jednoděložných či dvouděložných rostlin. Avšak v případě analýzy biomasy stařiny (graf č.6) výsledky předkládané práce ukazují, že se snižujícím se množstvím počtu druhů narůstá biomasa stařiny. Tato skutečnost naznačuje, že stařina může být inhibítorem druhové diverzity. Množství stařiny přispívá k vnitrodruhové a mezidruhové kompetici např. blokuje dostupný prostor či světlo. Stejným způsobem druhovou rozmanitost snižuje dominantní druh. K prokázání této skutečnosti bude potřeba výzkumu delšího než 2 vegetační období a zároveň by bylo dobré tuto závislost ověřit i v jiných subalpínských lokalitách v ČR např. v Krkonoších jejichž studiem se dlouhodobě zabývá Krahulec et al (2001). Předložená práce odhalila i další zajímavý vztah, a to mezi množstvím stařiny a celkovou pokryvností. Výsledky ukazují, že s přibývajícím pokryvností se snižuje množství stařiny. I toto zjištění by mělo být prověřeno dalším výzkumem se snahou odhalit základní mechanismus, který tuto korelaci způsobuje.

V zájmovém území nebyl potvrzen vliv celkové pokryvnosti na druhovou diverzitu ploch. Přesto však lze poukázat na existenci určitého maxima pro pokryvnost, kdy je zároveň v maximu i počet druhů na ploše (graf č. 4). Tento stav může být však velice nestabilní a v případě, že začne pokryvnost jedné rostliny výrazně dominovat druhová diverzita začne klesat. Druhovou bohatost tedy snižuje i dominance jednoho druhu, což potvrzuje Chmelinová (2013). Předkládaná práce ukazuje, že největšími dominantami lokality pod Petrovými kameny jsou *Avenella flexuosa*, *Anthoxanthum odoratum*, *Luzula sylvatica* a *Vaccinium myrtillus*.

V případě managementu subalpínských trávníků, je dobré brát v úvahu všechny aspekty, které se s pastvou pojí. Především je to volba druhu býložravce. Studie, kterou provedl Mayer et Erschbamer (2016) ukazuje výrazný rozdíl mezi pastvou skotu, koní a ovcí. Zásadní vliv má i počet zvolených zvířat, neboť vyšší počet zvířat mění jejich potravní preference např. v případě vyšší hustoty ovcí byla spásaná i *Avenella flexuosa*, kterou ovce při nízké hustotě nepreferují (Mysterud et al. 2011). Optimální počet ovcí je dle zmíněné studie 8 kusů na 1 ha. Preferenčním výběrem ovcí na základě jejich hustoty se zabýval i Mobaek et al. (2012). Naopak příliš nízká hustota zvířat může vést k rozvoji dominant. V případě těsné blízkosti k horní hranici lesa pak i k rozvoji náletových dřevin (Speed et al. 2011). Hustota ovcí ovlivňuje také ekosystémové služby (Austrheim et al. 2016) a má vliv i na produktivitu (Bakker et al. 2006). Zmíněné studie poukazují na jeden z limitů této práce, a to je počet ovcí vzhledem k pasené ploše. V roce 2016 bylo na ploše 0,87 ha paseno 7 kusů ovcí. V následujícím roce na ploše 1,15 již bylo 20 zvířat. I přesto byl pozorován vliv pastvy na subalpínské trávníky. Zároveň práce Czortka et al. (2018) dokazuje, že přerušení pastvy má mnohem větší vliv na druhové složení než klimatické změny, z tohoto důvodu je vhodné plánovat pastvu jako dlouhodobý management. Po ukončení pastvy se výrazně snižuje počet druhů (Pavlů et al. 2005). Zároveň při zrušení pastvy dochází ke změnám v koloběhu dusíku především pak v poměru jeho uložení v půdě a biomase, což má negativní dopad na rostlinná společenstva (McGovern et al. 2004). Poněkud překvapivě nemají exkrementy pasených zvířat výrazný efekt na druhové složení (Pardo et al. 2015). Někdy je vhodné doplnit pastvu kosením 1x ročně, a to v případě, kdy se na pastvě vyskytuje druh s rozsáhlou pokryvností (Krahulec et al. 2001). V rámci studované lokality je seč nedopasků vhodná jako doplňkový management 1x za 2 roky.

