

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: N4106 Zemědělská specializace

Studijní obor: Biologie a ochrana zájmových organismů

Katedra: Katedra biologických disciplín

Vedoucí katedry: doc. RNDr. Ing. Josef Rajchard, Ph.D.

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Vliv eutrofizace na primární produkci travinného mokřadu

Vedoucí diplomové práce: doc. RNDr. Hana Čížková, CSc.

Autor: Bc. Monika Bordovská

České Budějovice, 2012

Prohlášení:

Prohlašuji, že svoji diplomovou práci jsem vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to v nezkrácené podobě (v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných Zemědělskou fakultou JU) elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách.

V Českých Budějovicích 26. 4. 2012

Podpis:

Poděkování:

Chtěla bych poděkovat vedoucí mé diplomové práce Doc. RNDr. Haně Čížkové CSc. za odborné rady, připomínky, za čas strávený při konzultacích a za zapůjčení literatury i za pomoc při odběru vzorků.

Dále bych chtěla poděkovat všem, kteří mi pomohli při odběru, třídění a zpracování vzorků, jmenovitě Ing. Štěpánce Kuncové, Mgr. Vladimíru Suchému, Bc. Petře Žahourové a Bc. Veronice Stupkové.

V neposlední řadě děkuji své rodině, která mě podporuje ve všech mých aktivitách.

Anotace

Tato práce je součástí studia mokřých luk v rámci projektu GA ČR 526/09/1545. Jeho cílem je zjistit význam nově asimilovaného uhlíku pro interakce rostlin s půdou v mokřadních travinných ekosystémech v proměnlivých podmínkách vnějšího prostředí. V rámci tohoto projektu bylo hodnoceno zájmové území Hamerských luk v nivě řeky Nežárky z hlediska celkové nadzemní produkce.

Tato práce zahrnuje data z let 2010 a 2011. Každý rok byly provedeny dva odběry biomasy. V každém odběru bylo odebráno celkem 24 vzorků z ploch s různou intenzitou hnojení. Varianty zahrnovaly plochy s vysokou intenzitou hnojení, plochy s nízkou intenzitou hnojení a plochy nehnojené.

Za rok 2010 byla produkce nadzemní biomasy $863,88 \text{ g.m}^{-2}$ u ploch s vysokou variantou hnojení, $788,46 \text{ g.m}^{-2}$ u ploch s nízkou variantou hnojení a $839,69 \text{ g.m}^{-2}$ na plochách bez hnojení. Roční produkce nadzemní biomasy za rok 2011 byla $1149,71 \text{ g.m}^{-2}$ na plochách s vysokou variantou hnojení, $953,73 \text{ g.m}^{-2}$ na plochách s nízkou intenzitou hnojení a $930,25 \text{ g.m}^{-2}$ na plochách bez hnojení.

Klíčová slova:

Mokřad

Nadzemní biomasa

Hnojení

Annotation

This work is part of a study of wet meadows within the project GA CR 526/09/1545. The objective of the project is to determine the importance of newly assimilated carbon for the plant-soil interactions of plants within wet grassland ecosystems in changing environmental conditions. As part of this project, a wet grassland ecosystem near Hamr situated in the Nežárka river floodplain was assessed in terms of aboveground production.

This work includes data from 2010 and 2011. Each year the biomass was sampled two times. At each sampling, 24 samples were collected from plots differing in the intensity of fertilization. The treatments included high intensity of fertilization, low intensity of fertilization and no fertilization.

In 2010, the annual production of aboveground biomass was 863.88 g m^{-2} on plots with a high intensity of fertilization, 788.46 g m^{-2} on plots with low intensity of fertilization and areas 839.69 g m^{-2} on unfertilized plots. In 2011 the annual production of aboveground biomass was 1149.71 g m^{-2} on plots with high fertilization, 953.73 g m^{-2} in plots with low fertilization, and 930.25 g m^{-2} on plots without fertilization.

Keywords:

Wetland

Aboveground biomass

Fertilization

Obsah

| | |
|--|----|
| 1. Úvod..... | 7 |
| 2. Literární rešerše | 8 |
| 2.1 Charakteristika mokřadů..... | 8 |
| 2.1.1 Definice mokřadu | 8 |
| 2.1.2 Druhy mokřadů | 8 |
| 2.1.3 Funkce mokřadů | 10 |
| 2.1.4 Ochrana mokřadů..... | 10 |
| 2.1.4.1 Ramsarská úmluva..... | 10 |
| 2.1.4.2 NATURA 2000..... | 11 |
| 2.1.5 Vlastnosti mokřadní půdy..... | 11 |
| 2.1.6 Vlastnosti mokřadní vegetace..... | 12 |
| 2.1.6.1 Adaptace metabolické..... | 12 |
| 2.1.6.2 Adaptace anatomické..... | 13 |
| 2.1.7 Rostlinná společenstva travinných mokřadů | 14 |
| 2.1.8 Produkce mokřadů | 15 |
| 2.1.9 Vliv dostupnosti živin na primární produkci rostlin..... | 15 |
| 2.2.1 Eutrofizace mokřadů..... | 16 |
| 2.2.2 Koloběh dusíku | 17 |
| 2.2.3 Koloběh fosforu | 18 |
| 3.1 Studovaná lokalita – Hamerské louky | 19 |
| 3.1.1 Třeboňsko | 19 |
| 3.1.1 Hamerské louky | 19 |
| 4 Metodika | 21 |
| 4.1 Vymezení pojmů..... | 21 |
| 4.1.1 Produkční ekologie | 21 |
| 4.1.2 Statistika..... | 21 |
| 4.2 Princip použité metodiky | 22 |
| 4.3 Vlastní měření..... | 23 |
| 4.3.1 Uspořádání pokusu | 23 |

| | |
|--|----|
| 4.3.2 Odběry a zpracování vzorků | 23 |
| 4.3.3 Statistické vyhodnocení | 24 |
| 5. Výsledky | 25 |
| 5.1 Druhové složení | 25 |
| 5.2 Biomasa a produkce porostu v roce 2010 | 25 |
| 5.2 Biomasa a produkce porostu v roce 2011 | 29 |
| 5.3 Hustota porostu a hmotnost odnoží v roce 2011 | 32 |
| 6. Diskuse..... | 37 |
| 6.1 Biomasa a produkce různých typů travinných mokřadních porostů..... | 37 |
| 6.3 Efekt hnojení..... | 38 |
| 6.2 Proč hnojení nezvýšilo produkci porostu na Hamerských loukách? | 40 |
| 7. Závěr | 42 |
| 8. Literatura:..... | 43 |
| 9. Přílohy..... | 49 |

1. Úvod

Trvale zamokřené plochy s vysokou hladinou spodní vody byly vždy součástí naší krajiny. Některé lidské činnosti měly na krajinu negativní dopad. Na mokřadech se hlavně podepsalo odvodňování. Lidé ovlivňují mokřady i nepřímo (eutrofizace). Důsledky lidského jednání nejsou ihned patrné, a proto je důležitý výzkum vlivů člověka.

Mokřady plní v krajině mnoho funkcí. Plní retenční funkci a jsou přirozenou zásobárnou vody, poskytují podmínky pro život mnoha rostlin i živočichů, čímž se zvyšuje biodiverzita v regionu. V neposlední řadě mají mokřady schopnost zachycovat nadbytečné látky a živiny z okolního prostředí. Mokřadům se jako prvnímu biotopu dostala mezinárodní ochrana díky Ramsarské úmluvě.

Tato práce je součástí studia mokřých luk v rámci projektu GA ČR 526/09/1545 (Význam nově asimilovaného uhlíku pro interakce rostlin s půdou v mokřadních travinných ekosystémech v proměnlivých podmínkách vnějšího prostředí). V projektu je proces eutrofizace simulován terénním pokusem, při němž jsou různé plochy na studovaných modelových lokalitách vystaveny různým intenzitám přidávání živin. Na tomto projektu spolupracují Katedra biologie ekosystémů Přírodovědecké fakulty Jihočeské univerzity a Katedra biologických disciplín Zemědělské fakulty Jihočeské univerzity.

Tato diplomová práce se zabývá posouzením vlivu simulované eutrofizace na produkci travinného mokřadu Hamerské louky v nivě řeky Nežárky. Navazuje na bakalářskou práci Slámy (2010) a diplomovou práci Řepíka (2007).

Cíle diplomové práce jsou:

1. Zpracování literárního přehledu poznatků o vlivu eutrofizace na mokřadní porosty.
2. Stanovení produkce nadzemní biomasy v terénním pokuse s odstupňovanými dávkami živin v modelovém mokřadu.
3. Porovnání vlastních výsledků s výsledky navazujícího výzkumu a s literárními údaji.

2. Literární rešerše

2.1 Charakteristika mokřadů

2.1.1 Definice mokřadu

Podle Mitsche a Gosselinka (2000) definice mokřadů zahrnuje tři hlavní aspekty:

1. Mokřady se vyznačují přítomností vody, a to buď na povrchu, nebo v kořenové zóně.
2. Mokřady často mají unikátní půdní podmínky, které se liší od sousedních pozemků.
3. V mokřadech roste vegetace adaptovaná na zaplavení.

Podle Ramsarské úmluvy se mokřadem se rozumí území s močály, slatinami, rašeliništi a vodami přirozenými nebo umělými, trvalými nebo dočasnými, stojatými i tekoucími, sladkými, brakickými nebo slanými, včetně území s mořskou vodou; jejíž hloubka při odlivu nepřesahuje 6 metrů (mzp.cz).

2.1.2 Druhy mokřadů

Mokřady se vyskytují ve všech biomech světa (Votrubová a Soukup, 1999). Tvoří cca 6.4 % souše, v boreální zóně a tundře je jejich podíl až 90 % (započítá-li se zrašelinělý les a trvale zamokřená tundra). Značné rozlohy mokřady dosahují i v tropickém pásmu (podél toků velkých řek a v jejich deltách) (Prach a kol., 2009). Jejich rozmanitost je dána délkou zaplavení, výškou a kolísáním vodní hladiny, zeměpisnou polohou, úživností substrátu, salinitou a řadou dalších faktorů (Votrubová a Soukup, 1999). Mezi mokřady patří prameniště, vodní toky, nivy, mělká jezera, rašeliniště, mořské pobřežní vody i člověkem vytvořené ekosystémy jako jsou například rybníky (Eiseltová a Pokorný, 2011).

Prach a kol. (2009) rozlišují tyto typy mokřadů:

1. Mělké vodní nádrže a jejich litorál: Do této kategorie patří mimo jiné největší jezera světa, Kaspické, Aralské, jezero Čad, jezera Severní Ameriky. Mělká jezera jsou většinou obklopena rozsáhlými porosty rákosin, v tropech a subtropích často porosty druhů r. *Cyperus*.

2. Poříční ekosystémy: Pokud jsou zachovány přirozené rozlivy, pokrývají mokřady území celé říční nivy, která může dosahovat šíře až mnoha kilometrů. Říční niva je území kolem řeky, které je pod přímým vlivem záplav, většinou je to území mezi nejnižšími terasami. Voda v řece i v nivě může silně kolísat.

3. Deltá a estuária: Tyto oblasti jsou sice vázány na řeky, ale jsou zvláštní kvůli vlivu moře. Estuária jsou vodní ekosystémy vázané na ústí řek, kde se mísí sladká a slaná voda na vodu brakickou. Jsou to místa vysoce produktivní, protože řeky přinášejí živiny z pevniny a slaná voda zde ještě nepůsobí jako limitující činitel produkce.

4. Rákosiny: Nejedná se jen o porosty rákosu obecného, ale i o porosty podobných rostlin, ať již trav nebo šáchorovitých. Vyskytují se na březích vodních nádrží, v deltách i v říčních nivách, často i samostatně v terénních depresích po celém světě. Jsou často vysoce produkční.

5. Travinné porosty periodicky zaplavovaných a bezodtokých oblastí: Vytvářejí se na rozsáhlých planinách tam, kde po období dešťů voda dlouho stagnuje, většinou na těžko prostupných půdách. V období sucha dochází k silnému vyschnutí. Toto střídání nevyhovuje dřevinám, ani typickým mokřadním druhům, převládají většinou adaptabilní trávy.

6. Vnitrozemská slaniska: vyskytují se maloplošně na vývěrech minerálně bohatých vod nebo na solemi bohatých horninách, velkoplošně pak v aridním klimatu, kde výpar výrazně převládá nad srážkami a soli se hromadí při povrchu půdy. Pokud jsou tyto ekosystémy většinu roku zaplavené, lze je řadit k mokřadům.

7. Rašeliniště a slatiniště: Vytvářejí se vždy na trvale zamokřených místech, rašeliniště na živinami chudých, kyselých, slatiniště na živinami bohatších, méně kyselých substrátech. Pro obojí je charakteristické hromadění organického substrátu z odumřelých těl rostlin (rašelina, slatina). Typickými rostlinami pro rašeliniště jsou mechorosty r. *Sphagnum*, brusnicovité, vřesovcovité a šáchorovité rostliny, někde i dřeviny borovice blatka. Pro slatiniště jsou nejtypičtější zástupci šáchorovité rostliny.

8. Bažinné lesy: Příklady jsou ekosystémy mokřadních olšin, trvale zamokřené části tropických deštných lesů nebo tisovcovité lesy na jihovýchodě Spojených států.

Mokré louky: Je to skupina mokřadních typů luk se stále nebo periodicky podmáčeným půdním profilem, přičemž podzemní nebo povrchová voda se udržuje po značnou část vegetačního období při nebo nad půdním povrchem. Tyto typy se nejlépe uplatňují ve snížených částech reliéfu, v prameništích, na rašeliništích a v pobřežních

zónách rybníků a vodních toků jsou rozšířené ve všech výškových stupních, z celkové rozlohy travinných porostů zaujímají asi 10 % (Balátová-Tuláčková, 1985). Voda se hromadí a rozkladem rostlinného materiálu bez dostatku kyslíku se tvoří huminové kyseliny, způsobující kyselost těchto lučních mokřadů. Když přebytek kyselin dosáhne určité míry, pronikají na louky ostřice (*Carex*) a nahrazují citlivější lipnicovité trávy (Reichholf, 1999).

2.1.3 Funkce mokřadů

Mokřady tvoří přechodovou vrstvu mezi terestrickým a vodním prostředím a význačně omezují transport materiálu do vodních těles. Díky své schopnosti filtrovat povrchovou vodu, která přes ně prochází, a upravovat její kvalitu se mokřady podílejí na ochraně povrchových a spodních vod před znečištěním. Vegetace mokřadů také zpevňuje břehy a chrání je před erozí. Tím, že mokřady pojmuje značná množství vody, jsou na jedné straně její přirozenou zásobárnou a na druhé straně částečně chrání před záplavovou vodou. Jako unikátní biotopy poskytují útočiště řadě rostlinných i živočišných druhů, často ohrožených či vzácných (Votrubová a Soukup, 1999).

Travní vegetace v lužních nivách má více funkcí. Hlavní je zpevňující funkce – protierozní. S tím souvisí působení lučního porostu na zpomalení vodního toku a zvýšenou sedimentaci v době povodní. Kořeny travin zpevňují nivní půdu silněji než řidší kořeny dřevin. Další funkce je produkční. Růst rostlin a tvorba rostlinné hmoty jsou totiž těsně spojeny s příjmem a výdejem minerálních živin. Zadržování živin v půdě a vegetaci se nazývá filtrační funkce nivy. Kořeny a nadzemní části luční vegetace se účastní i půdotvorných procesů. Luční porosty mají také funkci hydrologickou, jako každý porost s velkou nadzemní biomasou a odpařujícím povrchem, zvlhčují ovzduší a pomáhají vytvářet místní srážky (Květ, 1996).

2.1.4 Ochrana mokřadů

Mokřady dnes patří k nejohroženějším a zároveň i ekologicky nejcennějším ekosystémům na světě (Eiseltová a Pokorný, 2011).

2.1.4.1 Ramsarská úmluva

Ramsarská úmluva je celosvětová dohoda o mokřadech majících mezinárodní význam především jako biotopy vodního ptactva. Byla podepsána v íránském městě Ramsaru dne 2. 2. 1971. Úmluva vstoupila v platnost 21. 12. 1975. K 15. 12. 2005 měla

úmluva celkem 148 smluvních stran. Sekretariát sídlí ve švýcarském Glandu. Význam Ramsarské úmluvy je v tom, že jde o první celosvětovou úmluvu, která se snaží celkovou ochranu významného typu přírodního stanoviště a významných druhů na něj vázaných (Stejskal, 2006).

Každý členský stát Ramsarské úmluvy je povinnen zařadit alespoň jeden ze svých mokřadů na „Seznam mokřadů mezinárodního významu“ a zajistit adekvátní ochranu a rozumné užívání mokřadů na svém území (www.mzp.cz)

Do seznamu jsou zařazovány mokřady splňující přísná kritéria mezinárodního významu pro vodní ptactvo a mezinárodního významu z hlediska ekologie, botaniky, zoologie, limnologie nebo hydrologie (www.mzp.cz).

Seznam mokřadů mezinárodního významu v České republice:
Šumavská rašeliniště, Třeboňské rybníky, Novozámecký a Břehyňský rybník, Lednické rybníky, Litovelské Pomoraví, Poodří, Krkonošská rašeliniště, Třeboňská rašeliniště, Mokřady dolního Podujetí, Mokřady Liběchovky a Pšovky, Podzemní Punkva, Krušnohorská rašeliniště (www.mzp.cz)

2.1.4.2 NATURA 2000

Jedním z nejdůležitějších závazků, vyplývajících pro členské státy EU přímo z legislativy ES na ochranu přírody, zůstává vytvoření a následná péče o soustavu chráněných území evropského významu NATURA 2000. Jejím úkolem je významným způsobem napomoci zachování biologické rozmanitosti, ochranou významných rostlin a živočichů a trvalou péčí. Za vytvoření soustavy NATURA 2000 odpovídá v České republice Ministerstvo životního prostředí. Přípravu odborných podkladů koordinuje od září 1999 Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky. Soustava NATURA 2000 je tvořena dvěma typy území. Protože v legislativě ES zaujímají zvláštní postavení ptáci, kterým je věnována směrnice Rady ES č. 79/409/EHS o ochraně volně žijících ptáků, vyhláší se pro určité druhy tzv. ptačí oblasti. Na volně žijící faunu a flóru a v neposlední řadě i na přírodní stanoviště se vztahuje směrnice Rady ES č.92/43/EHS o ochraně přírodních stanovišť, volně žijících živočichů a planě rostoucích rostlin (Plesník a Roth, 2004).

