

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

KATEDRA EKOLOGIE



Sezónní dynamika nedopasků
na intenzivně spásané pastvině

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Vedoucí práce: Ing. Vendula Ludvíková, Ph.D.

Diplomant: Bc. Anna Pacltová

Praha 2015

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra ekologie

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Anna Pacltová

Ochrana přírody

Název práce

Sezónní dynamika nedopasků na intenzivně spásané pastvině

Název anglicky

Seasonal dynamics of non-grazed patches on intensively grazed pasture

Cíle práce

Práce navazuje na dlouhodobý projekt a je zaměřena na zkoumání změn vegetační struktury pastevního porostu ve vztahu k depozici tuhých výkalů na intenzivně pasených plochách. Cílem bude popsání depozice výkalů skotu jakožto jednoho z klíčových faktorů pro tvorbu ostrůvkovité vegetace na pastvinách. Výsledky pak přispějí k objasnění mechanismů, ovlivňující prostorovou heterogenitu na pastvinách.

Jednotlivé cíle diplomové práce jsou:

- vyhodnotit změny vegetačního složení po depozici tuhého výkalu v průběhu vegetační sezóny;
- vyhodnotit změny vegetačního složení porostu v různé vzdálenosti od deponovaného tuhého výkalu skotu.

Metodika

Vliv tuhých výkalů na strukturu vegetace bude sledován na dlouhodobém pastevním experimentu v Jižerských horách v Oldřichově v Hájích. Nově založený pokus bude probíhat na plochách s intenzivní pastvou jalovic, kde je depozice výkalů a tvorba tzv. mastných míst základem pro tvorbu ostrůvkovitého porostu. Na počátku vegetační sezóny 2014 budou založeny studijní plošky o velikosti 1 x 1 m. Vegetační analýzy budou probíhat dle designu použitého ve studii Dai (2000) ve 21 subbloškách o velikosti 10 cm x 10 cm umístěných ve tvaru kříže. Do středu kříže bude aplikován tuhý výkal o průměru 21 cm. V každé subplošce bude proveden vegetační snímek, změřena výška porostu a intenzita okusu. Snímkování budou probíhat při založení pokusu, tj. v půli května, a dále v pravidelných časových intervalech v průběhu celé vegetační sezóny.

Doporučený rozsah práce

cca. 40 stran

Klíčová slova

pastva jalovic, sezónní změny, mikro-sukcese, exkrementy

Doporučené zdroje informací

Adler, P.B., Raff, A.D., Lauenroth, W.K., 2001. The effect of grazing on the spatial heterogeneity of vegetation. *Oecologia* 128, 465-479.

Dai, X., 2000. Impact of cattle dung deposition on the distribution pattern of plant species in an alvar limestone grassland. *Journal of Vegetation Science* 11, 715-724.

Gillet, F., Kohler, F., Vandenberghe, C., Buttler, A., 2010. Effect of dung deposition on small-scale patch structure and seasonal vegetation dynamics in mountain pastures. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 135, 34-41.

Kohler, F., Gillet, F., Gobat, J.-M., Buttler, A., 2004. Seasonal vegetation changes in mountain pastures due to simulated effects of cattle grazing. *Journal of Vegetation Science* 15, 143-150.

Mikola J, Setälä H, Virkajärvi P, Saarijärvi K, Ilmarinen K, Voigt W, Vestberg M. 2009. Defoliation and patchy nutrient return drive grazing effects on plant and soil properties in a dairy cow pasture. *Ecological Monographs Monogr* 79: 221-244.

Předběžný termín obhajoby

2015/06 (červen)

Vedoucí práce

Ing. Vendula Ludvíková, Ph.D.

Elektronicky schváleno dne 19. 3. 2014

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 13. 4. 2015

prof. Ing. Petr Sklenička, CSc.

Děkan

V Praze dne 17. 04. 2015

Prohlášení

„Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracovala samostatně, pod vedením Ing. Venduly Ludvíkové, Ph.D. a uvedla jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpala.“

V Praze 20. 4. 2015

.....
Bc. Anna Pacltová

Poděkování

Chtěla bych poděkovat své vedoucí práce Ing. Vendule Ludvíkové, Ph.D. za obětavost, trpělivost, odborné rady a její čas strávený konzultacemi a praktickými částmi diplomové práce. Chtěla bych poděkovat i své rodině za podporu při studiu na vysoké škole.

V Praze 20. 4. 2015

.....
Bc. Anna Pačtová

Abstrakt

Studie je zaměřena na zkoumání změn vegetační struktury pastevního porostu ve vztahu k depozici tuhých výkalů na intenzivně pasených plochách (IG). Experiment proběhl na výzkumných pastvinách v Jizerských horách. Cílem práce je vyhodnotit změny vegetačního složení po depozici tuhého výkalu v průběhu vegetační sezóny a vyhodnotit změny vegetačního složení porostu v různé vzdálenosti od deponovaného tuhého výkalu skotu. Pro tento výzkum bylo prováděno fytoocenologické snímkování během vegetační sezóny 2014. Snímkování probíhalo ve dvou transektech do tvaru kříže s šesti subploškami na každém rameni tohoto kříže. Doprostřed kříže byl aplikován tuhý výkal skotu. Jednotlivé snímky (subplošky) byly diferenciovány podle vzdálenosti od výkalu. V subploškách byla zaznamenávána pokryvnost rostlinných druhů, výška porostu a intenzita okusu.

Výsledky statistických analýz ukázaly, že druhová diverzita dle Hillova indexu, se pohybuje na hranici prokazatelnosti. Dále byl testován rozdíl druhové vyrovnanosti mezi subploškami, který byl statisticky signifikantní. Druhová diverzita ani druhová vyrovnanost neukázala statisticky signifikantní rozdíl v čase. Testování vlivu výkalu na vegetační složení porostu v různé vzdálenosti od deponovaného exkrementu bylo statisticky signifikantní. Největší změny ve složení a struktuře porostu byly zaznamenány ve vzdálenosti 10-20 cm od exkrementu, kde byla zjištěna nejvyšší výška porostu a nejnižší intenzita okusu.

Klíčová slova

pastva jalovic, sezónní změny, mikro-sukcese, exkrementy

Abstract

The study is focused on changes in the structure of an intensively grazed vegetation in the relation of dung deposition. The study pasture is situated in Jizera mountain. The first goal of this experiment is the assessing of vegetation changes in the structure of the grassland caused by dung deposition and the second goal is the assesing of changes in different distance levels from the dung pat. It was used a cross-shaped frame with six subplots on four arms of the cross, to monitore the vegetation. The subplots were differentiated according to the distance from the dung pat. The species cover, sward height and grazing intensity were recorded in each subplot of the frame.

The results of this study revealed, that species diversity according to the Hill's index is near to the level of significance. The test of species evenness was performed and showed a significant result. Differences in species diversity and species evenness were not observed during the vegetation period. The time did not show any significant results. The test of the influence of dung deposition on the vegetation structure and composition in the relation of different distance levels was statistical significant. The highest changes were recorded in the struncture and composition in subplots near the dung pat (10-20 cm). There were recorded the highest sward height and the lowest intensity of grazing in these subplots.

Key words

heifers grazing, seasonal changes, micro-succession, dung deposition

Obsah

1.	ÚVOD	10
1.1	Cíle práce	11
2.	LITERÁRNÍ REŠERŠE	12
2.1	Trvalé travní porosty	12
2.1.1	Rozdělení trvalých travních porostů	13
2.1.2	Význam a funkce trvalých travních porostů	14
2.1.3	Biodiverzita a ochrana trvalých travních porostů	15
2.1.4	Faktory ovlivňující TTP	16
2.2	Pastva a pastviny.....	18
2.2.1	Intenzita pastvy	19
2.3	Prostorová struktura a heterogenita travního porostu	20
2.3.1	Horizontální struktura porostu	22
2.3.2	Vertikální struktura porostu.....	23
2.4	Vliv výkalu na porost.....	24
2.4.1	Koloběh živin na pastvině.....	26
3.	METODIKA	27
3.1	Popis lokality.....	27
3.2	Design pokusu.....	28
3.3	Sběr dat.....	29
3.4	Zpracování dat.....	30
4.	VÝSLEDKY	32
4.1	Druhová diverzita porostu	32
4.2	Hodnocení homogenity porostu (<i>base line</i> data).....	34
4.3	Vegetační struktura a složení porostu po pěti týdnech od aplikace exkrementu	34
4.4	Vegetační struktura a složení porostu po dvanácti týdnech od aplikace exkrementu	36
4.5	Vegetační struktura a složení porostu po devatenácti týdnech od aplikace exkrementu	37

4.6 Změna porostu v čase	38
5. DISKUZE	40
6. ZÁVĚR.....	43
7. PŘEHLED LITERATURY A POUŽITÝCH ZDROJŮ	45
8. PŘÍLOHY	52

1. ÚVOD

Vývoj krajiny v Evropě v minulosti nebyl kontinuální proces. Krajina nám reflektuje tisíce let interakcí mezi přírodou a lidskou kulturou. Velká část toho, co je dnes v Evropě považováno za ekosystémy, které vyžadují zvláštní ochranu, se vyvinulo z historické pastvy dobytka anebo bylo pastvou alespoň ovlivněno. Horské oblasti v Evropě byly po tisíce let využívány k letní pastvě dobytka s tím výsledkem, že horní hranice lesa byla posunuta níže a vytvořily se tak mnohem větší otevřené prostory (Plachter & Hampicke 2010). Přírodní krajina je formovaná pouze přírodními procesy a je dnes minimálně zastoupená. V dnešní kulturní krajině převažuje hustý les a intenzivně obhospodařovaná zemědělská půda – pole a louky. Lze říci, že došlo ke striktnímu rozlišení biotopů lesa a bezlesí a náhle se vyskytlo mnoho stromů v lese a příliš málo mimo něj (Mládek et al. 2006).

Pastva se stala v posledních letech velmi oblíbeným managementovým nástrojem k udržování trvalých travních porostů v mnoha zvláště chráněných územích v celé Evropě. Ochránáři přírody se snaží tento nástroj údržby porostů nastavit podle tradičního a historického využití dané krajiny. Pastva jako nástroje ochrany přírody je používána k ochraně, záchraně nebo obnově jednotlivých druhů, celých rostlinných společenstev, ekosystémů nebo typů krajiny (WallisDe Vries et al. 1998).

Potenciál pastvy měnit prostorovou strukturu vegetace má teoretický a praktický význam. Pokud pastva dokáže měnit prostorovou strukturu ekosystémů, pravděpodobně budou mít změny vliv na různé funkce ekosystémů. Z praktického hlediska je pro management důležitý vztah mezi prostorovou heterogenitou a biodiverzitou. Změny prostorové heterogenity způsobují změny v diverzitě stanovišť a ovlivňují také diverzitu hmyzu, ptáků, savců a rostlin (Adler et al. 2001). Weber et al. (1998) říká, že vliv pastvy na dynamiku vegetace závisí z velké části na heterogenitě pastevního tlaku. Abychom mohli používat pastvu jako prostředek ochrany biodiverzity, musíme být schopni předpovídat, kdy pastva zvýší a kdy sníží prostorovou heterogenitu stanovišť.

Statistická data využití půdy po roce 1990 ukazují mírný pokles ve výměře zemědělské půdy. Nicméně opačný trend byl zaznamenán v kategorii trvalých travních porostů, kde došlo za poslední dvě dekády k rozšíření luk a pastvin v krajině. Dle statistické ročenky půdního fondu k datu 31. 12. 2013 trvalé travní porosty zaujímají 12,61% výměry zemědělské půdy (Český úřad zeměměřičský a katastrální 2013).

1.1 Cíle práce

Práce navazuje na dlouhodobý projekt a je zaměřena na zkoumání změn vegetační struktury pastevního porostu ve vztahu k depozici tuhých výkalů na intenzivně pasených plochách. Cílem je popsání depozice výkalů skotu jakožto jednoho z klíčových faktorů pro tvorbu ostrůvkovité vegetace na pastvinách. Výsledky přispějí k objasnění mechanismů, ovlivňující prostorovou heterogenitu na pastvinách.

Cíl diplomové práce je:

- Vyhodnotit změny vegetačního složení po depozici tuhého výkalu v průběhu vegetační sezóny.
- Vyhodnotit změny vegetačního složení porostu v různé vzdálenosti od deponovaného tuhého výkalu skotu.

2. LITERÁRNÍ REŠERŠE

2.1 Trvalé travní porosty

Z ekosystémového hlediska jsou travní společenstva tvořeny producenty, konzumenty a reducenty v návaznosti na abiotické podmínky daného prostředí. Druhová skladba trvalých travních porostů (TTP) je závislá na mnoha faktorech, zvláště na vlivu stanovištních podmínek a vlivu člověka, který určuje způsob a intenzitu obhospodařování. TTP jsou tvořeny třemi hlavními složkami – travní, bobovitou (vikvovitou) a bylinnou složkou. Travní složka je z hlediska produkčního hlavní složkou. Trávy tvoří hustý, zapojený drn, který spolu s kořeny zvyšuje odolnost půdy vůči vodní erozi a sešlapu. Bobovitá složka je velmi kvalitní složkou TTP a je žádoucí z ekonomických, ekologických, krmivářských a agronomických důvodů. Vyznačuje se vysokým obsahem dusíkatých látek, obsahem vlákniny, dalšími minerálními prvky (Ca, Mg, K, P) a vysokou koncentrací energie. Bylinná složka je žádoucí díky velmi dobrému obsahu živin a minerálních látek. Bylinná složka také zvyšuje produkční schopnost TTP a zrychluje koloběh živin v ekosystému (Kollárová et al. 2007).

V České republice byla většina travních porostů nacházejících se na vlhkých nebo mezofilních stanovištích pod horní hranicí lesa vytvořena umělým odlesněním. Tato stanoviště se dochovala z období holocénu až do dnešní doby díky lidské činnosti (Hájková et al. 2011). K dochování travních porostů přispěli také velcí býložravci, jako jsou divocí koně, zubři, bizoni, kteří dříve žili na území střední Evropy (Vera 2000). Oproti tomu stepní stanoviště se mohla dochovat i bez přičinění člověka a to většinou na jižních svazích a výchozech. Nicméně i tato stanoviště jsou ve většině případů důsledkem lidské činnosti, především pastvy a odlesnění. K významnému rozšíření travních porostů ve středních nadmořských výškách došlo při středověké kolonizaci odlesněním (Ložek 2011, Chytrý 2012).

První archeologický nálezy kopy pocházejí z pátého století před naším letopočtem. Proto se vědci domnívají, že od neolitu do doby železné byly travní společenstva obhospodařovány pouze pastvou. K diferenciaci travních porostů udržovaných pastvou a sečením mohlo docházet již v době železné, ale často se tyto způsoby údržby na jedné lokalitě střídaly. Dlouhodobá pastva a sečení trávy vedlo k postupnému vyčerpání živin travinného ekosystému. Z tohoto důvodu se produktivní travinná společenstva, která se využívala pro sečení na výrobu sena, nacházela většinou v nivách řek, kam živiny byly doplňovány přirozenou cestou. Hnojiva nebyla používána až do poloviny 19. století. Následný posun od volné pastvy zvířat do oplocených výběhů a chlévů v druhé polovině 19. století byl

motivován poptávkou po chlěvské mrvě na obdělávaná pole a tím se zvýšila i poptávka po seně. Následkem této změny v hospodaření bylo vytvoření diferenciace mezi vegetací luk a pastvin (Krahulec et al. 1997, Jongepierová 2008, Chytrý 2012). Od druhé poloviny 19. století byly používány minerální hnojiva ke zvýšení produkce travinných společenstev a tím došlo k přeměně od oligotrofních, nutričně vyčerpaných společenstev k eutrofním a mezotrofním typům. Touto změnou došlo k rozšíření vyšších druhů travin a dvouděložných rostlin jako např. ovsík vyvýšený (*Arrhenatherum elatius*). Po roce 1950 došlo ke kolektivizaci zemědělské půdy a zvýšenému využívání hnojiv. Intenzivně se hospodařilo na vysoce produktivní půdě v lehce přístupných oblastech a méně produktivní oblasti zůstaly opuštěny (Kopecký & Vojta 2009, Vojta & Drhovská 2012). Intenzivní hospodaření – orba, vysévání píce, hnojení a několik sečí za vegetační sezónu, vedlo ke vzniku druhově chudých společenstev zastoupených druhy, které rychle rostou např. psárka luční (*Alopecurus pratensis*), srha říznačka (*Dactylis glomerata*), kostřava rákosovitá (*Festuca arundinacea*), kostřava luční (*Festuca pratensis*) a bojínek luční (*Phleum pratense*) (Hejcman et al. 2012).