Na základě výsledků předkládané práce i dalších prací hodnotících pastevní management, lze pastvu označit za vhodnou pro subalpínské trávníky. Důležité je zvolit vhodný druh zvířete, v tomto ohledu se jako nejlepší pro vysokohorské lokality jeví ovce (Wehn et al. 2011). Pokud nebude pastva uplatňována dojde k degradaci subalpínských trávníků a ke snížení druhové diverzity. Pastva prospívá především snižováním pokryvnosti dominantních druhů nejen okusem, ale i sešlapem a pohybem zvířat po pastvině (Duffkova 2017). Optimálním počet zvířat je 10 na 1 ha. Pro horské trávníky je vhodná krátkodobá kontinuální pastva tzn. 3 měsíce pastvy se začátkem v červenci a koncem na přelomu srpna a září (Háková et al. 2004). Tento typ managementu může být

doplněn 1x za rok kosením. Souběžně se zavedením pastvy je důležité provádět revizi vegetačního složení alespoň 1x za 3 roky (Hejcman et al. 2004). Pastva není vhodným managementem pro podmáčené porosty a prameniště, proto je nutný velmi důkladný průzkum vegetace před zahájením pastvy v maloplošně i velkoplošně chráněných územích (Mládek et al. 2006).

6. Závěr

Diplomová práce se zabývala vlivem pastvy ovcí na vegetaci v NPR Praděd. V rámci výzkumu bylo zjištěno, že pastva výrazně ovlivňuje vegetační složení. Pasené plochy jsou druhově bohatší a často obsahují vzácné druhy např. *Potentilla aurea*, či *Veratrum album*. Zároveň bylo potvrzeno, že na nepasených plochách se vyskytují druhy, které dominují svojí pokryvností. Z analýzy vyplynulo, že s rostoucí pokryvností množství stařiny klesá. Pastva ovcí tedy ovlivňuje nejen poměr biomasy jednotlivých skupin rostlin ale i druhovou diverzitu. Předložená práce má však i své limity, které je třeba před zavedením pastvy brát v potaz. Především se jedná o krátkodobou studii, kterou limitoval počet zvířat. Zejména pak jejich různý počet v jednotlivých letech. Zajímavým zjištěním bylo, že množství stařiny ovlivňuje počet druhů na ploše. Práce přinesla i podněty k dalším výzkumům, když našla korelaci mezi množstvím stařiny a celkovou pokryvností. Vhodným rozšířením této práce by mohlo být studium funkčních znaků rostlin, analýza životních forem či skupin hmyzu vázaných na pasené a nepasené plochy. V případě NPR Praděd je možné doporučit rozšíření pastvy i na další plochy, nejen ty, kde byla pastva i minulosti zaznamenána ale i zároveň na plochy mimo historické pastviny. Pastva ovcí je tak vhodným managementem, který potlačí souvislé porosty dominantních druhů, podpoří rozvoj druhové diverzity a lokalita tak zůstane i nadále cenným územím.

