

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Zemědělská fakulta

Studijní program: N4101 Zemědělské inženýrství

Studijní obor: Agroekologie

Katedra: Biologických disciplín

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

Diplomová práce

**Vliv dostupnosti minerálních živin a zaplavení na
růst ostřice štíhlé v nádobovém pokuse**

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

Autor: Bc. Jana Sychrová

České Budějovice

Duben 2011

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci 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 elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách.

V Řípci, 26. 4. 2011

.....

Bc. Jana Sychrová

Poděkování:

Děkuji vedoucí mé diplomové práce doc. RNDr. Haně Čížkové, CSc. za odborné vedení, ochotu a trpělivost, za její cenné rady a volný čas, který mi věnovala při zpracování diplomové práce.

Dále děkuji Ing. Janě Rychterové za pomoc při měření odnoží *Carex acuta*.

Anotace

Diplomová práce je součástí projektu GAČR 526/09/1545 Význam nově asimilovaného uhlíku pro interakce rostlin s půdou v mokřadních travinných ekosystémech v proměnlivých podmínkách vnějšího prostředí, který se zaměřuje na účinky eutrofizace na vybraných mokřích loukách s minerální nebo organickou půdou v Třeboňské biosférické rezervaci. Výsledky tohoto projektu poslouží jako podklad pro rozvíjení vhodného managementu ekosystémů mokřích luk, zvláště pro místa vedená jako přírodní rezervace.

Jako modelová rostlina pro nádobový pokus byla vybrána ostřice štíhlá (*Carex acuta*), běžná dominanta Mokřích luk a současně druh, který byl již předmětem řady studií. Cílem této práce bylo zjistit, jak *C. acuta* reaguje v kontrolovaných podmínkách na různou hladinu hnojení a míru zaplavení.

Na růst generativních odnoží *C. acuta* mělo statisticky průkazný vliv hnojení. U vegetativních odnoží *C. acuta* byl zjištěn průkazný vliv obsahu organické hmoty v půdě a hnojení. Vegetativní odnože dosáhly většího vzrůstu než generativní odnože.

Pomocí nádobového pokusu se zjistilo, že hnojení nemá na růst odnoží *C. acuta* příliš velký vliv. To může vysvětlit terénní pozorování, že tento mokřadní druh je na eutrofizovaných stanovištích postupně nahrazován konkurenčně silnějšími druhy, hlavně chrasticí rákosovitou (*Phalaris arundinacea*).

Annotation

This MSc thesis is part of the project GACR 526/09/1545 Importance of newly assimilated carbon for the plant-soil interactions in wet grassland ecosystems in varying environmental conditions, which focuses on the effects of eutrophication on selected wet meadows with mineral or organic soil in the Trebon Biosphere Reserve. The results of this project will serve as a basis for developing a suitable ecosystem management for wet meadows, especially for sites registered as nature reserves.

Pot experiments were carried out with *Carex acuta*, a dominant species of wet meadows that has already been subject of many studies. The aim of this work was to find out how *C. acuta* responds to different levels of fertilization and soil flooding under controlled conditions.

The growth of the generative shoots of *C. acuta* was significantly affected by fertilization. The growth of vegetative shoots was significantly influenced by the soil organic matter content and fertilizer addition. The vegetative shoots reached greater length than the generative shoots.

The pot experiment indicates that fertilization has not a large influence on the growth of *C. acuta*. This finding may explain field observations that *C. acuta* is gradually replaced in eutrophic habitats by stronger competitors, especially *Phalaris arundinacea*.

Obsah:

| | |
|--|----|
| 1 Úvod..... | 8 |
| 2 Literární přehled..... | 9 |
| 2.1 Charakteristika mokřadu | 9 |
| 2.1.1 Definice mokřadu | 9 |
| 2.1.2 Klasifikace mokřadů..... | 10 |
| 2.1.3 Funkce mokřadů | 10 |
| 2.1.4 Vlastnosti mokřadní půdy..... | 11 |
| 2.1.5 Vlastnosti mokřadní vegetace..... | 12 |
| 2.2 Degradace mokřadů..... | 14 |
| 2.2.1 Odvodňování mokřadů | 14 |
| 2.2.2 Eutrofizace | 15 |
| 2.2.3 Další negativní vlivy..... | 16 |
| 2.3 Ochrana mokřadů | 16 |
| 2.3.1 Ramsarská úmluva..... | 17 |
| 2.3.2 Úmluva o biologické rozmanitosti..... | 18 |
| 2.3.3 Rámcová směrnice o vodách | 19 |
| 2.4 Charakteristika studovaného druhu <i>Carex acuta</i> | 19 |
| 2.4.1 Botanická charakteristika..... | 19 |
| 2.4.3 Ekologická charakteristika..... | 21 |
| 2.5 Eutrofizace mokřáků | 22 |
| 2.5.1 Dostupnost minerálních živin v půdě | 22 |
| 2.5.2 Zdroje obohacení půdy živinami | 23 |
| 2.5.3 Důsledky eutrofizace na vybraných lokalitách..... | 24 |
| 2.6 Reakce rostlin na dostupnost minerálních prvků v prostředí | 28 |
| 2.6.1 Minerální výživa rostlin..... | 28 |
| 2.6.2 Význam hlavních makrobiogenních prvků (N, P, K) ve výživě rostlin | 29 |

| | |
|--|----|
| 3. Metodika | 32 |
| 3.1 Principy růstové analýzy | 32 |
| 3.1.1 Definice růstové analýzy | 32 |
| 3.1.2 Základní pojmy | 32 |
| 3.1.3 Výpočet růstových charakteristik | 33 |
| 3.1.4 Metody stanovení nadzemní biomasy..... | 34 |
| 3. 1. 5 Přímé a nepřímé metody odběru biomasy | 35 |
| 3.2 Uspořádání pokusu a vlastní měření..... | 36 |
| 3.3 Matematické a statistické vyhodnocení dat..... | 37 |
| 4. Výsledky | 39 |
| 4.1 Sezónní chod délky odnoží rostlin <i>Carex acuta</i> | 39 |
| 4.2 Srovnání maximální délky generativních odnoží..... | 42 |
| 4.3 Srovnání maximální délky vegetativních odnoží | 44 |
| 5. Diskuse..... | 47 |
| 5.1 Proč se studoval právě růst mokřadních rostlin ve vztahu k dostupnosti živin? | 47 |
| 5.2 Výhody a nevýhody nádobového pokusu ve srovnání s terénním měřením.... | 48 |
| 5.1 Co výsledky řeknou a neřeknou o růstových rozdílech | 49 |
| 6. Závěr | 50 |
| 7. Literatura | 52 |
| 8. Přílohy | 59 |

1 Úvod

Tato práce je součástí projektu GAČR 526/09/1545 Význam nově asimilovaného uhlíku pro interakce rostlin s půdou v mokřadních travinných ekosystémech v proměnlivých podmínkách vnějšího prostředí, který se soustřeďuje na účinky eutrofizace na vybraných mokřých loukách s minerální nebo organickou půdou v Třeboňské biosférické rezervaci. Řešitelem je Dr. Keith Edwards.

Podle hlavní hypotézy testované v projektu trvalý přísun živin do mokřadních ekosystémů může způsobit přeměnu ekosystému ze sinku (tj. úložiště) uhlíku na zdroj uhlíku. Tato změna může být urychlena destabilizací vodního režimu. To je studováno pomocí nádobového pokusu, který se soustřeďuje na biogeochemické a biochemické procesy v půdě a rhizosféře a na interakci mikrobiálních společenstev s rostlinami. Paralelně jsou tyto procesy studovány pomocí manipulativního pokusu s různými úrovněmi minerální výživy na vybraných mokřadních lokalitách v terénu. Výsledky tohoto projektu poslouží jako podklad pro rozvíjení vhodného managementu ekosystémů mokřých luk, zvláště pro místa vedená jako přírodní rezervace.

Jako modelová rostlina pro nádobový pokus byla vybrána ostřice štíhlá (*Carex acuta*), běžná dominanta Mokřých luk a současně druh, který byl již předmětem řady studií. Cílem diplomové práce je srovnat sezónní dynamiku růstu rostlin ostřice štíhlé (*Carex acuta*) v kontrolovaných podmínkách nádobového pokusu při různé dostupnosti živin a různé míře zaplavení.

2 Literární přehled

2.1 Charakteristika mokřadu

2.1.1 Definice mokřadu

Mokřady mohou být definovány nejrůznějšími způsoby. Podle Mitsche a Gosselinka (2000) je mokřad přechodový ekosystém mezi suchozemským a vodním ekosystémem. Keddy (2000) definuje mokřad jako ekosystém, který vzniká, když v důsledku zaplavení vodou v půdě převažují anaerobní procesy, což vyvolá vznik adaptací živých organismů (rostlin) na zaplavení. Cowardin a kol. (1979) vypracoval definici mokřadu jako přechod mezi terestrickým a akvatickým prostředím, kde je vodní sloupec v úrovni povrchu země, blízko povrchu nebo je povrch pokryt mělkou vrstvou vody.

