

**ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA**

**V PRAZE**

**FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ**

**KATEDRA EKOLOGIE**



**Diverzita travino-bylinné vegetace  
v závislosti na intenzitě pastvy a  
chemickém složení půdy**

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**Vypracovala: Marie SMÉKALOVÁ**

**Vedoucí práce: doc. Dr. Ing. Vilém PAVLŮ**

Praha 2013

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra ekologie  
Fakulta životního prostředí

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Smékalová Marie

Aplikovaná ekologie

Název práce

**Diverzita travino-bylinné vegetace v závislosti na intenzitě pastvy a chemickém složení půdy**

Anglický název

**Diversity of grassland vegetation in relation to grazing intensity and on soil chemical properties**

---

### Cíle práce

Práce navazuje na dlouhodobý projekt a je zaměřena na zkoumání změn vegetační struktury pastevního porostu ve vztahu k různé defoliatní intenzitě. Jednotlivé cíle bakalářské práce jsou:

- zjistit jak ovlivňuje různá míra defoliace množství nadzemní biomasy a počet rostlinných druhů
- porovnat druhové složení mozaikovitého porostu obhospodařovaného různou intenzitou pastvy jalovic a půdní charakteristiky ze tří kategorií plošek (nízké, střední, vysoké) diferencovaných dle intenzity vypásání

### Metodika

Pokus je založen na dlouhodobém pastevním experimentu v Jizerských horách. Výzkum probíhá ve dvou variantách obhospodařování: intenzivní a extenzivní kontinuální pastvě. Ke studiu diverzity travino-bylinné vegetace bude použita metoda odběru nadzemní biomasy a následného rozboru na jednotlivé rostlinné druhy. Vzorky budou dále sušeny a bude zjišťováno druhové složení přítomných rostlinných druhů a jejich hmotnost ve vzorku. Vzorky nadzemní biomasy byly náhodně odebrány se ze třech výškových kategorií. Pod místy odběru nadzemní biomasy byly dále odebrány půdní vzorky, u nichž byl zjišťován obsah přijatelných živin P, K, Ca, Mg a půdní reakce. K analýze dat bude celkem použito 48 odebraných vzorků nadzemní biomasy (3 výškové kategorie x 4 vzorky z každé kategorie x 2 opakování x 2 intenzity pastvy) a 48 příslušných půdních vzorků.

### Harmonogram zpracování

Termíny odevzdání jednotlivých výstupů:

- literární rešerše – 30.11.2012
- výsledky rozborů biomasy – 31.1.2013
- zpracování dat, diskuze, závěr – 28.2.2013
- kompletní verze BP pro poslední revizi – 31.3.2013

## Rozsah textové části

cca. 30 stran

## Klíčová slova

trvalý travní porost, struktura porostu, jalovice, nedopasky

## 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.

Cid M.S. & Brizuela M.A. 1998: Heterogeneity in tall fescue pastures created and sustained by cattle grazing. *Journal of Range Management* 51: 644-649.

Correll O., Isselstein J. & Pavlů V. 2003: Studying spatial and temporal dynamics of sward structure at low stocking densities, the use of an extended rising-plate-meter method. *Grass and Forage Science* 58: 450-454.

Grime J.P., Hodgson J.G. & Hunt R. 1988: *Comparative plant ecology: a functional approach to common British species*, Unwin Hyman Ltd, London, UK.

Güsewell S., Jewell P.L. & Edwards P.J. 2005: Effects of heterogeneous habitat use by cattle on nutrient availability and litter decomposition in soils of an Alpine pasture. *Plant and Soil* 268: 135-149.

Şahin Demirbag N., Röver K.-U., Wrage N., Hofmann M. & Isselstein J. 2008: Herbage growth rates on heterogeneous swards as influenced by sward-height classes. *Grass and Forage Science* 64: 12-18.

## Vedoucí práce

Pavlů Vilém, doc. Dr. Ing.

## Konzultant práce

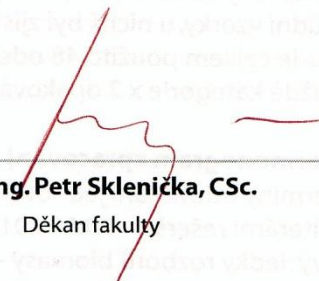
Ing. Vendula Ludvíková

  
prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Vedoucí katedry



V Praze dne 4.9.2012

  
prof. Ing. Petr Sklenička, CSc.

Děkan fakulty

## Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracovala samostatně pod vedením doc. Dr. Ing. Viléma Pavlů a uvedla veškeré literární prameny, ze kterých jsem čerpala.

V Praze dne 10.4.2013

*Marie Smékalová*

Marie Smékalová

## Poděkování

Tímto bych chtěla poděkovat doc. Dr. Ing. Vilému Pavlů, že mi bylo umožněno pod jeho vedením psát tuto bakalářskou práci. Dále bych chtěla také poděkovat Ing. Vendule Ludvíkové, Ph.D., za cenné rady a pomoc při psaní této práce. V neposlední řadě děkuji všem ostatním, kteří mi byli nápomocni během zpracování mé bakalářské práce.

## **Abstrakt**

V této práci byla zjišťována diverzita travino-bylinné vegetace v závislosti na intenzitě pastvy a na chemickém složení půdy. Pokus je součástí dlouholetého projektu, založeného v roce 1998, který provádí Výzkumná stanice travních ekosystémů na experimentálních plochách v Jizerských horách. Výzkum probíhá ve dvou variantách obhospodařování - intenzivní (IG) a extenzivní (EG) kontinuální pastvě. K experimentu byla použita data ze srpna roku 2007, která byla získána metodou odběru nadzemní rostlinné biomasy a půdních vzorků. Vzorky nadzemní rostlinné biomasy byly náhodně odebrány ze tří výškových kategorií (int - opakovaně spásané plošky, mod - středně spásané plošky, ext - nespásané plošky). Následně byly vzorky rozebrány na jednotlivé rostlinné druhy, poté sušeny a dále u nich bylo zjišťováno hmotnostní zastoupení přítomných druhů. Pod místy odběru nadzemní biomasy byly odebrány půdní vzorky, u nichž byl zjišťován obsah přijatelných živin (P, K, Ca, Mg) a půdní reakce (pH/KCl, pH/H<sub>2</sub>O). Ke statistické analýze bylo celkem použito 48 vzorků nadzemní a 48 vzorků půdní biomasy.

Na základě výsledků lze konstatovat, že intenzita obhospodařování pastvy a výška porostu nemají vliv na počet rostlinných druhů, které se na studované lokalitě vyskytují. Stejně tak nebyl prokázán vliv intenzity pastvy na množství nadzemní biomasy na pastvině a to bylo ovlivněno pouze výškou porostu. Statistická analýze také prokázala vliv chemického složení půdy na druhovou rozmanitost porostu.

**Klíčová slova:** trvalý travní porost, diverzita porostu, struktura porostu, jalovice.

## **Abstract**

The aim of this study was to identify the diversity of grassland vegetation in relation to grazing intensity and on soil chemical properties. The study is a part of a long-term grazing experiment concerning intensive (IG) and extensive (EG) treatments established in 1998 in the Jizerske hory Mts. (Czech Republic). This study was established by Crop research Institute. For this experiment were used data of grazing season August 2007. The samples were selected from different categories according to the sward height patches in IG and EG treatments: intensively grazing (int), moderately grazing (mod), and extensively grazing (ext). The samples of grass biomass were sorted according to the plants species and later dried and weighted. The soil samples were tested concentration of available nutrients (P, K, Ca, Mg) and soil reaction. The statistical analysis were used of 48 samples of grass biomass and 48 the soil samples.

In summary, the number of species vegetation was not influenced by the grazing intensity (EG, IG) or by degree of grazing cattle defoliation (int, mod, ext). Also the grazing intensity had no effect on the chemical characteristic of the soil. The amount of aboveground biomass was influenced only by degree of grazing cattle defoliation. The diversity of vegetation were influenced of the chemical characteristic of the soil.

**Key words:** permanent grass vegetation, diversity of vegetation, structure of vegetation, heifers.

## Obsah

1. Úvod.....	10
1.1 Trvalé travní porosty .....	10
1.2 Diverzita trvalých travních porostů .....	11
2. Cíl práce .....	12
3. Literární rešerše .....	13
3.1 Pastva skotu a způsoby obhospodařování pastvin.....	13
3.1.1 Obhospodařování pastvin .....	13
3.1.2 Intenzita pastvy .....	14
3.2 Struktura a druhové složení travinobylinných porostů.....	15
3.2.1 Struktura porostu.....	16
3.2.2 Tvorba struktury porostu .....	16
3.2.3 Druhová skladba vegetace .....	18
3.2.4 Vliv pastvy na porost .....	19
3.2.5 Změna druhového složení porostu při různé intenzitě pastvy .....	21
3.3 Výživa a hnojení travních porostů.....	22
3.3.1 Půdní poměry a vodní zdroj.....	22
3.3.2 Minerální živiny .....	23
3.3.3 Minerální hnojiva .....	25
3.3.4 Statková hnojiva.....	28
4. Metodika.....	29
4.1 Popis zájmového území .....	29
4.2 Klimatické a pedologické poměry.....	29
4.3 Historie a plán pokusu .....	29
4.4 Sběr dat .....	31
4.5 Analýza dat .....	31
4.6 Testované hypotézy .....	32
5. Výsledky.....	33
6. Diskuze.....	39
7. Závěr .....	44
8. Seznam použité literatury.....	45



9. Přílohy .....	51
9.1 Mapová příloha .....	51
9.2 Obrázková příloha .....	52
9.3 Tabulková příloha.....	54

# 1. Úvod

## 1.1 Trvalé travní porosty

Trvalými travními porosty nazýváme louky a pastviny. Jsou to pestrá, různorodá společenstva, která tvoří důležitou součást biosféry a ve středoevropských podmínkách představují významný krajinnotvorný prvek (Mrkvička et al. 2005b). Podílejí se na estetickém vzhledu kulturní krajiny s cennými a pro dané oblasti typickými travinnými společenstvy. Význam těchto společenstev se v současné době zvyšuje v souvislosti se zachováním a udržením krajiny v polopřirozeném a kulturním stavu (Veselá et Mrkvička, 2004). Mají nezastupitelnou úlohu nejen jako zdroj obživy pro hospodářská zvířata, ale také mají význam z hlediska ochrany půd, vodních zdrojů a zajištění vysoké biodiverzity v krajině. Trvalé travní porosty svým pokryvem a kořenovou soustavou účinně omezují erozi půdy a příznivě ovlivňují strukturu a přirozenou úrodnost půdy. Také mají schopnost zadržet velké množství srážkové vody, která by jinak rychle odtékla do vodních toků (Gaisler et al. 2011).

Travní porosty jsou rozšířeny převážně v podhorských a horských oblastech, kde tvoří základ ekologické stability krajiny a značnou měrou ovlivňují naše životní prostředí (Veselá et Mrkvička, 2004). V České republice zaujímají asi 22 % zemědělské půdy (Mrkvička et al. 2005), ale jen velmi malý podíl těchto TTP můžeme označit jako porosty přirozené, bez přímé vazby na pastvu dobytka nebo na pravidelné sečení. V našich klimatických podmínkách jde zejména o subalpínské trávníky v Krkonoších a Jeseníkách a stepní trávníky, vyskytující se v nejsušších oblastech České republiky, například na Pálavě (Hejcman et al. 2005). Ostatní trvalé travní porosty u nás podle Hejcmana et al. (2005) můžeme rozdělit do dvou skupin. Jedná se o polopřirozené trvalé travní porosty, které vznikly dlouhodobým obhospodařováním bez použití minerálních hnojiv a intenzivní TTP, které nahrazují polopřirozené, většinou druhově bohaté louky a pastviny tam, kde došlo k intenzifikačním zásahům, jako jsou zvýšené hnojení, přísevy nebo odvodnění.

## 1.2 Diverzita trvalých travních porostů

Území našeho státu z geobotanického hlediska spadá do lesního pásma, a proto přírodní travní porosty zde nejsou primární rostlinou formací (s výjimkou holin a fragmentů stepních porostů). Většinu travních porostů v našich podmínkách vytvořil a dlouhodobě udržoval člověk a bez jeho působení by se postupně přeměnily v lesy (Mrkvička et Veselá, 2001, Šarapatka et al. 2005).

Louky a pastviny se utvářely postupně od neolitu. Pravidelné využívání těchto ploch tak umožnilo vznik nových ekotypů (popřípadě i nových druhů), které se přizpůsobily po staletí prováděnému hospodaření (Gaisler et al. 2011, Mrkvička et Veselá, 2001). Na skladbě travních porostů se podílely ty druhy rostlin, které měly dostatečně velký potenciál k šíření a navíc byly tolerantní k vlivům obhospodařování, což je konkurenčně zvýhodňovalo oproti jiným rostlinným druhům (Urban et al. 2003). Výsledkem se tak stala velice vyvážená a k daným podmínkám dobře přizpůsobená společenstva s místními formami druhů, které se tak výrazně podílejí na přírodní rozmanitosti (Šarapatka et al. 2005).

Druhové bohatství travních porostů pochází z velké části z místní flóry lesů, břehů toků, přirozených světlin apod. Pestré ekologické podmínky umožňují rozšíření velkého počtu druhů ze skupiny trav, jetelovin a ostatních bylin. Když do TTP zahrneme i extrémní stanoviště (např. porosty nad hranicí lesa, v okolí bažin, na zasolených půdách aj.), na tvorbě travních společenstev se účastní více než 3000 druhů a poddruhů rostlin. Na obhospodařovaných lučních a pastevních porostech je výskyt podstatně nižší a pohybuje se kolem 250 rostlinných druhů (Šarapatka et al. 2005, Mrkvička et Veselá, 2001).

Diverzita TTP v praxi velmi závisí na způsobu hospodaření. Např. Fiala et al. (2007) poukazuje na fakt, že aplikace vysokých dávek statkových hnojiv redukuje počet druhů travin a bylin, což vede ke snižování druhové heterogenity travních porostů a následně i ke snížení diverzity živočichů. Nejen nadměrné, ale v některých případech i nedostatečné obohacování TTP o živiny může redukovat počet druhů rostlin.

## 2. Cíl práce

Cílem této bakalářské práce bylo zhodnotit na základě získaných dat rostlinné a půdní biomasy, která byla odebrána pod rostlinným drnem, jakým způsobem ovlivňuje intenzita pastvy a chemické složení půdy diverzitu travino-bylinných porostů.

Jednotlivé cíle bakalářské práce jsou:

- Zjistit, jak ovlivňuje různé výškové kategorie porostu množství nadzemní biomasy a počet rostlinných druhů.
- Porovnat druhové složení mozaikovitého porostu obhospodařovaného různou intenzitou pastvy jalovic a půdní charakteristiky ze tří výškových kategorií plošek (nízké, střední, vysoké) diferencovaných dle intenzity vypásání.