7. Literatura

- Austrheim G, Speed JDM, Evju M, Hester A, Holand O, Loe LE, Martinsen V, Mobaek R, Mulder J, Steen H, Thompson BA, Mysterud A. 2016. Synergies and trade-offs between ecosystem services in an alpine ecosystem grazed by sheep – an experimental approach. *Basic and applied ecology* 17: 596 – 608.
- Bakker SE, Ritchie ME, Olff H, Milchunas DG, Knops MHJ. 2006. Herbivore impact on grassland plant diversity depends on habitat productivity and herbivore size. *Ecology letters* 9: 780 – 788.
- Bakker JP, Leeuw J, Wieren E. 1983. Micro-patterns in grassland vegetation created and sustained by sheep-grazing. *Vegetation* 55: 153-161.
- Banaš M. et Hošek J. 2004. Management turismu v nejvyšších polohách Východních Sudet – příkladová studie zpracování plánu péče národní přírodní rezervace Praděd (CHKO Jeseníky). *Opera Corcontica*, 41/2: 515-526.
- Bucek A. 1994. Characteristic of the Hruby Jeseník Mts natural environment, in forest regeneration in the extreme air-polluted region of the Hruby Jeseník Mts. *Sborník ze semináře*.
- Bullock JM, Hill CB, Dálek PM, Silvertown J. 1994. An experimental study of the effects of sheep grazing on vegetation change in a species-poor grassland and the role of seedling recruitment in to gaps. *Journal of applied ecology* 31: 493–507.
- Bureš L, Adamec M, Hradecký J, Kocvara R, Halda JP, Kuras T, Zmrhalová M. 2009. Zpráva o vlivech sjezdového lyžování a pěší turistiky na prostor Petrových kamenů – vrchol a sv. svahy. *Sborník AOPK*.
- Bureš L. 2005. Analýza antropických vlivů v nejcennějších částech CHKO Jeseníky. *Campanula* 22–27.
- Carlson BZ, Corona MC, Dentant CE, Bonet R, Thuiller W, Choler P. 2017. Observed long-term greening of alpine vegetation—a case study in the French Alps. *Environmental Research Letters* 12.
- Czortek P, Delimat A, Dyderski MK, Zieba A, Jagodzinski AM, Jaroszewicz B. 2018. Climate change tourism and historical grazing influence the distribution of *Carex lachenalii* Schkuhr-Arctic-alpine species in the Tatra Mts. *Science of the Total Environment* 618: 1628-1637.
- Czortek P, Eycott AE, Grytnes JA, Delimat A, Kapfer J, Jaroszewicz B. 2018. Effects of grazing abandonment and climate change on mountain summits flora: a case study in the Tatra Mts. *Plant Ecology* 219: 261-276.
- Demek J, Mackovčín P. 1987. *Zeměpisný lexikon ČRS: Hory a nížiny*. Přepřacované vydání. AOPK ČR. 584 p.

- Dreslerova D. 2015. Praveká transhumance a salašnické pastevectví na území České republiky: možnosti a pochybnosti. *Archeologické rozhledy* 68: 109-130.
- Duffkova R, Hakrova P, Brom J, Fucik P, Novotna K. 2017. Effects of management practices in highland pastures on agronomic and environmental objectives. *Applied Ecology and Environmental Research*.15: 1677-1695.
- Foggin JM. 2016. Conservation Issues: Mountain ecosystems[Internet]. Dostupný z: <http://ekois.net/wp-content/uploads/2016/09/Mountain-ecosystems-Foggin-2016.pdf>
- Flury Ch, Huber R, Tasser R. 2013. Future of mountain agriculture in the Alps. *Research gate* 1-23.
- Gaisler J, Pavlů V, Mládek J, Hejcman M, Pavlů L. 2011. Obhospodařování travních porostů ve vztahu k agro-environmentálním opatřením. *Výzkumný ústav rostlinné výroby Praha*: 26s.
- Gritsch A, Dimböck T, Dullinger S. 2016. Recent changes in alpine vegetation differ among plant communities. *Journal of vegetation science* 27: 1177-1186.
- Háková A, Klaudivová A, Sádlo J. 2004. Zásady péče o nelesní biotopy v rámci soustavy Natura 200. *Planeta*. 12: 75s.
- Hejcman M, Auf D, Gaisler J. 2005: Year-round cattle grazing as an alternative management of hay meadows in the Giant Mts (Krkonoše, Karkonosze), the Czech Republic. *Ekológia (Bratislava)*, Vol. 24, No. 4, p. 419 – 429.
- Hejcman M, Pavlu V, Geisler J. 2004. Vegetation structure under unmanaged, grazed and cut grassland in the Giant Mountains, Czech Republic. *Grasslands science in Europe* 9: 213-215.
- Hejcman M, Pavlu V, Nežerkova P, Geisler J. 2006. Historie pastvy hospodářských zvířat v českých zemích. *Agroweb* 3: 66-68.
- Hejcman M, Zakova I, Bilek M, Bendova P, Hejcmanova P, Pavlu V, Stranska M. 2008. Sward structure and diet selection after sheep introduction on abandoned grassland in the Giant Mts Czech Republic. *Biologia*63: 506-514.
- Hejcman M, Zakova I, Stranska M, Bilek M. 2004. Reestablishment of grassland management in the Klinove Boudy locality – sheep grazing preferences and sward structure under defoliation. *Opera Corcontica* 41: 552-559.
- Herben T, Brezina S, Hadincova V, Krahulec F, Skalova H. 2013. Mutual replacement of species in space in a grassland community: ist here an evidence for functional complementarity of replacement groups? *Oikos*122: 111-121.
- Hošek E. 1973. Vývoj dosavadního hospodaření v nejvyšších polohách Jeseníků a jeho vliv na horní hranici lesa. *Campanula* 4: 61-81.