Podle textu Ramsarské úmluvy jsou v článku 1.1 mokřady definovány jako: „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“ (Ramsar Convention, 1971). Tato definice mokřadu je zakotvena v zákoně č. 396/1990 Sb. o Úmluvě o mokřadech majících mezinárodní význam především jako biotopy vodního ptactva (Anonymus 1, 2011).

Všechny definice však mají tři základní rysy:

- v území je voda přítomna buď až k povrchu půdy nebo alespoň v kořenové zóně,
- půda mokřadů má zvláštní vlastnosti, které ji odlišují od ostatních půd (např. obsah živin nebo nízkou hladinou kyslíku),
- v mokřadech se vyvíjí vegetace adaptovaná k zaplavení a rostliny, které zaplavení nesnesou, v ní nejsou přítomny (Mitsch a Gosselink, 2000, Kender, 2000).

2.1.2 Klasifikace mokřadů

Určitým přechodem mezi vodami podzemními a povrchovými jsou nejrůzněji podmáčené lokality nebo mokřady, kde hladina vody kolísá v závislosti např. na ročním období nebo geologických podmínkách (Kender, 2000).

Mokřady v České republice (Hudec a kol., 1993, 1995, Chytil a kol., 1999) zahrnují tyto typy:

- 1 – pramen, prameniště
- 2 – tok, úsek toku
- 3 – nivní jezero, mrtvé rameno, tůň
- 4 – lužní les, olšina či jiné mokřadní lesy
- 5 – zaplavovaná nebo mokrá louka
- 6 – jiné vodní a bažinné biotopy
- 7 – rákosina, ostřicová louka
- 8 – rašeliniště a slatiniště
- 9 – horské jezero
- 10 – slanisko
- 11 – kanál, stoka, příkop
- 12 – průmyslová odkalovací nádrž
- 13 – rybník, klausura
- 14 – soustava rybníků
- 15 – údolní nádrž
- 16 – lom, šterkovna, pískovna.

2.1.3 Funkce mokřadů

V krajině plní mokřady nezastupitelné funkce. Podílejí se na zlepšování kvality vody, slouží jako retenční prostory a podílejí se také na stabilizaci globálních cyklů uhlíku, dusíku a síry. Pro lidstvo zajišťují mokřady celou řadu služeb a poskytují mnoho produktů, na nichž mnohá etnika závisí. Různé mokřady se využívají např. k rybolovu, pěstování rýže a také jako zdroj pitné vody (Mitsch a Gosselink, 2000).

Podle Kendera (2000) k nejvýznamnějším funkcím mokřadů patří:

- zadržování vody,

- ochrana před účinky přívalových srážek a zmírnění povodňových vln,
- stabilizace břehů a ochrana proti erozi,
- doplňování zásob podzemní vody a její opětovné uvolňování,
- čištění vody,
- zachycování živin, sedimentů a případných znečišťujících látek, jejich využití nebo odbourání,
- stabilizace mikroklimatu (hrají důležitou roli při rozdělování toků energie),
- hodnoty estetické, protože jsou často vnímány jako součást kulturního dědictví daného území.

Rybníky, různé typy mělkých účelových nádrží, přirozené a umělé mokřady jsou součástí naší kulturní krajiny a plní řadu důležitých a nezastupitelných funkcí při zlepšování kvality vody, zrovnoměňování průtoků a zvyšování estetického účinku kulturní krajiny (Šálek, 1996).

2.1.4 Vlastnosti mokřadní půdy

Vodní režim je hlavním faktorem, který způsobuje odlišnost půdy mokřadů od půd suchozemských ekosystémů (Čížková, Šantrůčková, 2006). V provzdušněné půdě převládají aerobní organismy, které získávají pro svůj život energii v procesech aerobní respirace a při tom oxidují cukry na oxid uhličitý za spotřeby kyslíku. Tím dochází k mineralizaci organické hmoty (Čížková, 2006). Půda nasycená vodou má nedostatek kyslíku, a proto v ní rozklad organických látek probíhá velmi pomalu. V mokřadech se hromadí kořenová biomasa i opad (detritus) nadzemních částí. V takovýchto mokřadech převažuje produkce nad rozkladem. V půdě se tak hromadí organické látky, a s nimi se hromadí živiny v nich obsažené. Pokud necháme mokřad vyschnout, mokřadní půda střídavě vysychá a zaplavuje se, tím se rozklad (mineralizace) zrychlí a látky se z půdy vyplavují (Pokorný, Eiseltovej, Květ, 1996).

Primárním důsledkem zaplavení půdy je omezená výměna plynů mezi půdou a atmosférou. Zatímco v provzdušněných půdách je kyslík přítomen ve většině půdního profilu, v zaplavených půdách je tomu tak pouze v tenké vrstvě na povrchu půdy. V této vrstvě jsou kromě kyslíku také další prvky přítomny v oxidovaném stavu (dusík ve formě NO_3^- , železo ve formě Fe^{3+} , síra ve formě SO_4^{2-} a mangan ve formě Mn^{4+}). V hlubších vrstvách půdy se po zaplavení kyslík rychle vyčerpá a aerobní organismy snižují a postupně zastavují svou aktivitu. Jsou nahrazovány

anaerobními mikroorganismy, které jako konečných akceptorů elektronů při respiraci místo kyslíku využívají oxidované formy dusíku, železa, síry a manganu v procesu tzv. anaerobní respirace. Přitom vzniká opět oxid uhličitý a oxidované formy prvků se redukují na NH^{4+} , Fe^{2+} , S^0 nebo S^{2-} a Mn^{2+} . Tyto procesy anaerobní respirace mohou probíhat pouze tehdy, pokud do podpovrchových vrstev půdy pronikají z aerobní povrchové vrstvy oxidované formy N, Fe, S a Mn, nebo pokud mokřad periodicky vysychá, půda se zavzdušní a redukované formy prvků se zoxidují. Pokud ale spotřeba oxidovaných forem prvků převáží nad jejich přísunem, zpomalují se i procesy anaerobní respirace. Za těchto podmínek ve společenstvech půdních organismů začínají převládat fermentační mikroorganismy. Tyto organismy získávají energii ve fermentačních procesech, při kterých je do prostředí kromě oxidu uhličitého vylučováno mnoho organických meziproductů rozkladu, jako jsou organické kyseliny, alkoholy a ketony. Převaha fermentačních pochodů zpomaluje mineralizaci organické hmoty. Proto jsou také mokřady obvykle bohatší na organickou hmotu než dobře provzdušněné půdy (Čížková, Šantrůčková, 2006).

2.1.5 Vlastnosti mokřadní vegetace

Mokřady se vyznačují typickou vegetací, která je přizpůsobena ke specifickým podmínkám zaplavení a jeho následkům. Většina mokřadních rostlin snáší delší období bez kyslíku než typické suchozemské rostliny (Čížková, 2006).

V přirozených vodních nádržích nebo jezerech rostou vyšší vodní rostliny převážně v litorálním (pobřežním) pásmu. Pobřežní pásmo lze rozdělit na zóny podle výšky vodní hladiny.

1. Sublitorál, vymezený letní nízkou hladinou vody. V relativně hlubší vodě sublitorálu rostou natantní a submerzní hydrofyty, kdežto v mělčí vodě, blíže k břehu, se již vyskytují emerzní rostliny.

2. Vlastní eulitorál, kde dochází k velkému kolísání vody během roku. Rostou zde převážně emerzní makrofyty (halofyty a hygropyty).

3. Epilitorál, kde půda již není přeplavována vodou. Výška hladiny podzemní vody je však závislá na výšce hladiny vody v nádrži (jezeru). Epilitorál tvoří přechod k terestrickému biotopu. Rostou zde převážně hygropyty a mezofyty (Slavíková, 1986).

V eulitorálu dochází ke kolísání vodní hladiny – v letním období je hladina vody zpravidla tak nízká, že dominantní rostliny jsou svou převažující nadzemní částí v atmosférickém prostředí. V tomto prostředí žije velká skupina pobřežních čili litorálních rostlin. Naše nejznámější rostliny litorální zóny jsou např.: *Phragmites australis* (rákos obecný), *Typha angustifolia* a *T. latifolia* (orobinec úzkolistý a o. širokolistý), *Phalaris arundinacea* (chrastice rákosovitá), *Glyceria maxima* (zblochan vodní), *Butomus umbellatus* (šmel okoličnatý), *Acorus calamus* (puškvorec obecný), *Sagittaria sagittifolia* (šípatka vodní), *Iris pseudacorus* (kosatec žlutý). Často zde rostou různé druhy ostřic, např.: *Carex gracilis* (ostřice štíhlá), *C. riparia* (o. pobřežní), *C. acutiformis* (o. ostrá), a *C. vesicaria* (o. puchýřkatá) (Slavíková, 1986).