## 3. Literární rešerše

### 3.1 Pastva skotu a způsoby obhospodařování pastvin

Pastva je nejstarší přirozený způsob výživy hospodářských zvířat. Je to důležitý selekční faktor, který má podstatný vliv na strukturu polopřirozených travních porostů (Mrkvička et al. 2005). Pastva hospodářských zvířat sehrála podstatnou roli ve formování naší krajiny od počátku zemědělství v neolitu až do současnosti (Hejcman et al. 2006). Do poloviny 20. století byla pastva většinou neřízená a byla buď zcela volná, nebo se omezovala na příležitostnou pastvu u chlévů. Rozvoj pastevních systémů a jejich uplatňování ve větším měřítku nastal ve druhé polovině 20. století, kdy po druhé světové válce nastala potřeba zvýšení zemědělské produkce (Pavlů et al. 2003). V podhorských a horských oblastech může pastva zajistit plnou výživu skotu během celého pastevního období. Rovněž terénní podmínky zde umožňují maximálně využívat travní porosty pastvou. Zejména pak na svažitých plochách je nejlevnějším a nejjistějším způsobem využití porostů právě pastva hospodářských zvířat (Mrkvička et al. 2006). Podle Gaislera et al. (2011) došlo v poslední dekádě minulého století k velkému snížení stavů hospodářských zvířat a následně k podstatnému snížení intenzity hospodaření na travních porostech. Velká část lučních a pastevních porostů byla ponechána ladem nebo využívána extenzivně. Největší rozlohy nevyužívaných porostů byly v pohraničních horských a podhorských oblastech. Právě proto na těchto lokalitách, které byly předtím intenzivně hnojeny a narušovány, došlo k rozšíření některých plevelných a nežádoucích druhů, jako je šťovík tupolistý (*Rumex obtusifolius*), pcháč oset (*Cirsium arvense*), kerblík lesní (*Anthriscus sylvestris*) aj.

#### 3.1.1 Obhospodařování pastvin

Jak uvádí Pavlů et al. (2005), je důležité odlišovat intenzitu pastvy a intenzitu obhospodařování lokality. **Intenzita pastvy** je definována jako zatížení pastviny zvířaty, tj. počtem zvířat na jednotku plochy (nebo tzv. dobytčích jednotek - 500 kg živé hmotnosti zvířete) nebo poměrem mezi poptávkou a nabídkou píče. Jinou možností vyjádření intenzity pastvy je výška, na níž je porost udržován. Intenzita pastvy je tedy ovlivněna zatížením pastviny zvířaty, délkou možného spásání a druhem paseného zvířete (Pavelíček, 2007). Pavlů et al. (2005) uvádí, že **intenzita**

**obhospodařování pastviny** je soubor opatření vedoucích k dosažení maximální produkce píce. V podmínkách ČR jde především o hnojení, aplikaci herbicidů, přísevy, obnovy nebo meliorace pozemků.

Z hlediska **obhospodařování pastviny** je důležité vybrat vhodný systém pastvy. Typ pastevního systému je závislý na půdně-klimatických podmínkách, botanickém složení a na zkušenostech s pastvou. V zásadě jsou dva základní pastevní systémy, rotační (tzv. oplůtkový) a kontinuální (Pavlů et al. 2004). Rotační pastva je v současné době v České republice nejrozšířenějším systémem. Při rotační pastvě je celková plocha pastviny obvykle rozdělena na 6 až 20 oplůtků tak, že zvířata spásají jeden oplůtek 2-7 dní. Střídá se zde období využívání porostu s obdobím klidu. Výška porostu by měla být 15-20 cm na začátku spásání a 7,5-12 cm po vypasení oplůtku (Pavlů, 1995). Kontinuální pastevní systém se začal uplatňovat v 70. letech minulého století. Jde o nepřetržité pasení dobytka během roku nebo pastevní sezóny pouze na jedné pastvině. Tento systém je používán na rozsáhlých celcích přirozených travních porostů při nízkém zatížení pastvin nebo na menších, intenzivně obhospodařovaných pastvinách s vysokým zatížením. Výška porostu spásané části by měla být kolem 10 cm (Pavlů et al. 2003). Pavlů (1995) dále zmiňuje, že při porovnání obou systémů pastvy nebyl zjištěn výrazný rozdíl mezi jejich produkcí píce.

### 3.1.2 Intenzita pastvy

Intenzita pastvy má nesporný vliv na vegetaci, na produkci biomasy, vede k rozdílnému rozvoji rostlinných stanovišť a ovlivňuje vývoj a kvalitu porostu (Auf et al. 2000, Pavelíček, 2007).

**Extenzivní pastva (EG)** je pastva, při které nabídka píce výrazně převyšuje poptávku pasených zvířat. V důsledku vysoké nabídky zkonsumuje skot maximálně 60 % dostupné rostlinné hmoty (Pavlů et al. 2006d). Podle Gaislera et al. (2011) při velmi nízkém zatížení pastvin (výška porostu nad 15 cm) dochází k tomu, že většina biomasy je sešlapána. Díky tomu dochází k zhoršení struktury porostu a řidnutí drnu. Vyskytuje se zde velký podíl vysokých trav a dvouděložných bylin. Druhové složení má nízkou diverzitu. Extenzivně spásaný porost se zároveň vyznačuje velkou akumulací odumřelé hmoty a nízkým obsahem bílkovin. Z tohoto důvodu je pak tato píce zvířaty méně ochotně přijímána (Pavlů et al. 2006b).

Při nižším zatížení, kdy se výška porostu pohybuje od 10 do 15 cm, se již vytváří ostrůvkovitá struktura, při čemž nízké intenzivně spásané plošky tvoří maximálně 20 % a vysoké nespásané plošky zhruba 40-60 % plochy. Druhové složení se může přibližovat lučnímu porostu se střední až vysokou druhovou diverzitou (Gaisler et al. 2011). Na rozdíl od intenzivní pastvy, se extenzivní projevuje nerovnoměrným vypásáním. Méně spásané plochy umožňují vykvetení některých druhů rostlin a poskytují různorodé úkryty a zdroje potravy pro brouky, čmeláky a motýly (Šarapatka et al. 2005).

**Intenzivní pastva** neboli časté, opakované spásání má zásadní vliv na kvalitu píce travního porostu (Pavlů et al. 2006b). Takovýto porost má nízký podíl odumřelé hmoty a naopak vysoký obsah bílkovin a podíl listů, které jsou bohaté na dusíkaté látky a jsou dobře stravitelné. Proto je píce pro zvířata atraktivnější (Andaluz et al. 2004). Jak uvádí Gaisler et al. (2011), vyšší zatížení pastvy (výška porostu dosahuje od 5 do 10 cm) utváří ostrůvkovitou strukturu, podíl nedostatečně spásených ploch je do 20% a zhruba 40-60 % tvoří nízké intenzivně spásané plochy. Druhové složení se vyznačuje střední až vysokou druhovou diverzitou. Podle Šarapatky et al. (2005) intenzivní pastva mění strukturu travního porostu, zejména pak v místech odpočinku skotu, kdy při velké koncentraci zvířat na jednom místě dochází k nadměrnému sešlapu a narušení travního drnu. Intenzivní pastvou se silně přetěžuje pastevní porost, a jak uvádí Ludvíková (2012), extrémní intenzivní pastvy mohou vést až k degradaci půdy, a tím také ke ztrátě druhové rozmanitosti. Gaisler et al. (2011) také uvádí, že při velmi vysokém zatížení pastviny (výška porostu je nižší než 5cm) ostrůvkovitá struktura zcela vymizí a dochází k narušování povrchu. Extenzivně spásané plochy mají vysoký podíl pokálených míst, nízkou druhovou diverzitu a může docházet k ruderalizaci porostu.

### 3.2 Struktura a druhové složení travinobylinných porostů

Heterogenita porostu je ovlivněna obsahem živin v půdě, přístupným množstvím světla, vodním režimem (atmosférické srážky, hladina podzemní vody), dále topografickými podmínkami, jako je nadmořská výška, orientace ke světovým stranám, a v neposlední řadě také typem obhospodařování (Pavlů et al. 2006).

### 3.2.1 Struktura porostu

Struktura travinobylinných porostů je velmi složitá a vertikální profil je tvořen několika vrstvami nad i pod povrchem půdy. Je známo, že v travních porostech se téměř stejné množství rostlinné hmoty, která je nad zemí, nachází i pod zemí v podobě kořenového systému (Šarapatka et al. 2005). V travních porostech rostou vedle vysokostébelných trav také vysoké byliny, nižší patro naopak tvoří trsnaté trávy, nízké byliny a mech. Rostliny nižšího patra mají vegetativní orgány neustále pod zápojem vyšších druhů, ale jejich reprodukční orgány se vyznačují prudkým nárůstem, a tak mohou dosáhnout horní úrovně porostu (Veselá et Mrkvička, 2004). Toto rozmanité strukturální uspořádání umožňuje mnoha druhům existenci na společném stanovišti bez vzájemné konkurence (Šarapatka et al. 2005).

Obecně se struktura porostu popisuje z horizontálního a vertikálního pohledu. Horizontální struktura označuje uspořádání rostlin na ploše při pohledu shora, tj. popisuje stupeň mozaikovitosti travního porostu (Pavlů et al. 2006). Podle Šarapatky et al. (2005) vede intenzivní obhospodařování k uniformitě (jednotvárnosti) porostu s převahou jetele plazivého (*Trifolium repens*), pampelišky (*Taraxacum* spp.), lipnice luční (*Poa pratensis*) a jílku vytrvalého (*Lolium perenne*). Naopak při extenzivní pastvě vzniká mozaika opakovaně spásaných míst s nízkým porostem a vysokých nedopasků. Obecně lze říci, že mozaikovitost je významně ovlivněna disturbancí exkrementů a charakterem růstu přítomných druhů rostlin (trsnaté, výběžkaté, aj.) (Pavlů et al. 2006).

Vertikální struktura vyjadřuje rozložení biomasy rostlin v jednotlivých patrech nad půdním povrchem (Pavlů et al. 2006). Například vlivem časté a dostatečně intenzivní pastvy dochází k výrazným vertikálním změnám porostu, které se projevují především potlačením vysokých trav ve prospěch nízkých druhů náročnějších na světlo (Hejcman et al. 2004).

### 3.2.2 Tvorba struktury porostu

Pastva zvířat nepůsobí na travní porost stejně na celé ploše. Její vliv se liší místo od místa (Mládek et al. 2006). Při formování struktury travního porostu hraje nejdůležitější roli druh paseného zvířete, druhová skladba porostu a fenologická fáze rostlin. Na tvorbě heterogenity porostu se podílejí tři hlavní faktory - selektivní vypásání, sešlap a narušování drnu a nakonec redistribuce živin. Rozrůzněnost na



pastvině záleží především na intenzitě pastvy. Obecně lze říci, že čím je pastva intenzivnější, tím je výška porostu menší a celkově je porost jednotvárnější. To znamená, že se zmenšuje jeho vertikální i horizontální struktura. Naopak při extenzivní pastvě se vytváří ostrůvkovitá struktura porostu složená z nízkých opakovaně spásaných a nespásaných plošek (Ludvíková et al. 2009). Jak uvedla Ludvíková et al. (2009), při intenzivní pastvě zůstává mozaika porostu relativně neměnná po dobu několika let, zatímco při nižším pastevním tlaku se mozaika porostu mění i meziročně.

### **Nedopasky**

Nedopasky se na travních porostech objevují tehdy, když nabídka píce převyšuje požadavky dobytka a pasoucí se zvířata mají možnost výběru. Při přebytku píce na pastvině zvířata selektivně vypásají chutnější druhy, zatímco ostatních si nevšímají. Kvalitní trávy jsou po vypásání obvykle konkurenčně oslabeny a na jejich místo nastupují nízké plevelné byliny. Velké odlišnosti ve výběru píce se projevují nejen u různých druhů býložravců (skot, ovce, koně, apod.) a u jednotlivců uvnitř zvířecích druhů, ale mění se i od místa k místu, od sezóny k sezóně, dokonce i rok od roku (Andaluz et al. 2004).

Nedopasky vznikají několika různými způsoby a liší se i svými vlastnostmi (Pavlů et al. 2006c). Prvním z nich je vznik nedopasků na místech znečištěných exkrementy. Zvířata se těmito místům většinou vyhýbají ne z důvodu nechutnosti či přehnojení porostu fosforem a draslíkem, ale z důvodu zápachu (Mrkvička et al. 2006). Plocha s odmítanou pící, která roste okolo výkalu, je zhruba 3 - 12krát větší než velikost vlastního exkrementu (Andaluz et al. 2004). Další možností vzniku nedopasků jsou nespásané ostrůvky přestárých, těžko stravitelných, méně chutných nebo jinak neatraktivních rostlin, které zvířata odmítají spásat. Jedná se o samotnou obranu některých druhů rostlin, jejichž životní strategií je schopnost vyhnout se spásání (Ludvíková et al. 2009). Mezi takové patří ostnité nebo žahavé byliny, jako jsou pcháče (*Cirsium* spp.), bodláky (*Carduus* spp.), kopřiva dvoudomá (*Urtica dioica*), trsnaté trávy - smilka tuhá (*Nardus stricta*), metlice trsnatá (*Deschampsia caespitosa*), trnité dřeviny (trnky, růže, hlohy, ostružiníky) nebo druhy jedovaté a méně chutné (šřovíky, lopuchy, starček přímětník, bršlice kozí noha, třtina křovištní) (Pavlů et al. 2006c). Pokud nejsou zvířata hladová nebo pod nátlakovou pastvou, většinou se sama takovým to druhům instinktivně vyhnou (Ludvíková et al. 2009).

Množství nedopasků u extenzivní a intenzivní pastvy je obdobné. Mrkvička et al. (2005) ve své studii porovnávali relativní hodnoty, které se vztahují k výnosům zelené hmoty, a uvedli, že při intenzivní pastvě činí nedopasky zhruba 17,5 % a u extenzivního využívání pastvin vykazují nespasené plochy 20,3 %.

Nedopasky jsou důležité nejen pro zvyšování možnosti klíčení semen a růst dalších rostlinných druhů, ale i pro živočichy. Vyšší porost poskytuje úkryt a větší potravní možnosti především pro bezobratlé (Ludvíková et al. 2009).

### 3.2.3 Druhov<sup>á</sup> skladba vegetace

Druhov<sup>á</sup> skladba je poměrně spolehlivým ukazatelem úrovně jednotlivých faktorů prostředí (Veselá et Mrkvička, 2004). Diverzita trvalých travních porostů je v rámci oblasti ovlivněna orografickými faktory (nadmořská výška, svažítost, reliéf terénu a expozice), klimatickými faktory (vlhkost, kvalita a intenzita světla) (Mrkvička et al. 2005), sukcesním stářím a disturbancemi, časovou proměnlivostí, způsobem obhospodařování, sezónními změnami a pod. Kromě výše jmenovaných faktorů zaujímá důležité místo vodní a výživný režim. Každý z nich má zásadní vliv na projevy diverzity v dané lokalitě, ale na druhou stranu žádný z těchto faktorů nepůsobí samostatně (Štrobach, 2010). Druhov<sup>á</sup> skladba přirozeného travinného společenstva vyjadřuje komplexnost všech podmínek nejen z hlediska okamžitého stavu (vývinu), ale i v procesu vývoje (sukcese) společenstva (Mrkvička et Veselá, 2001).