- Hrivnak R, Ujhazy K. 2005. Changes of the mountain grassland vegetation after abandoned meadows by Norway spruce. *Ekologia* 24: 231-253.
- Chmelinová B. 2013. Krátkodobé změny subalpínské a alpínské vegetace po ukončení antropogenních zásahů v Hrubém Jeseníku. Diplomová práce. 64 stran.
- Chytrý M. 2007. Vegetace České republiky 1. Travinná a keříčková vegetace. Academia. 528 s.
- Chytrý M, Kučera T, Kočí M, Grulich V, Lustyk P. 2010. Katalog biotopů ČR. Druhé vydání. AOPK ČR. 447 s.
- Jeník J. 1961. Alpínská vegetace Krkonoš, Králického Sněžníku a Hrubého Jeseníku. Praha: Československé akademie věd.
- Klimeš L, Klimešová J. 1991. Alpine tundra in the Hruby Jeseník Mts., the Sudeten, and its tentative development on the 20th century. *Preslia* 63:245-268.
- Koci M. 2005. Inventarizační průzkum národní přírodní rezervace Praděd. Botanika – flóra a vegetace. Archiv Správy CHKO Jeseník.
- Kohler F, Gillet F, Gobat JM, Buttler A. 2004. Seasonal vegetation changes in mountain pastures due to simulated effects of cattle grazing. *Journal Vegetation of science* 15(2): 143-150.
- Komac B, Domenech M, Fanlo R. 2014. Effects of grazing on plant species diversity and pasture quality in subalpine grasslands in the eastern Pyrenees (Andorra): Implications for conservation. *Journal for Nature Conservation* 22: 247-255.
- Krahulec F, Skalova H, Herben T, Hadincova V, Wildova R, Pechackova S. 2001. Vegetation changes following sheep grazing in abandoned mountain meadows. *Applied Vegetation Science* 4: 97-102.
- Kubát K. 2002. Klíč ke květeně České republiky. Praha: Academia. 928 s.
- Kuras T, Sitek J, Liška J, Mazalová M, Černá K. 2009. Motýli (Lepidoptera) národní přírodní rezervace Praděd (CHKO Jeseník): implikace poznatků v ochraně území. *časopis slezského muzea v Opavě* 58: 250-288.
- Lepš J. 1996. Biostatistika. Jihočeská univerzita. 166 p.
- Liddle M. 1997. Recreation ecology. The ecological impact of outdoor recreation and ecotourism. London: Chapman & Hall.
- Mayer R, Erschamber B. 2015. Long-term effects of grazing on subalpine and alpine grasslands in the Central Alps, Austria. *Basic and applied ecology* 24: 9-18
- McGovern ST, Evans CD, Dennis P, Walmsley CA, Turner A, McDonald MA. 2014. Increase inorganic nitrogen leaching from a mountain grassland ecosystem following grazing removal: a hangover of past intensive land-use?

Biogeochemistry119: 125-138.

Mobaek R, Mysterud A, Holand O, Austrheim G. 2012. Age class density and temporal effects on diet composition of sheep in alpine ecosystem. *Basic and Applied Ecology*13: 466-474.

Mládek J, Pavlu V, Hejcma M, Gaisler J. 2006. Pastva jako prostředek údržby trvalých travních porostů v chráněných územích. Praha. 104 s.