Rostliny žijící v mokřadech se přizpůsobily zaplavení půdy metabolicky i anatomicky tak dokonale, že jejich kořeny snášejí zaplavení po celý rok (Hejný a kol., 2000).

Metabolické adaptace umožňují rostlinám přežít bez adekvátního přísunu kyslíku tím, že energii potřebnou pro udržení existence získávají anaerobními fermentačními procesy. Fermentace však rostlině umožňuje přežít bez kyslíku pouze po určitou omezenou dobu, tj. několik hodin až několik měsíců podle míry odolnosti daného druhu (Čížková, Šantrůčková, 2006).

Anatomické adaptace umožňují rostlinám trvalé přežití a intenzivní růst v podmínkách bez kyslíku. Typickým znakem anatomické stavby mokřadních bylin je přítomnost rozsáhlých mezibuněčných prostor v pletivech podzemních, ale i nadzemních orgánů (Čížková, Šantrůčková, 2006). Těmito mezibuněčnými prostory (aerenchymem) prochází vzduch z nadzemních orgánů, z listů do kořenů. Z kořenů potom přechází vzduch dále až do zatopené půdy a okolí kořene se tak oxiduje. Kořeny mokřadních rostlin uvolňují do půdy více kyslíku než kořeny rostlin, které nejsou přizpůsobeny k zaplavení. Kořeny mokřadních rostlin si tak upravují svoje bezprostřední okolí (Hejný a kol., 2000). Dalším rysem anatomické stavby mokřadních rostlin jsou ochranné vrstvy zabraňující průniku toxických látek vznikajících v bezkyslíkatém prostředí. U starších částí oddenků a kořenů jsou buněčné stěny povrchových pletiv impregnovány ligninem, kutinem či suberinem. Tato povrchová vrstva zabraňuje průniku toxických látek z okolní půdy do rostlinného těla. Současně brání také úniku kyslíku z rostlinných pletiv do okolí. Jinak je tomu u mladých apikálních pletiv, která dosud nejsou impregnována.

Povrchovými pletivy uniká kyslík do okolí a vytváří tam okysličenou vrstvu, která mladé partie rostlin částečně chrání před působením toxických látek (Čížková, Šantrůčková, 2006).

2.2 Degradace mokřadů

Kontakt souše s vodou v jakékoliv formě (močály, mokřady, mrtvá ramena, rybníky, rozlityny potoční, mělké zátoky přehrad, komplexy rašelinišť) zvýrazňuje ekologickou gradaci a tím i druhové bohatství, umocňované diverzitou rostlinných společenstev apod. Ekosystémy mokřadů a stojatých vod, které jsou vždycky v kombinaci s tekoucími vodami, vytvářejí vhodné podmínky pro existenci specifických druhů a jejich společenstev (Hejný, 1982). Jsou to však ekosystémy velmi specializované – a tedy i velmi zranitelné. Prakticky každý nepříznivý zásah v jejich nejbližším okolí, který způsobí nepravidelné kolísání vodní hladiny (např. pokles hladiny povrchové nebo spodní vody, či příliš dlouhé nebo naopak nedostatečné periody sucha), může způsobit narušení nebo zánik mokřadu se všemi jeho specifickými rysy (Kender, 2000).

2.2.1 Odvodňování mokřadů

Během posledních více než 100 let bylo celosvětově přeměněno na zemědělsky obdělávanou půdu přes 850 miliónů hektarů, a to odlesněním, odvodněním mokřadů, pomocí závlah atd. Zemědělství má velký vliv na hydrologický režim, který se projevuje v zásobách vody, negativně jsou ovlivněny i řeky a související ekosystémy (Šarapatka a kol., 2008).

V minulosti byla u nás prakticky všechna významná rašeliniště dotčena činnostmi člověka – především odvodňováním, těžbou rašeliny a zalesňováním (vrchoviště), příp. převedením na ornou půdu (slatiniště) (Kolmanová a kol., 2000). Odvodňování způsobilo rychlejší mineralizaci povrchu a jeho snižování o 5 – 25 mm ročně (Polák, 1989). Narušení původní rovnováhy systému vede k rychlému střídání vlhka a sucha v půdě. Půda se střídavě zamokřuje a provzdušňuje a toto rychlé střídání urychluje rozklad humusu. Část uvolněných živin využívají pro svůj růst

zemědělské plodiny, ale poměrně značný podíl je jich odplavován s vodou do jezer a hlavně do moří. Látky transportované vodními toky vodu eutrofizují, mění ji na svého druhu živný roztok příznivý pro nadměrný rozvoj vodních rostlin a řas. Kromě toho, že se jedná o ztráty, které je pak třeba obtížně a s velkými náklady doplňovat, mění se zásadním způsobem i kvalita půdy, z níž jsou látky vyplaveny (Kender, 2000).

Odvodnění mokřadních půd a navozením rozkladu organických látek dochází k uvolňování oxidu uhličitého do atmosféry, mohou se uvolňovat stopy metanu a oxidů dusíku (Pokorný, Eiseltoová, Květ, 1996). Dvaceticentimetrová vrstva mokřadní půdy obsahuje až 30 000 kg dusíku na ha, který se uvolňuje odvodněním mokřadů (Succow, Jeschke, 1986). Zatížení atmosféry oxidem uhličitým uvolňovaným ze zemědělských půd hraje významnou úlohu. Má se za to, že je srovnatelné s množstvím oxidu uhličitého uvolňovaného spalováním fosilních paliv (Pokorný, Eiseltoová, Květ, 1996).

Dříve patřilo odvodnění mezi běžné zásahy do krajiny, naštěstí se pohled na ně v posledních letech změnil. Bohužel v minulosti došlo díky odvodňování k likvidaci mnoha stanovišť mokřadních druhů živočichů i rostlin (Šarapatka a kol., 2008). Vlivem odvodnění může nastat změna přírodních podmínek mokřadních a bažinných biotopů s výskytem vzácných rostlin a živočichů. Některé mokřadní biotopy mohou v krajině plnit funkci prvku ekologické stability krajiny (Legát, 1992).

2.2.2 Eutrofizace

Jakrlová a Pelikán (1999) popisují eutrofizaci jako nadměrný přísun minerálních živin, zejména dusičnanů a fosforu do vodních ekosystémů. Plošné znečištění živinami je způsobeno zejména splachy z přehnojených polí, bodové znečištění pak nečištěné komunální odpadní vody. Eutrofizace ve vodách způsobuje rozvoj zelených řas, což může být vhodné u rybníků s intenzívním rybím hospodářstvím, avšak zcela nevhodné ve vodárenských nádržích (řasy ucpávají filtry, znehodnocují pitnou vodu). Intenzívní eutrofizace umožňuje rozvoj vodních květů sinic, jejichž toxicita značně komplikuje využívání vodních zdrojů.

Eutrofizace je přírodní děj, jenž v důsledku lidské činnosti přesáhl přirozené meze. Přírodní eutrofizace je způsobena uvolňováním dusíku a fosforu z půdy,

sedimentů a odumřelých vodních organismů. Umělá eutrofizace je způsobena intenzivní zemědělskou výrobou, některými druhy průmyslových odpadních vod, používáním polyfosforečnanů v pracích a čisticích prostředcích a zvýšenou produkcí komunálních odpadních vod a odpadů fekálního charakteru (Kočí a kol., 2000).

2.2.3 Další negativní vlivy

Krajina hustě osídlených zemědělských a průmyslových států se v posledních staletích prudce mění. Ve prospěch orné půdy, luk, pastvin a osídlených ploch ustupují lesy a postupně mizí i všechny mokřady. Mokřady zajímají lidi buď jako zdroj slatiny a rašeliny, použitelné v zahradnictví, zemědělství a lázeňství, nebo prostě jako volná plocha, hodící se po odvodnění pro pěstování zemědělských plodin nebo založení lesních kultur. Ve státech, kde rašeliniště pokrývají obrovské plochy, jsou nešetrně využívány jako laciný zdroj paliva a hnojiva. Ložisko rašeliny narůstá do výšky rychlostí 0,1 až 1,0 cm za rok. Musíme proto rašelinu považovat spíše za neobnovitelnou surovinu a rašeliniště za neobnovitelný přírodní zdroj (Jeník, Spitzer, 1984).

V Čechách došlo k organizovanému odvodňování rašelinišť teprve v 18. století. Od té doby se datuje širší využívání rašeliny jako paliva a záměrné odvodňování rašelinišť za účelem zakládání výnosnějších lesních porostů. Méně často byla rašelina používána jako stelivo, půda pro pěstování zahradních rostlin, složka polních hnojiv a léčebný prostředek (Jeník, Spitzer, 1984).