Přirozený porost se zpravidla skládá z 50-70 druhů vyšších rostlin. Rostliny se v travním společenstvu dostávají do vzájemného vztahu (ať už přímého nebo nepřímého) jak v pedosféře, tak i v nadzemním prostoru (Mrkvička et Veselá, 2001). Složení travinobylinné vegetace tvoří nízkostébelnaté až vysokostébelnaté porosty s dominantními trávami, to je psárka luční (*Alopecurus pratensis*), tomka vonná (*Anthoxanthum odoratum*), ovsík vyvýšený (*Arrhenantherum elatius*), srha říznačka (*Dactylis glomerata*), kostřava luční (*Festuca pratensis*), kostřava červená (*Festuca rubra*), medyněk měkký (*Holcus lanatus*), lipnice luční (*Poa pratensis*) a byliny rodu jetel (*Trifolium* spp.), pcháč (*Cirsium* spp.) a další. Převaha jednotlivých druhů je závislá na vodním režimu biotopů, na obsahu živin v půdě, četnosti sečí nebo na pastvě (Šarapatka et al. 2005). Mládek et al. (2006) uvádí, že na pastvinách vlivem

dlouhodobého spásání se druhové složení travního porostu mění ve prospěch rostlin odolných proti okusu a sešlapu. Začnou zde převládat rostliny s nízkým vzrůstem např. jitrocel větší (*Plantago major*) a podíl vysokých bylin, např. bršlice kozí noha (*Aegopodium podagraria*), svízel bílý (*Gallium album*), bolševník obecný (*Heracleum sphondylium*), řebříček obecný (*Achillea millefolium*), se snižuje. Dále se uplatňují druhy rostlin s rychlou obrůstací schopností, s přízemní růžicí listů např. pampeliška (*Taraxacum* spp.), máchelka (*Leontodon* spp.), jitrocel (*Plantago* spp.), druhy s plazivým růstem, jako je jetel plazivý (*Trifolium repens*), rozrazil douškolistý (*Veronica serpyllifolia*), rostliny trnité a nechutné. Z vysokostébelné louky se tak častým spásáním vytvoří krátkostébelná pastvina, kde se budou vyskytovat pouze rostliny odolné k pastevnímu tlaku a vytvářející hustý koberec na celém povrchu půdy.

V druhově bohatých travních porostech se kromě kulturních druhů trav a jetelovin vyskytují také léčivé a jedovaté druhy rostlin. **Léčivé druhy** mají příznivý vliv na zdravotní stav a zaživací pochody zvířat. Mezi nejznámější patří pampeliška (*Taraxacum* spp.), kontryhel obecný (*Alchemilla vulgaris*), řebříček obecný (*Achillea millefolium*), jitrocel kopinatý (*Plantago lanceolata*), kostival lékařský (*Symphytum officinale*), mateřídouška úzkolistá (*Thymus serpyllum*), mochna nátržník (*Potentilla erecta*) a řada dalších. Mezi **jedovaté druhy**, které se běžně vyskytují v travních porostech, patří např. rody pryskyřičník (*Ranunculus* spp.), sasanka (*Anemone* spp.), blatouch (*Caltha* spp.), pryšec (*Euphorbia* spp.), přeslička bahenní (*Equisetum palustre*), ve větším množství i třezalka tečkovaná (*Hypericum perforatum*) a další (Šarapka et al. 2005).

### 3.2.4 Vliv pastvy na porost

Jak zmiňuje Ludvíková (2012), mnoho autorů uvádí, že pastva, v porovnání s neobhospodařovanými porosty, má pozitivní vliv na druhovou pestrost travních společenstev a zvyšuje heterogenitu struktury porostu, což má zásadní vliv na rozmanitost nejen flóry, ale i fauny. Podle Scimone et al. (2007) studie prokázaly, že samotná pastva nemá vliv na druhové složení pastvin, ale botanická rozmanitost je více závislá na interakci mezi intenzitou pastvy a podmínkami lokality. Také Andaluz (2005) uvádí, že diverzita pastvin závisí na vlastnostech dané lokality, zejména na vodním režimu, živinách a managementu. Například některé druhy jako

srha říznačka (*Dactylis glomerata*), jílek vytrvalý (*Lolium perenne*), lipnice roční (*Poa annua*), jetel plazivý (*Trifolium repens*) preferují půdy s vysokým obsahem živin.

Podle Rooka et al. (2003) je jedním z nejdůležitějších faktorů druh zvířete, které porost spásá. Vzhledem k tomu že větší plemena tráví píci déle a důkladněji, mohou konzumovat i rostliny s nižší stravitelností. Díky tomu je porost spásán méně selektivně než u zvířat tělesně menších, která si musí vybírat píci s vyšší kvalitou. Také Hejzman et al. (2004) poukazuje na důležitost výběru paseného zvířete. Uvádí například, že těžká plemena ovcí špatně vypásají svažité pozemky, a také poukazuje na rozdíl mezi masným plemenem skotu, u kterého může být použita nátlaková pastva, zatímco u dojných plemen dochází touto pastvou ke snížení mléčné užitkovosti.

Rozdíly se vyskytují také mezi kontinuálně a rotačně pasenými plochami. Například kontinuální pastva způsobuje pokles výšky travního porostu, což vede k ústupu vysokostébelných dominant, které jsou nahrazeny nízkostébelnými (Pavlů et al. 2007). Nízké porosty díky dobré dostupnosti světla zvýhodňují druhy, jako jsou pampeliška (*Taraxacum* spp.), jetel plazivý (*Trifolium repens*), popenec břech'anolistý (*Glechoma hederacea*), rozrazil douškolistý (*Veronica serpyllifolia*), pryskyřník plazivý (*Ranunculus repens*) a další. Tyto druhy netolerují zastínění, a proto by byly ve vyšší vegetaci rychle potlačeny. Ale naopak jsou velmi odolné vůči sešlapu, který je ve velké míře na intenzivně využívaných pastvinách (Grime et al. 1988). Také je nutné přesně definovat intenzitu pastvy, která ovlivňuje množství nedopasků, šíření pasterbních plevelů nebo narušení půdního povrchu (Hejzman et al. 2004).

Vliv pastvy na strukturu porostů je buď přímý nebo nepřímý. Přímým vlivem je například poškození drnu, redistribuce živin močí a exkrementy a selektivní spásání rostlin (Pavlů et al. 2003b). Řada studií prokázala, že vliv pastvy na strukturu travního porostu závisí na chutnosti dominantních druhů. Pokud jsou dominantní druhy pro zvířata chuťově atraktivní, tak se vlivem selektivního spásání diverzita porostu na lokalitě zvyšuje. Naopak v případě méně chutných dominant diverzita klesá (Mládek et al. 2006). Dumont et al. (2007) dále uvádí, že zvířata mají sklon spásat nižší a mladou vegetaci na již jednou spasených plochách. Vlivem těchto okolností je větší pravděpodobnost spásání pro mladší rostliny než pro starší (vyšší) a

tím se posiluje struktura porostu založená na ostrůvkovitém základě (Ludvíková et al. 2009).

### 3.2.5 Změna druhového složení porostu při různé intenzitě pastvy

Neobhospodařované travní porosty, v porovnání s intenzivně využívanými, se vyznačují dominancí vysokých trav, jako je psárka luční (*Alopecurus pratensis*), srha říznačka (*Dactylis glomerata*), medyněk měkký (*Holcus mollis*) a vyšších dvouděložných, méně hodnotných druhů, jako jsou bršlice kozí noha (*Aegopodium podagraria*), kerblík lesní (*Anthriscus sylvestris*), pryskyřník plazivý (*Ranunculus repens*), širokolisté šťovíky jako šťovík tupolistý (*Rumex obtusifolia*) aj. (Mrkvička et al. 2005, Pavlů et al. 2007). U porostů ležících ladem se vyskytuje vysoký podíl odumřelé, pro zvířata nestravitelné biomasy (asi 60 – 70%) (Pavlů et al. 2006f). Pavlů et al. (2003c) uvádí, že na pokusných plochách v Jizerských horách se během pěti let pastevního obhospodařování podíl odumřelé biomasy na ploše snížil u extenzivní pastvy až na 46 % a u intenzivní pastvy až na 22 %. Dále se intenzivní pastvou zvýšil podíl trav (na 47 %), podíl jetelovin (na 6 %) i ostatních dvouděložných bylin, které tvořily čtvrtinu celkové spásané biomasy. Auf et al. (2000) dochází k závěru, že v intenzivní variantě dochází ke zvětšení počtu dvouděložných rostlin, což je zapříčiněno změnou světelných poměrů a spasením stařiny, která bránila růstu klíčnicích rostlin a způsobovala řidnutí porostů. Během pastvy dochází k narušování drnu, a tím se vytváří podmínky pro vyklíčení semen z půdní zásoby. Jak také uvádí Auf et Mrkvička (2001), vyšší pastevní tlak způsobuje příznivější podmínky především pro rozvoj travních druhů snášejších sešlapávání a nízkou výšku porostu, jako jsou psineček obecný (*Agrostis capillaris*) a kostřava červená (*Festuca rubra*).

Na intenzivních pastvinách vznikají jednotvárné porosty s převahou jetele plazivého (*Trifolium repens*), smetanky lékařské (*Taraxacum sect. Ruderalia*), lipnice roční (*Poa annua*), lipnice luční (*Poa pratensis*) a jílku vytrvalého (*Lolium perenne*), ze kterých mizí pro extenzivní pastviny typické trávy a byliny jako psineček obecný (*Agrostis capillaris*), lipnice obecná (*Poa trivialis*), trojštět žlutavý (*Trisetum flavescens*), řebříček obecný (*Achillea millefolium*), sedmikráska chudobka (*Bellis perennis*) aj. (Šarapatka et al. 2005). Především v intenzivních variantách lze pozorovat úbytek lučních druhů, jako je vikev plotní (*Vicia sepium*), vikev ptačí

(*Vicia cracca*), hrachor luční (*Lathyrus pratensis*), popřípadě štírovník bažinný (*Lotus uliginosus*) (Auf et al. 2000b).

### 3.3 Výživa a hnojení travních porostů

#### 3.3.1 Půdní poměry a vodní zdroj

Vliv pastvy na porost souvisí také s vlivem pastvy na půdu. Při intenzivním sešlapávání drnu kopyty a paznehty hospodářských zvířat dochází k devastaci porostu i půdní struktury. Některé druhy rostlin jsou přímo indikátory utužených půd - jitrocel větší (*Plantago major*), heřmánek terčovitý (*Matricaria discoidea*), lipnice roční (*Poa annua*), rdesno ptačí (*Polygonum aviculare*) aj., zatímco jiné sešlapávání zcela nesnášejí - ovsík vyvýšený (*Arrhenatherum elatius*), medyněk vlnatý (*Holcus lanatus*) (Urban et al. 2003). Sešlapem, zejména ve svrchní části půdního profilu, dochází ke snížení pórovitosti půdy a tím i k poklesu retenční schopnosti (menšímu zadržení vody). (Mrkvička et al. 2005b). A právě půda je pro rostliny hlavním zdrojem vody a slouží jako její zásobárna. Do tohoto rezervoáru se voda dostává v podobě deště nebo jako tající sníh a prochází do půdních pórů. To, jestli bude voda dále rostlinám dostupná, záleží na velikosti pórů. Například, jak uvádí Begon et al. (1997), jsou-li póry široké (u písčitéch půd), většina vody prosákne a proteče půdním profilem, dokud nenarazí na nepropustnou vrstvu.

Z komplexu půdních edafických faktorů se uplatňuje vliv mateční horniny, která ovlivňuje vlastnosti půdy a má významný vliv na druhovou skladbu travních porostů, dále vliv půdního druhu, typu a půdní reakce. Půdní reakce ovlivňuje přístupnost živin pro rostliny a koncentraci toxických látek pro rostliny (Pavlů et al. 2006e).

Půdní druh nepůsobí na porost přímo, ale přes vláhové poměry, a tak ovlivňuje druhové složení. Na vápenatých substrátech dominují vápnomilné neboli kalkofilní druhy, např. kostřava přitvrdlá (*Festuca cinerea*), sveřep vzpřímený (*Bromus erectus*). Půdy s vysokým obsahem vápníku jsou zpravidla neutrální až zásadité a jsou příznivé pro rozvoj půdní mikroflóry, která ovlivňuje stabilitu společenstva a zpomaluje sukcesí druhů (Mrkvička et al. 2005b). Podle Pavlů et al. (2006e) na bazických půdách dosahují porosty podstatně vyšších výnosů píce s lepší kvalitou než na půdách kyselých. Naopak stanovištními ukazateli kyselých půdní

reakce jsou acidofilní druhy - kostřava ovčí (*Festuca ovina*), smilka tuhá (*Nardus stricta*), medyněk měkký (*Holcus lanatus*), metlička křivolaká (*Avenella flexuosa*) aj. a také se zde rozšiřuje např. vřes obecný (*Calluna vulgaris*) a šťovík menší (*Rumex acetosella*) (Mrkvička et al. 2005b). Meze tolerance vůči pH v půdě jsou různé podle rostlinného druhu, ale jen malá část rostlin může růst a rozmnožovat se při nízkém pH (4,5 a méně) (Begon et al. 1997). Naše kulturní trávy a jeteloviny mají z hlediska půdní reakce širokou amplitudu (pH 5-7), ale nižší hodnoty pH se projeví hlavně ve snížené pokryvnosti a produkci nadzemní hmoty (Mrkvička et al. 2005b).

Drnová vrstva půdy je bohatá na humus, s čímž souvisí činnost půdního edafonu ve vazbě na mobilizaci a imobilizaci živin, zvláště pak dusíku. Aktivní a hustý kořenový systém zabraňuje vyplavování živin do hydrosféry v období vegetace (Mrkvička et al. 2004). Mimo dusík mají všechny ostatní živiny (vápník, hořčík, fosfor atd.) svůj původ v minerálech, horninách a v půdotvorném substrátu, ze kterého vznikla a nadále se vyvíjí půda. Tyto biogenní prvky se postupně uvolňují ze svých sloučenin a dostávají se do půdního roztoku jako volné kationty a anionty. Ty jsou pak v půdě udržovány jako zásoba přijatelných živin pro rostliny (Urban et al. 2003).

### 3.3.2 Minerální živiny

Nejvýznamnějšími faktory, které výrazně ovlivňují druhovou pestrost, produkci a kvalitu píce travních porostů, jsou voda a výživný režim (Mrkvička et Veselá, 2004). Schopnost travních porostů efektivně využívat vysoké dávky živin nemá mezi zemědělskými plodinami obdobu (Urban et al. 2003).

K minerálním zdrojům, které musí rostlina získávat z půdy, patří především dusík (N), fosfor (P), draslík (K), vápník (Ca), hořčík (Mg), železo (Fe), ale také řada stopových prvků, jako jsou mangan (Mn), zinek (Zn), měď (Cu), a bor (Bo). Mnohé z těchto chemických látek jsou rovněž nezbytné pro živočichy, ačkoliv ti je nezískávají ve formě anorganických látek, jako tomu je u rostlin (Begon et al. 1997).