2.1.5 Vlastnosti mokřadní půdy

Hydrologický režim v mokřadech se pohybuje od téměř stálé saturace k občasnému krátkodobému zaplavení. Nejvýznamnější efekt zaplavení je izolace půdního systému od atmosférického kyslíku (Vymazal, 2004). Vodní režim je tak hlavním faktorem, který způsobuje odlišnost půdy mokřadů od půd ostatních suchozemských ekosystémů (Čížková a Šantrůčková, 2006).

Prvotní důsledek zaplavení půdy je omezená výměna plynů mezi půdou a atmosférou. V zaplavených půdách je kyslík pouze v tenké vrstvě na povrchu půdy. V této vrstvě jsou obsaženy také další prvky v oxidovaném stavu (NO_3^- , Fe^{3+} , SO_4^{2-} , Mn^{4+}), zatímco v provzdušněných půdách je kyslík téměř v celém půdním profilu. V hlubších vrstvách půdy se po zaplavení kyslík vyčerpává a aerobní organismy snižují a postupně zastavují svou aktivitu. Nahrazují je anaerobní mikroorganismy, které využívají oxidované formy dusíku, železa, síry a manganu a procesu anaerobní respirace. Pokud je nedostatek oxidovaných forem, zpomaluje i anaerobní respirace a začínají převládat fermentační procesy. Převaha fermentačních procesů zpomaluje mineralizaci organické hmoty (Čížková a Šantrůčková, 2006).

Redukovaná podpovrchová vrstva je většinou modrošedá a metabolicky je anaerobní s nízkými hodnotami Eh (redox potenciál) a obsahuje redukční produkty: amoniak, oxid dusný, železnaté a manganaté soli, siřičky a produkty anaerobní dekompozice organických sloučenin jako jsou např. aldehydy, alkoholy, organické kyseliny a merkaptany (Vymazal, 2004).

2.1.6 Vlastnosti mokřadní vegetace

Zaplavení vyvolává v půdě řadu změn, které jsou škodlivé či dokonce letální pro většinu rostlinných druhů (Votrubová a Soukup, 1999). Selektivní tlak abiotického prostředí se kombinuje s tlakem mezidruhových vztahů a vazeb. Výsledkem je druhově poměrně chudý rostlinný kryt, zahrnující jen několik desítek druhů cévnatých rostlin a mechorostů (Květ a Jeník, 1983). Přesto existují rostliny, které jsou schopné se s těmito nepříznivými podmínkami vyrovnat a osídlit zaplavená stanoviště nebo mělké vody (Votrubová a Soukup, 1999).

2.1.6.1 Adaptace metabolické

U mnoha mokřadních rostlin nalzáme adaptace metabolické, které jim umožňují přežít bez adekvátního přísunu kyslíku tím, že energii potřebnou pro udržení existence získávají anaerobními fermentačními procesy. Zatímco při

anaerobním rozkladu jsou z 1 molekuly glukózy uvolněny pouze 2 molekuly ATP, při aerobním rozkladu je to 36 molekul ATP. Proto je pro mokřadní rostliny důležité ukládání dostatečného množství rezervních látek (především škrobu a rozpustných cukrů) ve vytrvalých orgánech. Konečným produktem fermentačních procesů je u mokřadních rostlin obvykle etanol. Toho se rostliny mohou nejnáze zbavit, a to buď rozpuštěním ve vodě, obklopující podzemní orgány, nebo jeho odvedením v plynné formě mezibuněčnými prostory (Votrubová a Soukup, 1999). Metabolické adaptace samy o sobě však rostlině umožňují přežít bez kyslíku pouze po určitou omezenou dobu (Čížková a Šantrůčková, 2006).

2.1.6.2 Adaptace anatomické

Anatomické adaptace jsou ve větší či menší míře vyvinuty u většiny dosud zkoumaných jednoděložných i dvouděložných bylin a některých dřevin. Typická stavba mokřadních rostlin se vyznačuje rozsáhlými mezibuněčnými prostory v pletivech a to v podzemních i nadzemních orgánech (Čížková a Šantrůčková, 2006). Takto specializovaný typ pletiva se nazývá aerenchym (Votrubová a Soukup, 1999). Toto pletivo slouží k tzv. vnitřnímu provětrávání, při němž se dostává kyslík z atmosféry k buňkám podzemních orgánů (Čížková a Šantrůčková, 2006). Mezibuněčné prostory mají obvykle charakter kanálů; ty vznikají buď lyzogenně, tj. lyzí rozpuštěním buněk, nebo schizogenně (oddálením buněk při růstu pletiva). Zvláštním typem aerenchymu je aktinenchym, jehož buňky mají hvězdicovitý tvar a jsou spolu spojeny pouze konci svých výběžků. Aerenchym je významný nejenom pro transport kyslíku, ale i pro odvádění oxidu uhličitého, event. plynů, které pronikají do rostliny z okolního prostředí (např. metanu) (Votrubová a Soukup, 1999).

Dalším rysem anatomické stavby mokřadních rostlin jsou ochranné vrstvy zabraňující průniku toxických látek vznikajících v prostředí bez kyslíku. U starších částí oddenků a kořenů jsou buněčné stěny povrchových pletiv impregnovány ligninem, kutinem či suberinem. Tato povrchová vrstva zabraňuje průniku toxických látek z okolí půdy do těla rostlin. Současně brání také úniku kyslíku z rostliny do okolí. Jinak je tomu u mladých apikálních pletiv, která dosud nejsou impregnována. Povrchovými pletivy uniká kyslík do okolí a vytváří tam oksyločenou vrstvu, která částečně chrání mladé partie rostlin před působením toxických látek (Čížková a Šantrůčková, 2006).

2.1.7 Rostlinná společenstva travinných mokřadů

Třída MC. *Phragmito-Magno-Caricetea* (Rákosiny a vegetace vysokých ostřic)

Vysoké mokřadní trávy a ostřice vytvářejí druhově chudé porosty, jejichž strukturu často určuje jediný dominantní druh. Někdy se na povrchu půdy hromadí značné množství stařiny, která potlačuje rozvoj rostlin nízkého vzrůstu. Rákosiny a vegetace vysokých ostřic se vyvíjejí v různých typech přirozených i antropogenních mokřadů, které bývají trvale nebo periodicky zaplavované (Chytrý a kol., 2011).

Svaz MCA. *Phragmition australis* (Sladkovodní rákosiny)

Svaz *Phragmition australis* zahrnuje vegetaci s převahou vysokých jednoděložných bylin trávovitého vzhledu. Veškeré asociace tohoto svazu jsou vymezena dominancí jednoho druhu (Šumberová a kol., 2011).

Asociace MCA05 *Glycerietum maximae* (Rákosiny se zblochanem vodním)

V porostech této asociace dominuje 1-2 m vysoká statná tráva zblochan vodní (*Glyceria maxima*). Tyto rákosiny jsou již zdaleka rozeznatelné podle světle až sytě zelených lesklých listů, v létě podle rozvoněných latnatých květenství. Toto společenstvo se vyskytuje v různých typech mělkých eutrofních až hypertrofních mokřadů, zejména v rybnících, mrtvých ramenech a tůních, zamokřených sníženinách na nivních loukách, příkopech, melioračních kanálech i v tocích s pomalu proudící vodou. Hloubka vody na místech s výskytem této vegetace u nás se pohybuje nejčastěji v rozmezí 0-30 cm, v tocích a rybnících vyšších poloh dosahuje až 50 cm, výjimečně i více. Vegetace toleruje velké kolísání hladiny. Minerální substrát dna je písčité, hlinitý nebo jílovitý, ve většině případů jej však překrývá i několik decimetrů mocná vrstva organického bahna, v povrchové vrstvě s hojným nerozloženým opadem. Druh *Glyceria maxima* je souvisle rozšířen v temperátní zóně Evropy a západní poloviny Asie. V České republice je tato vegetace vedle asociace *Phragmitetum australis* nejrozšířenějším rákosovitým společenstvem (Šumberová a kol., 2011).

Svaz MCH *Magno-Caricion gracilis* (Vegetace vysokých ostřic v litorálu eutrofních vod)

Do svazu *Magno-Caricion gracilis* jsou řazena převážně společenstva s dominancí vysokých výběžkatých ostřic, a to ostřice štíhlé (*Carex acuta*), ostřice ostré (*C. acutiformis*), ostřice pobřežní (*C. riparia*) a ostřice měchýřkaté (*C. vesicaria*) (Šumberová a kol., 2011).

Asociace MCH03 *Caricetum gracilis* (Mokřadní vegetace s ostřicí štíhlou)

Porosty s dominancí klonální ostřice štíhlé mají světle zelenou až žlutohnědou, někdy lehce nasivělou barvu. Ve vhodných podmínkách dosahují pokryvnosti 90 – 100 % a výšky 80 -120 cm. Vyskytuje se v nich zpravidla 5 – 10 druhů cévnatých rostlin na ploše 16 – 25 m². Běžně jsou však i druhově chudší, přičemž druhovou bohatost omezuje i množství stařiny. U nás roste v různých typech mělkých eutrofních, vzácněji mezotrofních mokřadů: v pobřežní zóně rybníků přehradních nádrží, mrtvých ramenech a aluviálních tůňích, na březích řek. Stanoviště jsou dlouhodobě zamokřená nebo mělce zaplavená. Hloubka vody nepřesahuje 10 cm, na začátku vegetačního období však může dosahovat 30 cm i více. Půdním typem je většinou glej.

2.1.8 Produkce mokřadů

K mokřadům patří některé z nejproduktivnějších ekosystémů na Zemi. Za nejproduktivnější se považují porosty s *Cyperus papyrus* na Nilu, dosahující roční produkce nadzemní biomasy až přes 3 000 g sušiny na 1 m² a porosty s *Eichhornia crassipes*, dosahující produkce až přes 4 000 g sušiny na 1 m² za rok (Prach a kol., 2009). Rákos patří k nejproduktivnějším pobřežním rostlinám na světě. Produkci jeho biomasy bychom mohli srovnat s produkcí mnoha užitkových hospodářských rostlin. (Reichholf, 1998). Na většině studovaných biotopů v České republice dosahuje rákos sezónní maximální nadzemní biomasy 1000 – 2000 g (Čížková 2006).

Z práce Květa (1983) vyplývá, že se průměrná roční nadzemní produkce sušiny na mokřácích loukách může odhadnout na 600 g.m⁻² při jedné letní seči, při dvou sečích ročně tato produkce vzroste o 40 až 60 %.

2.1.9 Vliv dostupnosti živin na primární produkci rostlin

Hospodaření s minerálními látkami a hospodaření s uhlíkem jsou ve vegetaci navzájem jemně vyváženy. Příjem minerálních živin reguluje vzrůst hmotnosti rostlin a asimilace uhlíku poskytuje látky, na něž se vážou minerální prvky (Larcher, 1988).

Sezónní dynamika příjmu minerálních živin a dynamika produkce se liší. Převážná část z celkového příjmu a inkorporace minerálních živin rostlinou se uskutečňuje dříve, než začne rychle vzrůstat hmotnost rostliny. Nejdůležitější živiny musí být rostlině zpřístupněny záhy; je zřejmé, že nedostatečná dodávka minerálních živin od samého začátku vegetace omezuje produkci organické hmoty (Larcher, 1988).

Stupňování přídatku minerálních živin do půdy, zvláště pokud se jedná o dělené dávky, vede ke zvyšování produkce porostů přirozených i umělých. Nejvýrazněji působí

dusík, avšak i u něj se projevuje zákon minima. Nedostatek fosforu často působí jako limitující faktor, zejména na vícekosných loukách. Jeho sorpce je pomalá a účinky víceleté (Rychnovská, 1985).

2.2.1 Eutrofizace mokřadů

Eutrofizace vod, tj. nadměrný přísun živin zejména z komunálních odpadních vod a splachy z orné půdy, se projevuje zvýšenou primární produkcí, způsobující rozkolísání koncentrace kyslíku v průběhu dne i celého roku a posléze nahromadění rostlinné biomasy (vodní květ, vláknité řasy i makrovegetace) s následným rozkladem a zhoršením kyslíkových poměrů (Hartman a kol., 1998).

Příčin eutrofizace je celá řada: působí zde přirozené faktory dané geologickými, geografickými a topografickými poměry, fyzikálněchemické faktory a posléze i biotické faktory, tj. složité interakce mezi soubory organismů. Většina autorů považuje za hlavní živinu limitující produkci vodních ekosystémů fosfor. Sloučeniny dusíku v procesu eutrofizace působí obvykle méně kriticky než fosfor. Koloběh dusíku ve vodách je složitější než koloběh fosforu (Lellák a Kubíček, 1992).

O eutrofizaci mluvíme i v případě zvýšeného přísunu živin do mokřadů (Čížková a Šantrůčková, 2006). Ta vede ke zvyšování rozkladu organické hmoty v půdě a uvolňování živin, které odtékají do povrchových či podzemních vod. Dalším důsledkem je zvýšené uvolňování CO₂ z půdy. V mokřadních ekosystémech jsou vedle CO₂ uvolňována i významná množství oxidů dusíku a methanu (Šeda, 2009). Důsledky eutrofizace se projevují více ve stojatých a pomalu tekoucích vodách (Hartman a kol., 1998).

Třeboňská krajina prodělala v posledních dekádách značné změny, bohužel, většinou negativním směrem. Ty se dají velmi dobře doložit výsledky jednotlivých geobotanických studií. Degradace lučních porostů je převážně výsledkem dvou extrémních variant hospodaření: hospodaření příliš intenzivního a hospodaření žádného, zároveň při enormním vzrůstu hladiny živin v celé krajině (Prach, 2000). Při eutrofních podmínkách jsou mokřadní společenstva často dominována několika málo druhy, často invazivními (Boers a kol., 2006). Výsledkem je vznik monotónních, druhově chudých porostů (častá je dominance chrastice rákosovité, kopřivy, zblochanu vodního, třtiny křovištní nebo širokolistých šťovíků). Za příklad destrukce se dají uvést změny Mokřých luk u Třeboně. Zde ještě na počátku 70. let existovala mozaika polopřirozených porostů. Vlivem nadměrného hnojení, hlavně extrémním kejdiváním,

částečně též odvodněním zde došlo k převládnutí druhově chudých, monotónních a zcela kulturních luk s dominující psárkou luční. Ustoupily typické luční druhy (jejich počet se snížil z 50 na 26), místo nich se rozšířily druhy rumištní a plevelné (z 0 na 12) (Prach, 1993; Prach, 2000).

2.2.2 Koloběh dusíku

Dusík má velmi komplexní biogeochemický cyklus s řadou biotických i abiotických transformací, ve kterých se mocenství dusíku pohybuje v rozmezí od -3 do $+5$. Sloučeniny dusíku zahrnují celou škálu anorganických a organických forem, které jsou nezbytné pro veškerý biologický život. Nejdůležitější anorganické formy dusíku jsou amoniak (NH_3), dusitany (NO_2^-) a dusičnany (NO_3^-). Dusík se může vyskytovat v plynné formě jako (N_2 , N_2O , NO_2 , N_2O_2). Z mnoha organických forem jsou v mokřadech nejčastější močovina, aminokyseliny, aminy, puriny a pyrimidiny. V mokřadních systémech se kontinuálně mění anorganické sloučeniny na organické a naopak. Některé z těchto procesů vyžadují energii (jako zdroj slouží většinou organický uhlík) a některé procesy uvolňují energii, která je využívána organismy pro jejich růst a přežívání v daném ekosystému (Vymazal, 2004).

Nejvíce dusíku v přirozených mokřadech je uloženo v sedimentech (většinou organický N) a v rostlinách. Množství dusíku v mokřadních sedimentech se pohybuje většinou v rozmezí 100 a 1000 g N m^{-2} , v rostlinách bývá běžně uloženo o řád méně dusíku a množství anorganického dusíku ve vodě je ještě o řád nižší. Obsah dusíku v organických sedimentech se běžně pohybuje mezi 1 a 3% sušiny ve svrchní (cca 50 cm) vrstvě. Koncentrace dusíku v biomase mokřadních rostlin kolísá mezi jednotlivými druhy, a také v průběhu roku. Dusík a ostatní živiny jsou rostlinami přijímány během vegetačního období a jejich koncentrace je nejvyšší na začátku vegetačního období a postupně se snižuje (Vymazal, 2004).

Dusík je vedle C, O a H základním stavebním prvkem těl organismů, ale zatímco C, O a H především kyselých organických látek, dusík svým sklonem k tvorbě basických volných radikálů je jakousi jejich organickou protiváhou. V rostlině je spjat se syntézou chlorofylu (Dvořák, 1976).

2.2.3 Koloběh fosforu

Fosfor se vyskytuje v mokřadech jako fosforečnan v anorganických a organických sloučeninách. Všeobecně se předpokládá, že volné orthofosfáty jsou jedinou formou fosforu, kterou jsou řasy a vyšší rostliny schopny využívat přímo, a proto reprezentují hlavní spojení mezi koloběhem anorganického a organického fosforu v mokřadech. Organicky vázaný fosfor je v mokřadech přítomen např. ve fosfolipidech, nukleových kyselinách, nukleoproteinech, fosforylovaných sacharidech a kondenzovaných polyfosfátech (např. ATP, ADP) (Vymazal, 2004).