2.3 Ochrana mokřadů

Mezivládní dohody a smlouvy jsou nezbytné pro zachování mokřadů. V dalších kapitolách je popsána účinnost tří hlavních mnohostranných dohod pro jejich zachování. Ramsarská úmluva o mokřadech a Úmluva o biologické rozmanitosti (CBD) jsou mezinárodními smlouvami, zatímco Rámcová směrnice o vodách (WDF) platí v rámci Evropské unie. Tyto dohody jsou závaznými právními předpisy.

2.3.1 Ramsarská úmluva

Úbytek mokřadních biotopů znamenal silné omezení nebo ztrátu životního prostoru pro mnoho živočišných a rostlinných druhů, striktně vázaných na mokřadní prostředí. Mokřadní biotopy jsou ohroženy na většině zeměkoule. To vedlo mj. i ke vzniku kategorie mokřadů mezinárodního významu, které jsou chráněny Ramsarskou úmluvou (Kender, 2000).

„Úmluva o mokřadech, majících mezinárodní význam především jako biotopy vodního ptactva“ byla dopracována a podepsána zástupci prvních 18 států 3. 2. 1971 v severoíránském Ramsaru (Ramsarská konvence) (Hudec, Chytil, 1996). Ramsarská konvence má v současnosti 160 smluvních stran a zahrnuje 1915 míst s celkovou rozlohou 186 982 677 ha (Anonymus 2, 2011).

Česká republika se připojila 1. ledna 1993. K seznamu ramsarských mokřadů tak přibylo 10 významných lokalit o celkové rozloze necelých 38 tis. ha (Kender, 2000). Text úmluvy byl uveřejněn ve Sbírce zákonů pod č. 396/1990 (uvedeno v kapitole 2.1.1), dodržování je zajištěno zákonem č. 114/1992 Sb. Základem konvence je definice mokřadů, seznam území odpovídajících těmto definicím a zahrnutých do soupisu v textu konvence pro jednotlivé státy a podmínky pro zachování, změny a využívání těchto mokřadů (Hudec, Chytil, 1996).

Jako jednu ze základních povinností ukládá Ramsarská úmluva účastnickým státům vybrat na svém území minimálně jeden mokřad, který svými přírodními hodnotami odpovídá schváleným kritériím, a zařadit ho do seznamu mokřadů mezinárodního významu. Účastnický stát se tím zároveň zavazuje, že mokřadům zapsaným do seznamu bude věnovat zvýšenou péči a ochranu (Chytil a kol., 1999).

Ramsarská konvence vznikla, aby upozornila mezinárodní společenství na to, jak rychle a nezadržitelně ubývají mokřady ze zemského povrchu, mimo jiné i proto, že jejich nezastupitelný význam není dostatečně prozkoumán a představován veřejnosti na národních ani vícestranných úrovních. A přitom právě mokřady často nerespektují hranice států, zemědělské, průmyslové nebo komunální znečištění vody, která je zdrojem jejich existence, může pocházet z velmi vzdálených oblastí a ohrožovat tak zdraví a kvalitu života obyvatel dalších států. Právě tak bez ohledu na administrativní hranice procházejí cesty mnoha tažných ptáků a migrujících druhů obecně, takže péče o ně vyžaduje mezinárodní spolupráci (Kender, 2000).

Chytil a kol. (1999) uvádí deset lokalit s mokřady mezinárodního významu v České republice:

RS1 Šumavská rašeliniště (3 371 ha, rok zapsání do seznamu: 1990)

RS2 Třeboňské rybníky (10 165 ha, rok zapsání do seznamu: 1990)

RS3 Břehyně a Novozámecký rybník (923 ha, rok zapsání do seznamu: 1990)

RS4 Lednické rybníky (665 ha, rok zapsání do seznamu: 1990)

RS5 Litovelské Pomoraví (5 122 ha, rok zapsání do seznamu: 1993)

RS6 Poodří (5 450, rok zapsání do seznamu: 1993)

RS7 Krkonošská rašeliniště (230 ha, rok zapsání do seznamu: 1993)

RS8 Třeboňská rašeliniště (1 100 ha, rok zapsání do seznamu: 1993)

RS9 Mokřady dolního Podyjí (11 500 ha, rok zapsání do seznamu: 1993)

RS10 Mokřady Liběchovky a Pšovky (350 ha, rok zapsání do seznamu: 1998)

Později byly vyhlášeny další dvě lokality s mokřady mezinárodního významu (Anonymus 3, 2011):

RS11 Podzemní Punkva (1,57 ha, zapsáno 2004)

RS 12 Krušnohorská rašeliniště (11 224 ha, zapsáno 2006).

2.3.2 Úmluva o biologické rozmanitosti

Úmluva o biologické rozmanitosti (CBD) vstoupila v platnost dne 29. prosince 1993. Třemi hlavními cíly je zachování biologické rozmanitosti, udržitelné využívání složek biologické rozmanitosti a spravedlivé a rovnocenné rozdělování přínosů plynoucích z využívání genetických zdrojů (Convention on biological diversity, 1992).

Úmluva o biologické rozmanitosti přijala klíčová opatření pro ochranu sladkovodních stanovišť v únoru 2004. Přijatá definice zahrnuje vnitrozemské vodní ekosystémy. Ustanovení v programu vyzývá země, aby zlepšily podobu vnitrozemských vodních ekosystémů v chráněných územích. Spolupráce s Ramsarskou úmluvou je příznivý krok v efektivnosti, koordinaci a působení zdrojů pro mokřady zachování biologické rozmanitosti (Pittock a kol., 2006).

2.3.3 Rámcová směrnice o vodách

Rámcová směrnice o vodách (2000/60/ES) byla schválena 23. října 2000. Cílem této směrnice je stanovit rámec pro ochranu vnitrozemských povrchových vod, brakických vod, pobřežních vod a podzemních vod. Tento rámec má zabránit dalšímu zhoršování kvality vod, chránit a zlepšovat stav vodních ekosystémů a na nich závislých suchozemských ekosystémů a mokřadů. Má podpořit udržitelné využívání vod založené na dlouhodobé ochraně dosažitelných zdrojů. Usiluje o zvýšenou ochranu a zlepšení vodního prostředí, mimo jiné prostřednictvím speciálních opatření pro postupné snižování emisí a úniků prioritních látek a zastavení nebo postupné odstranění vypouštění emisí a úniků nebezpečných látek. Má za cíl zajistit postupné snižování znečišťování podzemních vod a zabránit jejich dalšímu znečišťování a přispět ke zmírnění následků povodní a období sucha (Wasserrahmenrichtlinie, 2000).

2.4 Charakteristika studovaného druhu *Carex acuta*

2.4.1 Botanická charakteristika

Druh *Carex acuta* (syn. *Carex gracilis*) se vyskytuje téměř v celé Evropě, na severu pouze k polárním kruhu, na východě pak po Ural a Kazachstán, na jihu do středozevní oblasti (většinou ojedinele), v Přední Asii a na Kavkaze. Nevystupuje nad montánní polohy, nejvýše položené lokality jsou uváděny zhruba 1000 m n.m. Patří mezi vysoké ostřice dorůstající výšky (0,1) 0,3 až 1,2 (1,5) m. Vytváří dlouhé podzemní výběžky, jejichž články jsou pokryté velmi dlouhými tmavými spodními listy. Kořeny jsou zbarveny hnědě až hnědočerveně. Vytváří silné odnože, které vyrůstají v trsech (Soukupová, 1986).

Stéblo je ztuha přímé, drsné a trojhranné, při ohnutí praská a na konci před rozkvetem se ohýbá. Listové šupinky jsou lesklé, červenohnědé, které se brzy rozkládají. Listové pochvy jsou naspodu světle hnědé a matné. Jazyček dlouhý 4 až 6 mm je velmi tupý, většinou nepravidelný s hnědavým okrajem. Listové čepele jsou (3) 5 až 9 mm široké, 0,3 až 1,4 m dlouhé, dvakrát přehnuté, zasucha se podvinují.

Nahoře jsou leskle zelené, naspodu jsou matně šedozelené a ostře vlnaté. Postupně se zužují v převislou trojhrannou špičku. Na okrajích jsou zpětně drsné. Listen spodního klásku květenství je listovitý, přesahující květenství (Soukupová, 1986).

Květenství tvoří $\frac{1}{6}$ až $\frac{1}{4}$ délky stonku. Většinou je s 1 až 2 (3) červenohnědými samčími klásky, které jsou 2 až 6 cm dlouhé a se (2) 3 až 5 (8) černě zelenými stopkatými samičími klásky, které jsou 3 až 10 cm dlouhé. Plevy samčích klásků jsou podlouhlé obvejčité až eliptické. Pleva samičích klásků je podlouhle až kopinatě obvejčitá, 2,5 až 4 mm dlouhá. Mošničky jsou vejčité až kulovité, čočkovitě smáčklé, nažloutle zelenohnědé a krátce stopkaté. Mají krátký nedělený zobánek. Plody jsou opakvejčité, 2 mm dlouhé, 1,5 mm široké a tmavě hnědé. Rozšiřují se vodou, větrem a vodním ptactvem (Soukupová, 1986).