Mysterud A, Hessen DO, Mobaek R, Martinsen V, Mulder J, Austrheim G. 2011. Plant quality seasonality and sheep grazing in alpine ecosystem. *Basic and Applied Ecology*12: 195-206.

Němeček J, Tomášek M. 1983. Geografie půd ČSR. Academia. 98 p.

Pardo I, Doak DF, Garcia-Gonzalez R, GomezD, Garcia MB. 2015. Long-term response of plant communities to herbivore exclusion at high elevation grasslands. *Biodiversity and Conservation*24: 3033-3047.

Pavlu V, Gaisler J, Hejcman M, Pavlu L. 2006. Effect of different grazing systems on dynamics of grassland weedy species. *Journal of Plant Diseases and Protection*: 377-383.

Pavlu V, Hejcman M, Pavlu L, Gaisler J. 2003. Effect of rotational and continuous grazing on vegetation of an upland grassland in the Jizerske Hory Mts. Czech Republic. *Folia Geobotanica*38: 21-34.

Pavlu V, Hejcman M, Pavlu L, Gaisler J, Nežerkova P, Andaluz MG. 2005. *Botanica Fennici* 42: 343-349.

Pavlu V, Velich J. 2001. The effect of rotational and continuous grazing on sward. *Rostlinna Vyroba*47: 154-159.

Peringer A, Siehoff S, Chetelat J, Spiegelberger T, Buttler A, Gillet F. 2013. Past and future landscape dynamics in pasture-woodlands of the Swiss Jura Mountains under climate change. *Ecology and society* 18: 1-32.

R Core Team. 2013. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>.

Scohier A, Ouin A, Farruggia A, Dumont B. 2013: Is there a benefit of excluding sheep from pastures at flowering peak on flower-visiting insect diversity? *Journal of Insect Conservation* 17: 287-294.

Sebastia MT, Bello F, Puig L, Taull M. Grazing as a factor structuring grasslands in the Pyrenees. *Applied vegetation science* 17 (2): 215-222.

Speed JDM, Austrheim G, Hester AJ, Mysterud A. 2012. Elevation advance of alpine plant communities is buffered by herbivory. *Journal of vegetation Science*.

- Speed JDM, Austrheim G, Gunnar, Hester AJ, Alison J. 2012. Growth limitation of mountain birch caused by sheep browsing at the altitudinal tree line. *Forest ecology and management* 261 (7): 1344 – 1352.
- Stybnarova M. 2015. Obnovená pastva skotu a ovcí ve vrcholových partiích Hrubého Jeseníku. Dostupné z: <https://www.vuchs.cz/akce/2015-11-10-Pastva-hospodarskych-zvirat-v-chranenych-uzemich-CR/prezentace/Stybnarova.pdf>
- Ter Braak CJF, Šmilauer P. 2002. Canoco reference manual and CanoDraw for Windows user's guide: Software for canonical community ordination.
- Vondrak J, Malíček J. 2005. Teloschistaceae Velké kotliny a Petrových kamenů v Hrubém Jeseníku. *Bryonora* 56: 1-13
- Wehn S, Pedersen B, Hanssen SK. 2011. A comparison of influences of cattle goat sheep and reindeer on vegetation changes in mountain cultural landscapes in Norway *Landscape and Urban Planning* 102: 177-187.

8. Přílohy

Příloha 1: Vytyčení pasených a nepasených ploch (zdroj online: <http://www.ikatastr.cz>, upravila Vernerová).



Příloha 2: Ukázka snímku pasené plochy (1.června 2017, foto autorka)



Příloha 3: Ukázka snímku nepasené plochy (25.sprna 2017)



Příloha 4: Odběr biomasy (1.června 2017).