Koloběh fosforu v půdě je zcela odlišný od koloběhu dusíku. V průběhu biotické asimilace anorganického P a dekompozice organického P nedochází ke změně valence. Fosfor se většinou nachází v nejvyšší oxidované formě (+5), protože všechny nižší oxidační stupně jsou termodynamicky velmi nestálé a snadno podléhají oxidaci na PO_4^{3-} , a to i ve vysoce redukčních podmínkách. Fosfor se vyskytuje i v plynné formě (fosfin, PH_3), ale v mokřadech se tvoří pouze v minimálních množstvích (Vymazal, 2004).

Většina studií koloběhu fosforu v mokřadech ukazuje, že kumulace fosforu v nově vytvářené půdě je hlavním dlouhodobým procesem ukládání P v mokřadech a že přirozené mokřady ukládají podstatně méně P než terestrické (suchozemské) ekosystémy (Vymazal, 2004).

3.1 Studovaná lokalita – Hamerské louky

3.1.1 Třeboňsko

Třeboňsko je krajina s velkou diverzitou biotopů. Leží na rozhraní mezi moldanubikem a pánevními sedimenty, díky složité hydrologii území se tu nacházejí suché písky i trvale zamokřená rašeliniště, hraniční poloha mezi pahorkatinou a rovinou umožňuje nenápadnou pestrost ekotypů (Jeník, 1978).

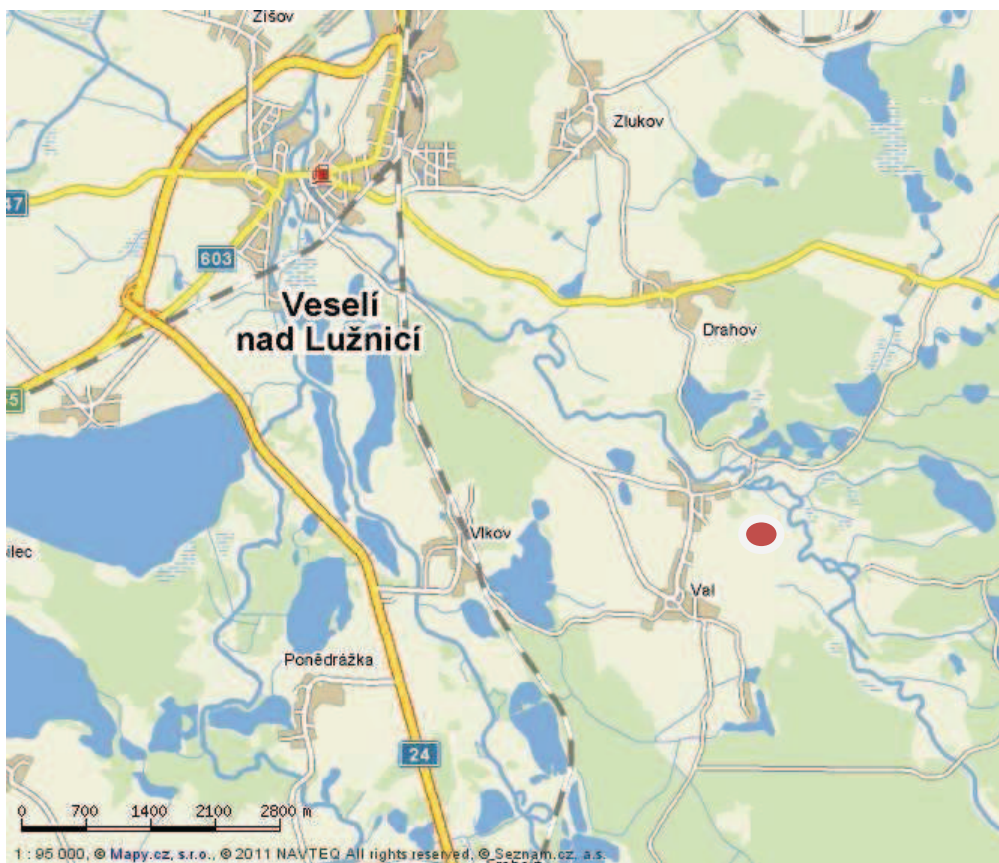
Oblast leží téměř výhradně na sedimentech různého stáří, počínaje svrchní křídou a konče čtvrtohorami. Podloží těchto sedimentů, které ostrůvkovitě vystupuje na celé území, je tvořeno zejména krystalinikem (žuly, migmatity, ruly), jihovýchod leží přímo na žulových horninách moldanubického plutonu. Dno bývalé sladkovodní pánve je potom tvořeno sedimenty svrchní křídly a terciéru (především jíly, písky, šterky, místy zpevněnými na pískovce či slepence). Na značných plochách jsou tyto vrstvy dále překryty kvartérními sedimenty (především písky a šterkopísky), hojný je výskyt nivních sedimentů a rašelin (Kos a Maršáková, 1997).

Reliéf Třeboňska je velmi nevýrazný, má charakter tektonické, velmi ploché sníženiny se stupňovitými okraji, zejména v jižní části. Na více místech oblasti je prokázán výskyt navátých písků. Relativně velmi monotónní bažinatá krajina získala jinou podobu až výstavbou rozsáhlých rybníčních soustav (Kos a Maršáková, 1997).

3.1.1 Hamerské louky

Studovaná lokalita leží východně od obcí Val a Hamr v nivě řeky Nežárky. Nadmořská výška je 450 m n.m. Úroveň hladiny vody na loukách je stejná jako v místních odvodňovacích příkopech spojených s řekou Nežárkou, proto je hladina vody dosti proměnlivá a kopíruje kolísání vodní hladiny v Nežárce. Na Hamerských loukách je minerální půda (Pícek a kol., 2008).

Obr 1: Poloha pokusné louky (převzato z www.mapy.cz)



Tab 1: Některé parametry půdy na Hamerských loukách (upraveno dle Picka a kol., 2008).

| | Hamerské louky |
|---|----------------|
| Objemová hmotnost [g.cm-3] | 0,52 ± 0,04 |
| Podíl jílovitých částic [%] | 12,50 |
| Podíl pískovitých částic [%] | 15,00 |
| Celkový obsah uhlíku [%] | 9,63 ± 1,65 |
| Celkový obsah dusíku [%] | 0,64 ± 0,1 |
| Celkový obsah fosforu [%] | 0,18 ± 0,02 |
| Podíl uhlík:dusík | 15,00 |
| pHH ₂ O | 4,90 |
| pHKCl | 3,80 |
| NO ₃ -N (0,5 M K ₂ SO ₄)[g.kg-1] | 1,57 ± 0,63 |
| NH ₄ -N (0,5 M K ₂ SO ₄) [g.kg-1] | 2,47 ± 0,79 |
| PO ₄ -P (oxalát)[g.kg-1] | 0,60 ± 0,12 |
| Draslík [g.kg-1] | 12,16 ± 0,85 |
| Vápník [g.kg-1] | 0,63 ± 0,10 |
| Hořčík [g.kg-1] | 2,23 ± 0,14 |
| Železo [g.kg-1] | 25,83 ± 1,11 |

4 Metodika

4.1 Vymezení pojmů

4.1.1 Produkční ekologie

Biomasa je nejčastěji definovaná jako hmotnost sušiny živých organismů v daném čase na určité jednotce zemského povrchu.

Primární produkce je vytvořené množství sušiny (nadzemní i podzemní) porostů, rostliny nebo její části za jisté časové období (den, týden, rok), vztažené na jednotku plochy porostu.

Čistá produkce je přírůstek sušiny rostliny nebo porostu po odečtení ztrát dýcháním, ale po přičtení ztrát vzniklých opadem, odumřením nadzemních částí i kořenů, požerků zvířat, úbytků na konto parazitů, symbiontů.

Celková produkce je součet hodnot produkce nadzemních a podzemních částí (Jakrlová, 1989).

4.1.2 Statistika

V diplomové práci byly použity tyto statistické pojmy:

Základní soubor většinou charakterizuje větší (až potencionálně nekonečnou) skupinu individuí. Na její vlastnosti usuzujeme na základě zkoumání menší skupiny, která je její součástí. Reprezentativní skupinu získáváme pomocí náhodného výběru (Lepš, 1996).

Náhodný výběr ze základní populace je takové vytvoření její podmnožiny, kdy:

1. Každý prvek populace má stejnou pravděpodobnost, že bude do výběru zařazen;
2. Výběr je proveden pomocí metody, jež tyto pravděpodobnosti výběru realizuje;
3. Pravděpodobnosti výběru prvků se uvažují při zpracování získaných dat (Hendl, 2004).

Průměr je definován jako součet všech hodnot znaku dělených jejich počtem. Průměr zakrývá a vyhlazuje extrémny, zároveň je však jimi ovlivňován (Hanousek a Charamza, 1992).

Rozptyl (variance) je definován jako průměrná kvadratická odchylka měřená od aritmetického průměru, přičemž při průměrování této odchylky dělíme číslem $(n-1)$. Rozptyl se především používá v inferenční statistice při výpočtu různých testovacích

statistik. Počítá se pomocí čtverců odchylek dat od průměru, proto má jiný rozměr než původní data (Hendl, 2004).

Směrodatná odchylka je definována jako odmocnina z rozptylu. (Hanousek a Charamza, 1992).

Střední chyba průměru – je nejčastěji užívanou charakteristikou přesnosti odhadu průměru. Její hodnota klesá s rostoucí velikostí výběru (Lepš, 1996).

Konfidenční interval (též interval spolehlivosti) je interval, ve kterém s 95 % pravděpodobností leží skutečná střední hodnota. Je důležité si uvědomit, že skutečná střední hodnota základního souboru není náhodná proměnná, ta je pevná; náhodné proměnné jsou naše odhady: výběrový průměr a meze konfidenčního intervalu (Lepš, 1996).

Vícefaktorová ANOVA je analýza variance, při níž se testuje současně více faktorů než jeden. Užívá se obvykle tzv. faktoriální uspořádání pokusu. Znamená to, že se testují všechny možné kombinace hladin všech faktorů včetně jejich interakcí (Lepš, 1996).

ANOVA hlavních efektů je analýza variance, v níž existenci interakcí a priori zamítáme (Lepš, 1996).

F hodnota je kritérium používané k testování shody rozptylů. Jeho podstatou je porovnávání rozptylů nezávislých náhodných výběrů (Meloun a Militký, 2004).

P hodnota kvantifikuje pravděpodobnost realizace hodnoty testovací statistiky, pokud platí nulová hypotéza. Jestliže je malá, je zde doklad, že nulová hypotéza neplatí.

Jestliže p hodnota je menší než hladina α nebo se jí rovná, data přinášejí evidenci pro zamítnutí nulové hypotézy. Jestliže p hodnota je větší než α , nulová hypotéza se ponechává k dalšímu zkoumání (Hendl, 2004).

4.2 Princip použité metodiky

Existují dva způsoby stanovení biomasy: destruktivní a nedestruktivní.

Destruktivní stanovení biomasy je spojeno s odebíráním rostlin a poškozováním porostu. Biomasy stanovujeme buď přímo váhově, nebo nepřímou stanovováním obsahu vody, obsahu chlorofylu, obsahu dusíkatých látek apod. Protože tato metoda dovoluje poznat podrobnou strukturu nejen porostu, ale i jednotlivých populací rostlin a individuů s minimálním technickým vybavením, stala se nejrozšířenější a nejpoužívanější metodou pro produkční ekology. Navíc získaný materiál nebo jeho dílčí vzorek je možno využít i pro další sledování, např. pro stanovení velikosti asimilačního aparátu,

stanovení obsahu chlorofylu, k chemickým analýzám i ke stanovení energetické hodnoty biomasy (Jakrlová, 1987).

Nedestruktivní metody stanovení biomasy se provádí bez porušení rostlinné pokrývky, přičemž se používá prostého odhadu, analogie s paralelními vzorky, nebo se používá paprsků beta nebo gama při procházení jejich proudu porostem. Existuje metoda na základě analýzy výměny plynů porostem, vpichová metoda, na množství biomasy se usuzuje také podle spektrálního složení při dálkových průzkumech Země (Jakrlová, 1987).

4.3 Vlastní měření

4.3.1 Uspořádání pokusu

Odběry byly prováděny na Hamerských loukách. Na lokalitě byly vytyčeny 4 pokusné bloky. Každý blok byl rozdělen do tří ploch o rozměrech 3,5 m x 3,5 m. Tyto plochy se lišily intenzitou hnojení. Jedna z ploch byla nehnojená (označena „NO“), druhá plocha byla hnojena cca 65 kg NPK . ha⁻¹ . rok⁻¹ (označena „LOW“) a třetí plocha byla hnojena cca 300 kg NPK. ha⁻¹ . rok⁻¹ (označena „HIGH“).

Hnojení pokusných ploch se provádí nepřetržitě od roku 2006. Výjimkou byl rok 2009, kdy nebylo možné provést hnojení kvůli dlouhotrvajícím záplavám.

4.3.2 Odběry a zpracování vzorků

K vlastním odběrům došlo 28. 6. 2010 a 1. 9. 2010 a 10. 6. 2011 a 9. 8. 2011. Při odběrech byly prováděny metodou destruktivní stanovení nadzemní biomasy podle Jakrlové (1987). Na každé ploše byly odběrovou vidlicí vymezeny dva vzorky, každý o ploše 0,125 m². Pomocí zahradnických nůžek byla odebrána biomasa z plošky těsně nad zemí. Při každém odběru bylo celkem odebráno 24 vzorků. Vzorky se vkládaly do označených igelitových pytlů. Po odběru se převezly do laboratoře, kde se uložily do chladničky. Všechny vzorky byly zpracovány Odběry do týdne od termínu odběru.

V laboratoři se vzorek rozdělával do skupin:

Živé: mechy, dvouděložné, ostřice štíhlá, ostřice štíhlá mladé odnože, ostřice měchýřkatá, ostřice měchýřkatá - mladé odnože, ostřice obecná, chrastice rákosovitá, chrastice rákosovitá - mladé odnože, zblochan vodní, zblochan vodní - mladé odnože.
Odumřelé: ostřice, chrastice rákosovitá, zblochan vodní.

Všechny odnože ostríc byly spočítány a tato data byla zaznamenána do tabulek. Počet kvetoucích odnoží byl zaznamenán zvlášť. Roztříděné vzorky se vkládaly do popsaných papírových sáčků a sušily v elektrické sušárně při teplotě 85⁰C do konstantní hmotnosti. Po vysušení byly vzorky zváženy na laboratorních vahách s přesností 0,01 g. Malé vzorky byly váženy na analytických vahách s přesností 0,0001 g.

4.3.3 Statistické vyhodnocení

Pro matematické vyhodnocení dat byl použit Microsoft Excel 2007. Statistické vyhodnocení bylo provedeno v programu STATISTICA 7.1. Byla použita metoda ANOVA hlavních efektů.

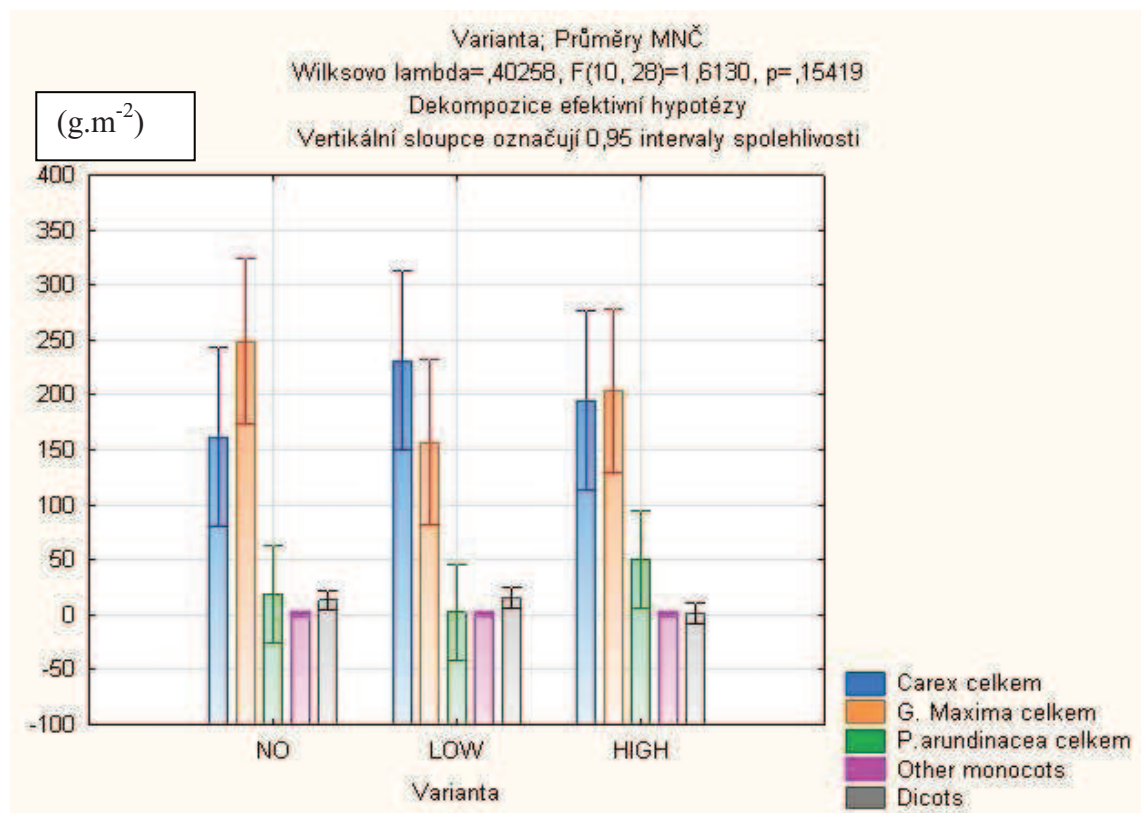
5. Výsledky

5.1 Druhové složení

Z jednoděložných druhů se na Hamerských loukách vyskytovaly ostřice štlhlá (*Carex acuta*), ostřice měchýřkatá (*Carex vesicaria*), ostřice obecná (*Carex nigra*), zblochan vodní (*Glyceria maxima*), chrastice rákosovitá (*Phalaris arundinacea*). Z dvouděložných druhů se zde vyskytovaly vrbina penízková (*Lysimachia nummularia*), rdesno oboživelné (*Persicaria amphibia*), pryskyřník plazivý (*Ranunculus repens*), pryskyřník plamének (*Ranunculus flammula*) a svízel bahenní (*Galium palustre*).