Zelené rostliny nepřijímají minerální látky najednou. Každý prvek vstupuje do rostliny nezávisle jako iont či molekula a každý má svou vlastní, charakteristickou schopnost absorpce v půdě a schopnost difuze. Všechny zelené rostliny potřebují tytéž nezbytné prvky, takže na rozdíl od živočichů není možné, aby se různé druhy rostlin specializovaly na různé minerální zdroje. Mohou se ale lišit spotřebovaným

množstvím dané látky. Zdroje minerálních látek tak mohou být v půdě rozloženy nerovnoměrně, což je dáno silnou interakcí mezi vodou a půdními živinami. Kořeny rostlin neporostou volně do půdních vrstev, kde není dostupná voda, takže živiny v těchto vrstvách budou nevyužity (Begon et al. 1997).

Vliv jednotlivých živin na botanické složení porostu je rozdílný. Rozsah změn, které dané živiny způsobí, se bude měnit nejen s jejich intenzitou, ale i stanovištními podmínkami a managementem (Mrkvička et Veselá, 2001). Různý způsob obhospodaření může vytvářet odlišné půdní podmínky, které mohou ovlivnit změny v půdní koncentraci živin (Gaisler et al. 2011). Například v pasených porostech se většina živin vrací zpět do půdy v podobě moči a tuhých výkalů zvířat. Při celodenní pastvě se tak vrátí zpět 80-90 % dusíku, fosforu, draslíku, hořčíku a dalších živin (Pavlů, 1995). Naopak při sečeném využití porostu dochází k postupnému ochuzování půdy o některé živiny, zejména pak N, P, K, Ca a Mg (Gaisler et Hejduk, 2006)

Jedním z nejdůležitějších prvků pro rostliny je dusík. Je to rozhodující výnosotvorná živina, neboť podporuje tvorbu odnoží a růst lodyh do délky, čímž přispívá k zvýšení hustoty a výšky porostu (Štýbnarová, 2011). Převážná část dusíku (asi 95 %) je v půdě obsažena ve formě organických sloučenin, která je však pro rostliny nedostupná. Činností mikroorganismů je tento dusík pro rostliny postupně uvolňován. Pouze asi 1-2 % půdního N existují ve formě amonných a nitrátových iontů ( $\text{NH}_4^+$   $\text{NO}_3^-$ ), které jsou rostlinám dostupné již z půdního roztoku (Šarapatka et al. 2005). Travní porosty jsou schopny pomocí mikroorganismů vázat atmosférický dusík. U nehojených přirozených porostů je fixace dusíku na kořenech leguminóz jednou z nejdůležitějších cest jak obohatit ekosystém o dusík (Mrkvička et al. 2005b). Proces biologické fixace atmosférického dusíku je závislý na činnosti mikroorganismů, které žijí v symbióze s leguminózami a vytvářejí hlízky na kořenech, kde vlastní proces asimilace dusíku probíhá (Šarapatka et al. 2005). Leguminózy využívají fixovaný dusík nejen pro svoji vlastní produkci biomasy, ale v delším časovém období zvyšují jeho dostupnost i pro ostatní druhy rostlin. Obecně platí, že 1 % zastoupení leguminóz v porostu odpovídá zhruba 3 kg N v minerálním hnojivu (Hejman et Pavlů, 2010). Dalšími způsoby přísunu dusíku do travních porostů jsou atmosférické srážky (v horských podmínkách až 25 kg.ha<sup>-1</sup> N za rok),



uvolňování dusíku z půdního prostředí (rozklad organické hmoty, mykorrhiza) a exkrementy zvířat při pastvě (Urban et al. 2003).

### 3.3.3 Minerální hnojiva

Hnojení je opatření, jímž je do ekosystému dodávána či zpřístupněna limitující živina pro produkci biomasy (Hejcman et Pavlů, 2010). Problematika hnojení travních porostů může být studována z nejrůznějších hledisek například z hlediska kvality a výnosu píce, vyplavování živin a podobně. V současnosti se klade důraz především na ovlivnění druhové diverzity travních porostů (Hejcman et al., 2005b).

Výživa travních porostů je vedle vodního režimu rozhodujícím faktorem, který ovlivňuje druhovou skladbu, výnosy a kvalitu píce a působí na vývoj fytoocenóz v pozitivním nebo negativním směru. Tato závislost je dána ekologicky únosnou dávkou živin, dobou jejich využití, druhovým složením porostu, půdními a klimatickými podmínkami. Každá změna stanovištních podmínek má za následek změny druhového složení porostu. Extrémní podmínky stanoviště však výrazně snižují účinnost živin dodaných hnojivou (Mrkvička et al, 2006). V tomto směru má nejvýraznější vliv obsah přístupných živin v půdě. Hnojení mění druhové složení, podporuje rozvoj vzrůstnějších druhů a naopak potlačuje ostatní méně vzrůstné druhy (Mrkvička et al. 2006). Z dlouhodobého hlediska procesu hnojení je nutné důsledné nahrazování živin odebraných z půdy, aby nedocházelo k jejich postupnému vyčerpání, a tím k nestabilitě produkce a snížení kvality porostu (Trávník, 2004).

Podle způsobu, jakým jsou do ekosystému živiny dodávány, je možné hnojení rozdělit na přímé a nepřímé. Při přímém hnojení jsou do půdy či porostu aplikovány živiny ve formě kapalných nebo pevných hnojiv. Při nepřímém hnojení jsou pěstovány nebo podporovány takové druhy rostlin, jež jsou schopny živiny zpřístupňovat pro ostatní rostliny. Obecně jsou tímto známy leguminózy, jejichž symbiotické hlízkovité bakterie mají schopnost poutat vzdušný dusík (viz. 3.3.2) (Hejcman et Pavlů, 2010).

Při aplikaci průmyslových hnojiv dochází k vyplavování chemických látek, zejména nitrátů, do půdy a podzemních vod. Důležitou a nenahraditelnou ekologickou funkcí travních porostů je právě ochrana podzemních vod před

kontaminací. Travní porost je schopen zachytit značnou část škodlivých látek (nitráty, fosforečnany, biocidy a jiné), které se do půdy dostávají činností člověka. Zmíněná mimoprodukční funkce porostů je podmíněna vysokou kapacitou organominerálního sorpčního komplexu, vysokou biologickou aktivitou, souvislým vegetačním pokryvem a hustotou nadzemní i podzemní fytomasy. Ta vytváří velmi účinný "biologický filtr", který umožňuje zadržení škodlivých látek a při aplikaci hnojiv vysokou návratnost živin do porostu (Veselá et Mrkvička, 2004).

### **Hnojení dusíkem**

Dusíkaté hnojení, zvláště při vyšších dávkách dusíku působí na složení porostu nejrychleji a nejintenzivněji. Zvyšuje podíl vzrůstných trav a snižuje podíl leguminóz a méně vzrůstných dvouděložných druhů. Redukuje počet zastoupených druhů o 50-60 % (Mrkvička et al. 2006). Změny v druhové diverzitě jsou přímo úměrné velikosti dávky dusíku. Při vysokých dávkách dusíku a nevhodném poměru N : P : K dochází k rozšiřování ruderálních plevelů - kerblík lesní (*Anthriscus sylvestris*), bršlice kozí noha (*Aegopodium podagraria*), velkolisté druhy šťovíku, bolševník obecný (*Heracleum sphondylium*), které znehodnocují porosty a zhoršují kvalitu píce. Při nižší úrovni hnojení dusíkem existuje riziko nadměrného rozvoje pryskyřníku plazivého (*Ranunculus repens*). Soustavné hnojení vyššími dávkami způsobuje rozšiřování rhizomatických trav např. psárky luční (*Alopecurus pratensis*), která dosahuje nejvyššího zastoupení, dále lipnice luční (*Poa pratensis*), ale také pýru plazivého (*Elytrigia repens*). Tyto druhy se postupně stávají na různých stanovištích dominantní složkou porostu (Veselá et al. 2005, Mrkvička et Veselá, 2001). Při dlouhodobém hnojení dusíkem dochází k ústupu převážně volně trsnatých trav, například srhy říznačky (*Dactylis glomerata*) a naopak dochází k rozvoji ovsíku vyvýšeného (*Arrhenatherum elatius*). Dusíkatá hnojiva se podílejí na vyšší dominanci trav a zároveň snižují zastoupení leguminóz (Mrkvička et Veselá, 2003). Z dusíkatých hnojiv je nejvhodnější ledek amonný

### **Fosforečno-draselná hnojiva**

Fosfor patří mezi nejdůležitější živiny ve výživě rostlin. Zásoba přijatelného fosforu v půdách klesá a stává se postupně limitujícím prvkem pro výnos a kvalitu píce (Kunzová, 2009). Čím nižší je obsah přístupného fosforu v půdě, tím dochází k výraznějším změnám ve floristickém složení při hnojení fosforem (Mrkvička et al. 2006). Fosfor zpravidla mírně zvyšuje podíl jetelovin na úkor ostatních

dvouděložných druhů. Nejpoužívanějšími hnojivy jsou superfosfáty (Mrkvička et Veselá, 2001). Dostatečné hnojení fosforečnými hnojivy je především důležité při vyšších dávkách dusíku, ale efekt fosforečného hnojení se plně se projeví až po několika letech (Kunzová, 2009).

Draslík je pro rostliny jedním z významných makrobiogenních prvků. Ovlivňuje řadu biochemických a fyziologických procesů, odolnost rostlin proti suchu, nízkým teplotám, poléhání, působí na zdravotní stav rostlin a také na kvalitu rostlinných produktů. Vyznačuje se snadným příjmem a značnou labilitou v rostlinách. Travní porosty mají významnou schopnost přijímat větší množství draslíku, ale tento nadměrný příjem je nežádoucí, protože zvyšuje obsah vápníku v píci, a tím dochází k zhoršení její kvality z hlediska potřeby přežvýkavců (Mrkvička et al. 2006).

Jak uvádí Mrkvička et Veselá (2001) a Urban et al. (2003) pastevně obhospodařované porosty jsou zásobeny draslíkem lépe než fosforem, jelikož na pastvinách se vrací více než 95 % draslíku zpět do půdy v podobě výkalů.

Reakce PK-hnojení na lučních stanovištích je velmi rozdílná a nezávisí pouze na podílu leguminóz v porostu (Mrkvička et Veselá, 2003). Podle Mrkvičky et Veselá (2005c) se u porostů hnojených fosforem a draslíkem snížila dominance trav v průměru až o 15 % a opačný trend byl zaznamenán u leguminóz, jejichž pokryvnost se zvýšila o 18 %. Převládajícími druhy jsou tedy jetel plazivý (*Trifolium repens*) a hrachor luční (*Lathyrus pratensis*).

### **Vápenatá hnojiva**

Vápník málo ovlivňuje druhové složení porostu, ale má v půdě řadu jiných funkcí. Slouží jako rostlinná výživa, upravuje a stabilizuje chemické, fyzikální a biologické poměry v lučních půdách. Většina travních porostů se nachází na půdách, jejichž nižší pH je přirozeně dáno geologickým substrátem a srážkami. Vápenatá hnojiva (vápnění) se používají především k udržení optimální půdní reakce u silně kyselých půd a k úpravě chemických (přijatelnost živin), fyzikálních (vlhkostní a vzdušný režim půd, struktura) a biologických (mineralizace a nitrifikace) poměrů v lučních porostech (Mrkvička et Veselá, 2001, Šarapatka et al. 2005).

### 3.3.4 Statková hnojiva

V horských a podhorských oblastech jsou podle Fialy et al. (2007) statková hnojiva významným a relativně levným zdrojem živin pro travní porosty. Ovlivňují fyzikální a chemické vlastnosti půdy a jsou důležitým zdrojem energie a živin pro půdní ekosystém (Urban et al. 2003). Statková hnojiva (chlévkový hnůj, kejda, močůvka a kompost) neobsahují pouze neúčinnější makroprvek - dusík, ale i organické látky, širší spektrum makro i mikroprvků a různé druhy bakterií (Fiala et al. 2007). Proto při správném využití těchto hnojiv jsou travním porostům navraceny zpět všechny živiny a doplňkové hnojení v minerální formě nebývá u TTP nutné (Šarapka et al. 2005). Ze statkových hnojiv má pro travní porosty význam především močůvka a kejda.

Po hnojení statkovými hnojivy se zvyšuje energetická složka píce a zároveň dochází ke snížení vlákniny. Minerální hnojiva více podporují trávy, ale potlačují jeteloviny. Naopak statková hnojiva zachovávají větší rovnováhu, porost je vyrovnanější s vyšším podílem jetelovin (Fiala et al. 2007).

## 4. Metodika

### 4.1 Popis zájmového území

Studie heterogenity travinobylinného porostu v závislosti na intenzitě pastvy a chemickém složení půdy byla provedena na experimentálních plochách Výzkumné stanice travních ekosystémů, která sídlí v Liberci. Experimentální plochy se nacházejí na lokalitě zvané Betlém. Ta je situována v Jizerských horách asi 10 km severně od Liberce poblíž obce Oldřichov v Hájích (příloha 1). Zeměpisné souřadnice lokality jsou: 50° 50' severní šířky, 15° 06' východní délky. Zájmové území se nachází v kopcovité oblasti (svažitost terénu je asi 9°) s průměrnou nadmořskou výškou cca 420 m. n. m.

### 4.2 Klimatické a pedologické poměry

Studovaná lokalita se nachází v chladné klimatické oblasti, pro kterou je charakteristické mírně chladné, vlhké, krátké léto a dlouhé, mírné, mírně vlhké zimy s dlouhým obdobím sněhové pokrývky. Průměrná roční teplota, která je naměřená na meteorologické stanici v Liberci, se pohybuje kolem 7,2 °C. Průměrná suma ročních srážek činí 803 mm.

Zájmové území se nachází na podkladu z biotické žuly, na kterém se vytvořila hnědá půda - kambizem. Půdy jsou zde středně hluboké, převážně písčito-hlinité. Z hlediska půdní reakce se jedná o slabě kyselé půdy (pH (H<sub>2</sub>O) = 6,25, pH (KCl) = 5,45), a to především v mělké vrstvě.

### 4.3 Historie a plán pokusu

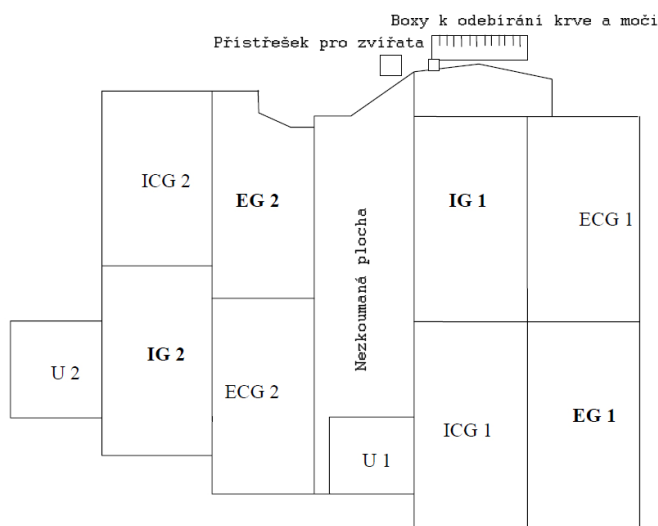
V roce 1998 byl založen v podhůří Jizerských hor rozsáhlý experiment, v němž je porovnáván vliv celosezónní intenzivní a extenzivní pastvy mladých jalovic na širokou škálu parametrů porostu (Pavlů et al. 2005).