Příloha 5: Fytocenologické zápisy pasených ploch

číslo snímku	Pasená plocha																														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
celková pokrývnost	95	85	75	60	85	80	90	95	100	75	50	50	10	80	90	75	60	40	75	100	75	70	90	80	90	70	90	75	95	85	
červen	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
srpen	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
rok 2016	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
rok 2017	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Aegopodium podagraria</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Alchemilla</i> sp.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Anemone nemorosa</i>	.	.	.	2	.	.	.	.	4	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	1	.	+	2	+	2	4	.	3	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Arabidopsis</i> sp.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Athyrium distentifolium</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4	.	.	1
<i>Avenella flexuosa</i>	3	5	2	3	3	5	5	.	3	2	2	3	1	+	2	3	1	2	4	3	3	1	5	4	4	1	+	3	+	2	
<i>Calamagrostis villosa</i>	r	.	1	2	+	r	r	.	5	2	.	1	+	2	+	1	3	2	.	1	.	2	1	1	2	1	1	1	1	.	
<i>Campanula barbata</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Carex</i> sp.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Cruciata glabra</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Dactylorhiza fuchsii</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Deschampsia cespitosa</i>	.	.	2	.	.	.	.	.	1	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	3	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Driopteris dilatata</i>	.	.	3	+	.	.	.	.	.	3	.	2	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Festuca supina</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	1	.	.	.	.	.
<i>Phleum rhaeticum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Galium aparine</i>	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Galium odoratum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Hieracium</i> sp.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Homogyne alpina</i>	.	.	r	.	.	2	+	.	.	.	.	1	r	1	.	.	.	.	.	.	+	.	+	1	.	.	.	.	.	.
<i>Hypericum maculatum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>hypericum punctatum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Ligusticum mutelina</i>	+	2	2	3	.	.	2	.	3	.	.	+	+	.	r	.	2	.	.	+	2	2	1	1	+	.	.	+	.	+	
<i>Luzula luzuloides</i>	.	.	.	r	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Luzula sylvatica</i>	5	3	4	3	3	3	.	.	2	4	3	.	3	4	3	2	1	3	2	5	2	2	.	r	.	4	3	2	5	3	
<i>Lycopodium clavatum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Lysimachia nemorum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Maianthemum bifolium</i>	1	+	r	1	2	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	r	.	+	.	r	.	.	.
<i>Melampyrum nemorosum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Melampyrum pratense</i>	.	.	.	.	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Milium efusum</i>	+	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>myosotis nemorum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Nardus stricta</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.
<i>Oxalis acetosella</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Poa chaixii</i>	.	.	.	.	.	.	.	2	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	2	+	r	1	.	.	.	.	.
<i>Polygonatum odoratum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>polygonatum verticillatum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>potentilla aurea</i>	.	.	.	2	.	2	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Potentilla erecta</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	1	1	1	+	+	.	.	.	.	.
<i>ranunculus acris</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Ranunculus platanifolius</i>	2	3	4	.	.	.	2	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Ranunculus repens</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Rubus idaeus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Rumex acetosa</i>	.	.	.	3	.	1	3	1	2	3	2	1	2	.	.	1	2	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Rumex arifolius</i>	1	+	+	r	r	3	2	.	4	1	.	.	1	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	.	+	.	r
<i>Rumex crispus</i>	+	+	+	1	r	.	2	1
<i>senecio hercinius</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>senecio ovat</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Silene dioica</i>	+	+	.	3	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>silene sylvatica</i>	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Silene vulgaris</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.
<i>Stelaria</i> sp.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Taraxacum</i> sp.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Trientalis europaea</i>	1	r	.	+	.	+	.	.	.	1	r	+	.	r
<i>Trifolium arvense</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Tussilago</i> sp.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Urtica dioica</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Vaccinium myrtillus</i>	1	3	.	.	5	.	.	.	.	3	3	+	2	3	.	3	.	2	2	.	1	.	.	3	.	.	.	3	.	+
<i>Veratrum album</i>	.	.	.	3	2	2	2	+	1	3	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Veronica chamaedrys</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>veronica serpyllifolia</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Vicia cracca</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.