Nejběžnějším lučním typem v České republice jsou mezofilní louky, na kterých dominují vysoké trávy jako např. ovsík vyvýšený (*Arrhenatherum elatius*). Tyto louky se nacházejí od nízkých poloh až po vyšší nadmořské výšky. Často jsou však nahrazovány druhy krátkých trav – psineček vytrvalý (*Agrostis capillaris*), kostřava červená (*Festuca rubra*) a trojštět žlutý (*Trisetum flavescens*). Tyto louky se nejčastěji vyskytují ve vyšších nadmořských výškách zejména v Krkonoších, Krušných horách, Jizerských horách a Orlických horách (Rozbrojová et al. 2010, Hejcman et al. 2012).

2.1.1 Rozdělení trvalých travních porostů

Dle Chytrého et al. (2010) se do TTP řadí louky a pastviny. Louky a pastviny jsou pravidelně spásané nebo sečené plochy vyskytující se od nížin a po podhůří. Lze je nalézt na půdách bohatých na živiny, vlhkých půdách nebo pravidelně zaplavovaných územích, v nivách potoků a řek. Vyskytují se i na stanovištích suchých a chudých na živiny, na mírných svazích i plošinách. Z hlediska vegetační a stanovištní charakteristiky, jako je topografická poloha, vertikální členitost, geologický podklad, klimatické poměry a různý stupeň obhospodařování, lze rozlišit řadu typů TTP (Urban et al. 2003).

Dle stupně obhospodařování se TTP dělí na přirozené, polopřirozené a intenzivní. Jen minimum travních porostů můžeme požadovat za zcela přirozené,

bez udržování porostu sečením nebo pastvou. Takovému přirozené porosty subalpínských trávníků se u nás nacházejí v Krkonoších a Jeseníkách. Dalším příkladem přirozených travních porostů jsou stepní trávníky v Českém Středohoří a na Pálavě. Druhou kategorií TTP jsou porosty polopřirozené, které vznikly dlouhodobým obhospodařováním bez použití minerálních hnojiv. Poslední kategorií jsou intenzivní TTP, které jsou většinou druhově bohaté a došlo na nich k intenzifikačním opatřením - hnojení, přisevům, odvodnění (Hejčman et al. 2005).

2.1.2 Význam a funkce trvalých travních porostů

TTP můžeme z hlediska jejich významu a funkce rozdělit do dvou kategorií – mimoprodukční a produkční porosty. **Produkční funkce** spočívá v produkci píče pro býložravce. Býložravci napomáhají transformovat a rozkládat organickou hmotu, která ve formě organických hnojiv stává zdrojem živin a významným faktorem úrodnosti půdy. S klimatickými a ekonomickými změnami se zájem odborné veřejnosti a zemědělské praxe od produkčního významu travních porostů posouvá ke komplexnějšímu pojetí jejich využívání jako např. protierozní, zúrodňující, hydrologický a klimatický krajinný prvek.

Tyto funkce travních porostů jsou již řazeny do kategorie **mimoprodukčních TTP**. Travní porosty patří mezi krajinné prvky, přispívají k estetice krajiny a zvyšují její diverzitu. Podporují zachování diverzity, jsou bohatým společenstvem rostlin, refugiem živočichů a dalších organismů. Ekosystémy travních společenstev jsou velmi bohatá společenstva rostlin, živočichů a dalších organismů. Pro zachování biodiverzity, zejména ohrožených druhů rostlin a živočichů mají nepostradatelný význam. Mají také význam z hlediska ochrany půdy, protože svým pokryvem a kořenovým systémem chrání půdu před erozí a ovlivňují tak její přirozenou úrodnost. Při dobrém zapojení porostu se omezuje vymývání látek např. hnojiv do vodních zdrojů. TTP udržují dobré fyzikálně-chemické vlastnosti půdy, její strukturu a obsah humusových látek. Travní porosty jsou také velmi důležité v ochraně vod. Zadržují srážkovou vodu v krajině, která jinak odtéká do vodních toků. Tento efekt se uplatňuje na svažitéch pozemcích, zvláště při přívalových a dlouhotrvajících deštích. TTP fungují jako filtr a snižují tak promývání živin a škodlivých látek do hlubších vrstev půdy a podpovrchových vod. V neposlední řadě mají příznivý vliv na ekologickou stabilitu krajiny. TTP jsou totiž součástí kostry ekologické stability krajiny (Kollerová et al. 2007, Šoch 2009, Gaisler et al. 2011).

Mimo jiné přítomnost travních porostů v krajině zvyšuje její atraktivitu pro různé formy turismu. Čím více jsou společenstva luk a pastvin heterogenní,

vyskytují se zde různé druhy rostlin a spásačů, tím více jsou využívány k rekreaci. Travní porosty jsou také zdrojem rostlin léčivých bylin, které mohou být využity ve farmakologii (Šoch 2009).

Kromě samotných travních porostů jsou při posuzování biodiverzity v krajině velmi důležité okraje TTP tzv. ekotony. Ekotony jsou přechodná společenstva, která jsou často refugiem ohrožených druhů a jejich zimovištěm. Vyznačují se vyšším počtem druhů ve srovnání s počtem druhů v okolních biocenózách (Urban et al. 2003).

Zanedbávání péče tzn. vypuštění pravidelného využívání TTP, vede k jejich degradaci, snižování druhové a biotopové rozmanitosti a nakonec k jejich zániku. Travní porosty jsou ve většině případů na našem území polopřirozená společenstva nebo náhradní společenstva, tudíž při ukončení jejich využívání nastane přirozený proces sukcese, jejíž závěrečným stupněm je les (Šoch 2009, Gaisler et al. 2011).

2.1.3 Biodiverzita a ochrana trvalých travních porostů

K ústupu pastvy z důvodu intenzifikace zemědělství došlo v 18. století. Hospodářská zvířata se začala chovat celoročně ve stájích, tudíž nastala redukce pastvy v krajině. S velkoplošným zákazem pastvy v lesích začala Marie Terezie, aby došlo k zefektivnění metod pěstování lesa. Ústupem pastvy z krajiny se začaly vytrácet biotopy na pastvě závislé. Tyto biotopy se přeměňovaly postupně na pole, louky a následně na kulturní lesy. Ochrana přírody a biologové si následků zarůstání krajiny všimli až v 70. a 80. letech 20. století, kdy začalo ochuzování druhové bohatosti živočichů a rostlin. Do té doby se pastva k údržbě biotopů v chráněných územích vůbec nepoužívala, jelikož byla považována za faktor, který škodí (Mládek et al. 2006).

Konzervační přístup ochranářů přírody o nelesní společenstva je již minulostí a v současnosti hledáme způsoby jak o společenstva a lokality efektivně pečovat (Hejcman et al. 2002).

Díky účinku býložravců na procesy v ekosystémech a strukturu společenstev, mohou být velcí býložravci považováni za klíčové druhy pro ochranu přírody. V takovýchto ekosystémech, kde má působení býložravci klíčovou roli, musí být tato jejich role zachována, aby byl chráněn celý ekosystém. Největší otázkou je - mohou být velcí býložravci používáni jako vhodný management pro mnohá společenstva a jak tento management nastavit, abychom dospěli k vytyčenému cíli (WallisDeVries 1998).

Ochrana přírody směřuje k údržbě přírodě blízkých nebo polopřirozených krajin. V takovýchto případech je nejlepší měnit tak málo, jak je jen možné. Je

důležité si uvědomit, že většina oblastí, o kterých jsme se domnívali, že jsou člověkem nedotknuté, byly v minulosti člověkem významně ovlivněné – holoseče, podrobní hospodářství, vypalování a pastva.

V malých přírodních rezervacích je pastva používána především jako prostředek pro udržování druhů, které jsou závislé na krátkém travním porostu – hmyz, malí savci, ptáci. Ve velkých přírodních rezervacích je pastva používána k zachování mozaikovitosti oblasti, jako prevence před zarůstáním a rozšiřováním nových druhů (Bakker & Londo 1998).

Je nutné si uvědomit, že pastva udržuje mnoho typů stanovišť s vysokým počtem vzácných druhů živočichů a rostlin, ale zároveň jim také může škodit, někdy přímo likvidovat. Za posledních 100 – 150 let v České republice vyhynulo přibližně 10 % (3000 druhů) hmyzí fauny. Býložravci totiž při pastvě rozšlapou vejce a mláďata hnízdícím ptákům a spoustu dalších bezobratlých. Hmyz v krátkém porostu nenalezne dostatek potravy a zemře. V tradiční zemědělské krajině by toto nebyl problém, protože takovýchto stanovišť různých populací se v krajině nacházelo několik. Když byla jeho populace na jednom místě zlikvidována, druh nevymizel, ale obnovil se z jiné populace, která nebyla zdecimována pastvou. Dnes je mozaika biotopů mnohem chudší a někteří živočichové i rostliny nedokážou tak velké vzdálenosti mezi jednotlivými stanovišti překonat (Mládek et al. 2006).

2.1.4 Faktory ovlivňující TTP

V našich klimatických podmínkách je většinou výskyt trvalých travních porostů podmíněn stanovištními podmínkami a zemědělskými aktivitami (Hejcman et al. 2005).

V komplexu **půdních podmínek** se uplatňuje především vliv geologického podkladu, hloubky půdy, půdního druhu a reakce. Neméně důležitý je také vodní režim půdy (Mrkvička et al. 2002). Půda rostlinná společenstva udržuje fyzikálně, chemicky a biologicky. Půdní reakce ovlivňuje přístupnost živin rostlinám a potřebu hnojení. Vyšších výnosů a kvalitní píče se dosahuje na bazických horninách (vápenec, čedič, melafyr, znělec) než na horninách kyselých (žuly, ruly, svory) (Frame 1992, Mládek et al. 2006).

Nadměrné rozrušování drnu a sešlap upravuje strukturu půdy a mění rovnováhu mezi půdními částicemi, vzduchem a vodou. Výsledná kompaktní vrchní vrstva půdy brání v rozvoji kořenového systému a redukuje jeho množství. Příjem živin z půdy je omezený a je tak limitován růst a produkce travního porostu. Dalším znakem nadměrného sešlapu je snížená schopnost infiltrace vody do půdy, tvorba kaluží na půdním povrchu a snížení pórovitosti půdy (Frame 1992). Vodní režim je

rozhodujícím faktorem pro způsob obhospodařování porostu. Obsah vody je daný především úrovní hladiny podzemní vody. Příznivé působení vodního režimu nastává tehdy, když je hladina podzemní vody v hloubce, ze které může kapilárně vzlínat ke kořenové soustavě (Mrkvička 2001).

I **klimatické podmínky** představují celý komplex faktorů, tj. atmosférické srážky, teplota, proudění a vlhkost vzduchu a intenzita slunečního záření. Pro pastevní porosty je nejen důležité rovnoměrné rozdělení srážek během vegetační sezóny, ale i množství zimních srážek, tedy celoroční srážkový úhrn. Za přirozenou hranici intenzivního lučně-pastevního hospodaření se považuje množství srážek 700 mm, na mělkých svahových půdách 750 mm. Na vegetační období by mělo ideálně připadnout 400-450 mm. Důležité jsou i teplotní podmínky. Při nepříznivých teplotách v mimovegetační období může docházet k vymrzáání nebo poškození rostlin. Proto je důležité nastavit správnou frekvenci využívání porostu (pastevní cykly, sečení). Obecně jsou travnaté porosty odolnější než jiné zemědělské plodiny (Mrkvička 1198).

Česká republika leží v oblasti přechodného středoevropského klimatu. Západní část území je pod vlivem oceánské podnebí a východní část je ovlivněna kontinentálním klimatem. Záleží na tom, jaké klima převládá. Jestliže převládá klima kontinentální, je horké léto a silná zima. Naopak, když převládá klima oceánské, je chladnější a deštivější léto a mírná zima. Proto jeden rok může být nadbytek ploch pro spásání a vysoké výnosy (vliv oceánského klimatu) a druhý rok může být nedostatek píce pro zvířata (vliv kontinentálního klimatu) (Mládek et al. 2006).

Orografické podmínky, jako je svažitost terénu, nadmořská výška, reliéf a expozice jsou často limitujícím faktorem pro intenzifikaci. Se stupněm svažitosti se zvyšuje stupeň eroze. Svahové půdy bývají mělké, chudší a postupně se z nich splavují nejjemnější půdní částice. Tudíž jsou pro pastviny vhodnější mírně svažité plochy. V našich polohách se s nadmořskou výškou snižuje teplota, zvyšují se srážky, mění se půdní podmínky a zkracuje se vegetační sezóna. Limitujícím faktorem se ve vyšších nadmořských výškách stává teplota a obsah živin v půdě (Mrkvička 1998).

Aby nedocházelo k degradaci travních porostů, je nutné na nich **hospodařit**. Důležité je zvolit takové hospodaření, aby v případě potřeby zajistily dostatečnou míru zemědělské produkce a zároveň podporovaly diverzitu, mozaikovitost krajiny a další ekosystémové služby. Těmito hospodářskými systémy může být např. mulčování, periodické sečení, ponechávání pásů neposečeného porostu a ponechávání nedopasků na pastvinách (Gaisler et al. 2011).

2.2 Pastva a pastviny

Travní porosty lze udržovat třemi způsoby – pastvou, mulčováním nebo sečením. Pastva je nejstarší ze způsobů obhospodařování travních porostů.

Dle klasifikace Katalogu biotopů ČR k pravým pastvinám, tzn. pastviny, jejichž existence je podmíněna dlouhodobým pastevním využíváním, řadíme: X5 intenzivní kulturní pastviny, T1.3 poháňkové pastviny, T8 vřesoviště, T3.1, T3.2, T3.3, T3.5 suché trávníky skal a stepí, T5 trávníky písčin a mělkých půd a T7 slaniska. Tyto porosty nebylo možné z důvodu nízké produkce píče, charakteru půdního povrchu a členitosti reliéfu obhospodařovat jinak než pastevně.

Pastva se také podílela na utváření lučních porostů, jako jsou: T1.1 ovsíkové louky, T1.2 trojštětové louky, T2 smilkové trávníky, T3.4 širokolisté suché trávníky a T1.10 porosty vlhkých narušovaných půd (Mládek et al. 2006). Vývoj různých travních společenstev se v dávné minulosti stal podnětem pro vývoj různých druhů býložravců. Nejen travní porosty mají vliv na býložravce, ale tento proces funguje i opačně. Býložravci ovlivňují travní porosty. Proces pastvy je charakteristický zejména selektivním vypásáním rostlinných společenstev, depozicí exkrementů a sešlapem. Všemi těmito faktory je ovlivňován růst a botanické složení pastviny (Frame 1992, Mrkvička 2002). Charakter pastvin je určen třemi faktory: především přírodními faktory, druhem pasených zvířat a pastevním systémem (Auf & Mrkvička 2001).