C. acuta je oddénkový geofyt či oddenkatý hemikryptofyt, se sytě až šedozelenými výhony. Patří mezi vytrvalé byliny horizontálně oddénkaté.

Kořeny jsou trojího typu:

- drobné vláskovité kořínky s průměrnou tloušťkou méně než 0,5 mm dosahující nejvýše 0,05 m pod povrch půdy,
- hrubší vláknité kořeny (s průměrnou tloušťkou 0,5 až 1 mm) rozložené většinou do hloubky 0,15 až 0,25 m pod povrch, drátovité půdní kořeny (průměrná tloušťka mezi 1 až 2 mm) dorůstající až 1 m hluboko (Soukupová, 1986).

Základní morfologickou jednotkou nadzemních částí ostřic je odnož. Podle funkce je lze rozdělit na vegetativní a generativní. Vegetativní odnože jsou mladší, vytrvávají celou vegetační sezónu a nesou většinu asimilačního aparátu rostlin. Jsou vytvořeny z krátké cca 0,1 m dlouhé báze a z ní vyrůstajících samonosných listů. U druhu *C. acuta* se ukazuje, že se vzrůstající výškou vodní hladiny klesá četnost rostlin s vyšším počtem vegetativních odnoží (Soukupová, 1986).

Generativní odnože ve své konstituci zahrnují trojhranná pevná stébla zakončená samčími a samičími květními klásky, vyrůstajícími v paždí listenů. Počet listů generativní odnože nebývá vyšší než 3. Jejich funkci doplňují 2 až 3 listeny, v jejichž paždí vyrůstají květenství. Ve srovnání s vegetativními orgány jsou listy těchto odnoží značně kratší, po odkvětu postupně zasychají a v druhé polovině léta – po vysemenění – zcela odumírají (Soukupová, 1986).

2.4.3 Ekologická charakteristika

Vegetace vysokých ostřic

Dle Chytrého a kol. (2001) se jedná o jednovrstevné až dvouvrstevné porosty s převahou vysokých ostřic. Podle růstové formy dominantního druhu má vegetace buď mozaikovitý nebo homogenní charakter. Trsnaté ostřice, např. *Carex appropinquata*, *C. elata* a *C. paniculata*, vytvářejí mohutné, kompaktní, až 1 m vysoké trsy neboli buly. Na volných místech mezi buly, v tzv. šlencích, rostou obvykle bažinné byliny vyššího vzrůstu, např. *Iris pseudacorus*, *Lysimachia thyrsoflora*, *Lythrum salicaria*, *Peucedanum palustre*, *Ranunculus lingua*, *Senecio paludosus* a *Stachys palustris*. Ve větších tůňkách mezi řídce roztroušenými trsy ostřic se často vyskytují i byliny poléhavého růstu, např. *Menyanthes trifoliata* a *Potentilla palustris*, nebo bublinatky (*Utricularia spp.*). Na bultech ostřic, zvláště pokud jejich starší části odumírají, se mohou uchytit byliny menšího vzrůstu, např. *Galium palustre* a *Stellaria palustris*. Naopak porosty s převahou výběžkatých netrsnatých ostřic, např. *Carex acuta*, *C. acutiformis*, *C. riparia*, *C. rostrata* a *C. vesicaria*, jsou homogennější. Jejich struktura je dána výškou a zápojem dominantní ostřice. V hustě zapojených porostech ostřice pobřežní (*Carex riparia*) je nižší bylinné patro vyvinuto velmi slabě. Podobný charakter mají i porosty s chrsticí rákosovitou (*Phalaris arundinacea*) nebo třtinou šedavou (*Calamagrostis canescens*), rovněž řazené do této podjednotky. Druhově bohatší jsou porosty s převahou ostřice dvouřadé (*Carex disticha*) nebo ostřic tvořících rozvolněné trsy, např. *Carex vulpina*. Mechové patro bývá vyvinuto slabě nebo chybí.

Vegetace vysokých ostřic je vázána na různé typy mokřadů, především pobřežní mělčiny rybníků, říční ramena a tůně v pokročilém stadiu sukcese, podmáčené terénní sníženiny na loukách, zaplavované říční a potoční nivy apod. Výška vodního sloupce zpravidla výrazně kolísá během vegetačního období a přes léto většina ostřicových porostů zcela vysychá. Dlouhodobější nedostatek vody má však za následek ochuzení porostů o citlivé vlhkomilné druhy a naopak pronikání ruderálních druhů. Substrátem jsou těžké jílovité oglejené půdy, na povrchu často se silnou vrstvou organického sedimentu v různé fázi rozkladu, se střední až vysokou zásobou živin (Chytrý a kol., 2001).

Silně podmáčené typy travinných porostů

Je to skupina mokřadních typů luk se stále nebo periodicky podmáčeným půdním profilem, přičemž podzemní nebo záplavová voda se udržuje po značnou část vegetačního období při nebo nad půdním povrchem. Tyto typy se nejlépe uplatňují ve snížených částech reliéfu, v prameništích polohách, na rašeliništích a v pobřežních zónách rybníků a vodních toků. Jsou rozšířené ve všech výškových stupních, z celkové rozlohy travinných porostů zauímají asi 10 %. V pahorkatinných a vrchovinných zemědělských přírodních oblastech jsou na stanovištích s přebytkem stagnující vody vesměs tvořeny krmivářsky nehodnotnými ostřicemi, suchopýry, popřípadě sítinami, skýtajícími nízké výnosy, tj. 0,5 až 5 t/ha sena. Převážně jsou to společenstva třídy *Scheuchzerio-Caricetea fuscae*. V nížinném stupni, odpovídajícím zemědělské přírodní oblasti nížinné a nížinné teplé, rostou na podmáčených a zaplavovaných stanovištích častěji vysoké ostřice (např. *Carex gracilis*) nebo trávy (*Phalaris arundinacea*, *Glyceria maxima*, *Phragmites communis*) o podstatně vyšší výnosnosti, a to 1 až 10 t/ha sena. Jeho kvalita může být dobrá (např. u *Phalaris arundinacea*) nebo špatná (*Carex gracilis*, *Phragmites communis*). Jde o společenstva třídy *Phragmito-Magnocaricetea* (Balátová, 1985).

2.5 Eutrofizace mokrých luk

2.5.1 Dostupnost minerálních živin v půdě

Minerální výživa rostlin je závislá na charakteru půdy a matečné hornině. Jen ty minerální látky, které jsou v půdě v rozpustné formě, jsou pro rostlinu využitelné (Slavíková, 1986). V půdním roztoku je rozpuštěn jen nepatrný podíl (méně než 0,2 %) celkové půdní zásoby živin. Asi 98 % biogenních prvků, obsažených v půdě, je uloženo v opadu, humusu a těžko rozpustných anorganických sloučeninách, nebo zabudováno v minerálech. Ty tvoří živinovou zásobu, která se stává přístupnou rostlinám velmi pomalu, tak jak zvětrávají nerosty a mineralizuje se humus. Zbývající 2 % živin jsou vázány na půdní koloidy (Larcher, 1988). Nerozpuštěné živiny představují rezervu, která se pomalu uvolňuje zvětráváním minerálních látek

matečné horniny a dále humifikací až mineralizací organických zbytků. Některé druhy rostlin vyžadují pro svůj růst a vývoj velkou zásobu živin v půdním substrátu. Rostou proto na eutrofních biotopech. Na rozdíl od nich oligotrofní biotopy jsou chudé živinami (Slavíková, 1986).

Reakce půdy má vliv na její strukturu, na průběh zvětrávání a humifikace, a hlavně na mobilizaci (zpřístupnění) živin a výměnu iontů. V překyselených půdách se uvolňuje příliš mnoho iontů Al, Fe a Mn, zatímco Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , PO_4^{3-} a MoO_4^{2-} se z půdy vyčerpávají anebo jsou přítomny jen ve formách obtížně dostupných rostlinám. Naproti tomu v silně zásaditých půdách jsou vázány v poměrně nerozpustných sloučeninách ionty Fe, Mn, PO_4^{3-} a některých stopových prvků. Dodávka těchto živin rostlinám je pak chabá (Larcher, 1988).

Vodní rostliny mohou prakticky přijímat výživu všemi orgány, které přicházejí do styku s okolní vodou nebo půdním roztokem. Tedy druhy kořenující ve dně se živí převážně ze zásob v půdě v sedimentech, druhy volně vzplývající na povrchu nebo pod vodou a vysílající kořinky do vodního prostředí se živí ze zásob, rozpuštěných ve vodě. Některé emerzní, pevně zakořeněné druhy mohou ponořenou částí listových čepelí, řapíků nebo stonků přijímat rovněž ionty, rozpuštěné ve vodě (Dykyjová, 1982).