Příloha 6: Fytocenologické zápisy nepasených ploch

číslo snímku	Nepasená plocha																													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
celková pokryvnost	85	80	90	95	85	85	20	100	90	85	80	90	95	80	85	100	95	100	95	80	75	70	90	65	65	50	65	90	85	95
červen	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
srpen	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
rok 2016	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
rok 2017	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Aegopodium podagraria</i>
<i>Alchemilla</i> sp.
<i>Anemone nemorosa</i>
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	1	1	.	.	.	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Arabidopsis</i> sp.
<i>Athyrium distentifolium</i>	2	.	.	.	.	.
<i>Avenella flexuosa</i>	4	5	5	3	4	5	.	2	3	2	.	4	.	.	5	4	5	2	4	.	.	+	+	.	2	2	3	3	.	
<i>Calamagrostis villosa</i>	2	1	1	1	.	1	2	1	1	.	2	.	+	3	.	.	.	+	1	.	.	.	2	r	r	1	2	2	+	.
<i>Campanula barbata</i>
<i>Carex</i> sp.
<i>Cruciata glabra</i>
<i>Dactylorhiza fuchsii</i>
<i>Deschampsia cespitosa</i>	2	.	2	3	.	.	.	1	1	2	3	.	1	2	.	.	.	1	r
<i>Dropteris dilatata</i>	2	2	.	5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Festuca supina</i>
<i>Phleum rhaeticum</i>
<i>Galium aparine</i>
<i>Galium odoratum</i>
<i>Hieracium</i> sp.	1	r
<i>Homogyne alpina</i>	.	.	.	1	.	1	r	1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
<i>Hypericum maculatum</i>	2	.	.	.	.	.	.	1	.	.	+	1	.	.	2	.	.
<i>hypericum punctatum</i>
<i>Ligusticum mutelina</i>	r	.	r	.	1	.	1	.	3	.	.	.	.	.	2	2	1	2	2	1	2	.	.	1
<i>Luzula luzuloides</i>	1	.	.	.	5	.	1	.	1	.	3	1	.	.	1	.	2	.	.	1	.	.	1	+	.	.
<i>Luzula sylvatica</i>	4	2	3	3	3	3	.	3	2	.	4	5	5	3	.	4	3	3	4	1	3	r	3	2	3	2	2	2	.	2
<i>Lycopodium clavatum</i>
<i>Lysimachia nemorum</i>
<i>Maianthemum bifolium</i>	1	.	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Melampyrum nemorosum</i>	1	.
<i>Melampyrum pratense</i>	.	.	.	+	r	1	1	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Milium efusum</i>
<i>myosotis memorum</i>
<i>Nardus stricta</i>	3	3
<i>Oxalis acetosella</i>	2	.	1	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.
<i>Poa chaixii</i>	3	2	1	.	.	.	.	.	.
<i>Polygonatum odoratum</i>	1	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>polygonatum verticillatum</i>	r	.	.	.	.
<i>potentilla aurea</i>	1	.	.	.	1	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Potentilla erecta</i>	2	1
<i>ranunculus acris</i>
<i>Ranunculus platanifolius</i>	r	.	.	.	.	.	.	.
<i>Ranunculus repens</i>
<i>Rubus idaeus</i>	2	2	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Rumex acetosa</i>	.	.	+	+	2	1	.	2	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Rumex arifolius</i>	1	1	1	1	1	1	.	.	+	+	3	.	r	2	1	.	.	1	.	r	+	2	r	1	.	.	2	1	.	1
<i>Rumex crispus</i>	r	.	.	.	.	1	.	.
<i>senecio hercinius</i>	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	r	2	.	1	r	.	.
<i>senecium ovatum</i>
<i>Silene dioica</i>	1	1	2	2	2	3	.	.	1	.	.	.	r	1	.	+	1	.	2	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.
<i>silene sylvatica</i>
<i>Silene vulgaris</i>
<i>Stelaria</i> sp.
<i>Taraxacum</i> sp.
<i>Trientalis europaea</i>	1	+	1	.	.	1	2	.	2	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	+	1	1	+	1	.	.
<i>Trifolium arvense</i>
<i>Tussilago</i> sp.
<i>Urtica dioica</i>
<i>Vaccinium myrtillus</i>	3	2	2	4	3	2	.	r	2	2	.	.	.	.	.	.	2	.	2	2	1	.	.	.	.	.	.	3	1	2
<i>Veratrum album</i>	r	.	.	.	.	1	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Veronica chamaedrys</i>
<i>veronica serpyllifolia</i>
<i>Vicia cracca</i>