Skot je pastevní generalista tzn., že porost spásá výrazně méně výběrově. Vyhýbá se pokáleným místům. Na pastvině tak často vznikají nespasené eutrofizované plochy, nazývané se nedopasky. Porost zachytává jazykem a uškubuje ho.

Ovce je selektivní a při pastvě vzrostlejší vegetace se vyhýbá kvetoucím travám. Nevyhýbá se pokáleným místům ani po skotu. Porost ukusuje a zaměřuje se na jeho spodní části. Ovce redukují výskyt plevelných keřů a bylin na pastvině a zlepšují tak její kvalitu.

Koza je také selektivní spásač, který se vyhýbá pokáleným místům. Zaměřuje se na střední část porostu, spásá i dřeviny a významně ovlivňuje výskyt nežádoucích keřů a dřevin. Koza porost ukusuje řezáky.

Kůň opět patří mezi selektivní spásače, zaměřuje se na spodní část porostu a vyhýbá se pokáleným místům. Porost zachytává pysky a odhryzuje. Kůň se zaměřuje na kvalitní byliny a pícniny a na spásání vegetace na suchých místech. Mokřinám se spíše vyhýbá (Mládek et al. 2006, Kollárová et al. 2007).

Rozlišujeme dva základní pastevní systémy – kontinuální a rotační. Na **kontinuální pastvině** se zvířata pasou nepřetržitě během roku nebo během pastevní sezóny na jedné pastvině, na jedné a té samé lokalitě (Hodgson 1979, Pavlů et al. 2004). Tento systém pastvy podporuje houstnutí a odnožování porostu. Vytváří se tím dlouhodobě stabilní a odolný porost proti sešlapu a zavlečení plevelů do porostu (Frame 1992). Kontinuální způsob pastvy můžeme dále dělit dle různé intenzity spásání na – intenzivní a extenzivní.

Na **rotační pastvině** dochází k pasení dvou a více pastvin nebo-li oplůtků a střídá se spásání porostu s dobou obrůstání. Doba spásání pastviny je závislá na době obrůstání porostu, na podmínkách prostředí a počtu zvířat na pastvině (Pavlů et al. 2004).

Doba trvání pastvy na určitém území je určena přírodními podmínkami, jako jsou nadmořská výška, průměrná teplota a roční úhrn srážek (Mládek et al. 2006). V podhorských oblastech začíná pastva v období mezi polovinou dubna a začátkem května. V horách o 14 až 30 dní později než v podhorských oblastech a v nížinách naopak o 14 dní dříve. Pastevní období trvá 80-100 dnů v horských oblastech, 150-180 v podhorských oblastech a v nížinných oblastech trvá 180-200 dnů. Zvířata preferují mladý porost a přestárlému se vyhýbají. Starý porost je nutričně méně hodnotný a tím stoupá množství nedopasků. Konec pastevní sezóny bývá obvykle od začátku do konce října a souvisí s ukončením růstu trav (Hejzman et al. 2002).

2.2.1 Intenzita pastvy

Při zavádění pastevního obhospodařování je důležité zohlednit **intenzitu spásání**, tzn. nastavit takovou intenzitu spásání porostu, která je vhodná pro jeho strukturu a diverzitu. K zatížení pastviny musíme vzít v úvahu také nárůst píce (Gaisler et al. 2011). Důležité je správně rozlišovat pojem intenzita pastvy, vyjadřovaná nejčastěji jako zatížení pastviny (počet DJ/ ha v závislosti na nárůstu píce) a intenzita obhospodařování, což je soubor opatření k dosažení maximální produkce píce např. hnojení, aplikace herbicidů, přísevy, renovace nebo meliorace pozemků (Pavlů et al. 2003).

Druhovú skladbu polopřirodních travních porostů je ovlivněna mírou defoliace (Pavlů et al. 2007). Podle intenzity pastvy dominují na pastvinách různé druhy rostlin, některé naopak ustupují (Bakker 1983).

Při dostatku píce na pastvině zvířata selektivně vypásají chutnější druhy rostlin. Zvířata mají tendenci spásat nižší a mladou vegetaci s aktivně rostoucími listy a lodyhami na již jednou spasených plochách. Preferují živé rostliny před

mrtvými. Kvalitní trávy jsou po vypásání konkurenčně oslabeny a na jejich místo nastupují nízké plevelné druhy (Bakker 1983, Andaluz et al. 2004, Ludvíková et al. 2009). Tímto způsobem se posiluje struktura porostu založená na ostrůvkovitém základě (Bakker 1983, Ludvíková et al. 2009).

Intenzivní pastva mění strukturu porostu. Porost má minimální podíl stařiny, vysoký poměr list/stonek a velký obsah bílkovin. Vyšší pastevní tlak podporuje růst travin, které snášejí sešlapávání a nízkou výšku porostu jako např. psineček rozkladitý (*Agrostis capillaris*) a kostřava červená (*Festuca rubra*). Z bylinných druhů se uplatňují především vytrvalé druhy. Výskyt jednoletých druhů klesá z důvodu omezené možnosti tvorby generativních orgánů. Uplatňuje se např. smetánka (*Taraxacum sp.*), pryskyřník plazivý (*Ranunculus repens*) a řebříček obecný (*Achillea millefolium*), z jetelovin je to zejména jetel plazivý (*Trifolium repens*) (Auf & Mrkvička 2001). Při intenzivním spásání je výnos porostu nižší, ale vyšší je jeho nárůst přes pastevní sezónu. A tím je vyšší celková produkce biomasy (Andaluz et al. 2004). Lze konstatovat, že čím více je pastva intenzivnější, tím je porost jednotvárnější. Snižuje se jeho výška a horizontální i vertikální struktura (Ludvíková et al. 2009).

Extenzivní pastva způsobuje nízký obsah bílkovin, vysoký obsah buněčných stěn v rostlinných pletivech a vysokou akumulaci odpadu. Zvířata takovou píci nevyhledávají (Andaluz et al. 2004). Rozvíjejí se druhy s horší kvalitou: rozrazil rezekvítek (*Veronica chamaedrys*), kontryhel obecný (*Alchemilla vulgaris*), bršlice kozí noha (*Aegopodium podagraria*), řebříček obecný (*Achillea millefolium*), pcháč bahenní (*Cirsium palustre*). V omezené míře se zde vyskytují i chutné luční jeteloviny: štírovník bažinný (*Lotus uliginosus*), hrachor luční (*Lathyrus pratensis*), vikev plotní (*Vicia sepium*) a vikev ptačí (*Vicia cracca*) (Auf & Mrkvička 2001). Vznik takového porostu zvyšuje selektivnost zvířat a zvětšuje se tak mozaika různých výšek (Bakker 1989, Ludvíková et al. 2009). Vzniká velký podíl nedopasků z důvodu výskytu méně chutných druhů a rychle stárnoucích rostlin jako je např. bolševník obecný (*Heracleum sphondylium*), třezalka skvrnitá (*Hypericum maculatum*), kerblík lesní (*Anthriscus sylvestris*) a svízel povázka (*Gallium mollugo*).

2.3 Prostorová struktura a heterogenita travního porostu

Struktura travních porostů není nikdy zcela stabilní. Uspořádání jedinců, populací, jejich hustota, pokryvnost a výskyt jednotlivých druhů se mění. Jedinci vznikají, rostou a zanikají. Tímto je tvořen nepřetržitý proud změn ve společenstvích, který se projevuje změnami v prostorovém uspořádání (Slavíková 1986, Klimeš 1997). Ke změnám v porostu v čase dochází z několika důvodů.

Jednou z nejdůležitějších změn je změna vyvolaná fenologickou (sezónní) periodicitou. Složky travního společenstva reagují na roční rytmus meteorologických změn svým ročním rytmem fyziologických procesů v rámci svého životního cyklu. K další změně může dojít extrémní změnou některých podmínek stanoviště. Ty mohou být vyvolány lidskou činností (přehnojení, technické úpravy vodního režimu, intenzita využívání porostu pastvou) nebo to mohou být změny přirozené (povodeň, přemnožení hrabošů, požár) (Klimeš 1997).

Vztah mezi vegetací a pasoucím se býložravcem je dynamický. Struktura a kvalita vegetace ovlivňuje stravu býložravců. A naopak defoliace, dopad exkrementů a sešlap ovlivňují strukturu a druhové složení porostu. Rostlinné populace v pastevním porostu jsou velmi heterogenní. Jedinci se liší velikostí, stářím, rychlostí růstu a reprodukcí. Tvoří se zde vzorce, na vertikální i horizontální úrovni porostu, v rozmístění jedinců, v množství biomasy, v rozložení kořenového systému, v pastevním chování býložravců (Marriott & Carrère 1998, Kohler et al. 2004).

Důležité je si uvědomit, že pastva zvířat nepůsobí na porost po celé ploše stejně (Mládek et al. 2006, Ludvíková et al. 2009). Výsledkem pastvy je změna konkurenčních vztahů mezi rostlinami (Bullock & Marriott 2000). Na tvorbě heterogenního porostu se podílejí tři faktory: 1) selektivní vypásání, které vzniká jako výsledek potravního výběru zvířat, 2) sešlap a narušování drnu, kterým se vytváří vhodná místa pro vyklíčení rostlin a 3) redistribuce živin tekutými a tuhými výkaly zvířat. Tak vznikají na pastvinách místa se zvýšenou koncentrací živin. Pasoucí se zvířata také pomáhají rostlinám v jejich disperzi. Mohou semena rostlin přenášet na srsti tzv. zoochorie nebo mohou být rozšiřovány výkaly zvířat (Ludvíková et al. 2009).

Selektivní pastvou vzniká ostrůvkovitá neboli mozaikovitá struktura vegetace složená z nízkých opakovaně spásaných plošek a z plošek nespásaných s velkým množstvím nekvalitní biomasy. Zvířata některé druhy rostlin preferují, jiné naopak nespásají vůbec. Nespásaná místa se nazývají **nedopasky**. Nedopasky jsou tvořeny rostlinami, které jsou nechutné nebo jedovaté např. starček přímětník (*Senecio jacobaea*), bršlice kozí noha (*Aegopodium podagraria*), lopuch větší (*Arctium lappa*) a širokolisté šťovíky (*Rumex* spp.). V dlouhodobě spásaném porostu převládají rostliny s adaptacemi, které je chrání před okusem a sešlapem. Rostliny, adaptované na okus a sešlap, se vyznačují nízkým vzrůstem a rychlou obrůstací schopností. Tvoří přízemní růžici, mají trny a jsou žahavé např. trnky (*Prunus spinosa*), hlohy (*Crataegus* spp.), růže šípková (*Rosa canina*), kopřiva dvoudomá (*Urtica dioica*) (Mládek et al. 2006, Ludvíková et al. 2009). Dalšími důvody vzniku nedopasků je přestárlost vegetace nebo jeho pokálení (Andaluz et al. 2004).

Býložravci tedy při výběru potravy používají i další smysly než jen chuť. Využívají i hmat, zrak a čich. Řídí se předešlými zkušenostmi, mírou vyhladovění a množstvím dostupné píce (Frame 1992). Skot si většinou k pastvě vybírá nejbohatší místa na zdroje v krajině, nejproduktivnější společenstva a nejchutnější druhy rostlin. Pastevní tlak většinou stoupá směrem k vodě. Fyzikální omezení jako je příkrý sklon pastviny může omezit přístup k místům s nejvíce zdroji. Stanoviště býložravců jsou strukturována interakcemi mezi zdroji a omezeními. Také sociální chování skotu zvyšuje pravděpodobnost koncentrace pastevního tlaku (McNaughton 1984, Nash et al. 1999, Adler et al. 2001).

Pastva ovlivňuje rostlinnou diverzitu tvorbou heterogenního prostředí v různých prostorových měřítcích. V některých případech totiž může pastva způsobovat nárůst heterogenity a v jiných případech může heterogenitu snižovat. Prostorová heterogenita se liší v závislosti na měřítku pozorování. Při výzkumu v terénu je měřítko definováno většinou na nejnižší úrovni, tzn. jednotce vzorkování (kvadrát, pixel) nebo na vyšší úrovni, kterou tvoří celá studovaná plocha. Faktory jako je heterogenita prostředí, produktivita ekosystému a selektivita býložravců mohou být hlavním klíčem tvorby vzorců ve vegetaci i pastvě. Jestliže je heterogenita spásání silnější než prostorová heterogenita vegetace, potom se bude prostorová heterogenita vegetace zvyšovat a heterogenita spásání bude následovat. Tento jev se nazývá „patch grazing“. Jestliže je prostorová heterogenita spásání slabší než prostorová heterogenita vegetace, potom se bude prostorová heterogenita vegetace snižovat. Tento jev se nazývá „homogenní spásání“. „Patch grazing“ a homogenní pastva se mohou vyskytovat společně, ale jsou pozorovatelné v různých měřítcích (Atkinson 1997, Adler et al. 2001).

2.3.1 Horizontální struktura porostu

Horizontální struktura definuje uspořádání rostlin na ploše při pohledu shora, tj. popisuje mozaikovitost travního porostu. Je určena charakterem přítomných druhů rostlin (trsnaté, výběžkaté) a intenzitou obhospodařování. Intenzivní obhospodařování vede k uniformitě porostu, naopak extenzivní obhospodařování vede k tvorbě různorodého porostu (Ludvíková et al. 2009). Na horizontální strukturu porostu může být nahlíženo na úrovni *patches*, společenstev a na úrovni krajiny. Prostorové složení druhů je ovlivňováno heterogenitou prostředí, velikostí, růstovou formou, vzdáleností disperze rostlinných druhů a chováním býložravců na pastvině. Rostliny interagují primárně mezi svými nejbližšími sousedy. Hromadění rostlinných druhů do *patches* redukuje mezidruhová a vnitrodruhová kompetice. Rozdílné druhy si konkurují hlavně na okrajích *patches*. Tento efekt tudíž

zvyšuje pravděpodobnost koexistence druhů. Prostorové rozmístění druhů je také určováno defoliací pasoucích se zvířat. K selektivní defoliaci dochází pouze tehdy, když je *patch* větší než sousto býložravce. Velikost *paches* je ovlivňována intenzitou pastvy (Marriot & Carrère 1998).

Disturbance, které vytvářejí místa s obnaženou půdou, neboli mezery, v porostu poskytují rostlinným druhům šanci k novému uspořádání, další prostor pro růst nebo růst nových rostlin z půdní banky. Obnažená místa vznikají nejčastěji činnostmi býložravců – defoliací, sešlapem, pokálením nebo pomočením (Marriot & Carrère 1998, Kohler et al. 2004). Velikost těchto mezer ve vegetaci se pohybuje od 1-2 cm do 10-20 cm v průměru. Menší otevřené plochy vznikají většinou po dopadu exkrementu. Větší plochy, kolem 50 cm, vznikají hrabáním býložravců. Malé *paches* většinou rychle zarostou vegetativním růstem rostlin, kdežto kolonizace semenáčky a jejich růst je úspěšnější v *paches* s větší rozlohou. Disturbance, které tvoří otevřená místa v porostu, ovlivňují druhovou diverzitu i prostorovou heterogenitu společenstva (Pickett & White 1985, Marriot & Carrère 1998). Otevření porostu disturbancemi podporuje růst invazních druhů s rychlou vegetativní reprodukcí (Bullock et al. 1995).