2.5.2 Zdroje obohacení půdy živinami

Významným zdrojem živin v mokřadech jsou povrchové splachy z okolních zemědělsky intenzivně obhospodařovaných a hnojených pozemků, drenážní vody, úniky močůvky, kejdy, silážních vod apod. (Tlapák, 1992). Tyto faktory podporují a urychlují eutrofizaci rybníků a podílejí se na změnách v periferii nádrží, v epilitorálu břehů, na hrázích apod., kde vznikají postupně se zvětšující jádra synantropních cenóz terestrické povahy, převážně z ruderálních a plevelných druhů. Jedním z důsledků eutrofizace je i změna floristického složení makrofyt a struktury rostlinných společenstev, často i destrukce dosavadní litorální vegetace, její postupná degradace nebo utváření nových typů a invaze terestrických ruderálních fytoocenóz (Hejný a kol., 2000).

Znečištění smyvy z okolního území se projevuje především v těchto oblastech:

- v nadměrném zanášení litorální zóny nádrží a jejich zarůstání mokřadní vegetací,
- ve vysokém přísunu rostlinných živin, vytvářejícím předpoklady pro eutrofizaci nádrží,
- v nežádoucích smyvech pesticidů a jiných nežádoucích látek.

Tyto nepříznivé jevy vedou k postupné přeměně mělkých nádrží v málo funkční mokřad a k destrukci mokřadů a zničení jejich přirozených biologických a hydrologických funkcí v krajině (Šálek, 1996).

2.5.3 Důsledky eutrofizace na vybraných lokalitách

Mokré louky u Třeboně

Na Mokřích loukách u Třeboně až do počátku 70. let existovala pěkná mozaika polopřirozených porostů navazujících na litorál Rožmberka, s dobře vytvořenou zonací a značnou druhovou pestrostí. Vlivem nadměrného hnojení, hlavně extrémním kejdiváním, částečně též odvodněním zde došlo k převládnutí konkurenčně silných druhů a ke vzniku monotónních, druhově chudých porostů (častá je dominance chrastice rákosovité, kopřivy, zblochanu vodního, třtiny křovištní nebo širokolistých šťovíků). Ustoupily typické luční druhy, místo nich se rozšířily druhy rumištní a plevelné. Bohužel, intenzivní kejdivání zde dále pokračuje a pokračuje i degradace luk (Prach, 2000).

Jako u všech periodicky zaplavovaných lučních porostů, také na Mokřích loukách souvisí jejich produkce a obsah živin se specifickým vodním režimem. Tento vodní režim je určován jednak řízením výšky vodního sloupce v rybníce, jednak dočasnými záplavami při výkyvech srážkových poměrů zimního nebo letního období (Dykyjová, 1983). Trvale vysoká hladina vody v rybníce redukuje rozsah litorálních porostů, mj. proto, že některé druhy potřebují pro svoji regeneraci přechodné snížení hladiny až i periodické obnažení dna. Trvalé udržování vysoké hladiny vody je evidentně hlavní příčinou téměř desetinasobné redukce rozsahu litorálních porostů (Prach, 2000).

Vývojem a změnami rostlinných společenstev na Mokřích loukách u Třeboně se zabýval Prach (1994, 2008) a Filipová (2006). Prach (2008) porovnal výsledky botanických studií na lokalitě z let 1956, 1984, 1989, 1995, 2001 a 2006. Zde byly

provedeny fytocenologické snímky o velikosti 5 x 5 m, které byly poté porovnány. Původní vegetaci nahradily druhy s chrasticí rákosovitou (*Phalaris arundinacea*), kopřivou dvoudomou (*Urtica dioica*), pýřem plazivým (*Elytrigia repens*), chudé louky s psárkou luční (*Alopecurus pratensis*) a dřeviny rozšířené v důsledku příliš intenzivního hospodaření (sečení, hnojení) nebo hospodaření žádného. V roce 1956 bylo zaznamenáno 46 lučních a mokřadních druhů. Fytocenologické snímky ukázaly, že za dobu sledování se tento počet snížil na jednu třetinu. Ruderální a plevelné druhy, které se v té době nevyskytovaly vůbec, se zvýšily na 22.

Ze srovnání lokality z roku 1956 a z 80 let 20. století dospěl Prach (1994) k těmto závěrům:

- Došlo k destrukci původní vegetační mozaiky a zonace kolem rybníka Rožmberk.
- Výrazně se zvýšil obsah dusíku a došlo ke snížení půdní vlhkosti na velké části lokality.
- Ustoupily některé vzácnější a konkurenčně slabší druhy (*Pedicularis palustris*, *Ranunculus auricomus*, *Senecio erraticus*, *Stellaria palustris*, *Veronica scutellata*). Podle Filipové (2006) tyto druhy v letech 2004 a 2005 nebyly na studované lokalitě Mokřých luk zaznamenány vůbec.
- Naopak výrazně expandovaly konkurenčně silné druhy živinami bohatých anebo narušených stanovišť (*Elytrigia repens*, *Chenopodium album*, *Glyceria maxima*, *Phalaris arundinacea*, *Rumex crispus* a *Rumex obtusifolius*, *Urtica dioica*).
- Došlo k celkové ruderalizaci lokality.
- Došlo k poklesu druhové diverzity na větší části lokality.
- Menší, neobhospodařovaná část lokality zarostla dřevinami.

Filipová (2006) se zabývala v letech 2004 a 2005 stavem vegetace, změnami a vývojem rostlinných společenstev a produkcí nadzemní biomasy. Na studované ploše byly vybrány čtyři pruhy charakterizující hlavní typy vegetace Mokřých luk. V každém pruhu byla vytyčena plocha 5 x 5m, na které byl zaznamenán fytocenologický snímek. Bylo zjištěno, že na tomto území dochází k postupné degradaci způsobené činností člověka, a to hnojením tekutými statkovými hnojivami – převážně kejdou. Důsledkem nadměrného hnojení dochází k postupnému zániku typické mokřadní vegetace ostřice štíhlé (*Carex gracilis*), o. měchýřkaté

(*C. vesicaria*), třtiny šedavé (*Calamagrostis canescens*), všivce bahenního (*Pedicularis palustris*), ptačince bahenního (*Stellaria palustris*), rozrazilu štitkovitého (*Veronica scutellata*) a pryskyřníku zlatožlutého (*Ranunculus auricomus*). Tuto vegetaci nahrazují konkurenčně silné druhy s chrasticí rákosovitou (*Phalaris arundinacea*) a synantropní druhy: pýr plazivý (*Elytrigia repens*), šťovík tupolistý (*Rumex obtusifolius*), kopřiva dvoudomá (*Urtica dioica*) a pampeliška lékařská (*Taraxacum* sect. *Ruderalia*).

Záblatské a Hamerské louky

Simulovanou eutrofizací na lokalitách Záblatské louky a Hamerské louky se zabývali Pícek a kol. (2008), Edwards (2009), Lazárková (2010) a Sláma (2010). Záblatské louky je marginální mokřad v záplavové oblasti Záblatského rybníka s organickou půdou, Hamerské louky je biotop v nivě řeky Nežárky na minerální půdě.

V průběhu vegetačních období 2006 - 2008 bylo popsáno složení rostlinných druhů pomocí fytoecologických snímků. Podle Edwards (2009) se na Záblatských loukách vyskytovaly zejména druhy ostřice štíhlá (*Carex gracilis*) a o. měchýřkatá (*C. vesicaria*). Mezi běžné druhy byly zahrnuty chrastice rákosovitá (*Phalaris arundinacea*), kyprej vrbice (*Lythrum salicaria*) a svízel bahenní (*Galium palustre*). Dále zde byl běžný mech károvka hrotitá (*Calliergonella cuspidata*). Na Hamerských loukách zpočátku dominoval zblochan vodní (*Glyceria maxima*), ale zastoupení o. štíhlé (*C. gracilis*) vzrostlo do konce vegetačního období 2007 tak, že dominovala se zblochanem vodním (*G. maxima*).

Eutrofizace byla simulována použitím hnojiva NPK. Na lokalitách byly vytyčeny 4 bloky označené dřevěnými kůly. Každý blok byl ještě rozdělen na tři plochy o velikosti 3,5 x 3,5 m, které se lišily intenzitou hnojení. První varianta byla vysoce hnojená (cca 300 kg NPK ha⁻¹.rok⁻¹), druhá mírně hnojená (cca 65 kg NPK ha⁻¹.rok⁻¹) a třetí varianta byla bez hnojení. Hnojení vyznačených ploch se provádělo nepřetržitě již od roku 2006. Hnojivo bylo rozděleno do dvou dávek. V r. 2009 hnojení nemohlo být provedeno kvůli dlouhotrvajícím záplavám.