Pokusné plochy jsou založeny na mezofilních travních porostech, které lze v rámci fytoocenologického členění řadit do svazu *Arrhenatherion*. Převládajícími rostlinnými druhy jsou psineček obecný (*Agrostis capillaris*), psárka luční (*Alopecurus pratensis*), kostřava červená (*Festuca rubra*), bršlice kozí noha

(*Aegopodium podagraria*) a svízel bílý (*Gallium album*) (Pavlů et al. 2003c). Porost byl dva roky neobhospodařován, příležitostně mulčován s velkým podílem odumřelé biomasy na počátku experimentu. V průběhu pokusu nejsou plochy hnojeny a výživa skotu je doplňována pouze minerálními lizy (Auf et Mrkvička, 2001).

Pastvina, na níž probíhá experiment, je rozdělena elektrickými ohradníky na osm oplůtek a dvě malé kontrolní plochy, které jsou ponechané bez zásahu (Obr. 1). Jednotlivé oplůtky mají velikost 0,35 ha a velikost kontrolních ploch je 0,12 ha. Pokus je uspořádán v úplných znáhodněných blocích s dvojnásobným opakováním. Jsou zde studovány dvě varianty: intenzivní pastva (intensive grazing – IG) a extenzivní pastva (extensive grazing – EG). Pastevní obhospodařování je prováděno jalovicemi v oplůtcích IG po čtyřech a v EG po dvou kusech. K vypásání jsou použity jalovice strakatého plemene o počáteční hmotnosti 200 kg. Pastevní sezóna trvá od konce dubna do konce října. Na intenzivně pasených plochách je výška porostu udržována na 5 cm a na extenzivně pasených plochách nad 10 cm.

**Obr. 1:** Detailní popis rozmístění jednotlivých oplůtek (IG - intenzivní pastva během celého pastevního období, ICG - senoseč probíhající na přelomu května a června s následnou intenzivní pastvou, EG - extenzivní pastva během celého pastevního období, ECG - senoseč probíhající na přelomu května a června s následnou extenzivní pastvou, U - kontrolní plochy)



## 4.4 Sběr dat

Ke studiu diverzity travino-bylinné vegetace byla použita metoda odběru nadzemní biomasy a následného rozboru až na úroveň jednotlivých rostlinných druhů. Byla zjišťována výška porostu a následně druhové složení přítomných druhů rostlin.

K měření výšky porostu byla použita metoda CSHM (*Compressed sward height method*) zaznamenávaná pomocí kalibrovaného talířového měřidla (*Rising plate meter*) o průměru 30 cm. Tato metoda je standardní metodou pro měření horizontální struktury porostu (Castle 1976). Po změření výšky porostu byly v rámci jednoho oplátku náhodně odebrány vzorky nadzemní biomasy ze třech výškových kategorií:

1. **Opakovaně spásané plošky (int)** – výška porostu do 5 cm.
2. **Středně spásané plošky (mod)** – výška porostu 5 - 10 cm.
3. **Nespásané plošky (ext)** – výška porostu nad 10 cm.

Pod místy odběru nadzemní biomasy byly dále odebrány půdní vzorky. Vzorky byly vloženy do igelitových pytlů a následně zamrazeny. Poté byly postupně rozmrazeny a byl u nich proveden rozbor biomasy a zařazení rostlin až na úroveň druhů. Po rozebrání byly vzorky sušeny při teplotě 75 °C po dobu 22 hodin na konstantní obsah sušiny a následně v laboratoři váženy s přesností na tisícinu gramu. Odebrané půdní vzorky byly odeslány do laboratoře Výzkumného ústavu rostlinné výroby, v. v. i. v Praze, oddělení ekotoxikologie. Zde byly sušeny a následně byl stanoven (dle metody Melicha 3) jejich obsah přijatelných živin P, K, Ca, Mg v mg/kg půdy, Nt v %, humus, půdní reakce pH/KCl a pH/H<sub>2</sub>O.

K následné analýze dat bylo tedy celkem použito 96 vzorků z pastevní sezóny srpen 2007, 48 vzorků nadzemní biomasy (3 výškové kategorie x 4 vzorky z každé kategorie x 2 opakování x 2 intenzity pastvy) a 48 příslušných půdních vzorků.

## 4.5 Analýza dat

Po zvážení rozebraných a usušených vzorků rostlinné biomasy byly naměřené hodnoty přeepsány do programu MS Excel 2007. Následně byly převedeny na procenta a pak byly spočítány základní statistické charakteristiky (počty druhů

rostlin, procentuální zastoupení jednotlivých druhů, celkové sumy hmotností nadzemní biomasy).

K vyhodnocení dat byly použity základní statistické analýzy, které byly provedeny v programu R verze 2.15.2. Pomocí jednocestné analýzy ANOVA byl testován vliv různé intenzity pastvy (IG a EG), vliv různé kategorie výšek spásaných plošek (int, mod, ext) na počet jednotlivých druhů rostlin. Dále byl testován rozdíl intenzity pastvy (IG a EG) na hmotnosti rostlinné biomasy v jednotlivých výškových kategoriích plošek. Pomocí jednocestné ANOVY byl dále testován vliv dostupných živin v půdě (P, K, Ca, Mg), pH (pH/KCl, pH/H<sub>2</sub>O) a vliv humusu na počet a diverzitu rostlinných druhů. Při statistickém srovnání více než dvou proměnných je důležité zjistit, konkrétně mezi kterými proměnnými je či není statisticky významný rozdíl. K tomu slouží tzv. post-hoc testy, které zobrazí hladinu statistické významnosti  $p$  mezi všemi srovnávanými proměnnými. Proto byly statisticky významné rozdíly dále testovány pomocí Tukey HSD post-hoc testu.

Pro analýzu vlivu chemického prostředí a výšky porostu na druhovou diverzitu byla použita přímá lineární analýza (RDA, Redundancy Analysis) v programu CANOCO verze 4.5. Významnost korelace byla testována Monte Carlo permutačním testem (Monte Carlo permutation tests) s počtem permutací 999 (tj. pravděpodobnost chyby je vztažena k nulové hypotéze, že primární data jsou nezávislá na vysvětlujících proměnných). Výsledkem permutačního testu byla statistika pro sledovaný test a příslušná pravděpodobnost (F a p). Procento variability dat bylo vysvětleno příslušnými kanonickými osami RDA ordinačního diagramu, tj. mírou síly vysvětlujících proměnných (Lepš et Šmilauer, 2000).

## 4.6 Testované hypotézy

V souvislosti s naměřenými hodnotami byly formulovány tyto nulové hypotézy:

- Různá intenzita pastvy neovlivní počet rostlinných druhů.
- Různé výškové kategorie plošek neovlivní počet rostlinných druhů.
- Různé výškové kategorie plošek nemají vliv na množství nadzemní biomasy.
- Půdní reakce pH a množství dostupných živin v půdě neovlivní výšku porostu.
- Půdní reakce pH a množství dostupných živin neovlivní druhové složení porostu.



## 5. Výsledky

Na studovaném území (dohromady u obou variant EG a IG) bylo celkem zaznamenáno 43 druhů rostlin. Nalezené rostlinné druhy jsou uvedeny v příloze 3.

Z obrázku č. 2 a 3 je patrné, že největší zastoupení mají traviny a to jak v IG (23,94 %) tak i v EG (37,96 %) variantě. Nejhojněji zastoupenou travinou je *Agrostis capillaris* (61,55 %). Další významnou složkou trav je *Festuca rubra* (8,36 %). Byliny zaujímají v porostu 16,95 %. Nejvýznamnější procento zastoupení bylin tvoří leguminózy (7,44 %), mezi které byl zařazen: hrachor luční (*Lathyrus pratensis*), štírovník bažinný (*Lotus uliginosus*), jetel plazivý (*Trifolium repens*), vikev ptačí (*Vicia cracca*). Další početnější složku bylin tvoří pampeliška (*Taraxacum* spp.) (2,99 %). Významnou složkou porostu, především v EG variantě, je také mech (asi 10 %). Procentuální zastoupení travin, bylin, leguminóz a mechu v různých výškových kategoriích je znázorněno na obrázku č. 4.

Naměřená a vypočtená data, která udávají procentuální zastoupení jednotlivých druhů rostlin, vychází z náhodně odebraných vzorků z každé kategorie intenzity pastvy a výškové kategorie porostu (EG, IG, int, mod, ext). To znamená, že skutečný výskyt rostlinných druhů a jejich zastoupení na pastvině se zcela neztotožňují s odebranými vzorky.

**Obr. 2:** Procentuální zastoupení trav, bylin, leguminóz a mechu ve variantách intenzivní (IG) a extenzivní (EG) pastvy, Betlém.

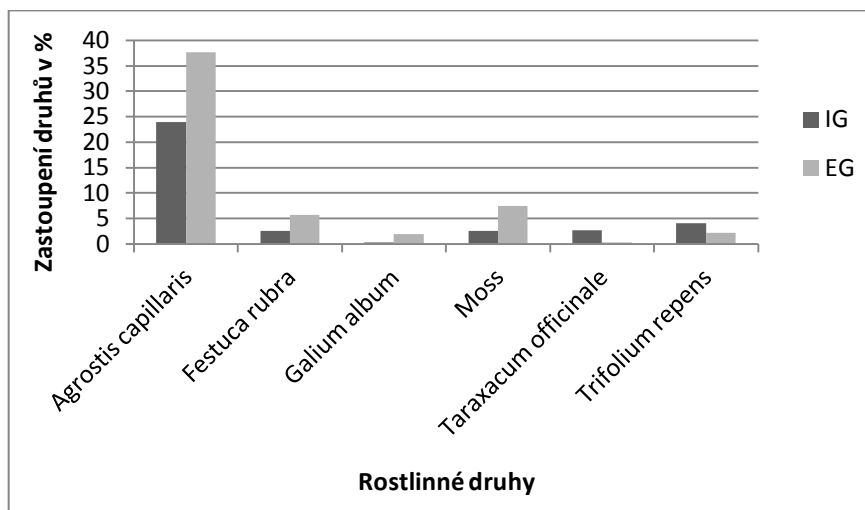
%	traviny		byliny			ostatní
	nízké	vysoké	nízké	vysoké	leguminózy	mech
<b>IG</b>	23,94	3,31	3,61	1,13	4,21	2,58
<b>EG</b>	37,96	7,82	1,93	2,84	3,23	7,44

**Obr. 3:** Procentuální zastoupení travin, bylin, leguminóz a mechu v různých výškových kategoriích porostu (int, mod, ext).

%		traviny		byliny			ostatní
		nízké	vysoké	nízké	vysoké	leguminózy	mech
<b>IG</b>	<b>int</b>	4,67	0,39	0,14	0,09	0,78	1,84
	<b>mod</b>	10,09	1,17	1,39	0,27	1,77	0,09

	<b>ext</b>	9,21	1,74	1,79	0,84	1,67	0,68
<b>EG</b>	<b>int</b>	6,89	0,59	0,45	0,24	1,27	4,04
	<b>mod</b>	13,58	1,73	0,87	0,91	0,71	0,59
	<b>ext</b>	17,53	5,54	0,63	1,72	1,26	2,83

**Obr. 4:** Procentuální zastoupení nejpočetnějších rostlinných druhů na intenzivní (IG) a extenzivní (EG) pastvě.



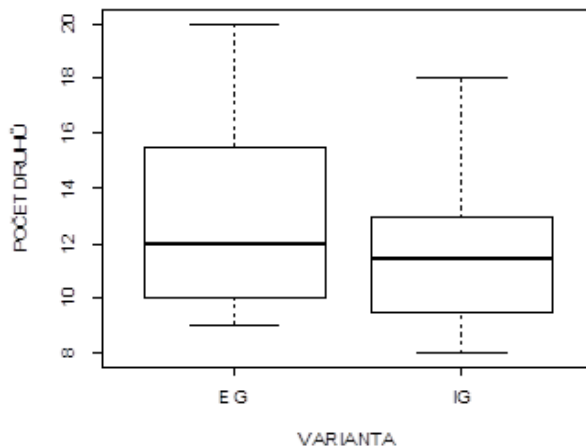
### Má různá intenzita pastvy vliv na počet druhů rostlin?

Jako první byla testována hypotéza, zda různá intenzita pastvy (IG a EG) ovlivní počet druhů, které se na studované lokalitě vyskytují. Pomocí jednocestné statistické analýzy ANOVA se nepodařilo prokázat, že intenzita pastvy má vliv na počet rostlinných druhů vyskytujících se na dané lokalitě ( $F = 2,17$ ;  $p = 0,147$ ). Také z obrázku č. 5 je patrné, že počty druhů rostlin se v intenzivní (IG) a extenzivní (EG) variantě od sebe téměř neliší.

U **extenzivní pastvy** bylo zaznamenáno celkem 39 druhů. Nevyskytovaly se zde druhy: zvonek okrouhlolistý (*Campanula rotundifolia*), řeřišnice luční (*Cardamine pratensis*), metlice trstnatá (*Deschmpsia caespitosa*) a jitrocel větší (*Plantago major*). Na **intenzivní pastvě** byl počet zastoupených druhů o něco nižší než u EG a z celkového počtu se zde vyskytovalo 34 druhů rostlin. Nebyly zde zastoupeny: bršlice kozí noha (*Aegopodium podagraria*), kerblík lesní (*Anthriscus sylvestris*), ostřice zaječí (*Carex leporina*), pcháč oset (*Cirsium arvense*), pýr plazivý

(*Elytrigia repens*), sítina (*Juncus* sp.), pryskyřník prudký (*Ranunculus acris*), trojštět žlutavý (*Trisetum flavescens*) a kopřiva dvoudomá (*Urtica dioica*).

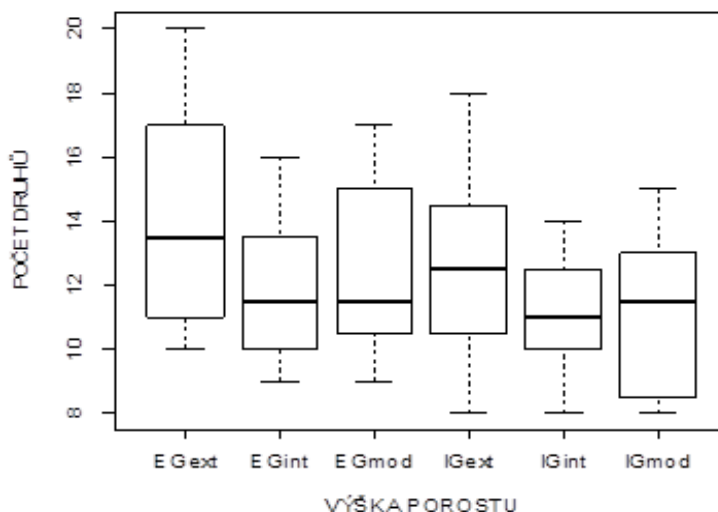
**Obr. 5:** Graf závislosti počtu druhů rostlin na intenzitě obhospodařování (IG, EG).