2.3.2 Vertikální struktura porostu

Vertikální struktura určuje rozložení biomasy rostlin v jednotlivých patrech nad povrchem půdy. Někdy se určuje i rozvrstvení kořenové hmoty. Nadzemní struktura biomasy má významný vliv na přijímání světla rostlinami a fotosyntézu. Některé rostliny situují své listy ve vyšších partiích rostlin, aby dokázaly zachytit více světla. Touto strategií soupeří s ostatními rostlinami o světlo a zároveň se vystavují zvýšenému riziku spasení. Vysoké rostliny zachytí více světla, ale jsou náchylné k defoliaci a ztrácí více listů než rostliny nižšího vzrůstu (Bullock 1996, Marriot & Carrère 1998). U pastevního porostu je největší podíl biomasy ve spodních vrstvách a s intenzitou pastvy tento podíl ještě narůstá (Mládek et al. 2006). Na intenzivní pastvině klesá stravitelnost směrem od shora porostu dolů, protože stárnoucí materiál se akumuluje u povrchu půdy (Marriot & Carrère 1998). Mnoho druhů rostlin umí přizpůsobit svoji architekturu zápoje jako odpověď na pastvu. Přiléhavé rostliny jsou odolnější proti spásání, menší množství biomasy je dostupné pro býložravce a tudíž více meristematických a fotosyntetických tkání je k dispozici k obnově prorostu po defoliaci. Morfotypy rostlin adaptovaných na pastvu jsou charakteristické velkým počtem malých odnoží a malým počtem listů. Na nově osetých pastvinách dochází k morfologickým adaptacím velmi rychle (Carrère et al 1997, Marriot & Carrère 1998).

Trade-off mezi zachycením světla a únikem před spásením vedl k vyvinutí způsobů rezistence, která umožnila rostlinám přežít a růst na pastvinách. Tento mechanismus rezistence lze rozdělit do dvou skupin - vyhnutí se spásení nebo tolerance vůči spásání. Vyhnutí se spásení závisí na morfologických a biochemických mechanismech rostlin, které snižují pravděpodobnost a intenzitu spásání. Tolerance spásání je založena morfologických a fyziologických znacích rostlin, které zrychlují růst po defoliaci. Z krátkodobého hlediska se zdá být výhodnější strategií vyhnutí se spásání, ale z hlediska dlouhodobého se zdá být důležitější strategií tolerance ke spásání. V travních porostech, které jsou spásány již několik let, dominují tolerantní druhy a tvoří hustý koberec po celém povrchu půdy (Milchunas et al. 1988, Mládek et al. 2006).

2.4 Vliv výkalu na porost

Depozice výkalů je považována, společně se sešlapem a okusem, za jeden z nejdůležitějších faktorů vysvětlující strukturu vegetace na pastvině (Kohler et al. 2004a). Efekt depozice výkalů určuje dynamiku vegetace na pastvinách. Tento efekt může být pozorován v různých prostorových a časových měřících (Buttler et al. 2008, Gillet 2008). Ve velkém měřítku (100-1000 m) se hustota výkalů liší mezi jednotlivými oplůtky kvůli rozdílné intenzitě spásání a způsobu obhospodařování. Ve středním měřítku (10-100 m) prostorové rozmístění výkalů je v rámci oplůtek většinou heterogenní, zejména v oplůtkách s různými habitaty a nízkým pastevním tlakem. Když tento prostorový vzorec přetrvává po několik let, může to vést k takovému rozmístění živin v oplůtku, který způsobí přímý posun v rostlinné sukcesi (Jewell et al. 2007). V malém měřítku (0,1-10 m) má depozice výkalů během jedné sezóny přímý dopad na lokální dynamiku vegetace, která se projevuje změnou biotických interakcí a dostupností živin (Gillet et al. 2010).

Dekompozice výkalu může trvat od několika týdnů až po několik let. Doba rozkladu výkalů závisí na podmínkách, jako je např. obsah vody, klimatické podmínky, sezóna a aktivita půdní fauny (Marsh & Campling, 1970, Dickson & Craig, 1990). Depozice výkalů má také významný vliv na chemické procesy probíhající v půdě. Ačkoliv po depozici výkalu dojde k značné ztrátě dusíku, který je obsažen v exkrementu, jeho uvolněním do atmosféry v podobě NH_3 , přesto exkrement představuje dostatečný zdroj živin pro rostliny. Zvýšená koncentrace půdního dusíku, fosforu a draslíku byla detekována do vzdálenosti 15 cm od výkalu (MacDiarmid & Watkin 1972, Deenen & Middlekoop 1992). Williams & Haynes (1995) ve své studii na Novém Zélandu v horských oblastech zjistili, že organický

dusík, dusičnany a fosfáty vykazovaly zvýšenou koncentraci ještě po dvanácti měsících od aplikace exkrementu.

Expozice výkalů má také vliv na chování býložravců. Ti mají tendenci se vyhýbat pokáleným místům. Marsh & Campling (1970) se domnívají, že býložravci nespásají vegetaci v blízkosti exkrementu z důvodu zápachu, než důvodu výskytu méně chutných druhů rostlin. Edwards & Hollis (1982) zjistili, že býložravci nespásají vysoký porost v bezprostřední blízkosti výkalů tj. do 10-20 cm od místa dopadu výkalu. Toto vyhýbání se pokáleným místům přetrvává do doby, kdy je výkal téměř kompletně rozložen. Velcí domestikovaní i divocí býložravci pokálená místa nespásají, ale některá zvířata naopak preferují spásání pomočených míst. Hutching et al. (1999) toto konání označil termínem trade-off, kdy zvířata podstupují riziko napadení parazitem za účelem příjmu potravy bohatší na živiny.

Kombinace efektů depozice výkalů, vyhýbání se pokáleným místům a obohacení půdy živinami má vliv na vegetační strukturu a dynamiku. Dopad výkalu má v počáteční fázi na vegetaci negativní vliv, protože dojde k tzv. udušení. Většina nadzemní biomasy odumře z důvodu překrytí výkalem a tudíž nedostatku světla (Williams & Haynes 1995). Množství přijímaného dusíku z výkalu se u jednotlivých rostlinných druhů liší. Jørgensen & Jensen (1997) zjistili, že dusík z výkalů byl primárně přijímán travinami v jetelo-travních směsích. Depozice výkalů, vyhýbání se pokáleným místům a různá míra přijímaného dusíku z výkalů ovlivňuje seskupování rostlinných druhů (Marsh & Campling 1970). Mnoho autorů také prokázalo vliv výkalu na šíření rostlin, klíčení a půdní druhovou banku (Welch 1985, Dai 2000, Bakker & Olf 2003).

Gillet et al. (2010) ve své studii definuje čtyři zóny dle chování travního porostu po dopadu exkrementu: 1) samotný exkrement, který tvoří mezeru po destrukci nadzemní rostlinné biomasy, 2) prvních 10 cm okolo exkrementu, kde vegetace není spásána, ale je hnojena 3) rozpětí mezi 20-30 cm, kde je vegetace mírně spásána a pravděpodobně málo hnojena a 4) 40 cm a dále, kde již vegetace není exkrementem ovlivněna.

Gillet et al. (2010) ve své studii dále uvádí, že více druhů objevili blíže výkalu v porovnání s subploškami dále od výkalu. Tento efekt zvýšení početnosti je však přechodný a během sezóny mizí. Nízký počet druhů, nízká hustota porostu a absence pastvy v okolí exkrementu na začátku sezóny navozuje vhodné podmínky pro vývoj druhů a tudíž i větší druhovou diverzitu na pastvině. Některé druhy po rapidním nárůstu výšky porostu ustupují z důvodu zvýšené kompetice o světlo. Proto efekt zvýšení početnosti druhů netrvá dlouho. Nástup rostlinných druhů po dopadu exkrementu je nejsilnější právě na plošce, která je výkalem přímo zasažena.

Na ostatních subploškách není nástup nových druhů tak intenzivní. Tento efekt vysvětluje rekolonizací mezery, která vznikla potlačením rostlinné biomasy po dopadu exkrementu (Gillet et al. 2010, Kohler et al. 2004b).

2.4.1 Koloběh živin na pastvině

Přírodní a polopřírodní travní porosty získávají téměř všechny živiny z procesu recyklace, především z mrtvého a rozkládajícího se materiálu, s malým množstvím vstupů z atmosféry a minerálů, které se uvolňují při zvětrávání půdy (Townsend et al. 2010). Když jsou travní porosty obhospodařovány intenzivně, většinou je nutné aplikovat hnojiva dodávající do půdy potřebný dusík, fosfor anebo draslík, které byly odstraněny spolu s rostlinnou biomasou nebo živočišnými produkty. Na intenzivní pastvině probíhá ve větší míře recyklace živin díky výkalům zvířat (Whitehead 2000).

Zvířata vyloučí velké množství živin, které zkonsumují. Podstatné množství těchto živin (fosfor, draslík, vápník, hořčík, sodík a síra) je navraceno zpět do půdy, buď přímo během pastvy, nebo pozdější aplikací kejdy a hnoje. Dospělý skot produkuje 10 – 15 tuhých výkalů denně. Čerstvý výkal obsahuje cca 1040 kg/ha N, 400 kg/ha K, 280 kg/ha P a 100 kg/ha S (Haynes & Williams 1993). Avšak většina živin v rostlinných zbytcích nebo v exkrementech nejsou okamžitě pro příjem rostlin dostupné. Musí podstoupit přeměny na formy, v kterých budou moci být rostlinami znovu využity. Na takovýchto procesech se podílejí mikroorganismy a půdní fauna. Půdní fauna promíchává rostlinné zbytky a exkrementy s půdou nebo je konzumuje a částečně stráví. Tyto zbytky jsou dále rozkládány mikroorganismy (Whitehead 2000, Aarons et al. 2004).

Návrat živin na pastvinu ve formě exkrementů je prospěšný pro následovný rostlinný růst, ale celá plocha pastviny není exkrementy ovlivněna. Živiny jsou na pastvinu navraceny v koncentrované formě na „patches“ vytvořené pomočením nebo dopadem exkrementu. Takto ovlivněná plocha tvoří podstatně méně než polovinu pastviny. Výsledná prostorová variabilita živin v půdě může být na pastvině pozorována jako „patches“ s vysokým obsahem dusíku a draslíku a na druhé straně na místa, kde je těchto živin nedostatek.

Býložravci ovlivňují porost několika způsoby, např. opakovanou defoliací, sešlapem půdy a kontaminací exkrementy. Tyto efekty jsou většinou negativní a dochází tak ke kompenzaci výhod návratu živin v exkrementech. Aplikace hnoje na travní porost z domácích zvířat, krmných siláží nebo senem, má za následek rovnoměrné rozložení živin a tím je podpořeno jejich opakované využití (Whitehead 2000).

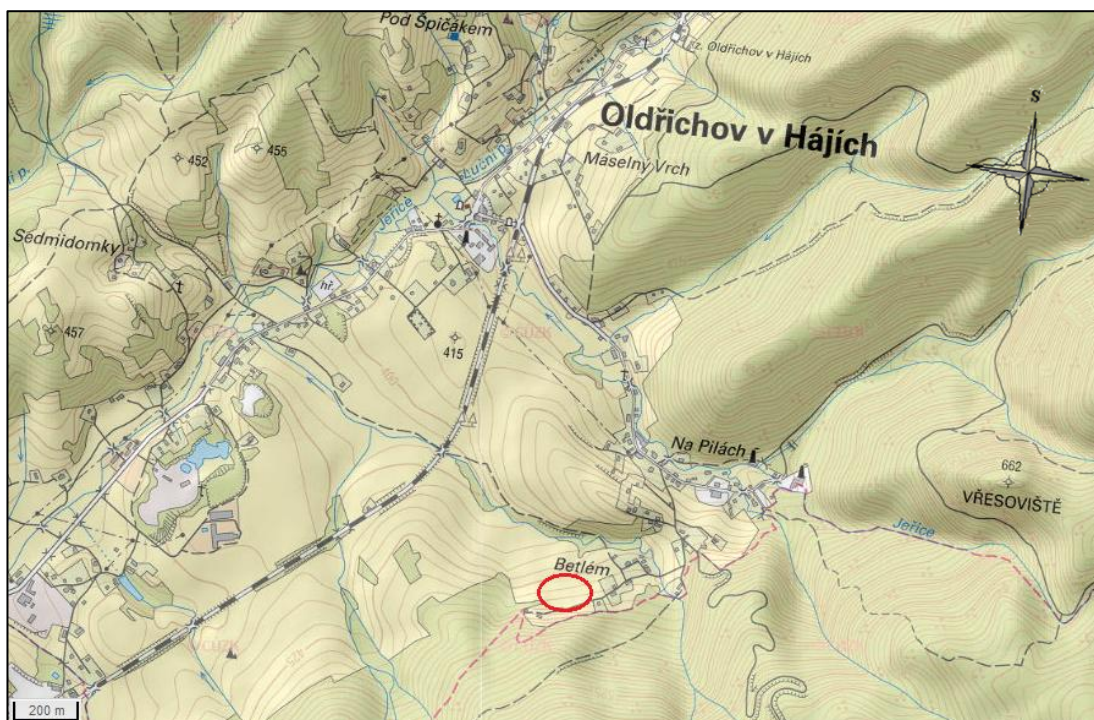
3. METODIKA

3.1 Popis lokality

Vliv tuhých výkalů na strukturu vegetace byl sledován na dlouhodobém pastevním experimentu Výzkumného ústavu rostlinné výroby, v. v. i. v Praze, Výzkumné stanice travních ekosystémů se sídlem v Liberci v Jizerských horách (Příloha č. 1). Pastvina se nachází cca. 10 km severně od Liberce u obce Oldřichov v Hájích v lokalitě nazývané Betlém, což je jihozápadní okraj Jizerských hor (Obr. 1).

Expozice pozemku je severozápadní, průměrná nadmořská výška je 420 m. n. m. Pokusné plochy jsou založeny na mezofilních travních porostech, které mohou být v rámci fytoocenologického členění zařazené do svazu *Arrhenatherion*.

Zájmové území se dle Quitta (1971) nachází v chladné klimatické oblasti C7 s mírně chladným, vlhkým, krátkým létem, mírně chladným jarem a mírným podzimem. Pro studovanou oblast jsou typické dlouhé, mírné, mírně vlhké zimy s dlouho přetrvávající sněhovou pokrývkou. Charakteristický počet letních dnů je 10 – 30, 140 – 160 mrazivých dnů a 100 – 120 dnů se souvislou sněhovou pokrývkou. Průměrná dlouhodobá roční teplota se pohybuje kolem 7,2 °C a průměrný dlouhodobý celkový roční úhrn srážek činí cca 803 mm.



Obr. 1 - Lokalizace studovaného území (Zdroj: <http://geoportal.gov.cz/web/guest/map>)

Zájmová oblast patří k soustavě Českého masívu, konkrétně k jednotce krkonošsko–jizerský masív. Dle Kozáka (2009) jsou půdotvorným substrátem žuly a jejich příbuzné substráty. Půdním typem je kambizem dystrická. Tento půdní typ se nejčastěji vyskytuje v pahorkatinách, vrchovinách a horách.

Plochy nynějších pokusných pastvin byly před založením výzkumu zorány a byla zde vyseta jetelotravní směs. V 80. letech 20. století byly tyto plochy intenzivně obhospodařovány sečením a pastvou. V 90. letech proběhlo jednou ročně mulčování. 5 let před zahájením výzkumu na tomto území neprobíhalo žádné hospodaření. Výzkum započal v roce 1998 (Pavlů et al. 2007). Pastevní sezóna trvá od konce dubna do konce října.

V zájmovém území se nacházejí tyto varianty pastvin (treatments): extenzivní pastva (EG) – spásána 2-3 členným stádem, s přibližným zatížením 500-600 kg/ha, intenzivní pastva (IG) – spásána 4-5 členným stádem, s přibližným zatížením 1000 kg/ha, ECG – extenzivní pastva se senosečí, ICG – intenzivní pastva se senosečí, U – kontrolní neobhospodařovaná plocha (Obr.2).