Po dvou letech hnojení zaznamenal Pícek a kol. (2008) nárůst čisté produkce nadzemní biomasy na organické půdě, avšak nikoli na půdě minerální. Také

studované mikrobiální pochody ukázaly větší citlivost organické půdy na přísun živin než ve srovnání s půdou minerální.

Lazárková (2010) prováděla pokus na lokalitě Zábłatské louky a Sláma (2010) na lokalitě Hamerské louky v roce 2009. Zjistili větší produkci nadzemní biomasy na Zábłatských loukách, kde převládá organická půda. Živiny jsou více poutány ve větší míře jak v samotné organické hmotě, tak na jejím povrchu díky větší sorpční kapacitě. Kdežto na Hamerských loukách je půda minerální, z níž jsou živiny při záplavách snáze vyplavovány a hnojení tedy nemá takový účinek. Lazárková (2010) zjistila, že hnojení na Zábłatských loukách v předchozích letech ovlivnilo na druhové složení porostu, konkrétně mělo za následek nižší produkci biomasy mechorostů. Podle Slámy (2010) se efekt hnojení na Hamerských loukách po třech letech sledování neprojevil.

Ostatní lokality v České republice

Joyce (2001) zkoumal citlivost rostlinných společenstev na obohacení dusíkem v říční nivě řeky Lužnice. Dusíkaté hnojivo bylo aplikováno ve dvou po sobě jdoucích sezónách. Výsledky ukázaly, že druhová pestrost byla podporována ročním kosením a že společenstva byla velmi citlivá na obohacení dusíkem. Prokázala se citlivost zaplavovaných luk na intenzifikaci zemědělství a další lidské činnosti, které podporují zvýšení hladiny dusíku.

Podle Honsové a kol. (2009) byl v roce 1966 zahájen výzkum na lokalitě Černíkovice na nivních loukách s dominantní psárkou luční (*Alopecurus pratensis*). Porosty byly vystaveny různým dávkám hnojení: bez hnojení, PK, N50PK, N100PK, N150PK a N200PK. Pokusné plochy byly sečeny třikrát ročně v počáteční fázi experimentu a dvakrát do roka od konce roku 1980. V polovině května 2005 byl rostlinný kryt vizuálně hodnocen, zjištěn výnos biomasy a měřila se výška trav s cílem zjistit změny v ekosystému luk způsobené dlouhodobým hnojením. Bylo zjištěno snížení druhové bohatosti s nárůstem výšky porostu. Porosty mechů se pohybovaly od 1 do 6 %. Výška porostu se postupně zvyšovala s používáním hnojiv. Se srovnáním s jinými pokusy se dospělo k závěru, že přirozeně vysoce produktivní travní porosty jsou mnohem méně ohroženy nevhodným používáním hnojiv, než nízké produktivní louky se specifickým složením rostlinných druhů.

Královec a kol. (2009) založil v roce 1968 v travních porostech plochy o velikosti 2,5 x 6,0 m s následujícími variantami: bez hnojení, 80, 160, 240 a 320 kg.ha⁻¹ dusíku, ve čtyřech nebo osmi (320 kg) opakováních. Režim hnojení byl zastaven v roce 1989. V letech 1990, 1994, 1996, 1997, 1999, 2003 a 2006 byly vyhotoveny fytoocenologické snímky o velikosti 2 x 4 m. Za 16 let od doby, kdy se přestalo hnojit, se počet druhů podstatně zvýšil nejen na hnojených plochách. Druhy typické pro polopřirozené pastviny převážně přispěly ke zvýšení druhové bohatosti. Samovolné zotavení po ukončení hnojení bylo relativně efektivní, ale hnojené pozemky měly malé rozměry, a proto druhy snadno kolonizovaly plochy zvenčí.

2.6 Reakce rostlin na dostupnost minerálních prvků v prostředí

2.6.1 Minerální výživa rostlin

Rostliny potřebují mnoho anorganických prvků, pocházejících z minerálů anebo dostupných rostlinám v minerální formě po rozkladu organické hmoty. Minerální prvky rostliny přijímají jako ionty, a buď je začleňují do své hmoty, anebo je ukládají v buněčné šťávě. Spálíme-li rostlinnou sušinu v laboratoři, zůstanou její anorganické složky jako popel. V rostlinném popeli najdeme všechny chemické prvky vyskytující se v litosféře. Bez některých z nich se život neobejde, to jsou jednak makroelementy neboli hlavní živiny: N, P, S, K, Ca, Mg a Fe, potřebné v dosti velkém množství, jednak mikroelementy čili stopové prvky: Mn, Zn, Cu, Mo, B a Cl (Larcher, 1988).

Jak už je známo od dob J. Liebiga, živina přístupná v nedostatečné koncentraci působí jako činitel omezující její výnos (tzv. zákon minima). Různé rostlinné druhy se dosti liší ve svých požadavcích na minerální výživu. Požadavky zemědělských plodin jsou poměrně podrobně prostudovány, ale o specifických požadavcích planě rostoucích rostlin je zatím známo jen málo (Larcher, 1988).

Stupňování přídatku minerálních živin do půdy, zvláště jde-li o dělené dávky, vede ke zvyšování výnosu porostů přirozených i umělých. Nejvýrazněji působí dusík, avšak i u něj se zřetelně projevuje zákon minima. Nedostatek fosforu

rovněž často působí jako limitující faktor, zejména na více kosených loukách. Jeho sorpce je pomalá a účinky víceleté. Porost reaguje na přidavek fosforu zvýšením podílu vikvovitých i celkové produkce. Draslík naopak nebývá limitující, protože je poměrně dostatečně zastoupen v půdách, kromě rašelinných, a proto jeho přidavek se projevuje slaběji (Rychnovská, 1985).

2.6.2 Význam hlavních makrobiogenních prvků (N, P, K) ve výživě rostlin

Aby mohly rostliny žít, růst a rozmnožovat se, potřebují energii, uhlík, dusík, fosfor, síru a mnoho dalších živin, které zabudovávají do svých těl. Živiny čerpají ze svého prostředí, přičemž mohou přijmout pouze ty, které jsou rozpuštěné ve vodě (Šantrůčková, 2001).

Dusík

Dusík vstupuje do půdy z atmosféry ve formě spadu nebo fixací N_2 . Fixace může být prováděná volně žijícími bakteriemi schopnými ročně obohatit každý ha půdy o 5 – 15 kg N nebo symbiotickými bakteriemi žijícími na kořenech bobovitých rostlin, kde množství dusíku dosahuje 50 – 60 kg.ha⁻¹ (sója, hrách) a až 200 – 300 kg.ha⁻¹ (bob, jetel červený, vojtěška) V našich půdách je průměrný obsah dusíku (N) 0,1 – 0,2 %. To znamená, že při průměrné hmotnosti ornice na hektaru 3 000 000 kg činí jeho množství 3000 – 6000 kg N. Z tohoto celkového množství dusíku je 98 – 99 % obsaženo ve formě organické a zbytek 1 – 2 % ve formě minerální (Richter, 1997).

Dusík je rostlinami přijímán pouze v anorganické formě jako nitrát NO_3^- nebo jako amonný ion NH_4^+ . Proto o zásobení rostlin dusíkem na stanovišti nerozhoduje celkové množství dusíku v půdě, ale to množství, které je vázáno v přístupné formě pro rostliny. V matečné hornině se dusík zpravidla nevyskytuje. Často bývá přístupného dusíku pro rostliny v půdě nedostatek a podle zákona minima se stává i limitujícím činitelem pro růst a výživu rostlin, a tím i selekčním faktorem, který eliminuje ze stanoviště druhy náročné na dusíkovou výživu (Slavíková, 1986).

Nitráty se mohou vyskytovat v půdách v malých i velkých koncentracích, jednak jako produkty nitrifikace, jednak jako složky minerálních hnojiv. Koncentrace

dusičnanů z hnojiv mohou být značné. Nitráty jsou ve vodě rozpustné, a proto lehce pohyblivé. Snadno se vyplavují do nižších půdních horizontů a do spodních vod. Vyplavování dusičnanů je příčinou ztrát dusíku z ekosystémů. Je to obranný mechanismus ekosystémů proti zátěži dusíkem (Úlehlová, 1989).

Stanovení výměnných amonických, nitrátových a nitritových iontů v půdě je nesnadné proto, že část těchto forem dusíku v půdách je rychle přeměňována jednak procesy amonifikace, nitrifikace, denitrifikace, jednak jinými mikrobiálními, rostlinnými a živočišnými životními procesy (Úlehlová, 1987).