5.2 Biomasa a produkce porostu v roce 2010

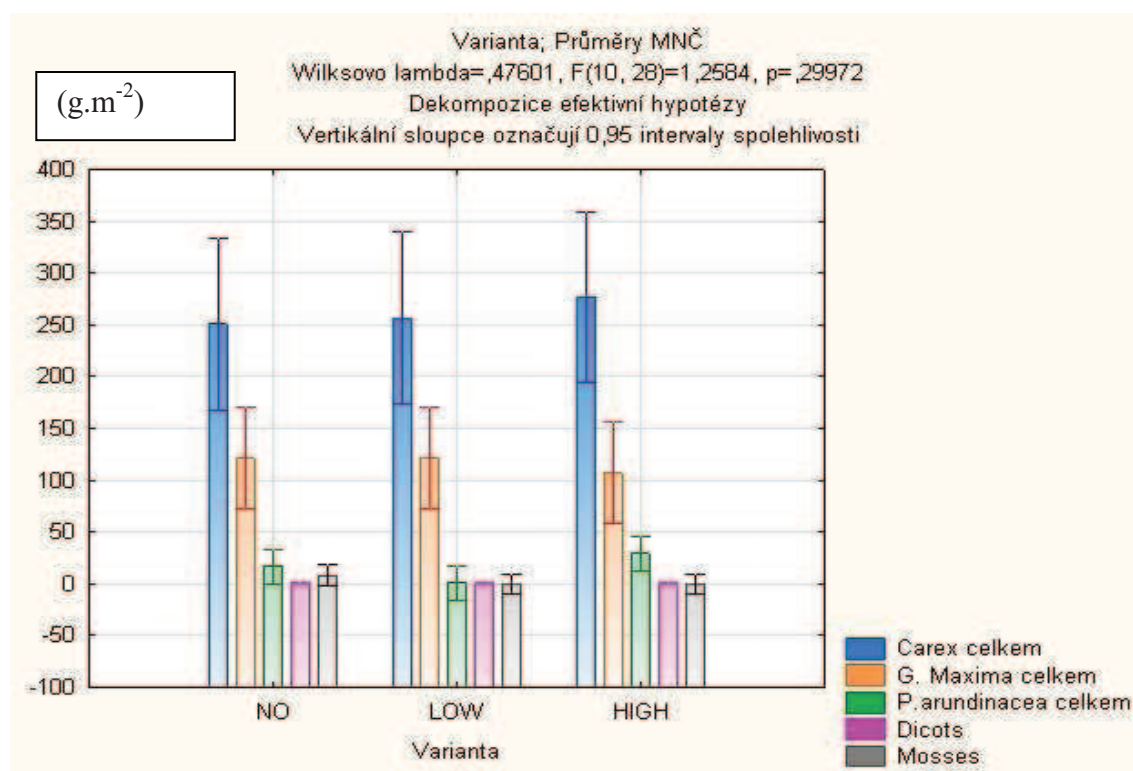
Průměrná hmotnost biomasy v době 1. seče je uvedena v grafu 1. V první seči bylo nejvíce biomasy na plochách s vysokou variantou hnojení ($451,38 \text{ g.m}^{-2}$). Nejvíce byl zastoupen *Glyceria maxima* (přibližně 47%) a *Carex* (přibližně 45%). Mech se v tomto odběru nevyskytoval.



Graf 1: Průměrná hmotnost nadzemní biomasy ($\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$) na Hamerských loukách v době první seče 28.6.2010.

V druhé seči (graf 2) bylo nejvíce biomasy také na plochách s vysokou variantou hnojení ($412,5 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$). Největší podíl tvořila ostrice (65,9%), poté následoval zblochan vodní (29,4 %). Vyskytovaly se zde mechy, ale nebyly přítomny ostatní jednoděložné.

V tabulce 2 jsou uvedeny jednorozměrné výsledky statistického testu ANOVA hlavních efektů pro první a druhou seč. Vliv hnojení nebyl signifikantní pro žádnou zkoumanou frakci biomasy. V první seči byla biomasa dvouděložných statisticky průkazně ovlivněna polohou v blocích. To je způsobené tím, že se dvouděložné druhy nenacházely ve všech zkoumaných plochách. Ve druhé seči byla biomasa *P. arundinacea* průkazně ovlivněna polohou v blocích. To je způsobené tím, že *P. arundinacea* roste jen v okrajových zkoumaných plochách.



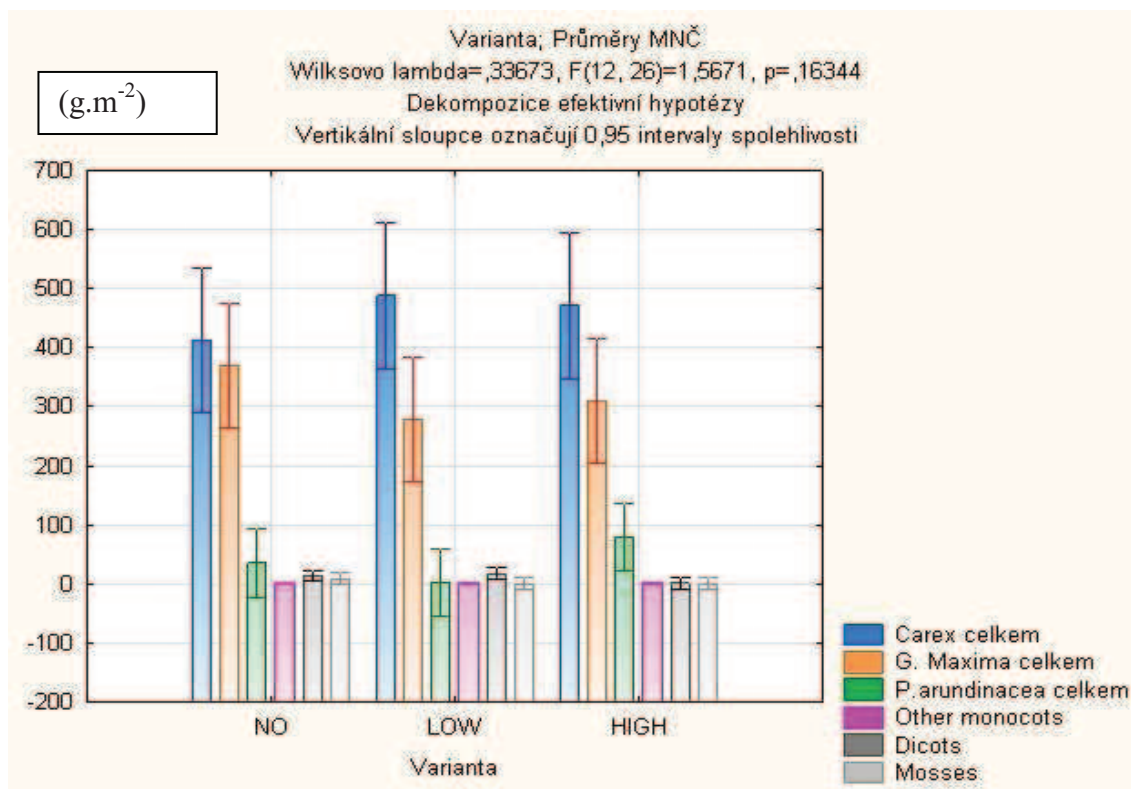
Graf 2: Průměrná hmotnost nadzemní biomasy ($\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$) na Hamerských loukách v době druhé seče 1.9. 2010.

Tab 2: Jednorozměrné výsledky statistické analýzy (ANOVA hlavních efektů) pro biomasu Hamerských luk v době 1. a 2. seče roku 2010

| | 1. seč | | | | 2. seč | | | |
|------------------------|--------|-------|----------|------|--------|------|----------|------|
| | Blok | | Varianta | | Blok | | Varianta | |
| Stupně (volnosti) | 3 | | 3 | | 2 | | 3 | |
| | F | p | F | p | F | p | F | p |
| <i>Carex</i> spp.. | 0,96 | 0,44 | 0,82 | 0,46 | 0,28 | 0,84 | 0,12 | 0,89 |
| <i>Glyceria maxima</i> | 1,30 | 0,30 | 1,65 | 0,22 | 0,22 | 0,88 | 0,13 | 0,88 |
| <i>P.arundinacea</i> | 0,72 | 0,55 | 1,38 | 0,28 | 3,66 | 0,03 | 3,07 | 0,07 |
| Ostatní jednoděložné | 1,17 | 0,35 | 0,01 | 0,99 | | | | |
| Dvouděložné | 10,70 | >0,01 | 3,18 | 0,07 | 0,92 | 0,45 | 2,38 | 0,12 |
| Mechy | | | | | 0,99 | 0,42 | 0,98 | 0,39 |

Celková nadzemní produkce Hamerských luk za rok 2010 je uvedena v grafu 3. Z grafu je patrné, že je nejvíce zastoupená frakce *Carex* a po ní následuje *Glyceria maxima*. Největší produkce dosáhly plochy s vysokou variantou hnojení 863,88 g.m⁻², plochy nízkou variantou hnojení dosáhly produkce 788,46 g.m⁻², a plochy bez hnojení dosáhly 839,69 g.m⁻².

V tabulce 3 jsou uvedeny jednorozměrné hodnoty statistického testu ANOVA hlavních efektů. Produkce dvouděložných byla průkazně ovlivněna polohou v blocích. To je způsobené tím, že dvouděložné rostliny se nevyskytovaly ve všech blocích. Vliv hnojení nebyl signifikantní pro žádnou frakci biomasy.



Graf 3: Produkce biomasy za rok 2010 na Hamerských loukách

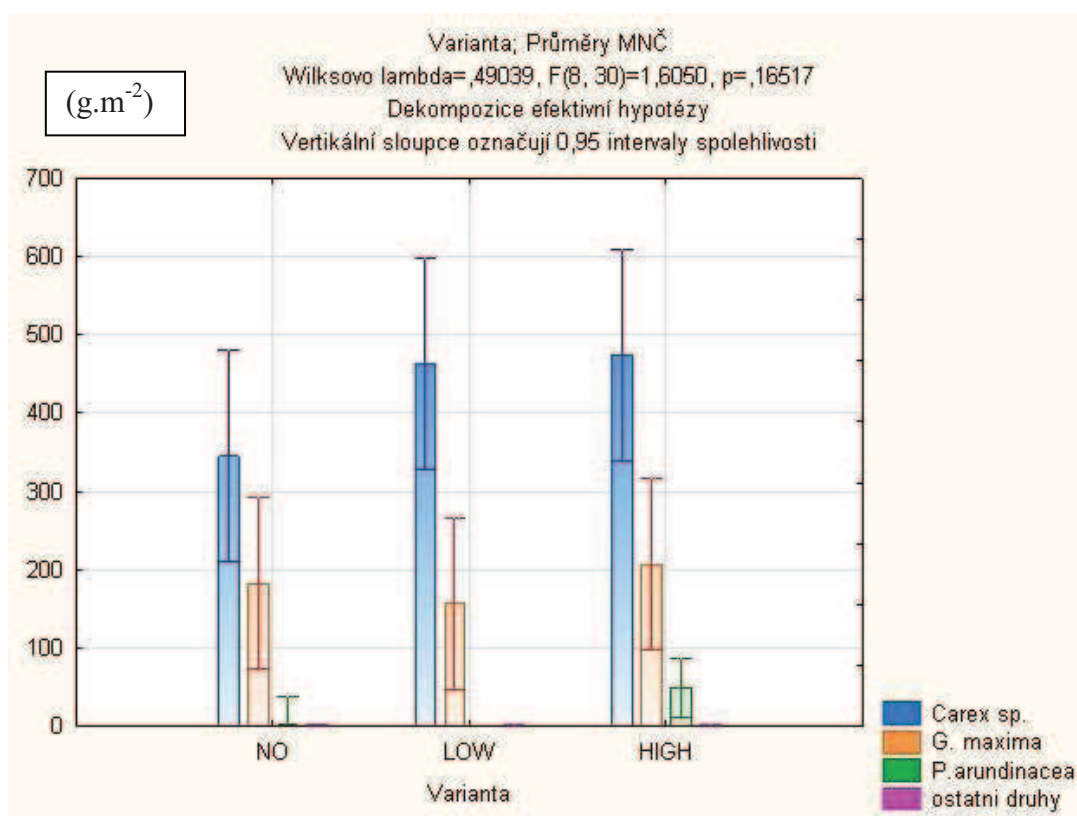
Tab. 3: Jednorozměrné výsledky statistické analýzy (ANOVA hlavních efektů) pro produkci biomasy v roce 2010

| | Blok | | Varianta | |
|------------------------|-------|-------|----------|------|
| | F | p | F | p |
| Stupně (volnosti) | 3 | | 2 | |
| <i>Carex</i> spp. | 0,36 | 0,78 | 0,47 | 0,63 |
| <i>Glyceria maxima</i> | 0,63 | 0,61 | 0,85 | 0,45 |
| <i>P. arundinacea</i> | 1,39 | 0,28 | 1,98 | 0,17 |
| Ostatní jednoděložné | 1,17 | 0,35 | 0,01 | 0,99 |
| Dvouděložné | 10,64 | <0,01 | 3,50 | 0,05 |
| Mechy | 0,99 | 0,42 | 0,98 | 0,39 |

5.2 Biomasa a produkce porostu v roce 2011

Z výsledků je vyjmutá *Carex nigra*, protože se vyskytla pouze v první seči jako jedna odnož o hmotnosti 0,62 g, což představuje 0,03 % z celkové nadzemní biomasy první seče.

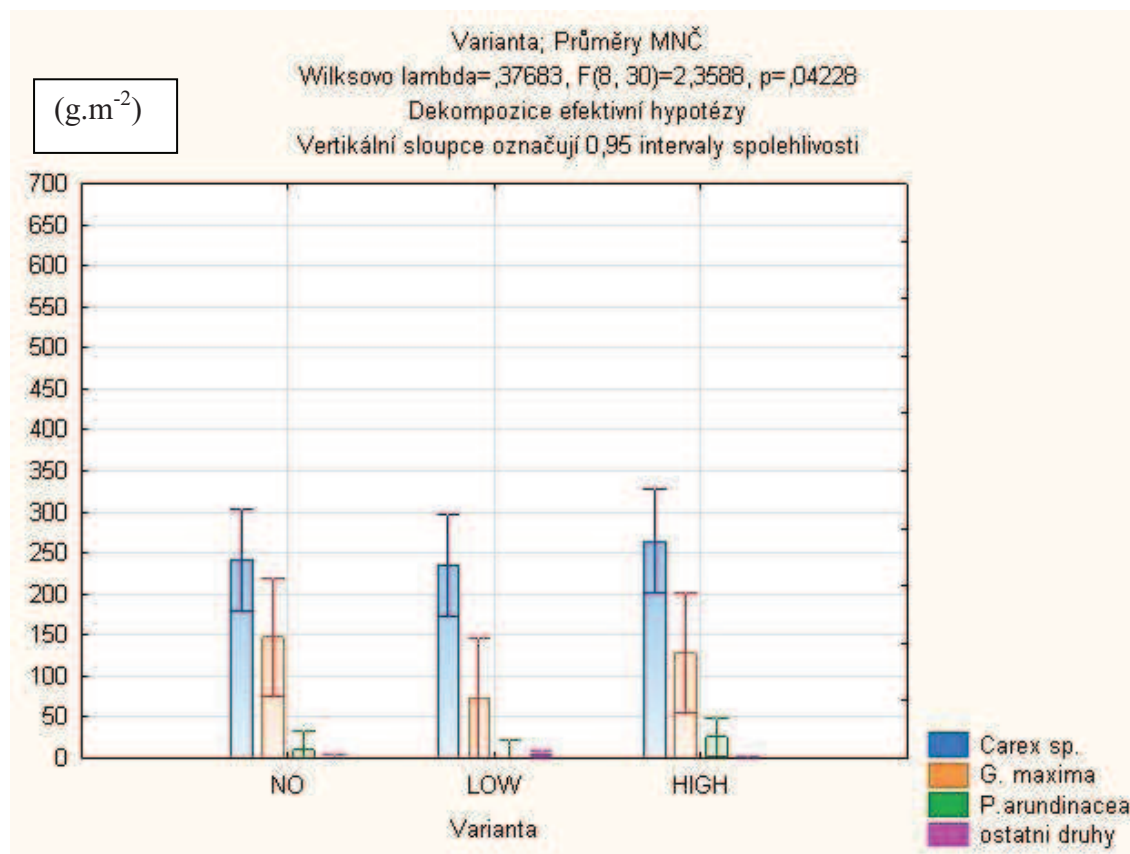
V grafu 4 jsou uvedeny výsledky první seče roku 2011. V první seči bylo nejvíce živé biomasy na plochách s vysokou variantou hnojení (613,06 g.m⁻²). Nejvíce odumřelé biomasy bylo na plochách s vysokou variantou hnojení (118,29 g.m⁻²). Nejvíce byla zastoupena *Carex acuta* a *Glyceria maxima*.