### Má různá výšková kategorie porostu vliv na počet druhů?

Druhou testovanou hypotézou bylo, zda mají různé výškové kategorie porostu vliv na počet rostlinných druhů, které se na dané plošce nacházejí. Z obrázku č. 6 je sice patrné, že počet druhů na extenzivní pastvě s největší výškou (EG ext) je o něco vyšší než u ostatních výškových kategorií a naopak - nejmenší počet rostlinných druhů byl zaznamenán na intenzivní pastvině u plošek s nejnižší výškou (IG int), ale hypotéza nebyla na hladině významnosti 0,05 statisticky prokázána ( $F = 1,27$ ;  $p = 0,294$ ). Na základě této jednocestné analýzy ANOVA lze říci, že výškové kategorie porostu nemají vliv na počet rostlinných druhů, které se na lokalitě Betlém vyskytují.

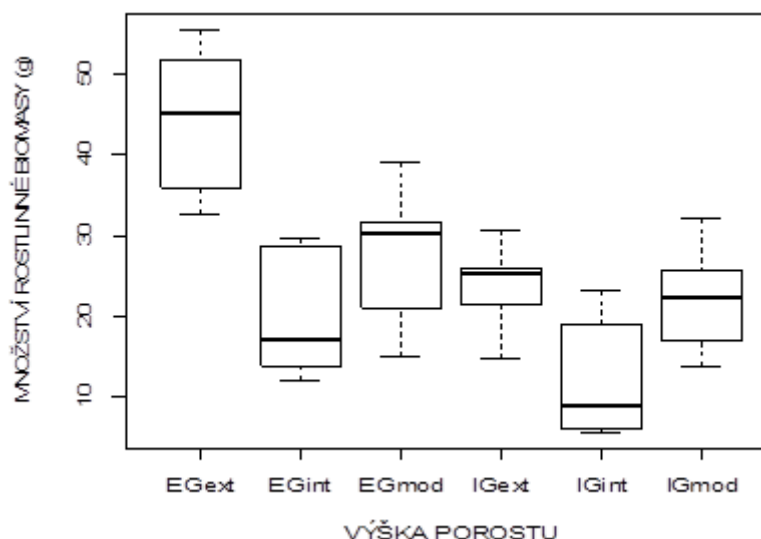
**Obr. 6:** Graf závislosti počtu rostlinných druhů na výšce porostu (int, mod, ext).



### Má různá výšková kategorie porostu vliv na množství nadzemní biomasy?

Další testovanou hypotézou bylo, zda má výšková kategorie porostu vliv na množství nadzemní rostlinné biomasy. Výsledky jednocestné analýzy ANOVA ukázaly, že výška porostu byla statisticky průkazná ( $F = 18,07$ ;  $p < 0,001$ ) a lze tedy říci, že množství nadzemní rostlinné biomasy je ovlivněno výškovou kategorií porostu. Z obrázku č. 7 je jasně patrné, že největší zůstatkové množství rostlinné biomasy je ve variantě EG ext (na extenzivní pastvě s nejnižší mírou zatížení) a naopak nejméně biomasy se nachází v IG int (na intenzivní pastvě s nejvyšší mírou zatížení).

**Obr. 7:** Graf závislosti množství nadzemní rostlinné biomasy na výškové kategorii porostu (int, mod, ext).

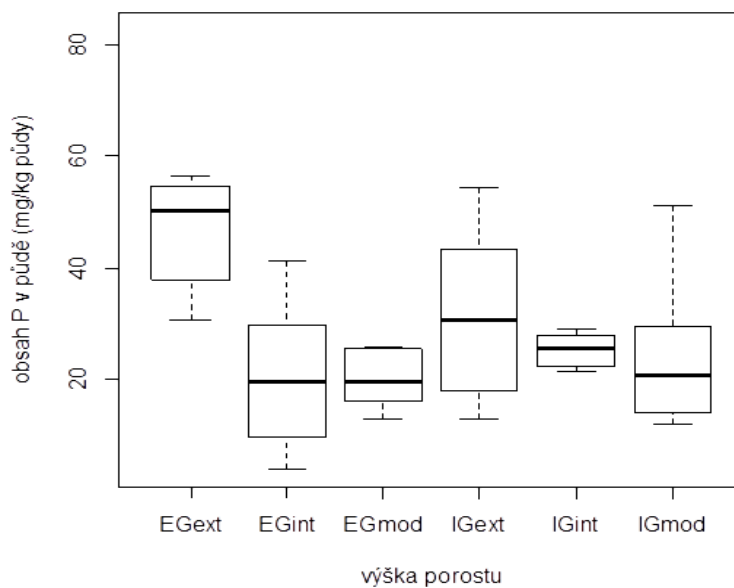


### Má množství dostupných živin obsažených v půdě vliv na různou výškovou kategorii travních porostů?

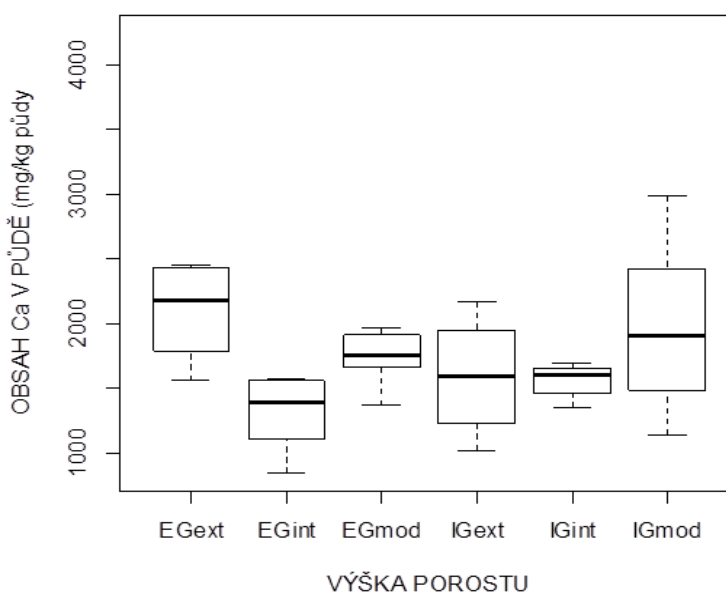
Jednotlivé chemické prvky obsažené v půdě byly testovány vzhledem ke vztahu intenzitě obhospodařování. Ze statistické analýzy ANOVA vyšel jednoznačně průkazný pouze vliv **fosforu** na množství rostlinné biomasy ( $F = 5,25$ ;  $p = 0,00078$ ) (Obr. 8). Vliv **vápníku** na množství nadzemní biomasy sice nebyl statisticky prokázán ( $F = 2,3665$ ;  $p = 0,0558$ ), ale podle výsledných hodnot se dá předpokládat, že má také vliv na množství nadzemní rostlinné biomasy (Obr. 9). Naopak neprůkazně vyšly všechny ostatní testované hodnoty: **pH/KCl** ( $F = 1,00$ ;  $p =$

0,4291), **pH/H<sub>2</sub>O** ( $F = 0,7333$ ;  $p = 0,6026$ ), **Mg** ( $F = 0,3936$ ;  $p = 0,8504$ ), **K** ( $F = 1,64$ ;  $p = 0,1704$ ). Poté byl pro statisticky průkazné hodnoty vyhotoven Tukey post-hoc test. Na základě tohoto testu byla zjišťována statistická významnost rozdílů mezi jednotlivými výškami porostu. Při testu závislosti výšky travních porostů se jako statisticky významné potvrdily rozdíly u fosforu pouze mezi variantami: EG int - EG ext ( $p = 0,0008$ ), EG mod - EG ext ( $p = 0,0037$ ) a IG mod -EG ext ( $p = 0,0044$ ).

**Obr. 8:** Graf závislosti výškové kategorie travních porostů na obsahu P v půdě, Betlém.



**Obr. 9:** Graf závislosti výškové kategorie travních porostů na obsahu Ca v půdě, Betlém

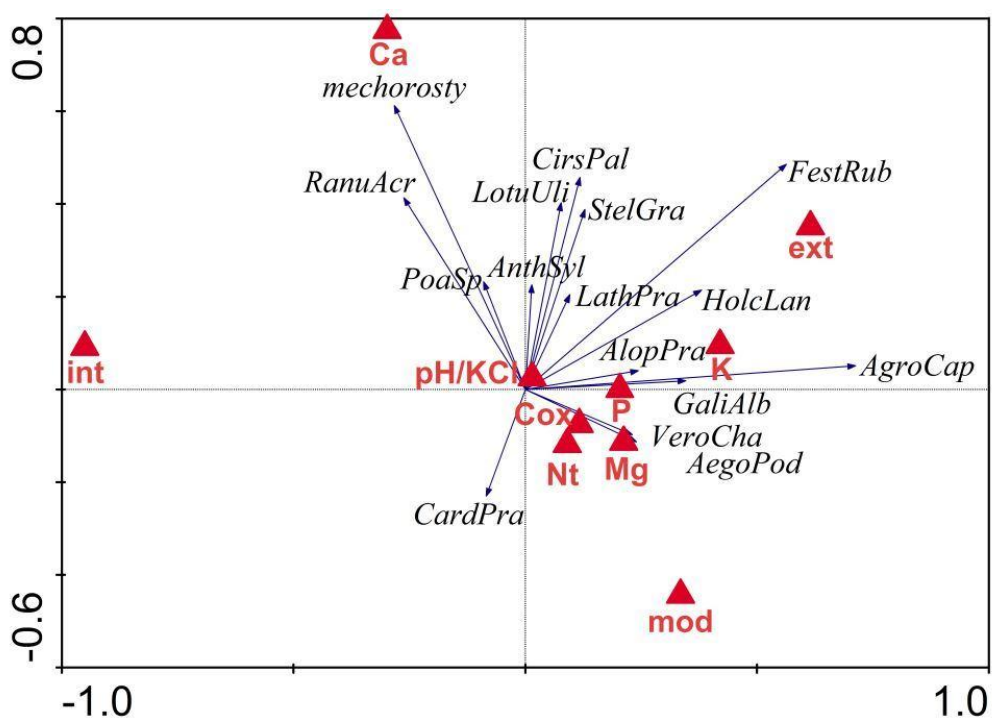


## Má množství dostupných živin v půdě a výškové kategorie porostu vliv na druhové složení porostu?

Závislost druhového složení porostu na chemickém složení půdy a výškových kategoriích byla analyzována pomocí redunční analýzy RDA ve statistickém programu CANOCO. Provedená analýza byla statisticky průkazná ( $F = 0,487$ ;  $p = 0,001$ ). Vysvětlená variabilita na první kanonické ose je 35,8 %, na druhé kanonické ose 44,9 %, resp. 44,9 % variability dat vysvětluje, že chemické složení půdy a výškové kategorie ovlivňují druhovou diverzitu porostu (Obr. 10).

Ordinační diagram dále naznačuje rozložení jednotlivých rostlinných druhů na pastvině v závislosti na výškovém porostu a chemickém složení půdy. Lze říci, že nejvíce bohatá na živiny je plocha se střední výškou porostu. Na těchto místech jsou zaznamenány druhy *Galium album*, *Aegopodium podagraria*, *Veronica chamaedrys*. Naopak druhy, jako *Anthriscus sylvestris*, *Poa* spp., *Lotus uliginosus*, *Ranunculus acris*, mechorosty se vyskytují na přesně opačných stanovištích (tzn. málo živin, velká intenzita pastvy).

**Obr. 10:** Ordinační diagram RDA závislosti rostlinných druhů na obsahu živin v půdě a intenzitě obhospodařování, Betlém.



## 6. Diskuze

V této studii se ze získaných dat, na rozdíl od níže uvedených autorů, nepodařilo statisticky prokázat, že počet rostlinných druhů vyskytujících se na studované lokalitě závisí na intenzitě pastvy. Naopak Pavlů et al. (2003b) při svém výzkumu došli k závěru, že větší druhová diverzita je zaznamenána při extenzivní pastvě. Se stejným výsledkem přišli také Šarapatka et al. (2005). Zmiňují, že intenzivní využívání pastvin vede k vytlačení konkurenčně slabších druhů rostlin z porostu, což způsobí snížení druhové diverzity. To potvrzuje také Ludvíková (2006), která uvádí, že počet druhů je obecně vyšší u extenzivní než u intenzivní pastvy. Dále Watkinson et Ormerod (2001) říkají, že extrémní intenzivní pastvy mohou vést k degradaci půdy a tím může docházet ke ztrátě druhové rozmanitosti. Pavlů et al. (2005) ve své studii shrnuli, že extenzivně využívaný pastevní porost je charakteristický značnou heterogenitou vegetace jak po stránce druhového složení, tak i výšky porostu.

Další testovanou hypotézou bylo, zda výškové kategorie porostu na pastvině ovlivňují počet rostlinných druhů. V tomto experimentu opět nebyl zaznamenán statisticky průkazný rozdíl. Pavlů et al. (2005) ale uvádí, že na pastvinách s vyšším zatížením je menší výběr druhů, což znamená, že zvířata jsou nucena spásat vegetaci bez možnosti selekce. Pokud trvá intenzivní spásání minimálně pět až deset let, vytváří se hustý a relativně homogenní pastevní porost. Také Correll et al. (2003) zmiňuje, že intenzivně spásané porosty jsou na rozdíl od extenzivně obhospodařovaných pastvin homogenní. Mládka et al. (2006) na rozdíl od Pavlů et al. (2005) vysvětluje, že druhová diverzita vegetace je určena chutností porostu. Pokud se na dané pastvině vyskytují chutné dominanty, diverzita rostlin se zvyšuje v důsledku selektivního spásání. Druhová diverzita by tedy podle Mládka et al. (2006) měla být vyšší na pastvinách, kde se zvířata pasou více selektivně. Scimone et al. (2007) ve své studii uvádí, že na mírně spásaných plochách došlo ke snížení počtu druhů na rozdíl od středně spásaných ploch, kde počet druhů zůstal stejný jako před začátkem pastvy.