Obr. 2- Areál experimentálních pastvin Výzkumného ústavu rostlinné výroby, v. v. i. v Praze (Zdroj: <https://goo.gl/maps/42t6i>)

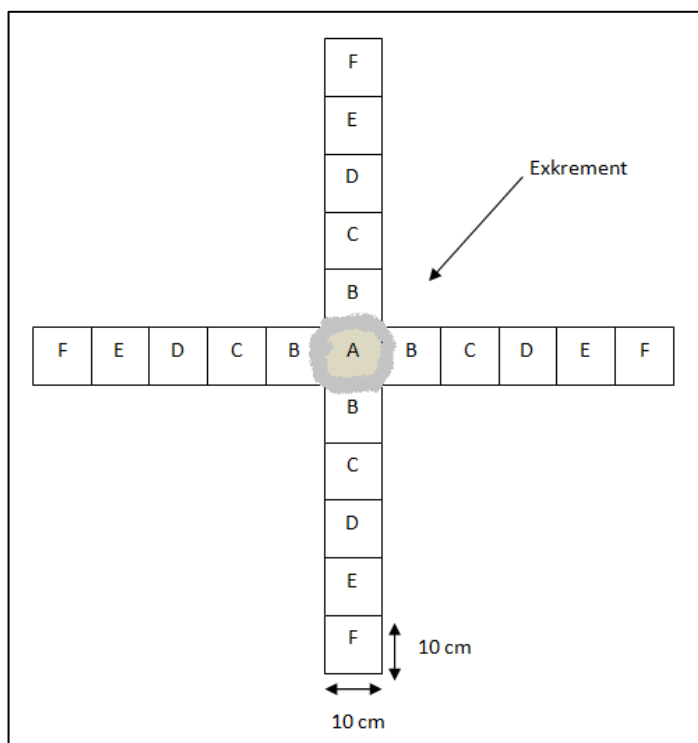
3.2 Design pokusu

Pokus pro účely této diplomové práce probíhal na plochách s intenzivní pastvou (IG1) jalovic plemene *Holstein-Friesian*, kde je depozice výkalů a tvorba tzv. mastných míst základem pro tvorbu ostrůvkovitého porostu. Na počátku vegetační sezony 2014 byly založeny studijní plošky o velikosti 1 x 1 m (10 opakování).

Vegetační analýzy probíhaly dle designu použitého ve studii Dai (2000) v 21 subploškách o velikosti 10 x 10 cm umístěných ve tvaru kříže. Do středu kříže byl aplikován tuhý výkal o průměru 21 cm. Na subplošku A byl aplikován exkrement, subploška B byla od exkrementu vzdálená 10-20 cm, C 20-30 cm, D 30-40 cm, E 40-50 cm, F 50-60 cm tzv. kontrola.

3.3 Sběr dat

Snímkování bylo započato v půli května, kdy byla odebrána *base line data*. Tato data byla odebírána pro vyhodnocení homogenity porostu. Pro výzkum vlivu tuhých exkrementů na složení vegetační společenstva byl použit speciálně vyhotovený rám o rozloze 100 x 100 cm. Rám byl vypleten sítí s velikostí ok 10x10 cm (Obr.3). V každé subplošce byl proveden vegetační snímek a změřena výška porostu. Snímkování probíhalo ve dvou transektech ve tvaru kříže. Rám byl vždy umístěn tak, aby exkrement byl přesně uprostřed rámu, tzn. uprostřed kříže. Snímkování proběhlo během vegetační sezóny 2014 v měsících květen, kdy byla odebrána *base line data* (Příloha č. 2), v červnu byla odebrána data po pěti týdnech od aplikace exkrementu (w5) (Příloha č. 3), v srpnu po dvanácti týdnech od aplikace exkrementu (w12) (Příloha č. 4) a v říjnu po devatenácti týdnech od aplikace exkrementu (w19) (Příloha č. 5). Celkem bylo provedeno 756 fytoecologických snímků (4 opakování x 9 exkrementů x 21 snímků). Fytoecologické snímkování probíhalo odhadem procentuální pokryvnosti jednotlivých druhů rostlin. Výška porostu byla měřena centimetrovým měřítkem. Zároveň byla určována míra okusu porostu v jednotlivých subploškách a byla začleněna do čtyř kategorií: intenzivní okus (INT) – porost okousán více než z 50%, střední okus (MOD) – porost okousán z více než 25%, mírný okus (SPO) – porost okousán do 20%, neokusováno (NOT) – porost nebyl okusem zasažen.



Obr. 3 – Schéma transektů při fytoocenologickém snímkování. Exkrement se nachází vždy uprostřed kříže.

3.4 Zpracování dat

Procentuální pokryvnost druhů přítomných v subploškách byla zaznamenávána do tabulky v programu Microsoft Office Excel 2007. Bylo zde provedeno zjištění počtu druhů v jednotlivých subploškách. Druhovú diverzita na jednotlivých subploškách byla vyhodnocována za použití Hillova indexu (N_1), který byl vypočítán v programu CANOCO 5. Dále byla vypočítána druhová vyrovnanost (N_1/N_0). Statistické analýzy týkající se druhové diverzity byly provedeny v programu R 2.15.0 (R development core team 2012). Normalita dat byla testována pomocí Shapiro-Wilkova testu. Druhovú diverzita byla testována dvoucestnou ANOVOU a druhová vyrovnanost Kruskal Wallisovým neparametrickým testem. Následně byl proveden Nemeneyi post hoc test.

V Microsoft Office Excel 2007 proběhla také příprava dat pro program CANOCO 5, ve kterém byly zpracovány mnohorozměrné analýzy a jejich grafické výstupy (Ter Braak & Šmilauer 2012). Všechny mnohorozměrné analýzy pro testování vlivu dopadu exkrementu na strukturu porostu byly testovány RDA analýzou. Analýza pro změnu porostu v čase byla testována za použití interakce času a treatmentu (vzdálenosti od exkrementu). Proměnná času byla brána jako kontinuální proměnná. V ordinačních diagramech je proměnná BareGround brána jako druhová data, tzn. představuje pokryvnost půdy bez vegetace.

Base line data pro hodnocení homogenity porostu byla testována také RDA analýzou pomocí programu CANOCO 5.

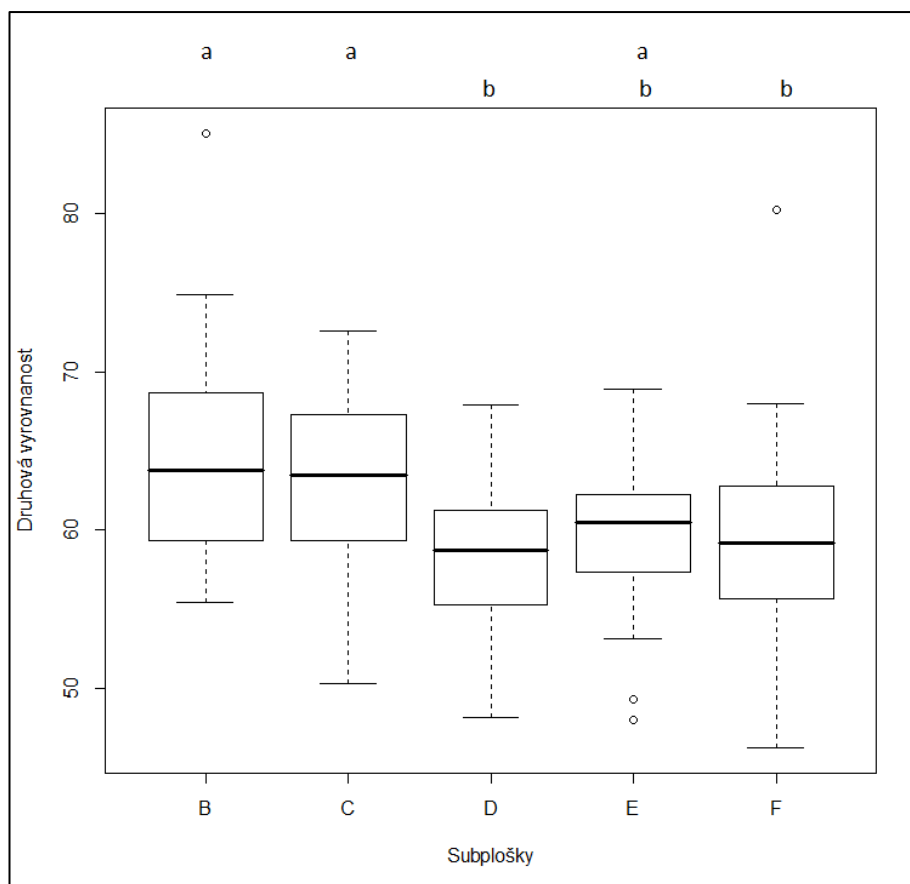
4. VÝSLEDKY

4.1 Druhá diverzita porostu

Druhá diverzita dat byla hodnocena dle Hillova indexu a druhové vyrovnanosti. Pro druhovou vyrovnanost byl vypočten Kruskal Wallisův neparamentrický test, který prokázal statisticky signifikantní rozdíl v druhové vyrovnanosti mezi subploškami určenými vzdáleností od exkrementu ($df = 4$, $p < 0,001$). Nemeneyi post hoc test byl proveden pro zjištění rozdílů druhové vyrovnanosti mezi subploškami (Obr. 4).

Rozdíl v druhové diverzitě dle Hillova indexu byl testován také dvoucestnou ANOVOU, jejíž výsledek se pohybuje na hranici prokazatelnosti ($F = 2,64$; $p = 0,036$). Tento rozdíl v druhové diverzitě mezi jednotlivými subploškami byl testován na hladině významnosti $\alpha = 0,05$.

Dále byla testována druhová rozmanitost a vyrovnanost v závislosti na čase. Druhá rozmanitost v čase byla testována dvoucestnou ANOVOU na hladině významnosti $\alpha = 0,05$. Rozdíl mezi subploškami v čase nebyl prokázán ($F = 0,25$; $p = 0,86$). Statisticky signifikantně se neprojevila ani interakce času a plošek ($F = 0,28$; $p = 0,99$). Rozdíl v druhové rozmanitosti mezi subploškami v čase byl testován opět dvoucestnou ANOVOU (hladina významnosti $\alpha = 0,05$) a je statisticky neprůkazný ($F = 1,04$; $p = 0,38$). Statisticky neprůkazná je i interakce času a plošek ($F = 0,41$; $p = 0,96$).



Obr. 4 – Rozdíly druhové vyrovnanosti mezi subploškami dle vzdálenosti od exkrementu (Zkratky v grafu: B – vzdálenost od exkrementu 10-20 cm, C – vzdálenost od exkrementu 20-30 cm, D – vzdálenost od exkrementu 30-40 cm, E – vzdálenost od exkrementu 40-50 cm, F – vzdálenost od exkrementu 50-60 cm tzv. kontrola)

Celkový počet druhů na výzkumné pastvině s intenzivním obhospodařováním byl 33 rostlinných druhů a průměrný počet druhů na subplošku 14,45 (SD = 2,36). Nejvyšší počet druhů byl 26 na plošce E po 5 týdnech od aplikace exkrementu a nejnižší 9 na plošce D po 19 týdnech od aplikace exkrementu. Celému porostu dominují psineček obecný (*Agrostis capillaris*) a kostřava červená (*Festuca rubra*). Hojně se vyskytují jetel plazivý (*Trifolium repens*), pampeliška (*Taraxacum spp.*) a lipnice obecná (*Poa trivialis*), dále pryskyřník plazivý (*Ranunculus repens*) a rozrazil rezekvítek (*Veronica chamaedrs*).

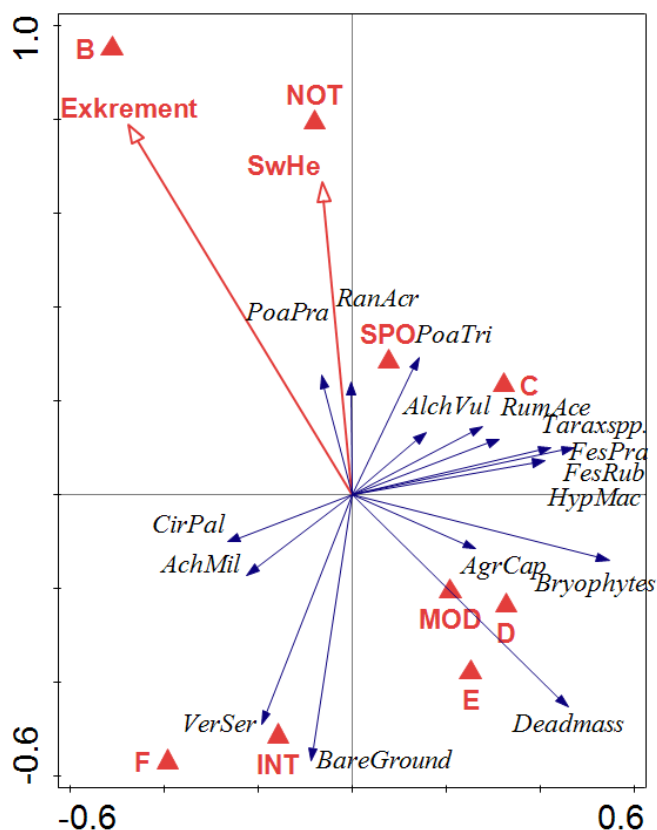
Nejvyšší hodnoty druhové vyrovnanosti byly zjištěny na subploškách B, což značí, že na těchto subploškách výrazně nedominoval žádných druh. Nejmenší hodnotu vyrovnanosti ukazují subplošky D, vzdálené od exkrementu 30–40 cm. Tyto subplošky se nacházejí na přechodu mezi silně ovlivněnými subploškami a kontrolními subploškami. Na těchto subploškách dochází k dominanci některých druhů rostlin. Druhová vyrovnanost na subploškách E a F je vyšší než na plošce D.

4.2 Hodnocení homogenity porostu (*base line data*)

Hodnocení homogenity dat bylo provedené RDA analýzou. Celková vysvětlená variabilita dat je 2,1 %. První kanonická osa vysvětluje 6,64 % variability dat. Druhá kanonická osa vysvětluje 3,81 % variability dat. Na první ose nebyl žádný vliv na exkrement statisticky prokázán ($F = 2,2$; $p = 0,13$). Testová statistika neodhalila signifikantní vliv ani na všech osách ($F = 1,2$; $p = 0,16$). Tudíž lze říci, že porost před započítím výzkumu vlivu exkrementu na jeho strukturu a dynamiku byl homogenní. Tento diagram byl vykreslen pro 25 druhů. Druhy jsou téměř rovnoměrně rozmístěné po celé snímkané ploše. Žádný z druhů nevykazoval významně vyšší pokryvnost. Výskyt druhů na subploškách lze považovat za náhodný.

4.3 Vegetační struktura a složení porostu po pěti týdnech od aplikace exkrementu

Vliv dopadu exkrementu na vegetační strukturu a složení porostu byl testován RDA analýzou. Analýza byla prováděna pro pozorování vlivu exkrementu na vegetační složení porostu po pěti týdnech po aplikaci výkalu. Tento vliv exkrementu na porost je na první ose statisticky signifikantní ($F = 4,5$; $p = 0,038$). Na všech osách je tento vliv exkrementu také signifikantní ($F = 1,6$; $p = 0,006$). Celková vysvětlená variabilita dat je 13,2 %. První kanonická osa vysvětluje 14,38 % variability. Druhá kanonická osa vysvětluje 8,88 % variability dat. V ordinačním diagramu je vykresleno 17 druhů (Obr. 5).



Obr. 5 - ordinační diagram reakce porostu na exkrement po pěti týdnech od jeho aplikace. (Zkratky v diagramu: SwHe – výška porostu, Deadmass – stařina, Exkrement – aplikovaný exkrement na porost, BareGround – obnažený povrch půdy, NOT – neokusováno, SPO – mírně okusováno, MOD – středně okusováno, INT – intenzivně okusováno, B – vzdálenost od exkrementu 10-20 cm, C – vzdálenost od exkrementu 20-30 cm, D – vzdálenost od exkrementu 30-40 cm, E – vzdálenost od exkrementu 40-50 cm, F – vzdálenost od exkrementu 50-60 cm tzv. kontrola.)