Graf 4: Průměrná hmotnost živé a odumřelé biomasy (g.m⁻²) na Hamerských loukách v době první seče (10. 6. 2011)

V grafu 5 jsou uvedeny výsledky druhé seče roku 2011. V druhé seči bylo nejvíce živé biomasy na plochách bez hnojení (290,01g.m⁻²), nejvíce odumřelé biomasy bylo na variantě s nejvyšší variantou hnojení (132,05g.m⁻²). Nejvíce byla zastoupena *Carex acuta* a *Glyceria maxima*. V druhé seči byly také více zastoupeny mechy.

V tabulce 4 jsou uvedeny jednorozměrné hodnoty statistického testu ANOVA hlavních efektů. V první seči nebyl vliv bloku ani hnojení signifikantní. Ve druhé seči byla zjištěna průkazná závislost biomasy mechu na variantě hnojení.



Graf 5: Průměrná hmotnost živé a odumřelé nadzemní biomasy (g.m^{-2}) na Hamerských loukách v době druhé seče (9. 8. 2011)

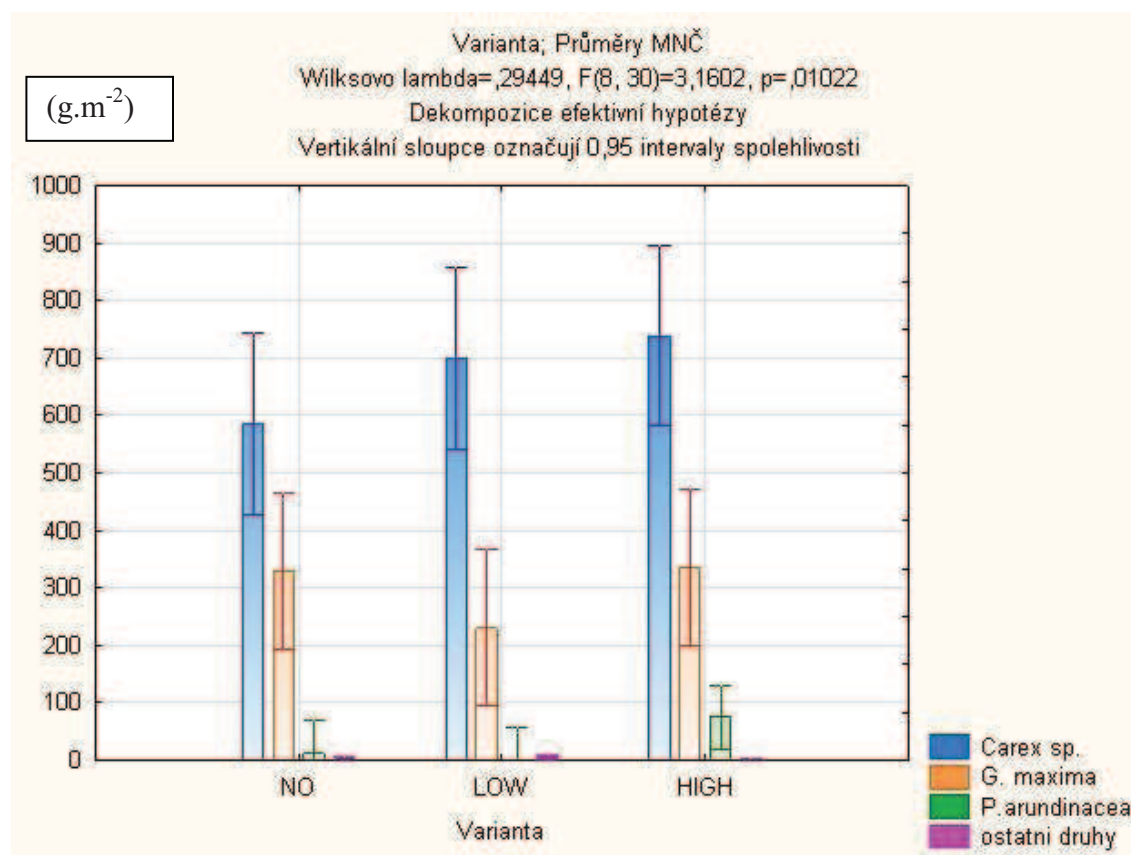
Tab. 4: Jednorozměrné výsledky statistické analýzy (ANOVA hlavních efektů) pro biomasu Hamerských luk v době 1. a 2. seče roku. L - živá biomasa, D - odumřelá biomasa

| | 1. seč | | | | 2. seč | | | |
|-------------------------|--------|------|----------|------|--------|------|----------|------|
| | Blok | | Varianta | | Blok | | Varianta | |
| Stupně (volnosti) | 3 | | 2 | | 3 | | 2 | |
| | F | p | F | p | F | p | F | p |
| Dvouděložné | 1,96 | 0,16 | 2,4 | 0,12 | 1,88 | 0,17 | 2 | 0,16 |
| <i>P. arundinacea</i> L | 2,6 | 0,08 | 2,67 | 0,10 | 2,95 | 0,06 | 1,44 | 0,26 |
| <i>P. arundinacea</i> D | 1,95 | 0,16 | 1,89 | 0,18 | 2,53 | 0,09 | 1,44 | 0,26 |

| | | | | | | | | |
|--------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Mechy | 1,61 | 0,22 | 0,43 | 0,66 | 1,02 | 0,41 | 3,72 | 0,04 |
| <i>Carex vesicaria</i> L | 0,4 | 0,75 | 0,64 | 0,54 | 1,32 | 0,30 | 0,82 | 0,46 |
| <i>Carex acuta</i> L | 0,59 | 0,63 | 0,4 | 0,68 | 1,43 | 0,27 | 1,48 | 0,25 |
| <i>Carex</i> spp. D | 0,44 | 0,73 | 2,47 | 0,11 | 1,48 | 0,25 | 2,09 | 0,15 |
| <i>Glyceria maxima</i> L | 0,71 | 0,56 | 0,36 | 0,70 | 0,81 | 0,51 | 0,91 | 0,42 |
| <i>Glyceria maxima</i> D | 0,65 | 0,59 | 0,01 | 0,99 | 1 | 0,42 | 1,57 | 0,24 |

V grafu 6 jsou uvedeny výsledky celkové produkce za rok 2011. Největší produkci živé i odumřelé biomasy měla plocha s vysokou variantou hnojení (1149,71 g.m⁻²). Plochy s nízkou variantou hnojení a bez hnojení měly podobné hodnoty produkce. Plochy s nízkou variantou hnojení měly produkci živé a odumřelé biomasy 953,73 g.m⁻². Plochy bez hnojení měly produkci živé i odumřelé biomasy 930,25 g.m⁻².

V tabulce 5 jsou uvedeny jednorozměrné výsledky statistického vyhodnocení ANOVA hlavních efektů pro produkci roku 2011. Žádná frakce nebyla průkazně ovlivněna rozdělením do bloků ani hnojením.



Graf 6: Celková produkce za rok 2011 na Hamerských loukách

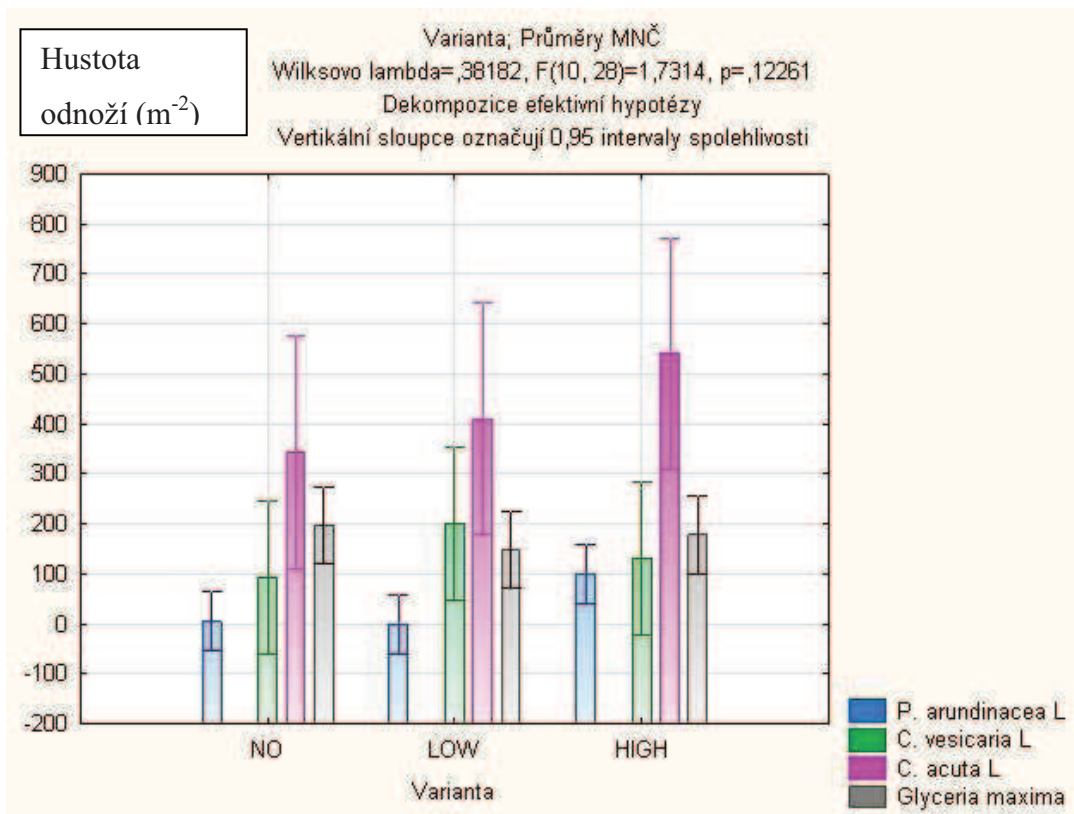
Tab. 5: Jednorozměrné výsledky statistické analýzy (ANOVA hlavních efektů) pro produkci biomasy v roce 2011. L - živá biomasa, D - odumřelá biomasa.

| Stupně (volnosti) | Blok | | Varianta | |
|--------------------------|------|------|----------|------|
| | F | p | F | p |
| Dvouděložné | 2,48 | 0,09 | 1,89 | 0,18 |
| <i>P. arundinacea</i> L | 2,98 | 0,06 | 2,41 | 0,12 |
| <i>P. arundinacea</i> D | 2,48 | 0,09 | 1,71 | 0,21 |
| Mechy | 1,58 | 0,23 | 3,30 | 0,06 |
| <i>Carex vesicaria</i> L | 0,86 | 0,48 | 0,82 | 0,46 |
| <i>Carex acuta</i> L | 1,17 | 0,35 | 0,12 | 0,89 |
| <i>Carex</i> spp. D | 1,15 | 0,36 | 2,63 | 0,10 |
| <i>Glyceria maxima</i> L | 1,16 | 0,35 | 0,75 | 0,49 |
| <i>Glyceria maxima</i> D | 1,61 | 0,22 | 1,16 | 0,34 |

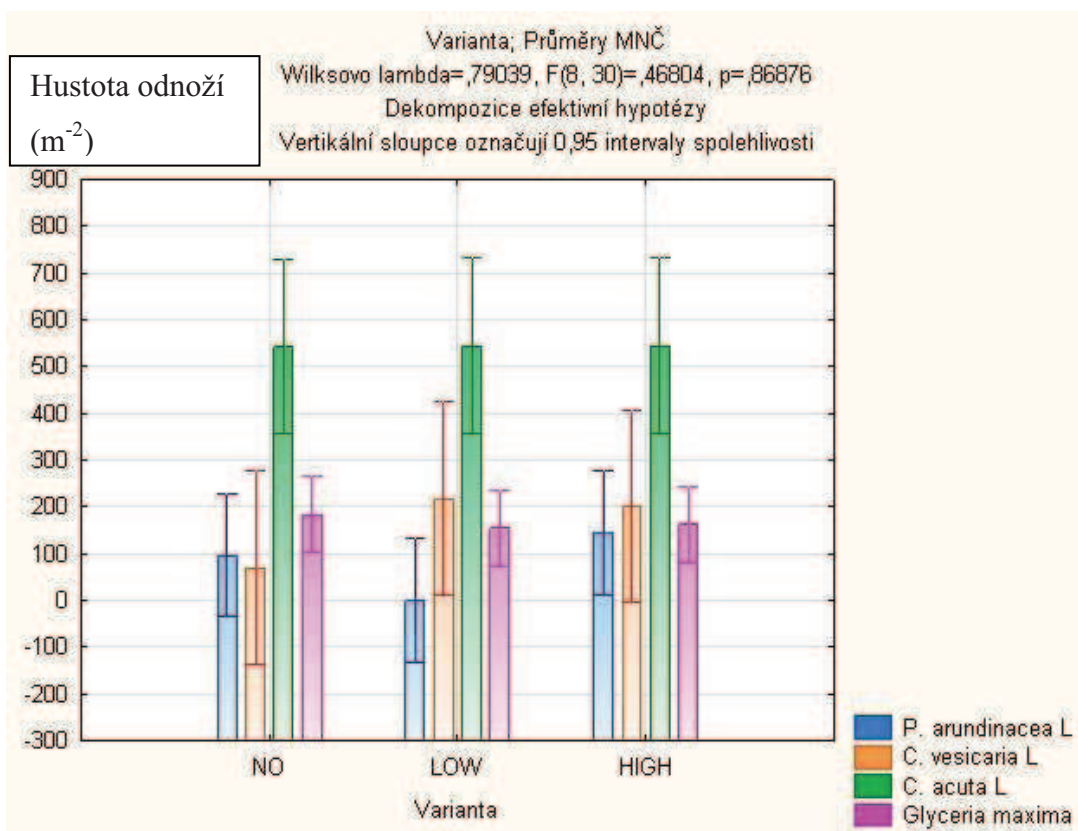
5.3 Hustota porostu a hmotnost odnoží v roce 2011

V grafu 7 a 8 jsou uvedeny počty odnoží za první a druhou seč roku 2011. Ve výsledcích jsou započítány jenom živé odnože. V první i v druhé seči měla nejvíce odnoží *Carex acuta*. Počty odnoží byly ve variantách hnojení srovnatelné.

V tabulce 5 jsou uvedeny výsledky statistického hodnocení ANOVA hlavních efektů. V první seči byl počet odnoží *P. arundinacea* průkazněm vztahu k variantě hnojení. Ostatní frakce nebyly průkazně ovlivněny rozdělením do bloků ani variantou hnojení.



Graf 7: Počet odnoží v době první seče (10. 6. 2011) na Hamerských loukách



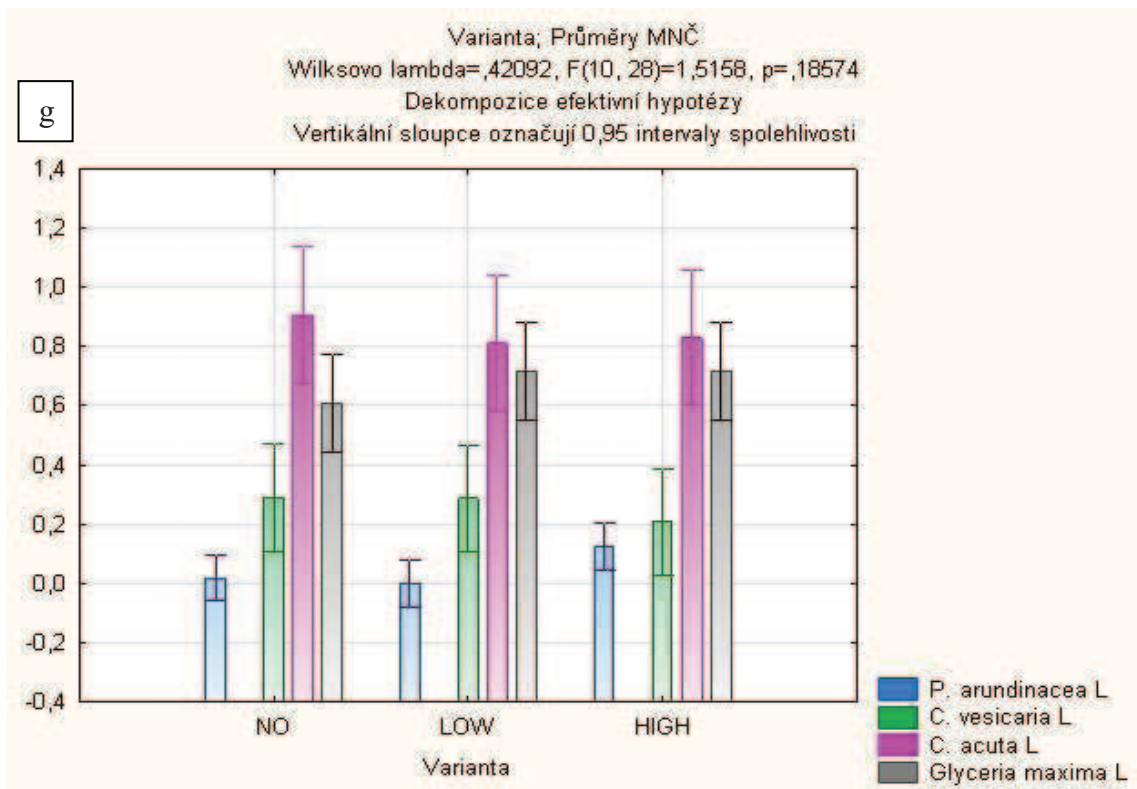
Graf 8: Počet odnoží v době druhé seče (9. 8. 2011) na Hamerských loukách

Tab. 6: Jednorozměrné výsledky statistické analýzy (ANOVA hlavních efektů) pro počet odnoží Hamerských luk v době 1. a 2. seče roku