Dále se v této studii z analyzovaných dat podařilo statisticky prokázat, že různé výškové kategorie porostu na odlišných variantách (EG, IG) ovlivňují množství nadzemní rostlinné biomasy. Mnoho autorů např. Hejcman et al. (2004),

Dumont et al. (2007), Mrkvička et Veselá (2004b), Auf et al. (2000) poukazuje na to, že na velmi intenzivně spásaných plochách dochází k výrazným vertikálním změnám v porostu. Ty se poté projevují především potlačením vysokých trav ve prospěch nízkých druhů a tím dochází ke snížení celkového množství nadzemní rostlinné biomasy. Gaisler et al. (2011) uvádí také důvod, že díky velké výšce porostu na extenzivních plochách dochází nejprve k sešlapu píce zvířaty, a tím se pro ně stává méně atraktivní. Následně nedochází k jejímu odstranění spásáním, a proto se zvýší hmotnost zbytkové rostlinné biomasy. Mrkvička et al. (2006b) uvádí, že intenzivní pastva mění strukturu travního porostu, který má minimální podíl stařiny nebo opadu, široký poměr listů ke stonkům a velký obsah bílkovin s vysokou stravitelností. Naopak extenzivní pastva má nízký obsah bílkovin, vysoký obsah nestravitelných rostlinných pletiv, a proto zvířata přijímají tuto píci méně ochotně. Pavlů et al. (2003c) uvádí, že celkové výnosy pastevní píce byly vyšší u intenzivně spásané varianty.

V této práci byla dále testována hypotéza, zda množství dostupných živin obsažených v půdě má vliv na různou výškovou kategorii travních porostů. Hypotéza byla testována pro všechny zjištěné živiny a půdní reakce (N, P, K, Mg, Ca, Nt, Cox, pH/KCl, pH/H<sub>2</sub>O). Statisticky prokázán byl ale pouze vliv fosforu. Vliv vápníku nebyl sice statisticky prokázán na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$ , ale z výsledků ( $F = 2,3665$ ;  $p = 0,0558$ ) se dá předpokládat vliv tohoto prvku na zůstatkovou výšku vegetace. Pavlů et al. (2005), Mrkvička et Veselá (2004) a mnoho dalších zmiňují, že intenzita pastvy je jedním z nejdůležitějších faktorů, které ovlivňují chemické složení půdy na dané lokalitě. Pavlů et al. (2003c) ve své studii uvedl, že díky velkému množství ponechané rostlinné biomasy z nespasného travního porostu, dochází ke zpětnému obohacení půdy o živin. Dále také Pavlů et al. (2003c) uvádí, že právě velké množství nahromaděných exkrementů může vést až k odmítání skotu spásat daný porost, a tím může docházet ke zvýšení rostlinného porostu. Jak uvádí Urban et al. (2005) velké množství pastevních zvířat soustředěných především v blízkosti jednoho místa, dokáže množstvím výkalů ovlivnit obsah živin v půdě. To následně ovlivní jak diverzitu, tak i prostorové a výškové uspořádání porostu. Mrkvička et Veselá (2005c) například zmiňují, že nedostatečné množství fosforu v půdě se projevuje zmenšenou listovou plochou a předčasným opadem listů u rostlin. Následkem toho může dojít ke snížení celkového objemu rostlinné biomasy.



Poslední testovanou hypotézou bylo, zda množství dostupných živin v půdě a výškové kategorie porostu ovlivňují jeho druhovou diverzitu. Analýzou RDA bylo statisticky prokázáno, že výše uvedené faktory mají významný vliv na druhové složení porostu na studované lokalitě Betlém. Dále z výsledků RDA analýzy vyplývá, že nejbohatší na živiny (P, Mg, Nt, Cox) jsou plošky se střední (mod) až největší (ext) výškou porostu, ale vliv pH se na plochách neprojevil. V případě intenzivně obhospodařované varianty se střední výškou porostu (IG mod) se pravděpodobně jedná o místa, kde se nejvíce vyskytovaly exkrementy. Jak také potvrzuje Mládek (2008), dobytek přednostně vypásá určité druhy rostlin, paznehty vytváří disturbance půdního povrchu a zpětně obohacuje porost živinami ve formě moče a exkrementů. Naopak z analýzy také vyplývá, že v kategoriích s nejvyšší výškou vegetace (ext) není zastoupení živin v půdě tak vysoké. Živiny jsou na těchto ploškách odčerpány rostlinnou biomasou nebo se z půdy rychle vyplaví. Pavlů et al. (2003c) ve své studii vysvětlil, že díky velkému množství ponechané rostlinné biomasy z nespaseného travního porostu, dochází ke zpětnému obohacení půdy o živiny a následné tvorbě humusu. Obecně se tedy dá říci, že nahromaděné exkrementy a menší chutnost vysoké píce pro zvířata vysvětluje vyšší obsah živin (především N a K) na těchto plochách (Hejzman et Pavlů, 2010). Halušková (2010) provedla na stejné experimentální ploše v Jizerských horách v roce 2010 výzkum, ve kterém prokázala vliv draslíku a hořčíku na výškové kategorie porostu. Uvádí, že existuje všeobecný vztah mezi draslíkem v půdě a výškovou kategorií vegetace. Dále také zmiňuje, že hořčík má prokazatelný vliv na výškovou kategorii porostu.

Jak již bylo jednou uvedeno (viz 3.3.2), různé druhy rostlin potřebují různé živiny, a také se liší v jejich spotřebovaném množství (Begon et al. 1997). Hejzman et al. (2010b) ale ve své studii uvádí, že půdní živiny ovlivňují změny v druhovém složení pouze okrajově. Ordinační diagram (Obr. 10) ukazuje, že plochy bohaté na živiny, především na Mg, P, Nt, Cox, nejvíce podporují výskyt druhů, jako je *Aegopodium podagraria*, *Festuca pratensis*, *Veronica chamaedrys*, *Galium album*, *Urtica dioica*, *Cirsium arvense*. Naopak na půdách s vyšším obsahem draslíku a fosforu byly zaznamenány druhy, jako je *Agrostis capillaris*, *Holcus lanatus*, *Festuca rubra*, *Alopecurus pratensis*. Také Halušková (2010) ve své diplomové práci, která byla provedena na stejné experimentální ploše, potvrdila, že na půdách bohatých na živiny stoupá výskyt bylinných druhů, jako je *Aegopodium podagraria*, *Veronica*

*chamaedrys*, *Achillea millefolium*. Jak ve své studii zmiňuje Mrkvička et Veselá (2004) a Mrkvička et al. (2006), fosfor a draslík podporují rozšíření růstu travin. Mrkvička et al. (2005) dále také uvádí, že vyšší přísun dusíku způsobuje rozšiřování rhizomatických trav, např. psárky luční (*Alopecurus pratensis*), lipnice luční (*Poa pratensis*), ale též pýru plazivého (*Elytrigia repens*). Ty se postupně stávají převládající složkou porostu. Veselá et al. (2005) na rozdíl od Mrkvičky et al. (2005), ve své studii označila *Alopecurus pratensis* jako nitrofilní druh.

Leguminózy, především *Lotus uliginosus*, *Lathyrus pratensis*, *Trifolium repens*, byly zaznamenány na místech, které nejsou bohaté na živiny, především však tam, kde je minimální množství dusíku. To ve své studii potvrzuje také Mrkvička et al. (2005) a Mrkvička et Veselá (2004) dále uvádějí, že dominance leguminóz a jiných dvouděložných druhů v porostu je ovlivněna zejména fosforem a draslíkem. Také Veselá et al. (2005) potvrzují, že nejvyšší zastoupení leguminóz bylo zjištěno na plochách s vysokým obsahem fosforu a draslíku a naopak na ploškách bohatých na dusík se leguminózy vyskytovaly pouze sporadicky.

Na plochách bohatých na vápník (se zásaditým pH půdy) se vyskytovaly druhy, jako je *Ranunculus acris*, *Poa* spp., což potvrzuje i Grime et al. (1988). Nejvýrazněji však na těchto plochách byly zastoupeny mechorosty. Ačkoliv Šarapatka et al. (2005) uvádí, že mechové patro na pastvinách často zcela chybí, v této studii byl mech zaznamenán ve velkém množství. Hlavní trend mechorostů na experimentální ploše určuje především *Rhytidiadelphus squarrosus*, který byl na lokalitě zaznamenán v nejvyšším zastoupení. Tento druh byl vázán především na plochy s nejnižší výškovou kategorií porostu a vysokým obsahem vápníku v půdě. Virtanen et al. (2000) ve své studii uvedl, že pravděpodobnost výskytu mechorostů vzrůstá s vyšší hodnotou pH. Gutzerová (2009) ve svém článku naopak uvádí, že *Rhytidiadelphus squarrosus* se nejvíce vyskytuje na půdách s kyselou půdní reakcí. Dále také zmiňuje, že v ČR jde o velmi hojný až obecný druh na celém území od nížiny až po hřebeny hor. Nejčastěji se vyskytuje na travnatých místech na okrajích cest, na pastvinách, na pasekách a na stanovištích ovlivňovaných člověkem. Jak uvádí Šarapatka et al. (2005), Urban et al. (2003) a další, na silně kyselých půdách se málo rozvíjí kořenový systém rostlin, snižuje se zastoupení vikvovitých druhů a klesá i efektivnost poutání vzdušného dusíku u leguminóz. Proto, jak uvádí Mrkvička et Veselá (2001), vápnění je jedním z nejdůležitějších úprav půdního pH a základním

opatřením, které ovlivňuje úrodnost a produkční schopnost půd. Vápnění na kyselých půdách potlačuje druhy citlivé na zvýšenou půdní reakci, na půdách s optimálním rozmezím pH zvyšuje podíl všech dvouděložných druhů.

Na nejméně zatížených plochách (plochy s největší výškou - ext) byly zaznamenány především druhy, jako je *Festuca rubra*, *Holcus lanatus*, *Stellaria graminea*, *Cirsium palustre*, *Anthriscus sylvestris*, *Alopecurus pratensis*. To ve své studii potvrdil také Auf (2001). Uvádí, že méně zatížené plochy umožňují rozvoj a rozšíření rostlinných druhů, jako je pcháč bahenní (*Cirsium palustre*), kontryhel obecný (*Alchemilla vulgaris*), řebříček obecný (*Achillea millefolium*), v porostu se snaží dále udržet i luční jeteloviny jako štírovník bažinný (*Lotus uliginosus*), hrachor luční (*Lathyrus pratensis*), vikev plotní (*Vicia sepium*) a vikev ptačí (*Vicia cracca*). Na rozdíl od Aufa (2001) se v tomto experimentu neprokázalo výrazné zastoupení rozrazilu rezekvítka (*Veronica chamaedrys*) bršlice kozí nohy (*Aegopodium podagraria*) ve výškové kategorii ext. Podle Pavelíčka et al.(2007), většina autorů uvádí, že intenzivní pastva má pozitivní vliv na druhovou bohatost v porovnání s pastvou extenzivní nebo s neobhospodařovaným systémem, který může vést ke ztrátě rozmanitosti vegetace. Mládek (2008) zmiňuje, že pastva na rozdíl od sečení nemění travní porost na stejnou výšku na celé obhospodařované ploše. Díky tomu se postupně na pastvině utváří mozaika nízkých opakovaně spásaných míst a vysokých nedopasků a zvyšuje se heterogenita porostu.

## 7. Závěr

Předmětem této studie bylo zjistit, zda diverzita travino-bylinné vegetace je ovlivněna intenzitou pastvy a chemickým složením půdy.

Na základě provedených statistických analýz lze konstatovat, že počet rostlinných druhů, čili druhová diverzita, na studované lokalitě Betlém není ovlivněna jak intenzitou obhospodařování pastviny (extenzivní a intenzivní pastvou), tak ani zůstatkovou výškou porostu na dané lokalitě. Naopak ale bylo prokázáno, že různé kategorie výšek porostu působí na množství nadzemní rostlinné biomasy. Obecně lze tedy říci, že s nižší intenzitou pastvy hospodářských zvířat se zvyšuje množství biomasy rostlin a naopak. S rostoucí intenzitou pastvy dochází ke snižování selektivity jalovic při pastvě, a tím dochází k vyššímu pastevnímu tlaku a následnému snížení hmotnosti nadzemní rostlinné biomasy.

Kromě prokazatelného vlivu fosforu na výšku porostu se u ostatních dostupných živin (K, P, Ca, Mg, Nt, Cox) a půdního pH nepodařil potvrdit vliv živin a vliv pH na zůstatkovou výšku v různých výškových kategoriích travních porostu. Pomocí RDA analýzy ale byla prokázána vyšší koncentrace živin v porostech se střední a vyšší výškou vegetace, a také existence vztahu mezi druhovou diverzitou vegetace a chemickými vlastnostmi půdy na studované lokalitě. Intenzita pastevního obhospodařování však na chemické vlastnosti půdy prokazatelný vliv nemá.

## 8. Seznam použité literatury

**Andaluz M. G., Florián L. M. et Pavlů V., 2004:** Nedopasky a selektivní pastva. *Úroda 4: 18-19.*

**Auf D., Pavlů V. et Mrkvička J., 2000:** Význam šlechtění a semenářství v zemědělství: Vliv intenzity pastvy na druhovou diverzitu. *Výzkumný ústav pícninářský, spol. s.r.o., Troubsko: 9-12.*

**Auf D., Pavlů V. et Mrkvička J., 2000b:** Zatížení pastviny, botanické složení porostu a výnos. *Úroda 5: 18-19.*

**Auf D. et Mrkvička J., 2001:** Rozvoj rostlinného společenstva při různém zatížení pastvin. *Úroda 8: 12.*

**Begon M., Harper J. L. et Townsend C. R., 1997:** Ekologie - jedinci, populace a společenstva. *Vydavatelství Univerzity Palackého, Olomouc: 949 pp.*

**Castle M. E., 1976:** A simple disc instrument for estimating herbage yield. *Journal of the British Grassland Society 31: 37 - 40.*

**Correll O., Isselstein J. et Pavlů V., 2003:** Studing spatial and temporal dynamics of sward structure at low stocking densities: the use of an extended rising-plane-meter method. *Grass and Forage Science 58: 450-454.*

**Dumont B., Carrere P. et D'hour P., 2002:** Foraging in patchy grasslands: diet selection by sheep and cattle is affected by the abundance and spatial distribution of preferred species. *Animal Research 51: 367-381.*

**Fiala J., Klír J., Gaisler J. et Kohoutek A., 2007:** Hnojení travních porostů statkovými hnojivy. *Náš chov 3: 96-100.*

**Gaisler J. et Hejduk S., 2006:** Půdní poměry. In: Mládek J., Pavlů V., Hejzman M., Gaisler J., (eds.), 2006: Pastva jako prostředek údržby trvalých travních porostů v chráněných územích. *VÚRV, Praha: 104 pp.*

**Gaisler J., Pavlů V., Mládek J., Hejzman M. et Pavlu L., 2011:** Obhospodařování travních porostů ve vztahu k agro-environmentálním opatřením. *Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha-Ruzyně: 24 pp.*