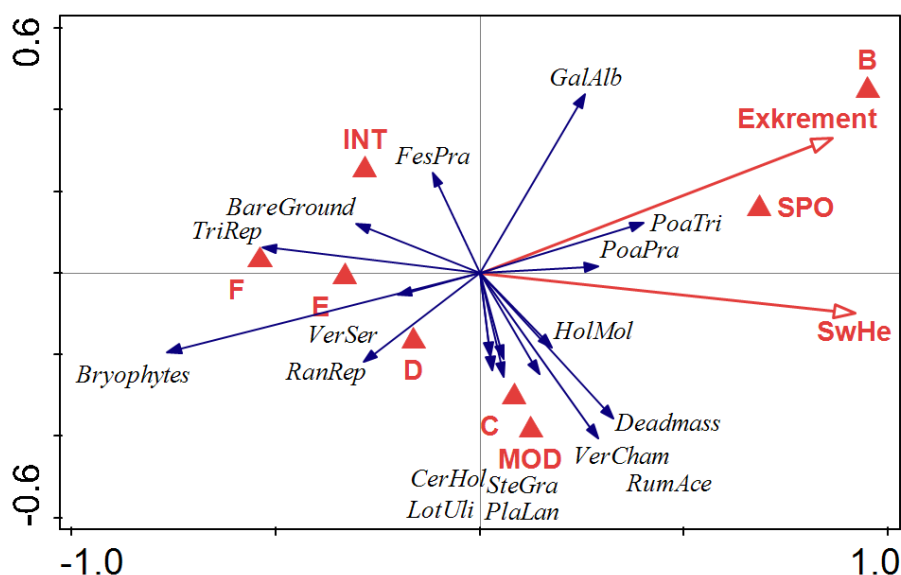
Z diagramu (Obr. 5) lze zjistit, že výška porostu je závislá na blízkosti exkrementu, tj. v těsné blízkosti exkrementu je porost nejdelší. Druhy zastoupené v diagramu lze rozdělit do tří skupin dle působení faktorů exkrementu, výšky porostu, vzdálenosti od exkrementu a okusu. Skupina, kde dominuje *Veronica anversis* a *Achillea millefolium* preferuje spíše kratší porost. Na plošce F, která se nachází nejdále od exkrementu (50-60 cm). Na této plošce je nejkratší porost, nejintenzivnější okus a nachází se zde zejména *Veronica serpyllifolia* a v menší míře *Achillea millefolium*. Skupině na subploškách D dominuje *Agrostis capilaris*, který mimo jiné dominuje celému porostu. *Agrostis capilaris* má nejvyšší zastoupení na subploškách se středním okusem (MOD) a vzdáleností od exkrementu 30-40 cm. Podobnou tendenci výskytu, tedy kratší porost a větší vzdálenost od exkrementu, vykazují mechy a stařina. Nejpočetnější skupina druhů se vyskytuje na subploškách C vzdálených od exkrementu 20-30 cm, které jsou spásány jen zřídka (SPO) a je zde vyšší porost. Tato skupina druhů vykazuje nezávislost na exkrementu. Dominují

zde *Poa trivialis*, *Taraxacum* spp., *Festuca rubra*, *Rumex acetosa*, *Alchemilla vulgaris*. Dle ordinačního diagramu je jejich výskyt neovlivněn exkrementem. *Poa pratensis*, *Ranunculus acris* jsou druhy, které se vyskytují nejbližší exkrementu tj. na subploškách B (10-20 cm), v nejvyšším porostu, který je nejméně okusován.

4.4 Vegetační struktura a složení porostu po dvanácti týdnech od aplikace exkrementu

Vliv dopadu exkrementu na vegetační strukturu a složení porostu byl testován RDA analýzou. Analýza byla provedena pro pozorování vlivu exkrementu na porost po dvanácti týdnech po jeho aplikaci. Tento vliv exkrementu na porost je na první ose statisticky signifikantní ($F=4,8$; $p=0,002$). Na všech ostatních osách je tento vliv také signifikantní ($F = 2,0$; $p = 0,002$). Celková vysvětlená variabilita dat je 18,8 %. První kanonická osa vysvětluje 14,58 % variability. Druhá kanonická osa vysvětluje 8,18 % variability dat. V ordinačním diagramu je vykresleno 17 druhů (Obr. 6).

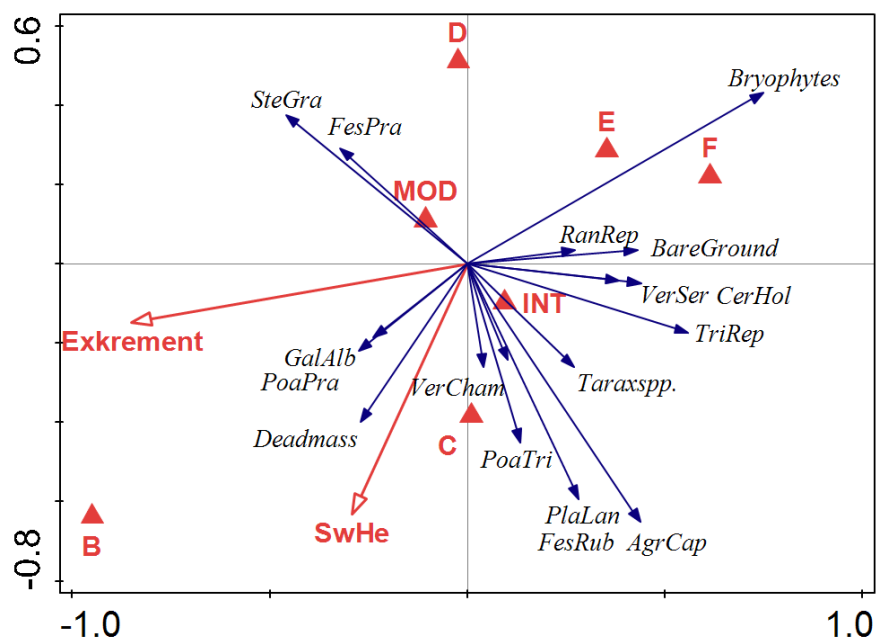
Druhy zastoupené v diagramu lze rozdělit do tří skupin. Nejpočetnější skupina se vyskytuje na plošce C, vzdálené od exkrementu 20-30 cm se střední intenzitou okusu. Druhy zastoupené na této subplošce vykazují nezávislost na exkrementu. Dominuje zde *Rumex acetosa*, dále se zde vyskytují *Lotus uliginosus*, *Plantago lanceolata*, *Stellaria graminea*, *Cerastium holosteoides* a *Holcus mollis*. Výrazné zastoupení zde má také stařina. Výraznou tendenci růst na místech neovlivněných exkrementem (subplošky F) projevují mechy. Do skupiny, která preferuje kratší porost a intenzivní okus lze dle diagramu zařadit *Trifolium repens*, *Festuca pratensis* a *Veronica serpyllifolia*. Druhy, které se vyskytují v blízkosti exkrementu, kde je porost vyšší jsou *Galium album*, *Poa trivialis* a *Poa pratensis*. Tyto druhy se vyskytují na subploškách B s mírným okusem (SPO).



Obr. 6 - ordinační diagram reakce porostu na exkrement po dvanácti týdnech od jeho aplikace. (Zkratky v diagramu: SwHe – výška porostu, Deadmass – stařina, Exkrement – aplikovaný exkrement na porost, BareGround – obnažený povrch půdy, NOT – neokusováno, SPO – mírně okusováno, MOD – středně okusováno, INT – intenzivně okusováno, B – vzdálenost od exkrementu 10-20 cm, C – vzdálenost od exkrementu 20-30 cm, D – vzdálenost od exkrementu 30-40 cm, E – vzdálenost od exkrementu 40-50 cm, F – vzdálenost od exkrementu 50-60 cm tzv. kontrola.)

4.5 Vegetační struktura a složení porostu po devatenácti týdnech od aplikace exkrementu

Vliv dopadu exkrementu na vegetační strukturu a složení porostu byl testován RDA analýzou. Analýza byla provedena pro pozorování vlivu exkrementu na porost po devatenácti týdnech po jeho aplikaci. Tento vliv exkrementu na porost je na první ose statisticky významný ($F=7,3$; $p=0,002$). Na ostatních osách je tento vliv také statisticky významný ($F = 4,1$; $p = 0,002$). Celková vysvětlená variabilita dat je 37,6 %. První kanonická osa vysvětluje 20,18 % variability. Druhá kanonická osa vysvětluje 15,16 % variability dat. Ordinační diagram vykresluje 17 druhů (Obr. 7). S blížícím se koncem pastevní sezóny slábne vliv exkrementu na výšku porostu. Subploškám s nejdelším porostem dominují *Agrostis capilaris*, *Festuca rubra* a *Poa trivialis*. *Cirsium palustris*, *Holcus mollis* a *Poa pratensis* se vyskytují na subploškách v těsné blízkosti exkrementu (B). *Poa annua*, *Stellaria graminea* a *Festuca pratensis* preferují krátký porost se středním okusem (plošky D). Tendenci vyskytovat se na kontrolní plošce (F) a plošce E (40-50 cm od exkrementu) mají mechy, *Lotus uliginosus*, *Hypericum maculatum*. Plochy s intenzivním okusem vyhledává *Trifolium repens*.

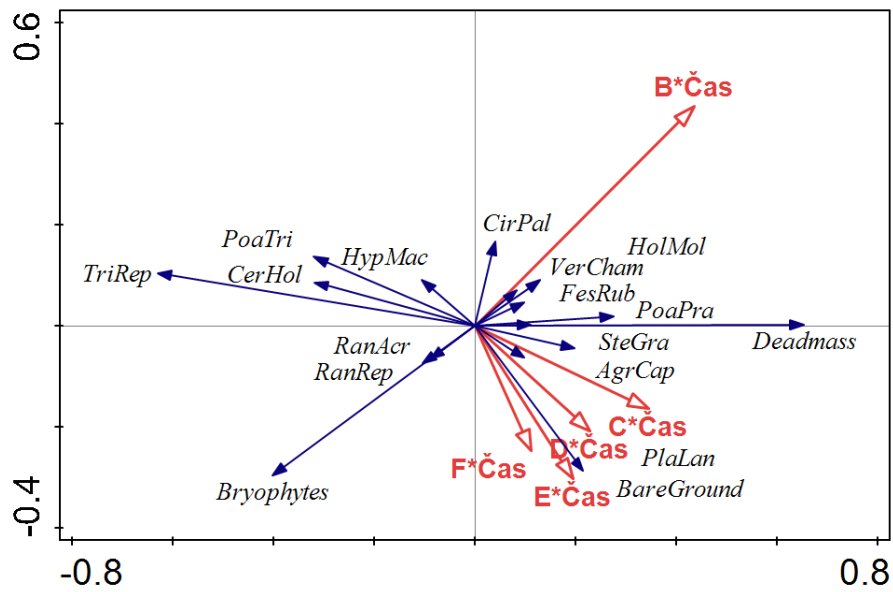


Obr. 7 - ordinační diagram reakce porostu na exkrement po devatenácti týdnech od jeho aplikace. (Zkratky v diagramu: SwHe – výška porostu, Deadmass – stašina, Exkrement – aplikovaný exkrement na porost, Bareground – obnažený povrch půdy, NOT – neokusováno, SPO – mírně okusováno, MOD – středně okusováno, INT – intenzivně okusováno, B – vzdálenost od exkrementu 10-20 cm, C – vzdálenost od exkrementu 20-30 cm, D – vzdálenost od exkrementu 30-40 cm, E – vzdálenost od exkrementu 40-50 cm, F – vzdálenost od exkrementu 50-60 cm tzv. kontrola.)

4.6 Změna porostu v čase

Vliv dopadu exkrementu na vegetační strukturu a složení porostu v čase byl testován RDA analýzou. Tento vliv exkrementu na porost v čase je na první ose statisticky signifikantní ($F=32,8$, $p=0,001$). Na ostatních osách je také signifikantní ($F = 9,0$; $p = 0,001$). Celková vysvětlená variabilita je 22,9 %. První kanonická osa vysvětluje 20,14 % variability. Druhá kanonická osa vysvětluje 3,55 % variability dat. Ordinační diagram vykresluje 17 druhů (Obr. 8). Nejvýraznější změna porostu v čase proběhla na subplošce B, která je vzdálená od exkrementu 10-20 cm. *Cirsium palustre*, *Veronica chamaedris*, *Holcus mollis* a *Festuca rubra* odpovídají na změnu v porostu po aplikaci exkrementu. Silný vývoj v čase také ukazuje stašina, která s postupem času v sezóně přibývá. Subplošky C (20-30 cm), D (30-40 cm), E (40-50 cm), F (50-60 cm) se v čase vyvíjely podobně a nezávisle na subplošce B. Docházelo na nich k přibývání holé půdy, zejména na plošce E. *Plantago lanceolata* a *Agrostis capillaris*, *Agrostis capillaris* na subploškách C a D postupem sezóny přibývají. Mechorosty, *Ranunculus acris* a *Ranunculus repens* postupem času ubývají. *Cerastium holosteoides*, *Poa trivialis* a *Hypericum maculatum* vykazují

nezávislost na aplikaci exkrementu. *Trifolium repens* vykazuje také silnou změnu v čase. Lze říci, že jeho vývoj je na exkrementu téměř nezávislý.



Obr. 8 - ordinační diagram časových změn porostu (Zkratky v diagramu: Deadmass – stařina, Exkrement – aplikovaný exkrement na porost, BareGround – obnažený povrch půdy, B – vzdálenost od exkrementu 10-20 cm, C – vzdálenost od exkrementu 20-30 cm, D – vzdálenost od exkrementu 30-40 cm, E – vzdálenost od exkrementu 40-50 cm, F – vzdálenost od exkrementu 50-60 cm tzv. kontrola.)

5. DISKUZE

Předmětem výzkumu této práce bylo zkoumání změn vegetační struktury pastevního porostu ve vztahu k depozici tuhých výkalů na intenzivně pasených plochách. Cílem bylo popsat vliv depozice výkalu skotu, jakožto jednoho z klíčových faktorů pro tvorbu ostrůvkovité vegetace na pastvinách.

Výsledky této analýzy neodhalily žádné rozdíly v druhové diverzitě v čase, takže vliv vývoje sezóny neměl na druhovou diverzitu vliv. Na studovaném území bylo zjištěno 33 rostlinných druhů. Stejný počet druhů zjistil Gillet et al. (2010) ve své studii, která probíhala na extenzivně spásané pastvině ve švýcarských Alpách. Gillet et al. (2010) také zjistil, že početnost druhů se zvyšovala s blízkostí k exkrementu zejména ze začátku sezóny. Tento efekt však s postupem sezóny mizí. Pravděpodobně se tak děje z důvodu nízké výšky a hustoty vegetace na začátku sezóny a nepřítomnosti okusu v bezprostřední blízkosti exkrementu. Tyto podmínky tak přispívají k vyšší druhové bohatosti okolo exkrementu. Jenomže některé druhy nejsou schopné s narůstající výškou vegetace a konkurenčním bojem o světlo přežít, proto navýšení počtu druhů trvá jen krátkou dobu. V této studii se zvýšení druhové diverzity neprokázalo. Spíše se projevil trend, kde některé druhy upřednostňovaly růst v blízkosti exkrementu a nerostly na subploškách vzdálenějších od exkrementu. Jiné druhy rostly v zóně, kde vliv exkrementu byl slabší a tudíž nerostly v blízkosti exkrementu. Collins et al. (1998) tvrdí, že druhová diverzita se zvyšuje, když se snižuje kompetice mezi druhy.