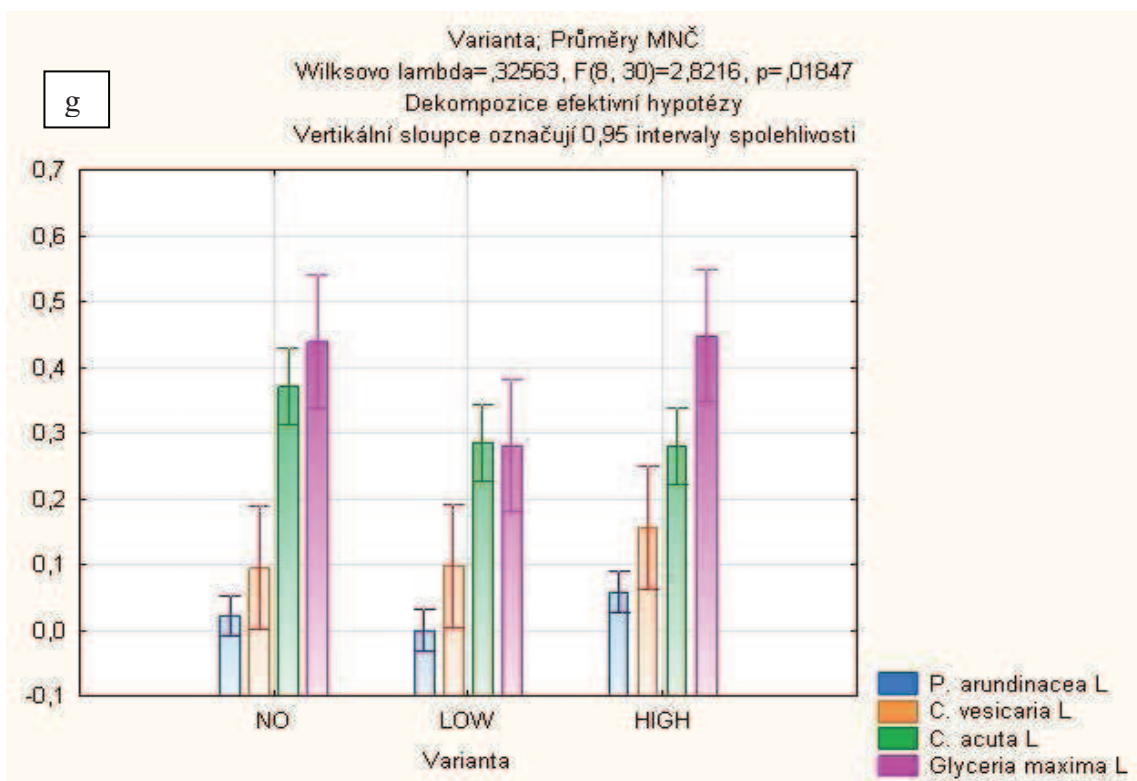
| | 1. Seč | | | | 2. Seč | | | |
|------------------------|--------|------|----------|------|--------|------|----------|------|
| | Blok | | Varianta | | Blok | | Varianta | |
| Stupně (volnosti) | 3 | | 2 | | 3 | | 2 | |
| | F | p | F | p | F | p | F | p |
| <i>P. arundinacea</i> | 3,24 | 0,05 | 3,97 | 0,04 | 2,34 | 0,11 | 1,37 | 0,28 |
| <i>Carex vesicaria</i> | 0,40 | 0,75 | 0,58 | 0,57 | 1,45 | 0,26 | 0,68 | 0,52 |
| <i>Carex acuta</i> | 0,99 | 0,42 | 0,83 | 0,45 | 1,47 | 0,26 | >0,01 | 1 |
| <i>Glyceria maxima</i> | 0,1 | 0,96 | 0,45 | 0,65 | 0,21 | 0,89 | 0,15 | 0,86 |

V grafech 9 a 10 jsou uvedeny hmotnosti jedné odnože. Ve výsledcích jsou započítány jen živé odnože. V první seči měla největší hmotnost odnož *Carex acuta*. Ve druhé seči měla největší hmotnost odnož *Glyceria maxima*.

V tabulce 7 jsou uvedeny výsledky statistického vyhodnocení ANOVA hlavních efektů pro hmotnost odnože. V první seči nebyl signifikantní vliv varianty ani hnojení. Ve druhé seči byla zjištěna průkazná závislost hmotnosti odnože *Glyceria maxima* na bloku a variantě hnojení. Průkazná byla také závislost hmotnosti odnože *P. arundinacea* na variantě na hnojení.



Graf 9: Hmotnost jedné odnože v závislosti na variantách hnojení v době 1. Seče (10. 6. 2011) na Hamerských loukách



Graf 10: Hmotnost jedné odnože v závislosti na variantách v době 2. Seče (9. 8. 2011) na Hamerských loukách

Tab. 7: Jednorozměrné výsledky statistické analýzy (ANOVA hlavních efektů) pro hmotnost odnože (g) Hamerských luk v době 1. a 2. seče roku

| | 1. Seč | | | | 2. Seč | | | |
|------------------------|--------|------|----------|------|--------|------|----------|------|
| | Blok | | Varianta | | Blok | | Varianta | |
| Stupně (volnosti) | 3 | | 2 | | 3 | | 2 | |
| | F | p | F | p | F | p | F | p |
| <i>P. arundinacea</i> | 3,85 | 0,03 | 3,18 | 0,07 | 2,39 | 0,1 | 3,79 | 0,04 |
| <i>Carex vesicaria</i> | 0,18 | 0,91 | 0,3 | 0,75 | 0,20 | 0,89 | 0,62 | 0,55 |
| <i>Carex acuta</i> | 0,71 | 0,56 | 0,22 | 0,81 | 1,38 | 0,28 | 3,39 | 0,06 |
| <i>Glyceria maxima</i> | 2,18 | 0,13 | 0,63 | 0,55 | 3,41 | 0,04 | 3,86 | 0,04 |

6. Diskuse

6.1 Biomasa a produkce různých typů travinných mokřadních porostů

Květ (1983) v letech 1976 – 1979 získával data o celkové nadzemní biomase na Mokřých loukách u Třeboně. Na Mokřých loukách jsou dominantní druhy *Calamagrostis canescens*, *Carex acuta* a *Carex vesicaria*. Zkoumal vliv kosení na produkci. U nekosených luk dosahovala od 625 g.m⁻² až 1800 g.m⁻², pro kosený porost uvádí od 941 g.m⁻² až 1478 g.m⁻². Z Květova výzkumu je patrna proměnlivost celkové nadzemní biomasy a jejího složení ve čtyřech po sobě jdoucích letech: 1976 (suchý rok), 1977 (vlhký rok), 1978 (rok bez vlhkostních extrémů, ale s mírnou jarní záplavou a dlouhotrvajícími přízemními mrazíky), 1979 (s mohutnou záplavou do poloviny května a s teplým delším jarem). U nekosených luk byla největší produkce biomasy v roce 1977 (1800 g.m⁻²) a nejmenší v roce 1976 (625 g.m⁻²). U kosených luk byla produkce nejvyšší v roce 1979 (1478 g.m⁻²) a nejmenší v roce 1977 (941 g.m⁻²)

Bernard a kol. (1988) uvádějí celkovou produkci biomasy *Carex* v rozmezí 500-1050 g.m⁻², z toho nadzemní asi 150 až 900 g.m⁻². Hodnoty se mohou měnit v závislosti na způsobu odběru vzorků. Avšak pro větší druhy *Carex* může být celková produkce až 1700 g.m⁻² za rok.

Jakrlová (1996) prováděla v letech 1966 až 1968 výzkum produkce aluviálních luk (projekt Lanžhot). Mokřý typ luk se skládal převážně (96 %) z dominantního druhu *Glyceria maxima*. Podíl hmotností živých a odumřelých částí v nadzemní biomase byl přibližně 0,6. Hodnoty maximální nadzemní biomasy kolísaly v průběhu let v rozmezí 1283 – 1290 g.m⁻². Roční nadzemní produkce biomasy byla v průměru 1287 g.m⁻².

Kuncová (2007) prováděla výzkum struktury a nadzemní produkce porostu *Carex acuta* na Mokřých loukách u Třeboně. Kuncová naměřila nejmenší průměrnou hmotnost sušiny živé biomasy ostřice 29,77 g.m⁻² ze dne 5. 5. 2006. Poté hmotnost sušiny přirůstala a nejvyšších hodnot dosáhla 224,12 g.m⁻² dosáhla dne 17. 7. 2006. Od té doby hmotnost sušiny klesala. U posledního odběru 21. 10. 2006 měla hodnotu 89,99 g.m⁻².

Kuncová (2009) v letech 2007 a 2008 navázala na svůj výzkum nadzemní produkce druhu *Carex acuta*. Živá biomasa ostřice štíhlé rostla od počátku vegetační sezóny až do 13. 6. 2008, kdy dosáhla hodnoty 551 g. Sezónní maximum celkové

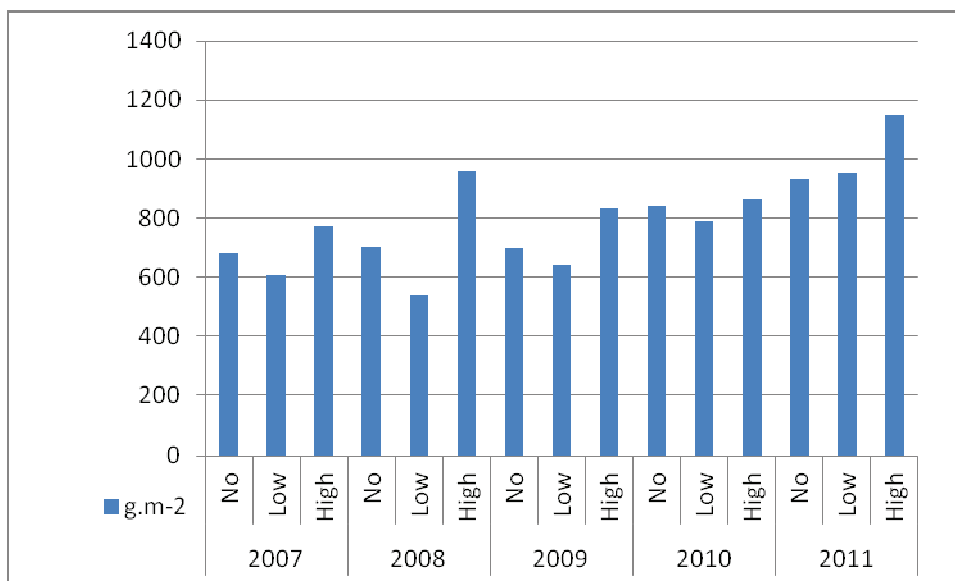
nadzemní biomasy ostřice štíhlé včetně odumřelých částí dosáhlo hodnoty 618 g a biomasa doprovodných druhů tvořila 52 g.

Rychterová (2007) prováděla výzkum na nadzemní biomase chrastice rákosovité (*Phalaris arundinacea*) na Mokřích loukách u Třeboně. Zaměřila se na sezónní chod živé nadzemní biomasy, sezónní chod odumřelé biomasy, počty stébel chrastice rákosovité v porostu, charakteristiky a asimilačního aparátu chrastice rákosovité a základní růstové charakteristiky. Rychterová zjistila, že roční nadzemní produkce biomasy činila 1407,6 g.m⁻². Nejvyšší rychlost produkce biomasy byla dosažena v květnu a činila 10,67 g.m⁻².den⁻¹. Jedná se tedy o vysoce produkční porost.

6.3 Efekt hnojení

Sláma (2010) prováděl odběry na Hamerských loukách během roku 2009. I z jeho výsledků vyplývá, že největší čistá primární produkce je na plochách vysoce hnojených 832,99 g.m⁻², na plochách mírně hnojených zaznamenal 642,64 g.m⁻² a na plochách nehnojených 698,14 g.m⁻². Rostliny, které jsem ve svých odběrech nezaznamenala, byly metlice trsnatá (*Deschampsia cespitosa*), psárka luční (*Alopecurus pratensis*) a kostřava červená (*Festuca rubra*).

Edwards (2009) se zabýval výzkumem vlivu hnojení na nárůst produkce v letech 2006-2009. Studoval hmotnost nadzemní biomasy a rostlinné složení na Hamerských loukách. V roce 2008 Edwards naměřil na ploše s vysokou variantou hnojení 960 g.m⁻², na ploše s nízkou variantou hnojení 536 g.m⁻², na ploše bez hnojení 702 g.m⁻². Na plochách bez hnojení a s vysokou variantou hnojení došlo k nárůstu produkce, naproti tomu na variantě s nízkou variantou hnojení došlo k poklesu produkce. V roce 2007 naměřil čisté primární produkce na ploše nejvíc hnojené 770 g.m⁻², na ploše s nízkou variantou hnojení 609 g.m⁻², a na ploše bez hnojení 683 g.m⁻².



Graf 11: Produkce Hamerských luk v letech 2007 – 2011. Produkce v letech 2007 a 2008 je uvedena podle Edwardse (2009). Produkce v roce 2009 je uvedena podle Slámy (2010).

Řepík (2007) prováděl výzkum na Hamerských loukách v letech 2005 a 2006. Zaměřil se na vertikální strukturu vegetace a relativní světelný požitek. Z měření vyplývá, že v nehnojených plochách bylo zaznamenáno průkazně vyšší množství biomasy než v plochách nehnojených (t-test pro závislé vzorky, $t=2,111$; $df=18$; $p=0,049$). Tento výsledek však autor nevysvětlil. Je pravděpodobné, že šlo o náhodný jev, protože hodnota p se velmi blížila 5 % hranici významnosti testu.

V letech 1985 – 2005 probíhal na loukách nedaleko řeky Rýn v Nizozemí výzkum, který byl zaměřen na vliv hnojení na produkci a biodiverzitu. Zkoumané porosty byly tvořeny společenstvem svazu *Arrhenatherion*. Byly zkoumány čtyři varianty s různým hnojením (kontrola, hnojení dusíkem, hnojení fosforem, hnojení dusíkem a fosforem). Nárůst nadzemní biomasy nastal na plochách hnojených dusíkem nebo dusíkem a fosforem. Vlivem hnojení samotným fosforem nárůst biomasy nenastal. Při hnojení dusíkem sice vzrostla biomasa, ale snížila se biodiverzita, ale tyto účinky se časem měnily. Biomasa kontrolní plochy byla $549,5 \text{ g.m}^{-2}$, biomasa plochy hnojená fosforem byla $564,5 \text{ g.m}^{-2}$. Plochy hnojené dusíkem měly biomasu $676,1 \text{ g.m}^{-2}$ a plochy hnojené kombinací N a P měly $776,2 \text{ g.m}^{-2}$. Tento efekt se však po povodni vytratil (Beltman a kol., 2007).

Güsewell a kol. (2005) si položili otázku, jestli může hnojení zvýšit biodiverzitu v mokřadech. Použili data z terénních výzkumů ze švýcarských, holandských a

amerických mokrých luk. Zjistili, že biodiverzita posuzovaná pouze na podkladě počtu druhů by mohla být zvýšena hnojením fosforem. Autoři však tuto možnost nedoporučují, protože by současně došlo k zvýšení výskytu běžných druhů na úkor vzácných.

Venterink a Güsewell (2010) zkoumali vliv hnojení dusíkem a fosforem na monokultury *Agrostis capillaris* a *Alopecurus pratensis*. Monokultury a směsi obou druhů byly pěstovány v květináčích v devíti kombinacích dávek dusíku a fosforu. Po třech měsících se hodnotila rostlinná biomasa, morfologické znaky a koncentrace živin v rostlinných pletivech. Biomasa obou druhů se zvyšovala při vyšším přísunu dusíku a fosforu. Největší nárůst biomasy nastal při nejvyšších dávkách hnojiva a středním poměru mezi dusíkem a fosforem (N : P = 15). Biomasa druhu *Alopecurus* byla vždy vyšší než druhu *Agrostis*.

Káplová a kol. (2011) prováděli výzkum na Mokřích loukách u Třeboně. Výzkum probíhal v letech 2007 a 2008. Na původně ostřicové louce s dominantní *Carex acuta* začala být následkem hospodaření na loukách dominantní *Phalaris arundinacea*. V pokusu jsou zkoumány dvě plochy: jedna s vysokým obsahem živin a druhá s nízkým obsahem živin. Byla zkoumána struktura a produkce rostlin. Produkce rostlin na obou plochách byla obdobná. Na plochách s nízkým obsahem živin byla dominantní *Carex*, na plochách s vysokým obsahem živin byla dominantní *Phalaris*.

6.2 Proč hnojení nezvýšilo produkci porostu na Hamerských loukách?

Na Hamerských loukách je zkoumán vliv zvýšeného přísunu živin již od roku 2006. Ačkoli většina dat ukazuje na určitý vliv hnojení na produkci, tento trend nebyl statisticky prokázán. Paralelní pokus probíhá na Zábłatských loukách, které představují marginální mokřad na organické půdě. Na Zábłatských loukách byl pozitivní vliv hnojení prokázán alespoň při některých odběrech (Edwards 2009). Naskytá se proto otázka, proč na Hamerských loukách byl efekt hnojení méně patrný. Vysvětlením mohou být rozdílné půdní vlastnosti a rozdílný vodní režim na těchto dvou lokalitách.

Nitrát je obecně velmi pohyblivý ion v půdě a snadno se vyplachuje, čili při povodních se ztrácí velmi snadno. Amonný ion je převažující formou minerálního N v zaplavené půdě (viz. Kap. 2.2.2 Koloběh dusíku), ale jeho množství závisí na sorpční kapacitě půdy. Minerální půda má obvykle menší sorpční kapacitu než půdy organické. To je způsobeno tím, že minerální půda neobsahuje jílovité částice, které mají velký povrch ve vztahu k malé velikosti částic (Ledvina a kol., 1999). Fosforečnany, které

jsou hlavní formou minerálního fosforu v půdě, jsou v provzdušněné půdě málo rozpustné. Při zaplavení však přecházejí do více rozpustné formy, takže se mohou také při povodni pravděpodobně vyplavovat.