- Grime J. P., Hodgson J. G. et Hunt R., 1988:** Comparative plant ecology: a functional approach to common British species. *Unwin Hyman Ltd, London, UK: 742 pp.*
- Gutzerová N., 2009:** *Rhytidiadelphus squarrosus* (Hedw.) Warnst. – kostrbátec zelený / kostrbátec strapatý. Online: <http://botany.cz/cs/rhytidiadelphus-squarrosus/>, cit. 11.4.2013.
- Halušková D., 2010:** Heterogenita porostu v závislosti na intenzitě pastvy a chemickém složení půdy. *Dep. in Česká zemědělská univerzita, Praha: 112 pp.*
- Hejzman M., Pavlů V. et Krahulec F., 2004:** Pastva hospodářských zvířat. In: Háková A., Klauďisová A., Sádlo J. (eds) 2004: *Zásady péče o nelesní biotopy v rámci soustavy Natura 2000. PLANETA XII 3 - druhá část. Ministerstvo životního prostředí, Praha: 75.*
- Hejzman M., Šarapatka B. et Pavlů V., 2005:** Travní porosty v ekologickém způsobu hospodaření. *Úroda 5: 48-49.*
- Hejzman M., Klauďisová M., Hák J., Nežerková P., Štursa J. et Pavlů V., 2005b:** Hnojení smilkových travních porostů aneb Může být druhová skladba ovlivněna i 37 let po ukončení aplikace hnojiv? *Úroda 7: 34-37.*
- Hejzman M., Nežerková P. et Gaisler J., 2006:** Historie pastvy hospodářských zvířat v Českých zemích. *Náš chov 3: 66-68.*
- Hejzman M. et Pavlů V., 2010:** Hnojení - novodobý nástroj nebo odvěká součást zemědělství?. *Vesmír 89: 598-601.*
- Hejzman M., Schellberg J. et Pavlů V., 2010b:** Long-term effects of cutting frequency and liming on soil chemical properties, biomass production and plant species composition of Lolio-Cynosuretum grassland after the cessation of fertilizer application. *Applied Vegetation Science 3: 257-269.*
- Kunzová E., 2009:** Výživa rostlin a hnojení fosforem - metodika pro praxi. *Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Praha: 27 pp.*
- Lepš J. et Šmilauer P., 2000:** Mnohorozměrná analýza ekologických dat. *Jihočeská univerzita, České Budějovice: 102 pp.*

- Ludvíková V., Pavlů V. et Hejzman M., 2009:** Tvorba struktury pastevního porostu. *Úroda* 8: 48-49.
- Ludvíková V., 2012:** Dissertation: The effect of different grazing intensities on sward structure. *Dep. in Czech University of Life Sciences, Prague: 83 pp.*
- Mládek J., Pavlů V. et Hejzman M., 2006:** Struktura a druhová skladba vegetace. In: Mládek J., Pavlů V., Hejzman M., Gaisler J., (eds.), 2006: Pastva jako prostředek údržby trvalých travních porostů v chráněných územích. *VÚRV, Praha: 104 pp.*
- Mládek J., 2008:** Vliv pastvy na druhovou diverzitu (Impact of grazing on species diversity). In: Jongepierová I., (eds) 2008: Louky Bílých Karpat (Grassland of the White Carpathian Mountains). *ZO ČSOP Bílé Karpaty, Veselí nad Moravou: 461 pp.*
- Mrkvička J. et Veselá M., 2001:** Vliv různých forem hnojení na botanické složení a výnosový potenciál travních porostů. *Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha: 26 pp.*
- Mrkvička J. et Veselá M., 2003:** Působení živin na botanické složení a výnosy lučního porostu. *Úroda* 5: 14-15.
- Mrkvička J. et Veselá M., 2004:** Tematická příloha: Vliv výživy na floristickou skladbu a výnosy lučního porostu. *Úroda* 4: 16-17.
- Mrkvička J., et Veselá M., 2004b:** Tematická příloha: Systém pastvy a pastevní technologie. *Náš chov* 2: 1-4.
- Mrkvička J., Veselá M., Andaluz M. G. et Pavlů V., 2005:** Vliv kontinuální pastvy jalovic na botanické složení porostu. *Náš chov* 7: 39-40.
- Mrkvička J., Veselá M. et Kocourková D., 2005b:** Složení travních porostů vypovídá o ekologických podmínkách. *EKO - ekologie a společnost* 6: 10-12.
- Mrkvička J. et Veselá M., 2005c:** Fosforečno-draselné hnojení ovlivňuje druhové složení lučního porostu. *Úroda* 6: 29-31.
- Mrkvička J., Veselá M. et Kocourková D., 2006:** Výživa travních porostů v intenzivním hospodářství. *Agro-ochrana* 3: 38-40.
- Mrkvička J., Veselá M. et Pavlů V., 2006b:** Pastva skotu a botanické složení travních porostů. *Agro-magazín* 12: 36-39.

**Pavelíček P., 2007:** Diplomová práce: Extenzivní pastva ve vztahu k časoprostorové heterogenitě travino-bylinné vegetace. *Dep. in Univerzita Palackého, Olomouc: 93 pp.*

**Pavlů V., 1995:** Pastva skotu v podhorských oblastech. *Farmář 4: 16-17.*

**Pavlů V., Hejzman M. et Gaisler J., 2003:** Používané pastevní systémy. In: Mrkvička J., Veselá M., Šantrůček J., 2003: Pastva v různých ekologických podmínkách. *Česká zemědělská univerzita, Praha: 35 pp.*

**Pavlů V., Hejcan M., Pavlů L. et Gaisler J., 2003b:** Effect of rotational and continuous grazing on vegetation of upland grassland in the Jizerské hory Mts., Czech republic. *Folia geobotanica 38: 21-34.*

**Pavlů V., Gaisler J. et Hejzman M., 2003c:** Intenzivní a extenzivní pastva jalovic. *Úroda 6: 37-39.*

**Pavlů V., Hejzman M. et Gaisler J., 2004:** Pastevní systémy a technologie: Volíme různé způsoby pastvy. *Zemědělec 19: 9-10.*

**Pavlů V., Gaisler J. et Hejzman M., 2005:** Tématická příloha: Extenzivní pastva a kvalita píce. *Úroda 8: 1-3.*

**Pavlů V., Gaisler J., Mládek J. et Pavelíček P., 2006:** Charakteristika pastevního porostu. In: Mládek J., Pavlů V., Hejzman M., Gaisler J., (eds.), 2006: Pastva jako prostředek údržby trvalých travních porostů v chráněných územích. *VÚRV, Praha: 104 pp.*

**Pavlů V., Hejduk S., Mládek J. et Hejzman M., 2006b:** Kvalita pastevní píce. In: Mládek J., Pavlů V., Hejzman M., Gaisler J., (eds.), 2006: Pastva jako prostředek údržby trvalých travních porostů v chráněných územích. *VÚRV, Praha: 104 pp.*

**Pavlů V., Čiháková K. et Mládek J., 2006c:** Nedopasky. In: Mládek J., Pavlů V., Hejzman M., Gaisler J., (eds.), 2006: Pastva jako prostředek údržby trvalých travních porostů v chráněných územích. *VÚRV, Praha: 104 pp.*

**Pavlů V., Hejzman M., Pavlů L., Gaisler J., Nežerková P. et Meneses L., 2006d:** Changes in plant densities in a mesic species-rich grassland after imposing different grazing management treatments. *Grass and Forage Science 61: 42-51.*



**Pavlů V., Gaisler J. et Hejzman M., 2006e:** Přírodní podmínky pro využití pastvy v ČR. In: Mládek J., Pavlů V., Hejzman M., Gaisler J., (eds.), 2006: Pastva jako prostředek údržby trvalých travních porostů v chráněných územích. *VÚRV, Praha: 104 pp.*

**Pavlů V., Hejzman M., Pavlů L., Gaisler J. et Nežerková P., 2006f:** Effect of continuous grazing on forage quality, quantity and animal performance. *Agriculture, Ecosystems and Environment 113: 349 - 355.*

**Pavlů V., Hejzman M., Pavlů L. et Gaisler J., 2007:** Restoration of grazing management and its effect on vegetation in an upland grassland. *Applied Vegetation Science 10: 375-382.*

**Rook A. J. et Tallowin J. R. B., 2003:** Grazing and pasture management for biodiversity benefit. *Animal research 52: 181-189.*

**Scimone M., Rook A. J., Garel J. P. et Sahin N., 2007:** Effect of livestock breed and grazing intensity on grazing systems: 3. Effect on diversity of vegetation. *Grass and Forage Science 62: 172-184.*

**Šarapatka B., Hejduk S. et Čížková S., 2005:** Trvalé travní porosty v ekologickém zemědělství. *PRO-BIO Svaz ekologických zemědělců, Šumperk: 24 pp.*

**Štorbach J., 2010:** Disertační práce: Studium biodiverzity agrofytocenóz ve vztahu ke způsobu hospodaření na trvalých travních porostech. Dep. in: *Česká zemědělská univerzita, Praha: 277 pp.*

**Štýbnarová M., 2011:** Disertační práce: Změny druhové diverzity a stravitelnosti organické hmoty při rozdílné intenzitě obhospodařování travních porostů. Dep. in: *Česká zemědělská univerzita, Praha: 147 pp.*

**Trávník K., 1998:** Vliv dlouhodobého hnojení a vápnění na pH půdy a výnosy plodin. *Rostlinná výroba 10: 471-476.*

**Trávník K., 2004:** Bilance živin a změny jejich obsahu v půdě. *Úroda 5: 53-55.*

**Urban J., Šarapatka B. et al., 2003:** Ekologické zemědělství: učebnice pro školy i praxi, I. díl (Základy ekologického zemědělství, agroenvironmentální aspekty a pěstování rostlin). *Ministerstvo životního prostředí, Praha: 269 pp.*

**Veselá M. et Mrkvička J., 2004:** Travní porosty a ochrana životního prostředí. *Úroda* 9: 32-35.

**Veselá M., Mrkvička J. et Kocourková D., 2005:** Vliv výživy na luční porosty. *Úroda* 3: 51-53.

**Virtanen R., Johnston A. E., Crawley M. J. et Edwards G. R., 2000:** Bryophyte biomass and species richness on the Park Grass Experiment, Rothamsted, UK. *Plant Ecology*, 151: 129-141.

**Watkinson A. R. et Ormerod S. J., 2001:** Grassland, grazing and biodiversity: editors' introduction. *Journal of Applied Ecology* 38: 233-237.

#### INTERNETOVÉ ZDROJE:

**Mapy.cz** (online) [cit. 14.3.2013], dostupné z  
<[http://www.mapy.cz/#q=old%25C5%2599ichov%2520v%2520h%25C3%25A1j%25C3%25ADch&t=s&x=15.134868&y=50.801356&z=10&qp=9.552960\\_47.827604\\_18.763856\\_51.617559\\_6&d=muni\\_1847\\_1](http://www.mapy.cz/#q=old%25C5%2599ichov%2520v%2520h%25C3%25A1j%25C3%25ADch&t=s&x=15.134868&y=50.801356&z=10&qp=9.552960_47.827604_18.763856_51.617559_6&d=muni_1847_1)>

## 9. Přílohy

### 9.1 Mapová příloha

**Obr. 1** Zájmové území Oldřichov v Hájích - Betlém, mapa širších vztahů okolí.



**Obr. 2:** Lokalita Bétlém, Oldřichov v Hájích, Jizerské hory.

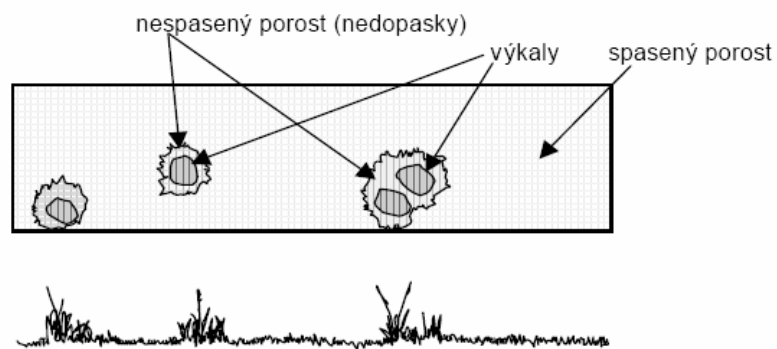


## 9.2 Obrázková příloha

**Obr. 1:** Travní porost s nedopasky, Betlém. Foto: Smékalová M.



**Obr. 2:** Struktura nedopasků na pastvině. (Pavlů et al. 2006c).



**Obr. 3:** Vertikální struktura porostu: vlevo neobhospodařovaný porost, vpravo extenzivní pastva, vpředu intenzivní pastva, Betlém, Oldřichov v Hájích. Foto: Pavlů V.



**Obr. 4:** Místo odpočinku jalovic, Betlém. Foto: Smékalová M.



**Obr. 5:** Pastva jalovic na extenzivní variantě, Betlém. Foto: Smékalová M.



**Obr. 6:** Vážení usušené biomasy. Foto: Pacltová A.



## 9.3 Tabulková příloha

**Obr. 1:** Druhy vyskytující se na lokalitě Beltém - Oldřichov v Hájích.

Latinský název	Český název
<i>Aegopodium podagraria</i>	bršlice kozí noha
<i>Agrostis capillaris</i>	psineček obecný
<i>Achillea millefolium</i>	řebříček
<i>Alchemilla vulgaris</i>	kontryhel obecný
<i>Alopecurus pratensis</i>	psárka luční
<i>Anthriscus sylvestris</i>	kerblík lesní
<i>Campanula rotundifolia</i>	zvonek okrouhloolistý
<i>Cardamine pratensis</i>	řeřišnice luční
<i>Carex</i> spp.	ostřice sp.
<i>Cerastium hollosteoides</i>	rožec obecný
<i>Cirsium arvense</i>	pcháč rolní
<i>Cirsium palustre</i>	pcháč bahenní
<i>Dactylis glomerata</i>	srha říznačka
<i>Daeschampsia caespitosa</i>	metlice trsnatá
<i>Elytrigia repens</i>	pýr plazivý
<i>Festuca pratensis</i>	kostřava luční
<i>Festuca rubra</i>	kostřava červená
<i>Galium album</i>	svízel bílý
<i>Galium uliginosum</i>	svízel slatinný
<i>Holcus lanatus</i>	medyněk vlnatý
<i>Holcus mollis</i>	medyněk měkký
<i>Hypericum maculatum</i>	třezalka tečkovaná
<i>Juncus</i> spp.	sítina
<i>Lathyrus pratensis</i>	hrachor luční
<i>Leontodon autumnalis</i>	máchelka podzimní
<i>Lotus uliginosum</i>	štírovník bažinný
<i>Lychnis flos-cuculi</i>	kohoutek luční
Moss	mech
<i>Plantago lanceolata</i>	jitrocel kopinatý
<i>Plantago major</i>	jitrocel větší
<i>Poa</i> spp.	lipnice
<i>Ranunculus acris</i>	pryskyřník prudký
<i>Ranunculus repens</i>	pryskyřník plazivý
<i>Rumex acetosa</i>	šťovík obecný
<i>Stellaria gramminea</i>	ptačinec trávovitý
<i>Taraxacum officinale</i>	pampeliška
<i>Trifolium repens</i>	jetel plazivý

<i>Trisetum flavescens</i>	trojštět žlutavý
<i>Urtica dioica</i>	kopřiva dvoudomá
<i>Veronica arvensis</i>	rozrazil rolní
<i>Veronica chamaedrys</i>	rozrazil rezekvítek
<i>Veronica serpyllifolia</i>	rozrazil douškolistý
<i>Vicia cracca</i>	vikev ptačí