Gillet et al. (2010) také zjistil, že druhová vyrovnanost byla vyšší na subploškách blízkých exkrementu, což je v souladu se studií pro tuto práci. Tento výsledek indikuje, že vyšší příjem živin a nedostatek spásání neupřednostňuje nárůst dominantních druhů v časovém měřítku jedné sezóny. Gillet et al. (2010) ve své studii uvádí, že exkrement má krátkodobě stabilizační efekt na složení rostlinného společenstva v jeho blízkosti (0-10 cm). Na místě výkalu zaznamenal rychlý nárůst neboli *turnover* rostlin, který vysvětluje rekolonizaci mezery v porostu po exkrementu. Zatímco pomalý nárůst druhů pozoroval hned vedle exkrementu, se zvyšující se vzdáleností od něj míra nárůstu druhů byla vyšší. Tento efekt vysvětluje nepřítomností okusu v blízkosti exkrementu.

Kohler et al. (2004a) ve svém výzkumu v Jurském pohoří ve Švýcarsku zjistili jen dva nové druhy – *Urtica dioica* a *Galium album* v druhém roce po aplikaci hnojení. Zdá se, že počáteční složení vegetace a půdní podmínky jsou velmi důležité pro výsledné složení vegetace na pastvině, kde se aplikuje hnojení mrvou. Kohler et al. (2004a) zjistili negativní efekt hnojení na druhovou diverzitu v časovém

měřítka jedné sezóny. Tento efekt by mohl být vysvětlen zvýšením množství biomasy v důsledku přidání živin do půdy a změnou konkurenčních vztahů. S podobným jevem bychom se mohli setkat v této studii na subploškách blízkých exkrementu. Gillet et al. (2010) ve své studii zaznamenal, že se zvyšující se vzdáleností od exkrementu se zvyšuje míra spásání vegetace.

Ve studii Gillet et al. (2010) bylo *Trifolium repens* jediným druhem, který se vyskytovalo na všech výzkumných plochách v těsné blízkosti výkalu. Ve studii pro tuto diplomovou práci se *Trifolium repens* v porostu vyskytovalo hojně a mělo zastoupení na všech subploškách vzdálených od exkrementu. U *Trifolia repens* byla také zaznamenána velká změna v čase. *Trifolium repens* narostlo na začátku sezóny a z důvodu aplikace exkrementu a nepřítomnosti spásání v jeho okolí přetrvalo v hojné míře po celou dobu výzkumu. V porovnání s Gilletem et al. (2010) mělo v tomto výzkumu *Trifolium repens* větší pokrývnost v porostu vzdálenějším od exkrementu, kratším a intenzivně spásaném. Tuto tendenci *Trifolia repens* lze vysvětlit konkurenčním bojem o světlo a dobrou schopností odnožovat.

Kohler et al. (2004a) ve své studii zjistili, že sečení, sešlapávání a hnojení jsou důležitými faktory při tvorbě struktury vegetace. Efekty těchto faktorů se vyskytovaly v kombinaci se změnou struktury společenstva kvůli *life-history traits* druhů vyskytujících se na pastvině. Aktivita skotu se během sezóny prostorově mění v závislosti na mozaice porostu, který není jen výsledkem *patchiness* vzniklé při předešlé pastevní sezóně. *Patchiness* je ovlivněna i mrazem a sněhovou přikrývkou během zimního období. Mráz a sníh potlačují v horských oblastech s dlouho trvající sněhovou pokrývkou růst zelených částí rostlin a tím se snižuje míra ustanovení *patchiness* (Bakker et al. 1984). Kohler et al. (2004a) zjistil, že sečení a sešlapávání mají pravděpodobně důležitější dopad na krátkodobou dynamiku vegetace než hnojení.

Dai (2000) určil tři typy reakcí druhů na dopad exkrementu – pozitivní, negativní a neutrální. **Pozitivní** reakce znamená, že pokrývnost druhu se zvyšuje směrem k exkrementu. Tento trend vykazují v této studii *Poa pratensis* a *Ranunculus repens* již po pěti týdnech od aplikace exkrementu. Obecně lze říci, že porost po pěti týdnech od aplikace exkrementu se teprve začíná rozrůžňovat a začínají se v něm projevovat reakce druhů – pozitivní, negativní nebo neutrální. Po dvanácti týdnech od aplikace exkrementu byl zaznamenán rychlý nárůst *Galium album* a *Poa trivialis*. *Poa trivialis* vykazuje ze začátku sezóny pozitivní reakci na exkrement, avšak později je její reakce na exkrementu nezávislá. Po devatenácti týdnech od aplikace exkrementu byla zaznamenána vysoká pokrývnost *Stellaria graminea*. **Negativní** odpověď na aplikaci exkrementu tedy snižování pokrývnosti

směrem od exkrementu vykazují nejvíce mechy a *Veronica serpyllifolia* po dvanácti týdnech od aplikace exkrementu. *Veronica serpyllifolia* je druh, který si stabilně po celou vegetační sezónu zachoval negativní reakci na exkrement a vyskytoval se na ploškách nejvíce vzdálených od výkalu. Po devatenácti týdnech od aplikace exkrementu byl zaznamenán pokles pokryvnosti u *Ranunculus repens*, *Veronica serpyllifolia* a *Cerastium holosteoides*. **Neutrální** reakci ukazují *Cirsium palustre*, *Achillea millefolium*, *Veronica arvensis*, *Taraxacum spp.*, *Festuca pratensis*, *Festuca rubra* a *Hypericum maculatum* po pěti týdnech od aplikace exkrementu. Po dvanácti týdnech od exkrementu neutrální reakci ukazují *Festuca pratensis*, *Veronica chamaedris*, *Rumex acetosa*, *Stellaria graminea*, *Plantago lanceolata*, *Lotus uliginosus* a *Cerastium holosteoides*. Po devatenácti týdnech *Veronica chamaedris*, *Poa trivialis*, *Plantago lanceolata* a *Festuca rubra*.

Poa pratensis je druh, který reagoval na exkrement pozitivně a po celou dobu vegetační sezóny měl největší zastoupení v blízkosti exkrementu. Pozitivně reagovala i *Veronica chamaedris*, která se výrazněji projevila až po dvanácti týdnech od aplikace exkrementu. Gillet et al. (2010) zjistil, že v bezprostřední blízkosti exkrementu dominují vysoké byliny a traviny např. *Rumex acetosa*, *Crepis mollis* (škarda měkká), *Trisetum flavescens*, které jsou silnými kompetitory. V této studii lze za silnější kompetitory považovat zejména *Galium album*, *Poa pratensis* a *Veronica chamaedris*, kteří měli vyšší pokryvnost v blízkosti exkrementu.

Dai (2000) uvádí, že dekompozice exkrementu může mít vliv na uskupení *patches* některých druhů kvůli změnám abundance v semenné půdní bance pod exkrementem. Jestliže *patch* některých druhů byl způsoben výkalem, tento druh rostlin bude mít pravděpodobně semena, která mají schopnost přežívat v půdě. Druhy, které nemají semena uzpůsobená k dlouhodobému přečkávání v půdě, po dopadu exkrementu zmizí. Další způsob, jak může dojít k ovlivnění uskupení druhů v *patches*, je průchod trávicím traktem skotu. Malo & Suarez (1995) zjistili, že endozoochorní druhy byly hlavním zdrojem obnovy mezer v porostu, které vznikly dopadem exkrementu.

Jelikož nebyla prokazatelně zjištěna vyšší druhová diverzita na ploškách v blízkosti exkrementu, nebyly objeveny žádné nové druhy a mnoho typických druhů pro tuto studovanou plochu vykazovalo nezávislost na depozici exkrementu, lze toto zjištění vysvětlovat fenologickými procesy vegetace. K podobnému závěru došel i Gillet et al. (2010), který objevil na studované pastvině jen velmi málo nových druhů. I Kohler et al. (2004b) tvrdí, že sezónní *turnover* ve větší vzdálenosti od exkrementu je částečně zapříčiněn fenologickými procesy.

6. ZÁVĚR

Experiment sledoval změny vegetačního složení porostu po depozici tuhého výkalu v průběhu vegetační sezóny a hodnotí složení porostu v různé vzdálenosti od deponovaného tuhého výkalu skotu. Pro vyhodnocení vlivu exkrementu na porost byla použita metoda fytoecologického snímkování, která zaznamenávala pokryvnost rostlinných druhů v subploškách 10 x 10 cm. Díky těmto malým snímkům lze tuto metodu považovat za velmi přesnou.

Zvýšení diverzity díky depozici exkrementu vyšlo na hranici prokazatelnosti. Lze konstatovat, že v porostu může docházet ke krátkodobému zvýšení druhové diverzity, avšak kvůli silné konkurenci a rychlému růstu vegetace tento trend nebyl zaznamenán. Pro detailnější změny druhové diverzity by bylo nutné častější snímkování vegetace. Lze tedy říci, že druhová diverzita byla během vegetační sezóny stabilní.

Z výzkumu struktury vegetačního složení porostu vyplývá, že díky depozici tuhých exkrementů dochází ke zvyšování heterogenity ve struktuře porostu na pastvině, přestože je porost intenzivně obhospodařován. Porost v blízkosti exkrementu (10-20 cm) je zřídka okusován skotem a tudíž je vyšší než porost vzdálenější od exkrementu (40-60 cm). Bylo zaznamenáno mírné kontinuální slábnutí vlivu depozice exkrementu se zvyšující se vzdáleností. Čím dále od deponovaného exkrementu, tím intenzivněji je porost spásán, a tudíž je kratší. Lze říci, že největší změny ve struktuře porostu probíhají v jeho těsné blízkosti (10-20 cm).

Významnou změnu v čase projevilo *Trifolium repens*, které se ukazuje jako téměř nezávislé na depozici exkrementu. *Trifolium repens* je hojně zastoupené v celém porostu, narůstá na jaře a přetrvává v něm po celou vegetační sezónu. Druh, který prokázal pozitivní reakci na exkrement po celou vegetační sezónu je *Poa pratensis*. Negativní reakci na exkrement po celou sezónu vykazuje kromě mechů *Veronica serpyllifolia*, která se vyskytuje na místech nejvzdálenějších od výkalu.

Velmi důležité je měřítko pozorování prostorové struktury vegetace. V malém měřítku vegetační složení a struktura porostu může být stabilní a ve velkém měřítku může být proměnlivá. I pro hodnocení dynamiky a časových změn porostu je důležité, zda sledování probíhá během jedné sezóny nebo několika let. Proto bych pro další výzkum vlivu výkalů na složení a strukturu porostu doporučila provést snímkování nejméně dvou po sobě následujících vegetačních sezón, aby

mohl být pozorován vliv struktury a složení porostu z předchozí sezóny na sezónu následující.

7. PŘEHLED LITERATURY A POUŽITÝCH ZDROJŮ

- AARONS S. R., O'CONNOR C. R. & GOURLEY C. J. P., 2004:** Dung decomposition in temperate dairy pastures: I. Changes in soil chemical properties. *Australian Journal of Soil Research* 42: 107-114.
- ADLER P. B., RAFF D. A. & LAUENROTH W. K., 2001:** The effect of grazing on the spatial heterogeneity of vegetation. *Oecologia* 128: 465-479.
- ANDALUZ M. G., FLORIÁN M. L. & PAVLŮ V., 2004:** Nedopasky a selektivní pastva. *Úroda* 4: 18-19.
- ATKINSON P. M., 1997:** Scale and spatial dependence. In Van Gardingen P.R., Foody G. M. & Curran P. J. (eds). *Scaling-up: From Cell to Landscape*. Cambridge University Press, Cambridge: 35-60.
- AUF D. & MRKVIČKA J., 2001:** Systémy pastvy a druhové složení porostu. *Agromgazín* 5: 55-56.
- BAKKER E. S & OLFF H., 2003:** Impact of different-sized herbivores on recruitment opportunities for subordinate herbs in grassland. *Journal of Vegetation Science* 14: 465-474.
- BAKKER J. P & LONDO G., 1998:** Large Grazing for conservation management in historical perspective. In: WALLISDEVRIES M. F., BAKKER J. P. & VAN WIEREN S. E. (eds): *Grazing and Conservation Management*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands: 23-54.
- BAKKER J. P., DE LEEUW J. & VAN WIEREN S. E., 1984:** Micro-patterns in grassland vegetation created and sustained by sheep-grazing. *Vegetatio* 55: 153-161.
- BERANOVÁ M. & KUBAČÁK A., 2010:** Dějiny zemědělství v Čechách a na Moravě. Libri, Praha.
- BUČEK A., 2000:** Krajina České republiky a pastva. *Veronica* 14: 1-7.
- BULLOCK J. M. & MARRIOTT C. A., 2000:** Plant responses to grazing and opportunities for manipulation. In: ROOK A. J. & PENNING P. D. (eds): *Grazing management, the principles and practice of grazing for profit and environmental gain, within temperate grassland systems*. British Grassland Society. Reading: 27-32.
- BULLOCK J. M., CLEAR HILL B., SILVERTOWN J. & SUTTON M., 1995:** Gap colonization as a source of grassland community change: effects of gap size and grazing on the rate and mode of colonization by different species. *Oikos* 72: 273-282.

- BULLOCK J. M., HILL B. C., SILVERTOWN J. & SUTTON M., 1995:** Gap colonization as a source of grassland community change – Effects of gap size and grazing on the rate and mode of colonization by different species. *Oikos* 72: 273-282.
- BUTTLER A., KOHLER F. & GILLET F., 2008:** The Swiss mountain wooded pastures: patterns and processes. In: Rigueiro-Rodríguez A., McAdam J. H., Mosquera-Losada M. R. (eds), *Agroforestry in Europe – Current Status and Future Prospects*. Springer. *Advances in Agroforestry* 6: 377-396.
- CARRERE P., LOUAULT F. & SOUSSANA J. F., 1997:** Tissue turnover within grass-clover mixed swards grazed by sheep. Methodology for calculating growth, senescence and intake fluxes, *Journal of Applied Ecology* 34: 333-348.
- COLLINS S. L., KNAPP A. K., BRIGG J. M., BLAIR J. M. & STEINAUER E. M., 1998:** Modulation of diversity by grazing and mowing in native tallgrass prairie. *Science* 280: 745-747.
- ČESKÝ ÚŘAD ZEMĚMĚŘIČSKÝ A KATASTRÁLNÍ, 2013:** Souhrnné přehledy o půdním fondu z údajů katastru nemovitostí České republiky. 1. vydání. Zeměměřičský úřad, Praha: 83 pp.
- DAI X., 2000:** Impact of cattle dung deposition on the distribution pattern of plant species in an alvar limestone grassland. *Journal of Vegetation Science* 11: 715-724.
- DEENEN P. & MIDDELKOOP N., 1992:** Effect of cattle dung and urine on nitrogen uptake and yield of perennial ryegrass. *Netherlands Journal of Agricultural Science* 40: 469-482.
- DICKINSON C. H. & CRAIG G., 1990:** Effect of water on the decomposition and release of nutrients from cow pats. *New Phytologist* 115:139-147.
- EDWARDS P. J. & HOLLIS S., 1982:** The distribution of excreta on new forest grassland used by cattle, ponies and deer. *Journal of Agriculture Science* 19:953-964.
- FRAME J., 1992:** *Improved Grassland Management*. Farming press books, Ipswich, United Kingdom: 351 pp.
- GAISLER J., PAVLŮ V., MLÁDEK J., HEJCMAN M. & PAVLŮ L., 2011:** Obhospodařování travních porostů ve vztahu k agro-environmentálním opatřením. Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i. Praha – Ruzyně: 24 pp.
- GILLET F., 2008:** Modelling vegetation dynamics in heterogeneous pasture-woodland landscapes. *Ecological Modelling* 217: 1-18.