7. Závěr

Tato práce je součástí studia mokřých luk v rámci projektu GA ČR 526/09/1545. V rámci tohoto projektu bylo hodnoceno zájmové území Hamerských luk v nivě řeky Nežárky z hlediska celkové nadzemní produkce.

Tato práce zahrnuje data z let 2010 a 2011. Každý rok byly provedeny dva destruktivní odběry biomasy. V každém odběru bylo odebráno 24 vzorků, dělených podle intenzity hnojení. Varianty zahrnovaly vysokou intenzitu hnojení, nízkou intenzitu hnojení a kontrolu bez hnojení.

Z rostlinných druhů převládaly ostřice štíhlá a zblochan vodní.

V první seči roku 2010 bylo nejvíce biomasy na plochách s vysokou variantou hnojení, a to v první (451,38 g.m⁻²) i druhé seči (412,5 g.m⁻²). V první seči roku 2011 bylo nejvíce živé biomasy na plochách s vysokou variantou hnojení (613,06 g.m⁻²). V druhé seči roku 2011 bylo nejvíce živé biomasy na plochách bez hnojení (290,01 g.m⁻²).

V první i v druhé seči roku 2011 měla nejvíce odnoží *Carex acuta*. V první seči roku 2011 byla nejtěžší odnož *Carex acuta*. Ve druhé seči roku 2011 byla nejtěžší odnož *Glyceria maxima*.

Za rok 2010 byla produkce nadzemní biomasy 863,88 g.m⁻² na plochách s vysokou variantou hnojení, 788,46 g.m⁻² na plochách s nízkou variantou hnojení a 839,69 g.m⁻² na plochách bez hnojení. Roční produkce nadzemní biomasy za rok 2011 byla 1149,71 g.m⁻² na plochách s vysokou variantou hnojení, 953,73 g.m⁻² na plochách s nízkou variantou hnojení a 930,25 g.m⁻² na plochách bez hnojení.

8. Literatura:

BALÁTOVÁ-TULÁČKOVÁ, E. (1985): Travinná společenstva v Československu, In: RYCHNOVSKÁ, M., BALÁTOVÁ-TULÁČKOVÁ, E., ÚLEHLOVÁ, B., PELIKÁN, J.: Ekologie lučních porostů, Academia, Praha, s. 14-95.

BELTMAN, B., WILLEMS, J., H., GÜSEWELL, S. (2007): Flood events overale fertiliser on biomass production and species richness in riverine grasslands, Journal of Vegetation Science 18: s. 625 – 634.

BERNARD, J., M., SOLANDER, D., KVĚT, J. (1988): Production and nutrient dynamics in *Carex* wetlands, Aquatic Botany, 30: s 125-147.

BOERS, A., M., FRIESWYK, B., B., VERHOEVEN, J., T., A., ZEDLER, J., B. (2006): Contrasting Approaches to the Restoration of Diverse Vegetation in Herbaceous Wetlands, In: BOBBINK, R., BELTMAN, B., VERHOEVEN, J., T., A., WHIGHAM, D., F. (ed.): Wetlands: Functioning, Biodiversity Conservation, and Restoration, Springer – Verlag Berlin Heidelberg, s. 225 – 247.

ČÍŽKOVÁ, H. (2006): Faktory ovlivňující dynamiku porostů rákosu obecného v kulturní krajině. [Habilitationní práce], Zemědělská fakulta Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích, České Budějovice, s. 53.

ČÍŽKOVÁ, H., ŠANTRŮČKOVÁ, H. (2006): Procesy spojené s eutrofizací mokřadů, Živa 5/2006, s. 201-204.

DVOŘÁK, M. (1976): Fyziologie rostlin speciální. Metabolismus minerálních látek u rostlin, Univerzita Karlova, Praha, 173 s.

EDWARDS, K. (2009): Závěrečná zpráva projektu GACR 526/06/0276 "Eutrofizace mokřých luk"

EISELTOVÁ, M., POKORNÝ, J. (2011): Ekologické funkce mokřadů – umí je člověk chránit a využít?, In: VLASÁKOVÁ, L. (ed.): Mokřady a klimatické změny,

Konference ke 40. výročí Ramsarské úmluvy, (Český ramsarský výbor a Expertní skupina Českého ramsarského výboru) Gill, s. r. o., Blansko, s. 11.

GÜSEWELL, S. BAILEY, K., M., ROEM, W., J., BEDFORD, B., L. (2005): Nutrient limitation and botanical diversity in wetlands: can fertilisation raise species richness. OIKOS 109: s. 71 – 80.

HANOUSEK, J., CHARAMZA, P. (1992): Moderní metody zpracování dat – Matematická statistika pro každého, Grada a.s. ve spolupráci s Computer Equipment, Praha, 210 s.

HARTMAN, P., PŘIKRYL, I., ŠTĚDROVSKÝ, E. (1998): Hydrobiologie, Informatorium, Praha, 335 s.

HENDL, J. (2004): Přehled statistických metod zpracování dat, Portál, Praha, 583 s.

CHYTRÝ, M., KUČERA, T., KOČÍ, M., GRULICH, V., LUSTIK, P. (ed.) (2010): Katalog biotopů České republiky, Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Praha, 445 s.

JAKRLOVÁ J. (1987): Destruktivní stanovení nadzemní biomasy. In: RYCHNOVSKÁ M. (ed.): Metody studia travných ekosystémů, Academia, Praha s. 56-67.

JAKRLOVÁ J. (1989): Primární produkce suchozemských ekosystémů, In: DYKYJOVÁ, D., a kol., Metody studia ekosystémů, Academia, Praha, s. 304-329.

JAKRLOVÁ, J. (1996): Produkční charakteristika aluviálních luk (Projekt Lanžhot), In: STRAŠKRABOVÁ, J., PRACH., K., JOYCE Ch., WADE, M. (ed.): Aluviální louky – jejich současný stav a možnosti obnovy, Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Praha Darwin Initiative, s. 35 - 42.

JENÍK, J. (1978): Třeboňsko jako ekologický systém, In: JENÍK, J., PŘIBIL, S., (ed.): Ekologie a ekonomika Třeboňska, Botanický ústav ČSAV, Třeboň, s. 77-85.

KÁPLOVÁ, M., EDWARDS, K., R., KVĚT, J. (2011): The effect of nutrient level on plant structure and production in a wet grassland: a field study. *Plant Ecol* 21, s 809 – 819.

KOS, J., MARŠÁKOVÁ, M. (1997): Chráněná území České republiky, Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Praha, 191 s.

KUNCOVÁ, Š. (2007): Struktura a nadzemní produkce porostu vybraného monodominantního porostu eutrofní zaplavované louky. [Bakalářská práce.] České Budějovice, Katedra biologických disciplín ZF, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 37 s.

KUNCOVÁ, Š. (2009): Nadzemní produkce porostu zaplavované louky s dominantní ostřicí štíhlou (*Carex acuta*). [Diplomová práce.] České Budějovice, Katedra biologických disciplín ZF, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 44 s.

KVĚT, J. (1983): Nadzemní biomasa travinné vegetace Mokřých Luk, In: JENÍK, K., KVĚT, J. (ed.): Studie zaplavovaných ekosystémů u Třeboně, Academia, Praha, s. 118 – 122.

KVĚT, J. (1996): Obecné ekologické funkce nivních luk. *Příroda*, 4, Praha, In STRAŠKABOVÁ, J., PRACH, K., JOYCE, Ch., WADA, M. (ed.) Aluviální louky – jejich současný stav a možnosti obnovy, Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Praha Darwin Initiative, s. 21- 23.

KVĚT, J., JENÍK, J. (1983): Perspektivy ekologického výzkumu Mokřých Luk u Třeboně, In: JENÍK, K., KVĚT, J. (ed.): Studie zaplavovaných ekosystémů u Třeboně, Academia, Praha, s. 138 – 144.

LARCHER, W. (1988): Fyziologická ekologie rostlin, Academia, Praha, 361 s.

LEDVINA, R., HORÁČEK, J., ŠINDELÁŘOVÁ, M. (1999): Geologie a půdoznalství, České Budějovice, 200 s.

- LELLÁK, J., KUBÍČEK, F. (1992): Hydrobiologie, Karolinum, Praha, 256 s.
- LEPŠ, J. (1996): Biostatistika, Jihočeská univerzita Biologická fakulta, České Budějovice, 166 s.
- MELOUN, M., MILITKÝ, J. (2004): Statistická analýza experimentálních dat, Academia, Praha, 953 s.
- MITSCH, W. J., GOSSELINK, J. G. (2000): Wetlands, Third edition, John Wiley & sons, Inc. Canada, 920 s.
- PICEK, T., KAŠTOVSKÁ, E., EDWARDS, K., ZEMANOVÁ, K., DUŠEK, J. (2008): Short term effects of experimental eutrophication on carbon and nitrogen cycling in two types of wet grassland, *Community Ecology* (9), s. 81-90.
- PLESNÍK, J., ROTH, P. (2004): Biologická rozmanitost na Zemi: stav a perspektivy, Scientia, Praha, 261 s.
- PRACH, K. (1993): Vegetation changes in a wet meadow complex, South Bohemia, Czech Republic, *Folia Geot., Phytotax.*, 28: s. 1-13.
- PRACH, K. (2000): Co vypovídají geobotanické studie o změnách a současném stavu třeboňské krajiny? In: Sborn. Třeboňsko 2000 – Ekologie a ekonomika Třeboňska po dvaceti letech. ENKI, o.p. s., Třeboň, Správa CHKO Třeboňska a národní komitét programu MaB (Človek a biosféra) UNESCO., Třeboň, s. 35 – 36.
- PRACH, K., ŠTECH, M., ŘÍHA, P. (2009): Ekologie a rozšíření biomů na Zemi, Scientia, Praha, 151 s.
- RAMSARSKÁ ÚMLUVA 396/1990 Sb. Sdělení MZV- Úmluva o mokřadech majících mezinárodní význam především jako biotopy vodního ptactva. [on-line], [cit. 2012-02-01]. Dostupné z: <http://www.env.cz>

REICHHOLF, J. (1998): Pevninské vody a mokřady, Knižní klub Ikar, Praha, 223 s.

REICHHOLF, J. (1999): Pole a louky, Knižní klub Ikar, Praha, 223 s.

RYCHNOVSKÁ, M. (1985): Primární produkce a vazba sluneční energie v porostech, In: RYCHNOVSKÁ, M., BALÁTOVÁ-TULÁČKOVÁ, E., ÚLEHLOVÁ, B., PELIKÁN, J.: Ekologie lučních porostů, Academia, Praha, s. 125-158.

RYCHTEROVÁ, J. (2007): Sezónní rozvoj nadzemní biomasy a pokryvnosti listoví u vybraného monodominantního porostu eutrofní zaplavované louky. [Bakalářská práce.] České Budějovice, Katedra biologických disciplín ZF, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 42s.

ŘEPÍK, M. (2007): Vertikální distribuce biomasy v porostu mokřých luk v souvislosti s živinovým zatížením a prostupem světla. [Diplomová práce.] České Budějovice, Katedra ekologie a hydrobiologie BF Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 60 s.

SLÁMA, M. (2010): Vliv minerálního hnojení na produkci travinného mokřadního porostu. [Bakalářská práce.] České Budějovice, Katedra biologických disciplín ZF, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 36 s.

STEJSKAL, V. (2006): Úvod do právní ochrany přírody a péče o biologickou rozmanitost, Linde, Praha, 591.

ŠEDA, M. (2009): Vliv dusíkaté zátěže mokřadních luk na obsah volných aminoselin v půdě [Diplomová práce], Pedagogická fakulta Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích, České Budějovice, 40 s.

ŠUMBEROVÁ, K., HÁJKOVÁ, P., CHYTRÝ, M., HROUDOVÁ, Z., SÁDLO, J., HÁJEK, M., HRIVNÁK, R., NAVRÁTILOVÁ, J., HANÁKOVÁ, P., EKRT, L., EKRTOVÁ, E. (2011): Vegetace rákosin a vysokých ostřic (Phragmito-Magno-

Caricetea), In: CHYTRÝ, M. (ed.): Vegetace České republiky 3. Vodní a mokřadní vegetace, Academia, Praha, s. 385 – 579.

VENTERINK, H., O., GÜSEWELL, S. (2010): Competitive interactions between two meadow grasses under nitrogen and phosphorus limitation, Functional Ecology 24: s. 877 – 886.

VOTRUBOVÁ, O., SOUKUP, A. (1999): Proč mohou mokřadní rostliny žít v zaplavené půdě, Živa (1/1999), s. 12 – 15.

VYMAZAL, J. (2012): Chemismus a biogeochemické cykly v mokřadech. In: KVĚT, J., RAJCHARD J. (ed.): EKOLOGIE MOKŘADŮ: Studijní materiály pro volitelný předmět Ekologie mokřadů, určený posluchačům BF, PF a ZF JU [online]. [cit. 2012-03-01].

www.mzp.cz, [online]. [cit. 2012-02-01]. Dostupné z:
www.mzp.cz/cz/ramsarska_umluva_o_mokradech

www.mapy.cz, [online]. [cit. 2012-02-01]. Dostupné z: <http://www.mapy.cz/>

9. Přílohy

Příloha č. 1. Seznam zkratk druhů použitých v tabulkách

| český název | latinský název | zkratka |
|----------------------|-----------------------------|----------------|
| chrastice rákosovitá | <i>Phalaris arundinacea</i> | <i>PhaAru</i> |
| ostřice obecná | <i>Carex nigra</i> | <i>CarNig</i> |
| ostřice měchýřkatá | <i>Carex vesicaria</i> | <i>CarVes</i> |
| ostřice štíhlá | <i>Carex acuta</i> | <i>CarAcu</i> |
| zblochan vodní | <i>Glyceria maxima</i> | <i>GlyMax</i> |
| | živé odnože | ž. |
| | odumřelé odnože | o. |
| | mladá odnož | m. |
| | odnož ve vegetativním stavu | v |
| | odnož v generativním stavu | g. |

Příloha č. 2. Sušina vzorků z Hamerských luk v době první seče 28.6.2010, přepočtený na plochu 1 m²

| Blok | Varianta (hnojení) | Opak | CarAcu celkem | CarVes celkem | GlyMax celkem | PhaAru celkem | jiné jednoděložné | dvouděložné |
|------|--------------------|------|---------------|---------------|---------------|---------------|-------------------|-------------|
| 1 | žádné | a | 124,6 | | 181,96 | 22,96 | 9,12 | 32,4 |
| 1 | žádné | b | | | 246,24 | 59,88 | | 53 |
| 2 | žádné | a | 140,84 | | 265,92 | | | 1,12 |
| 2 | žádné | b | 115,84 | 131,84 | 268,2 | | | 1,4 |
| 3 | žádné | a | 262,76 | | 161,96 | | | 8,88 |
| 3 | žádné | b | 102,28 | 140,32 | 79,2 | 16,24 | | |
| 4 | žádné | a | 190,56 | 80,64 | 208,24 | 49,48 | | 9,48 |
| 4 | žádné | b | | | 577,64 | | | |
| 1 | nízké | a | 125,52 | 25,04 | 120,64 | | | 63,64 |
| 1 | nízké | b | 229 | | 90,84 | | 7,64 | 57,52 |
| 2 | nízké | a | 173,48 | | 132,76 | 17,48 | | |
| 2 | nízké | b | 143,64 | 43,64 | 203,96 | | | 7,16 |
| 3 | nízké | a | 185,68 | 39,32 | 199,76 | | | |
| 3 | nízké | b | 31,04 | 235,12 | 184,12 | | | |
| 4 | nízké | a | 258,76 | 27,16 | 174,16 | | | |
| 4 | nízké | b | 247,28 | 86,12 | 150,32 | | | |
| 1 | vyšoké | a | 68 | 45,88 | 172,04 | | | 6,12 |
| 1 | vyšoké | b | 231,84 | 65,12 | 163,76 | | | |
| 2 | vyšoké | a | 121,72 | | 366,52 | | 9,48 | |
| 2 | vyšoké | b | 147,72 | | 324,08 | | | |
| 3 | vyšoké | a | 72,76 | 11,6 | 170,96 | 151,08 | | |
| 3 | vyšoké | b | 181,24 | | 204,64 | | | 1,96 |
| 4 | vyšoké | a | 115,32 | | 115,8 | 253,12 | | 0,4 |
| 4 | vyšoké | b | 30 | 466,96 | 112,8 | | | |

Příloha č. 3. Sušina vzorků z Hamerských luk v době druhé seče 1.9. 2010, přepočtený na plochu 1 m²

| Blok | Varianta (hnojení) | Opak | Carex Ž | Carex O | GlyMax Ž | GlyMax O | GlyMax Ž | GlyMax O | PhaAru Ž | PhaAru O | Dvouděložné Ž | Dvouděložné O | mechy |
|------|--------------------|------|---------|---------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|---------------|---------------|-------|
| 1 | žádné | a | 90,64 | 4,16 | 38,8 | 123,2 | 6,56 | 33,92 | | | | | |
| 1 | žádné | b | 240,1 | 107,5 | 77,52 | 93,28 | | 11,92 | | | 0,72 | | |
| 2 | žádné | a | 379,4 | 90,32 | 6,48 | 54,32 | | | | | | | |
| 2 | žádné | b | 168,9 | 45,68 | 32,56 | 98,64 | | | | | | | |
| 3 | žádné | a | 244,6 | 39,92 | 5,28 | 16,16 | | | | | | | 65,12 |
| 3 | žádné | b | 132,1 | 31,12 | 47,12 | 119,76 | | | | | | | |
| 4 | žádné | a | 197,4 | 81,36 | 11,52 | 87,04 | 21,28 | 56,64 | | | | | |
| 4 | žádné | b | 114,6 | 38,4 | 56,8 | 100,88 | 1,68 | 0,96 | | | | | |
| 1 | nízké | a | 193,6 | 49,28 | 45,6 | 54,24 | | | | | | 1,52 | |
| 1 | nízké | b | 178,6 | 53,36 | 37,44 | 40,88 | | | | | | 1,44 | |
| 2 | nízké | a | 287,5 | 94 | 47,28 | 52,96 | | | | | 3,84 | 2,24 | 1,04 |
| 2 | nízké | b | 226,6 | 61,12 | 34,24 | 62 | | | | | | | |
| 3 | nízké | a | 106,7 | 42,88 | 134,16 | 146 | | | | | | | |
| 3 | nízké | b | 215,3 | 25,6 | 46,56 | 102,72 | | | | | | 0,48 | |
| 4 | nízké | a | 314 | 38,08 | 34,96 | 76,8 | | | | | | | |
| 4 | nízké | b | 123,3 | 45,6 | 14,96 | 43,36 | 2 | 4,56 | | | | | |
| 1 | vyšoké | a | 188,6 | 18,8 | 11,28 | 74,8 | | | | | | | |
| 1 | vyšoké | b | 321 | 36,24 | 31,68 | 101,44 | 3,92 | 13,52 | | | | | |
| 2 | vyšoké | a | 149 | 10,08 | 48,4 | 134,16 | | | | | | | |
| 2 | vyšoké | b | 212,4 | 52,56 | 62,4 | 111,52 | | | | | | | |
| 3 | vyšoké | a | 362,2 | 111,3 | 7,12 | 12,16 | 8,24 | 24 | | | | | |
| 3 | vyšoké | b | 213 | 29,92 | 63,84 | 35,76 | | 6 | | | | | |
| 4 | vyšoké | a | 139,7 | 17,28 | 14,8 | 13,36 | 79,84 | 28,32 | | | | | |
| 4 | vyšoké | b | 307,3 | 43,68 | 55,2 | 76,16 | 31,6 | 23,76 | | | | | |

Příloha č. 4. Sušina vzorků z Hamerských luk v době první seče (10. 6. 2011), přepočtený na plochu 1 m²

| Blok | Varianta (hnojení) | Opak | dvouděložné | PhaAru Ž | PhaAru M | PhaAru O | mechy | CarNig Ž | CarVes Ž | CarVes M | CarVes | CarAcu Ž | CarAcu M | Carex O | GlyMax Ž | GlyMax M | GlyMax O |
|------|--------------------|------|-------------|----------|----------|----------|-------|----------|----------|----------|--------|----------|----------|---------|----------|----------|----------|
| 1 | žádné | a | 0,32 | | | | 0,88 | | 33,28 | 0,08 | | 298,64 | 0,56 | 16,08 | 169,76 | | 77,04 |
| 1 | žádné | b | 1,36 | | | 4,4 | 0,24 | | 19,52 | | | 111,36 | | 17,68 | 194,56 | | 60,72 |
| 2 | žádné | a | | | | | 4,72 | | | | | 441,6 | | 31,68 | 121,52 | | 53,2 |
| 2 | žádné | b | <0,01 | | | | <0,01 | | 38,56 | | | 279,6 | | 32,24 | 92,96 | | 46,72 |
| 3 | žádné | a | | | | | 0,72 | | 23,76 | 1,04 | | 436,96 | | 58,72 | 13,36 | | 25,68 |
| 3 | žádné | b | 0,16 | | | | 2,08 | | 67,92 | 0,8 | | 294,48 | 0,16 | 33,84 | 103,12 | | 29,04 |
| 4 | žádné | a | | 4,8 | | 0,24 | | | 62,88 | | | 355,84 | | 58,48 | 67,36 | | 26,88 |
| 4 | žádné | b | 0,72 | 0,32 | | | | | | | 41,2 | | | 2,16 | 278,8 | | 99,76 |
| 1 | nízké | a | 0,56 | | | | 0,16 | | 75,36 | | | 250,32 | 0,88 | 66,48 | 118,96 | | 82,8 |
| 1 | nízké | b | | | | | <0,01 | | | | | 510,8 | | 82,08 | 28,08 | | 15,68 |
| 2 | nízké | a | | | | | <0,01 | | | | | 351,6 | 1,52 | 40,32 | 121,6 | | 47,36 |
| 2 | nízké | b | 0,08 | | | | 7,92 | | 100,8 | 0,64 | | 225,84 | | 70,56 | 80,24 | | 49,76 |
| 3 | nízké | a | <0,01 | | | | | | 275,28 | 2,72 | | 215,92 | | 61,04 | 150,4 | | 51,44 |
| 3 | nízké | b | 0,08 | | | | <0,01 | | 0,8 | | | 190,48 | | 22,8 | 247,52 | | 90,72 |
| 4 | nízké | a | | | | | | | 114,48 | 3,68 | | 364,4 | 0,16 | 115 | 41,04 | | 31,28 |
| 4 | nízké | b | | | | | <0,01 | | 154,16 | 0,48 | | 340,32 | | 73,52 | 68,24 | | 29,68 |
| 1 | vyšoké | a | | | | | | | 29,84 | 1,92 | | 453,2 | 0,16 | 62,64 | 44,64 | | 19,76 |
| 1 | vyšoké | b | | | | | | | | | | 443,68 | | 36,24 | 312,56 | | 97,92 |
| 2 | vyšoké | a | | | | | | 4,96 | 417,6 | 7,2 | | 122,64 | | 149,6 | 33,28 | | 49,2 |
| 2 | vyšoké | b | | | | | <0,01 | | | | | 439,36 | | 70,96 | 98,32 | | 4,8 |
| 3 | vyšoké | a | | | | | 0,48 | | 12,72 | | | 304,48 | | 29,68 | 109,76 | | 24,72 |
| 3 | vyšoké | b | <0,01 | | | 0,08 | 2 | | | | | 654,24 | | 85,12 | 21,04 | | 23,36 |
| 4 | vyšoké | a | 0,16 | 209,12 | 0,24 | 47,04 | | | 56,64 | 0,64 | | 244,32 | | 25,76 | 138,16 | | 51,92 |
| 4 | vyšoké | b | | 108 | | 16,72 | | | | | | 132,48 | | 14,56 | 489,2 | 2,32 | 136,24 |

Příloha č. 5. Sušina vzorků z Hamerských luk v době druhé seče (9. 8. 2011), přepočtený na plochu 1 m²

| Blok | Varianta (hnojení) | Opak | dvouděložné | | PhaAru M | PhaAru O | mechy | CarVes Ž | CarVes M | CarAru Ž | CarAru M | Carex O | GlyMax Ž | GlyMax M | GlyMax O |
|------|-----------------------|------|-------------|-------|-------------|-------------|-------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|-------------|-------------|-------------|
| | | | Ž | O | | | | | | | | | | | |
| 1 | žádné | a | 0,8 | 7,12 | 0,8 | 2,8 | 0,4 | | | 163,92 | 0,56 | 3,52 | 11,92 | 0,24 | 57,36 |
| 1 | žádné | b | 0,64 | | | | | | | 201,92 | | 25,84 | 112,64 | 0,96 | 40,8 |
| 2 | žádné | a | 0,108 | | | | | | | 204,64 | 1,76 | 71,92 | 66,72 | 2,64 | 57,04 |
| 2 | žádné | b | | 0,64 | 0,4 | 0,24 | 0,08 | 66 | 1,04 | 144,96 | 1,36 | 30,48 | 19,84 | 1,84 | 14,48 |
| 3 | žádné | a | 0,004 | | | | 1,04 | 4,48 | 0,4 | 282,24 | 0,72 | 63,76 | 46,8 | 0,24 | 59,92 |
| 3 | žádné | b | 0,0008 | | | | 0,32 | 33,04 | | 222,16 | 0,16 | 61,36 | 82,32 | 0,48 | 43,92 |
| 4 | žádné | a | 0,08 | | | | | | | 75,76 | 0,24 | 5,84 | 260,4 | 1,92 | 231,2 |
| 4 | žádné | b | 0,16 | 34,32 | 10,4 | 29,68 | 0,08 | 9,28 | | 206,24 | 0,16 | 48,16 | 32,48 | 0,24 | 33,04 |
| 1 | nízké | a | 1,68 | | | | 1,2 | | | 161,12 | 5,04 | 73,36 | 58,4 | | 19,68 |
| 1 | nízké | b | 0,24 | | | | 2,96 | | | 145,68 | 1,12 | 62 | 64,96 | | 31,52 |
| 2 | nízké | a | | | | | 5,52 | | | 137,44 | 1,76 | 25,52 | 95,2 | 1,36 | 49,52 |
| 2 | nízké | b | 0,08 | | | | 9,92 | 159,52 | 4,56 | 92,56 | 0,24 | 93,52 | 4,72 | 0,4 | 49,52 |
| 3 | nízké | a | 0,0024 | | | | 0,24 | 9,68 | 0,32 | 178,64 | 0,64 | 36,72 | 38,72 | 2,08 | 24,48 |
| 3 | nízké | b | 1,6 | | | | 20,96 | | | 117,12 | 0,64 | 24,08 | 71,52 | | 23,68 |
| 4 | nízké | a | | | | | | 14,56 | 0,48 | 245,04 | 1,92 | 36 | 15,44 | 0,4 | 11,6 |
| 4 | nízké | b | | | | | | 132,64 | 0,64 | 86,48 | 0,32 | 32,48 | 16,08 | 0,8 | 3,52 |
| 1 | vyšoké | a | | | | | | 6,64 | | 145,36 | 1,52 | 68,08 | 57,36 | | 83,6 |
| 1 | vyšoké | b | | 5,12 | 1,04 | 7,84 | | 13,04 | 0,4 | 165,12 | 0,4 | 11,52 | 129,76 | 0,64 | 64,96 |
| 2 | vyšoké | a | | | | | | 179,44 | 2,32 | 86,08 | 0,4 | 142,7 | 1,44 | 0,32 | 1,68 |
| 2 | vyšoké | b | 0,0032 | | | | 0,02 | | | 183,04 | 0,64 | 59,6 | 41,04 | 11,68 | 11,68 |
| 3 | vyšoké | a | | 2,16 | 0,32 | 2,64 | 0,4 | | | 267,52 | 0,48 | 115,2 | 72,32 | 0,16 | 26,88 |
| 3 | vyšoké | b | | 2,32 | | | | 136 | 1,36 | 111,52 | 0,4 | 64,56 | 90,56 | 0,32 | 48,56 |
| 4 | vyšoké | a | 0,0016 | 79,44 | 5,12 | 70,56 | | | | 53,84 | 2,88 | 19,6 | 91,6 | 0,08 | 45,2 |
| 4 | vyšoké | b | 0,0944 | 18,72 | | 11,36 | | 57,36 | 0,16 | 130,88 | 0,88 | 84,08 | 130,48 | | 116,08 |

Příloha č. 6. Počet odnoží ve vzorcích odebraných dne 10. 6. 2011, přepočtený na plochu 1 m²

| Blok | Varianta (hnojení) | Opak | PhaAru VŽ | PhaAru GŽ | PhaAru M | PhaAru O | Car Nig GŽ | Car Ves VŽ | Car Ves GŽ | Car Ves M | Carex DV | Carex DG | CarAru VŽ | CarAru GŽ | CarAru M | CarAru Ž | GlyMax Ž | GlyMax O | GlyMax M |
|------|--------------------|------|-----------|-----------|----------|----------|------------|------------|------------|-----------|----------|----------|-----------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 1 | žádné | a | | | | | | 56 | | 8 | 24 | | 320 | 16 | 16 | 8 | 208 | | |
| 1 | žádné | b | | | | | | 56 | | | 8 | | 72 | 8 | 8 | | 336 | | |
| 2 | žádné | a | | | | | | | | | 0 | | 384 | 8 | 8 | | 216 | 40 | |
| 2 | žádné | b | | | | | | 120 | | | 80 | | 240 | 56 | 56 | | 208 | 8 | |
| 3 | žádné | a | | | | | | 56 | | 16 | 16 | | 520 | 8 | 8 | | 48 | 24 | |
| 3 | žádné | b | | | | | | 104 | | 16 | 24 | | 440 | | 16 | | 160 | 8 | |
| 4 | žádné | a | 32 | | | | | 304 | | | 16 | | 584 | 16 | 16 | | 128 | | |
| 4 | žádné | b | | | | | | | | | 0 | | 48 | | | | 272 | 32 | |
| 1 | nízké | a | | | | | | | | | 8 | | 416 | | 16 | | 176 | 24 | |
| 1 | nízké | b | | | | | | 208 | | | 48 | | 688 | 8 | 8 | | 40 | 8 | |
| 2 | nízké | a | | | | | | | | | 32 | | 432 | | 24 | | 160 | | |
| 2 | nízké | b | | | | | | 192 | 8 | 24 | 64 | | 248 | 8 | 8 | | 112 | 16 | |
| 3 | nízké | a | | | | | | 424 | 8 | 48 | 56 | | 184 | | | | 184 | 32 | |
| 3 | nízké | b | | | | | | 8 | | | 0 | | 176 | 8 | 8 | | 344 | 8 | |
| 4 | nízké | a | | | | | | 216 | | 56 | 80 | | 488 | 24 | 8 | | 56 | 16 | |
| 4 | nízké | b | | | | | | 400 | | 16 | 8 | | 552 | 8 | 8 | | 112 | 8 | |
| 1 | vysoké | a | | | | | | 96 | | 32 | 16 | | 504 | 8 | 16 | | 64 | 16 | |
| 1 | vysoké | b | | | | | | | | | 24 | | 288 | | | | 288 | 16 | |
| 2 | vysoké | a | | | | | 8 | 624 | 8 | 144 | 104 | | 256 | 8 | 8 | | 112 | 32 | |
| 2 | vysoké | b | | | | | | | | | 16 | | 488 | 16 | 16 | | 160 | 8 | |
| 3 | vysoké | a | | | | | | 40 | | | 32 | | 800 | | | | 208 | 8 | |
| 3 | vysoké | b | 96 | | | | | | | | 40 | | 1568 | | | | 48 | 8 | |
| 4 | vysoké | a | 368 | | | 8 | | 72 | 24 | 8 | 16 | | 264 | | | | 184 | 40 | |
| 4 | vysoké | b | 304 | 16 | | | | | | | 0 | 8 | 112 | | | | 352 | 32 | 16 |

Příloha č. 7. Počet odnoží ve vzorcích odebraných dne 9. 8. 2011, přepočtený na plochu 1 m²

| Blok | Varianty (hnojení) | Opak | PhaAru VŽ | PhaAru GŽ | PhaAru M | PhaAru O | CarVes VŽ | CarVes GŽ | CarVes M | Carex OV | Carex OG | CarAru VŽ | CarAru GŽ | CarAru M | GlyMax Ž | GlyMax O | GlyMax M |
|------|--------------------|------|-----------|-----------|----------|----------|-----------|-----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|----------|----------|----------|----------|
| 1 | žádné | a | 104 | | 40 | 8 | | | | | | 656 | | 24 | 8 | 152 | 8 |
| 1 | žádné | b | | | | | | | | | | 808 | | | 216 | 16 | 24 |
| 2 | žádné | a | | | | | | | 64 | | | 560 | | 32 | 192 | 16 | 56 |
| 2 | žádné | b | 8 | | 16 | | 240 | | 24 | 16 | | 488 | | 24 | 72 | 16 | 32 |
| 3 | žádné | a | | | | | | 16 | 16 | | | 648 | | 40 | 80 | 8 | 8 |
| 3 | žádné | b | | | | | 216 | | | 40 | | 448 | | 8 | 216 | 16 | 16 |
| 4 | žádné | a | | | | | | | | | | 152 | | 8 | 392 | 48 | 40 |
| 4 | žádné | b | 296 | | 304 | 72 | 48 | | | | | 440 | | 8 | 88 | 32 | 24 |
| 1 | nízké | a | | | | | | | | 48 | | 904 | | 112 | 192 | 8 | |
| 1 | nízké | b | | | | | | | 24 | | | 512 | | 24 | 216 | | |
| 2 | nízké | a | | | | | | | | 8 | | 424 | | 48 | 232 | 8 | 40 |
| 2 | nízké | b | | | | | 968 | | 120 | 192 | | 368 | | 16 | 24 | | 8 |
| 3 | nízké | a | | | | | 64 | | 8 | 16 | | 528 | | 16 | 160 | 8 | 64 |
| 3 | nízké | b | | | | | | | | 8 | | 296 | | 16 | 176 | 8 | |
| 4 | nízké | a | | | | | 56 | | 8 | | | 744 | | 56 | 40 | 8 | 8 |
| 4 | nízké | b | | | | | 504 | | 16 | 32 | | 280 | | 16 | 64 | | 16 |
| 1 | vyšoké | a | | | | | 32 | | | | | 448 | | 40 | 96 | 32 | |
| 1 | vyšoké | b | 72 | | 56 | 8 | 32 | | 8 | | | 392 | | 40 | 272 | 24 | 24 |
| 2 | vyšoké | a | | | | | 656 | | 48 | 16 | | 256 | | 8 | 16 | | 24 |
| 2 | vyšoké | b | | | | | | | | 16 | | 704 | | 16 | 120 | 8 | 8 |
| 3 | vyšoké | a | 80 | | 48 | | | | | 56 | | 1224 | | 24 | 128 | | 8 |
| 3 | vyšoké | b | 32 | | | | 504 | | 32 | 104 | | 512 | | 40 | 152 | 16 | 24 |
| 4 | vyšoké | a | 552 | | 224 | 24 | | | | | | 208 | | 64 | 176 | 24 | 16 |
| 4 | vyšoké | b | 88 | | | 16 | 288 | | 8 | 56 | | 360 | | 24 | 232 | 120 | |