- GILLET F., KOHLER F., VANDENBERGHE CH. & BUTTLER A., 2010:** Effect of dung deposition on small-scale patch structure and seasonal vegetation dynamics in mountain pastures. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 135: 34-41.
- HÁJKOVÁ P., ROLEČEK J., HÁJEK M., HORSÁK M., FAJMON K., POLÁK M. & JAMRICOVÁ E., 2011:** Prehistoric origin of the extremely species-rich semi-dry grasslands in the Bílé Karpaty Mts (Czech Republic and Slovakia). *Preslia* 83: 185–204.
- HEJCMAN M., PAVLŮ V. & KRAHULEC F., 2002:** Pastva hospodářských zvířat a její využití v ochranářské praxi. *Zprávy České Botanické Společnosti* 37: 203-216.
- HEJCMAN M., STRNAD L., HEJCMANOVÁ P. & PAVLŮ V., 2012:** Response of plant species composition, biomass production and biomass chemical properties to high N, P and K application rates in *Dactylis glomerata* - and *Festuca arundinacea* - dominated grassland. *Grass and Forage Science* 67: 488-506.
- HEJCMAN M., ŠARAPATKA B. & PAVLŮ V., 2005:** Travní porosty v ekologickém způsobu hospodaření. *Úroda* 5: 48-49.
- HODGSON J., 1979:** Nomenclature and definitiv in grazing studies. *Grass Forage Science* 34: 11-18.
- HUTCHING M. R., KYRIAZAKIS I., GORDON I. J. & JACKSON F., 1999:** Tradeoffs between nutrient intake and fecal avoidance in herbivore foraging decisions: the effect of animal parasite status level on deeding motivation and sward nitrogen content. *Journal of Animal Ecology* 68: 310-323.
- CHYTRÝ M., 2012:** Vegetation of the Czech Republic: diversity, ecology, history and dynamics. *Preslia* 84: 427–504.
- JEWELL P. L., KÄUFERLE D., GÜSEWELL S., BERRY N. R., KREUZER M. & EDWARDS P. J., 2005:** Redistribution of phosphorus by cattle on a traditional mountain pasture in the Alps. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 122: 377-386.
- JONGEPIEROVÁ I. (ed.), 2008:** Louky Bílých Karpat. ZO ČSOP Bílé Karpaty, Veselí nad Moravou.
- JØRGENSEN F. V. & JENSEN E. S., 1997:** Short-term effects of a dung pat on N₂ fixation and total N uptake in a perennial ryegrass/white Dover mixture. *Plant Soil* 196: 133-141.
- KLIMEŠ F., 1997:** Lukařství a Pastvinářství: Ekologie travních porostů. Jihočeská univerzita, České Budějovice: 140 pp.

- KOHLER F., GILLET F., GOBAT J. M. & BUTTLER A., 2004a:** Seasonal vegetation changes in mountain pastures due to simulated effects of cattle grazing. *Journal of Vegetation Science* 15: 143-150.
- KOHLER F., GILLET F., PROGIN M-A., GOBAT J-M., BUTTLER A., 2004b:** Seasonal dynamics of plant species at fine scale in wooded pastures. *Community Ecology* 5: 7-17.
- KOLLÁROVÁ M., PLÍVA P., JELÍNEK A., ZEMÁNEK P., BURG P., ALTMAN V., MIMRA M. & HÁJKOVÁ V., 2007:** Zásady pro obhospodařování trvalých travních porostů. Výzkumný ústav zemědělské techniky Praha: 54 pp.
- KOPECKÝ M. & VOJTA J., 2009:** Land use legacies in post-agricultural forests in the Doupovské Mountains, Czech Republic. *Applied Vegetation Science* 12: 251–260.
- KOZÁK J., 2009:** Atlas půd České republiky. ČZU, Praha: 150 pp.
- KRAHULEC F., BLAŽKOVÁ D., BALÁTOVÁ-TULÁČKOVÁ E., ŠTURSA J., PECHÁČKOVÁ S. & FABŠIČOVÁ M., 1997:** Louky Krkonoš: rostlinná společenstva a jejich dynamika. *Opera Corcontica* 33 (1996): 1–250.
- LOŽEK V., 2011:** Po stopách pravěkých dějů. O silách, které vytvářely naši krajinu. Dokořán, Praha.
- LUDVÍKOVÁ V., PAVLŮ V. & HEJCMAN M., 2009:** Tvorba struktury pastevního proostu. *Úroda* 8: 48-49.
- MACDIARMID B. N. & WATKIN B. R., 1972:** The cattle dung patch: 2. Effect of a dung patch on the chemical status of the soil, and ammonia nitrogen losses from the patch. 3. Distribution and rate of decay of dung patches and their influence on grazing behaviour. *Journal of the British Grassland Association* 27: 43-54.
- MALO J. E. & SUAREZ F., 1995:** Establishment of pasture species on cattle dung: the role of endozoochorous seeds. *Journal of Vegetation Science* 6: 169-174.
- MARRIOTT C. A. & CARRÈRE P., 1998:** Structure and dynamics of grazed vegetation. *Annales de zootechnie* 47:359-369.
- MARSH R. & CAMPLING R. C., 1970:** Fouling of pastures by dung. *Herbage Abstracts* 40: 123-130.
- MCNAUGHTON S. J., 1984:** Grazing lawns: animals in herds, plant form, and coevolution. *The American Naturalist* 124: 863–886.
- MILCHUNAS D. G., SALA O. E. & LAUENROTH W. K., 1988:** A generalized model of the effects of grazing by large herbivores on grassland community structure. *The American Naturalist* 132: 87-106.

- MLÁDEK J., PAVLŮ V., HEJCMAN M. & GAISLER J. (eds), 2006:** Pastva jako prostředek údržby trvalých travních porostů v chráněných územích. VÚVR Praha: 104 pp.
- MRKVIČKA J., VESELÁ M. & DVORSKÁ I., 2002:** Pastvinářství v ekologickém zemědělství. Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha: 17 pp.
- NASH M. S., WHITFORD W. G., SOYZA A. G., VAN ZEE J. W. & HAVSTAD K. M., 1999:** Livestock activity and Chihuahuan Desert annual-plant communities: boundary analysis of disturbance gradients. *Ecological Applications* 9: 814–823.
- PAVLŮ V., GAISLER J. & HEJCMAN M., 2003:** Intenzivní a extenzivní pastva jalovic. *Úroda* 6: 37-39.
- PAVLŮ V., GAISLER J. & HEJCMAN M., 2004:** Pastevní systémy a technologie: Volíme různé způsoby pastvy. *Zemědělec* 19: 9-10.
- PAVLŮ V., HEJCMAN M., PAVLŮ L. & GAISLER J., 2007:** Restoration of grazing management and its effect on vegetation in an upland grassland. *Applied Vegetation Science* 10: 375-382.
- PICKETT S. T. A. & WHITE P. S., 1985:** The ecology of natural disturbance and patch dynamics, Academic Press, New York.
- PLACHTER H. & HAMPICKE U. (eds), 2010:** Large-scale Livestock Grazing: A Management Tool for Nature Conservation. Springer, Berlin.
- QUITT E., 1971:** Klimatické oblasti Československa. Academia, Praha.:73 pp.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM. 2012 R:** A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria.
- ROZBROJOVÁ Z., HÁJEK M. & HÁJEK O., 2010:** Vegetation diversity of mesic meadows and pastures in the West Carpathians. *Preslia* 82: 307–332.
- SLAVÍKOVÁ J., 1986:** Ekologie rostlin. SPN, Praha: 366 pp.
- ŠOCH M., 2009:** Využití trvalých travních porostů jako krajinného prvku - Modelové řešení revitalizace průmyslových regionů a území po těžbě uhlí na příkladu Podkrušnohoří. *UJEP FŽP, Ústí nad Labem*: 24 pp.
- TER BRAAK C.J.F. et ŠMILAUER P., 2012:** Canoco reference manual and user's guide: software for ordination, version 5.0. Microcomputer Power, Ithaca, USA: 496 pp.
- TOWNSEND C. R., BEGON M. & HARPER J. L., 2010:** Základy ekologie. Univerzita Palackého v Olomouci: 505 pp.

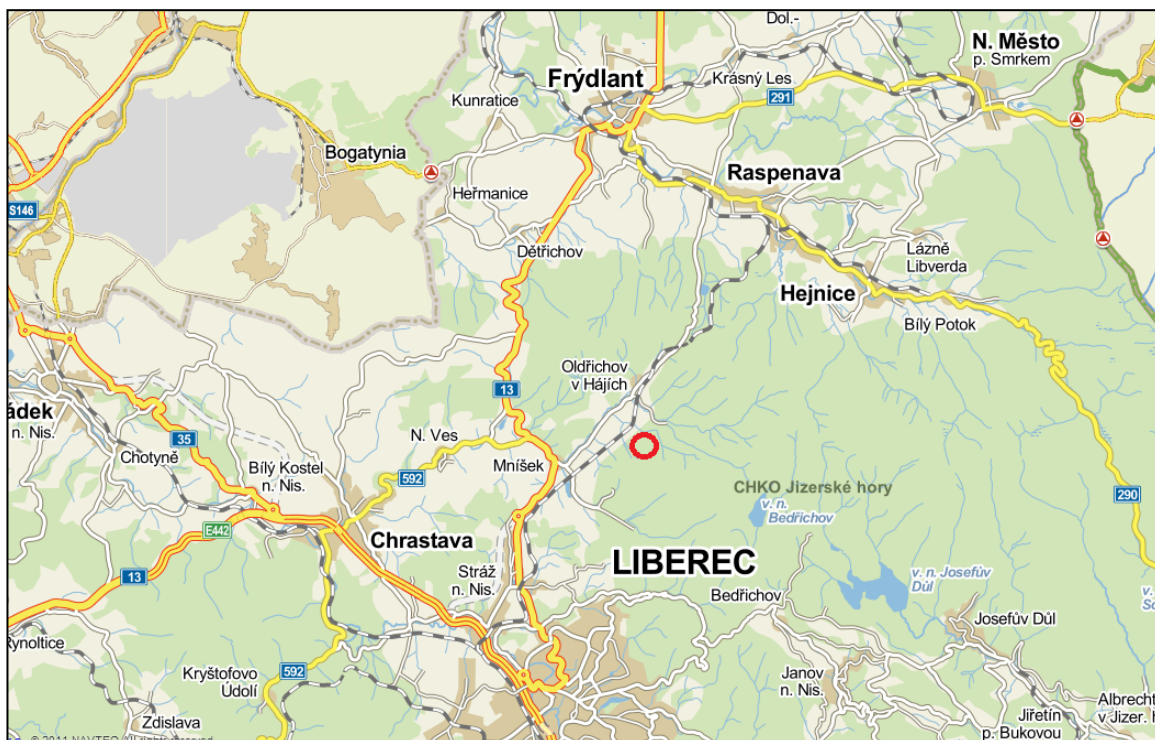
- URBAN J. & ŠARAPATKA B. (eds), 2003:** Ekologické zemědělství: učebnice pro školy i praxi, I. díl. MŽP Praha: 280 pp.
- VALISDEVRIES M. F., 1998:** Large herbivores as key factors for nature conservation. In: WALLISDEVRIES M. F., BAKKER J. P. & VAN WIEREN S. E. (eds): Grazing and Conservation Management. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands: 11-20.
- VALLISDEVRIES M. F., BAKKER J. P. & VAN WIEREN S. E. (eds), 1998:** Grazing and Conservation Management. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands.
- VERA F. W. M., 2000:** Grazing ecology and forest history. CABI Publishing, Wallingford, United Kingdom.
- VOJTA J. & DRHOVSKÁ L., 2012:** Are abandoned wooded pastures suitable refugia for forest species? *Journal of Vegetation Science* 23: 880-891.
- WELCH D., 1985:** Studies in the grazing of heather Borland in north-east Scotland. *Journal of Applied Ecology* 22: 461-472.
- WHITEHEAD D. C., 2000:** Nutrient Elements in Grassland: Soil-Plant-Animal Relationships. CABI Publishing, United Kingdom: 363 pp.
- WILLIAMS P. H. & HAYNES R. J., 1995:** Effect of sheep, deer and cattle dung on herbage production and soil nutrient content. *Grass Forage Science* 50: 236-271.

Seznam obrázků

Obr. 1 - Lokalizace studovaného území	27
Obr. 2 - Areál experimentálních pastvin	28
Obr. 3 – Schéma transektů při fytoocenologickém snímkován.	30
Obr. 4 – Rozdíly druhové vyrovnanosti mezi subploškami.....	33
Obr. 5 - Ordinační diagram porostu po pěti týdnech.....	35
Obr. 6 - Ordinační diagram porostu po dvanácti týdnech	37
Obr. 7 - Ordinační diagram porostu po devatenácti týdnech.....	38
Obr. 8 - Ordinační diagram časových změn v porostu.....	39

8. PŘÍLOHY

Příloha č. 1



Lokalizace experimentálních pastvin Výzkumného ústavu rostlinné výroby, v. v. i. v Praze

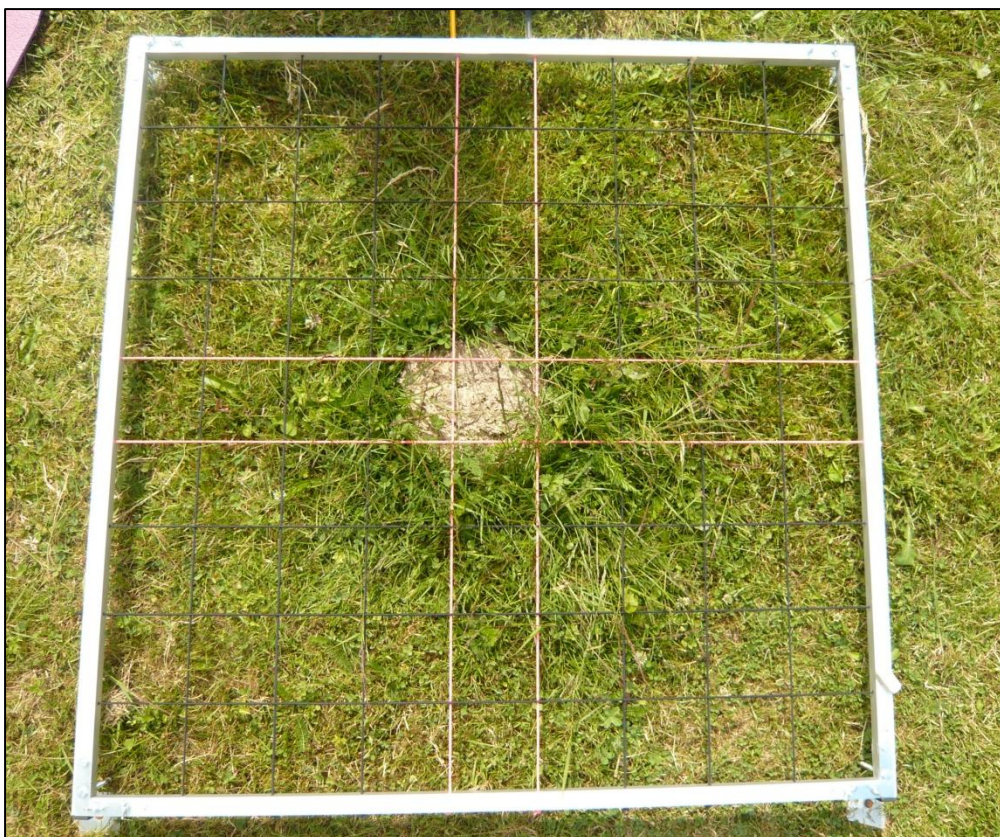
(<http://www.mapy.cz/s/hogk>).

Příloha č. 2



Snímkování vegetace – *Base line data*

Příloha č. 3



Snímkování vegetace po pěti týdnech od aplikace exkrementu (w5)

Příloha č. 4



Snímkování vegetace po dvanácti týdnech od aplikace exkrementu (w12)

Příloha č. 5



Snímkování vegetace po devatenácti týdnech od aplikace exkrementu (w19)