Fosfor

Celkový obsah fosforu (P) v půdě kolísá od 0,03 do 0,13 % P. Fosfor se nachází ve vazbách organických a anorganických. Převážná část minerálních sloučenin fosforu v půdě je ve formách ve vodě nerozpustných, proto je pro rostliny málo přístupný. Organický fosfor představuje podstatnou část celkového obsahu P v půdě. Tato frakce zahrnuje zbytky rostlin, živočichů i půdních mikrobů. Proto se organický fosfor hromadí převážně v horním humusovém horizontu půdy a s hloubkou jeho obsah klesá. Celková přístupná zásoba fosforu v půdě je daná obsahem takzvaných přijatelných labilních forem fosforu. Jestliže je fosfor rostlinou odčerpán, musí být doplněn z tuhé fáze dalším labilním fosforem. Obsah fosforu v půdním roztoku musí být doplňován co nejrychleji, aby jeho nedostatek neomezoval výživu rostlin. Fosfor může být z půdy vyplavován, ztráty jsou však malé. V erozních smyvcích se dostává do povrchových vod, který spolu s dusíkem může vyvolávat eutrofizaci vod a jezer. Na tomto jevu se výrazně podílejí i nečištěné odpadní vody a malé průmyslové podniky (Richter, 1997).

Draslík

Celkový obsah draslíku (K) v půdě dosahuje hodnot až kolem 3 % a je silně závislý na mateční hornině. Draslík v půdě můžeme rozdělit do tří základních kategorií:

Draslík nevýměnný tvoří až 95 % veškerého K v půdě. Jeho množství představuje 30 – 60 kg K na ha. Přístupný se pro rostliny stává až po mineralizaci.

Draslík výměnný tvoří hlavní zdroj draslíku pro rostliny a představuje 2 – 7 % z celkových výměnných iontů vázaných na sorpční komplex. Zvýšený obsah draslíku nad ostatními kationty vede k poruchám ve výživě rostlin. Nejvýrazněji se to projevuje u hořčíku (Mg). Poměr mezi Mg a K by měl být 3krát vyšší, aby nedocházelo k negativnímu ovlivnění kvality produktu (zvláště píce).

Draslík vodorozpustný je součástí půdního roztoku a představuje přijatelnou zásobu draslíku pro rostliny. Podíl vodorozpustného K činí 1 – 10 % z výměnného draslíku a je závislý i na koncentraci ostatních aniontů (nitrátů, chloridů aj.) (Richter, 1997).

3. Metodika

3.1 Principy růstové analýzy

3.1.1 Definice růstové analýzy

Růstová analýza je soubor metod, kterými popisujeme a kvantitativně vyjadřujeme růstový proces. Jimi můžeme postihnout nejen výsledek růstového procesu, produkce rostlinné biomasy, ale pomocí postupných odběrů i jednotlivé fáze růstu. Přírůstek rostlinné biomasy je možno zachytit buď jako celek, nebo rozdělený na nadzemní - asimilující a podzemní - zásobní orgány, nebo ještě podrobněji rozdělený na jednotlivé orgány nebo výšková patra celého porostu (Dykyjová, Jakrlová, 1989).

Výhodou růstové analýzy je to, že jejím východiskem jsou snadno zjistitelné hodnoty čisté produkce (tj. např. váha sušiny) a rozměrů asimilačního ústrojí (tj. obvykle listová plocha). Z uvedených hodnot a jejich časových změn se vypočítávají hodnoty charakterizující blíže produkční proces v závislosti na vnějších a vnitřních vlivech (Nečas a Květ, 1966).

3.1.2 Základní pojmy

Pojmy v růstové analýze definuje Nečas a Květ (1966) a Jakrlová (1989).

Produkcí se rozumí syntetická práce asimilující rostliny nebo porostu a lze ji vyjádřit množstvím vytvořené celkové sušiny nebo její definované části.

Produktivita čili výkon ve vytváření sušiny je přírůstek produkce za jisté období. Stanoví se u rostlinných porostů a společenstev a musí být vztažena na jednotku plochy porostu.

Hrubá produkce (brutto produkce) je dána teoreticky celkovou produkcí sušiny, včetně té, která byla za stejnou dobu prodýchána nebo jinak vydána, a té, která byla ztracena odumřením a opadem částí rostlinných orgánů.

Čistá produkce (netto produkce) je tvořena oním množstvím sušiny, které zůstává z hrubé produkce po odečtení podílů, které byly rostlinou ztraceny

prodýcháním a jiným výdejem i opadem odumřelých částí. Někdy se i zde (nejen u metod výměny plynů) používá termínu čistá asimilace (net assimilation).

Primární produkce je rovna hrubé produkci, zmenšené o podíl, který se ve stejné době prodýchal. Tento pojem se zavádí tam, kde lépe odpovídá povaze procesu tvorby sušiny, jako např. v pracích hydrobiologických. Může ho však být – tak, jak je zde definován – používáno ve všech případech růstové analýzy, kde jsou pro to předpoklady a nemusíme uvažovat jiné ztráty. U některých autorů se však pojem primární produkce kryje s čistou produkcí.

Nečas a Květ (1966) uvádí, že zachováme-li pojem produkce sušiny jako nejobecnější, je mezi výše uvedenými pojmy tento vztah:

Primární produkce = hrubá produkce minus přímé ztráty sušiny dýcháním.

Čistá produkce = primární produkce minus ztráty sušiny opadem odumřelých částí rostliny.

Pro praktické účely růstové analýzy u suchozemských rostlin zavádějí někteří pracovníci termíny celková produkce, nadzemní produkce a podzemní produkce. Mezi těmito pojmy je možno vyjádřit jejich vzájemný vztah rovnicí:

Celková produkce = nadzemní produkce plus podzemní produkce.

Poměr obou složek celkové produkce je důležitým ukazatelem stavu rostliny.

Význam studia a analýzy čisté produkce sušiny rostlin je dán důležitostí této hodnoty pro život kulturních i planě rostoucích rostlin a jejich porostů a hospodářskou cenou těch rostlin, které jsou pěstovány pro určitý směr rostlinné produkce (Nečas a Květ, 1966).

3.1.3 Výpočet růstových charakteristik

K popisu růstových procesů se nejčastěji užívá těchto hodnot, jak uvádí Nečas a Květ (1966):

1) *Průměrná specifická (relativní) rychlost růstu (relativní přírůstek)* celé rostliny nebo jednotlivých jejích částí pro daný časový interval (*relative growth rate* – *R*, *RGR*), vyjádřená váhovým přírůstkem sušiny vztaženým na váhovou jednotku sušiny.

Relativní rychlost růstu (RGR) lze vypočítat ze vztahu:

$$R = \frac{\ln W_2 - \ln W_1}{t_1 - t_2},$$

kde W je celková váha sušiny v rostlině a t je čas.

2) *Čistý výkon asimilace (net assimilation rate, unit leaf rate – E, NAR)*, což je průměrný přírůstek celkové hmotnosti sušiny (nebo jejich frakcí), vztažený obvykle na jednotku asimilační plochy (listů) a méně často na jednotku hmotnosti listů, čerstvé nebo v sušině, na jednotku obsahu dusíku v listech, a to celkového nebo bílkovinného, popřípadě na jednotku obsahu chlorofylu, pro daný časový interval.

3) *Produktivita čili přírůstek produkce-C*, tak jak je definována (viz základní pojmy). Má význam především u porostů; zjišťujeme-li přírůstek *biomasy*, tj. hmotnosti sušiny živých částí rostlin v porostu, volíme pro C výraz *rychlost růstu porostu (crop grow rate – odtud symbol C)*.

Hodnotu přírůstku (produktivity) C lze vypočítat ze vztahu:

$$C = \frac{W_2 - W_1}{t_2 - t_1} * \frac{1}{P} [g.m^{-2}.čas^{-1}],$$

kde W_1 a W_2 znamenají hodnoty buď celkové primární produkce, jde-li o zjištění primární produktivity, anebo biomasy, jde-li o zjištění rychlosti růstu porostu, vždy ve dvou po sobě jdoucích odběrech. P znamená velikost plochy porostu, na které jsme zjišťovali W_1 a W_2 .

R vyjadřuje průměrný přírůstek hmotnosti sušiny za časovou jednotku, vztažený na jednotku váhy sušiny rostliny nebo porostu na počátku dostatečně krátkého časového intervalu mezi dvěma měřeními. Je měřítkem výkonu celé rostliny v čisté produkci sušiny v celém organismu (*vytváření biologického výnosu*) nebo v hospodářsky významných orgánech (*vytváření hospodářského výnosu*). E (NAR) je měřítkem čistého výkonu fotosyntetického aparátu za daný časový úsek v listech anebo v celé rostlině, zavedeme-li korekce i na účast ostatních orgánů rostliny ve fotosyntéze (Nečas a Květ, 1966).

3.1.4 Metody stanovení nadzemní biomasy

Množství nadzemní biomasy je možno určit mnoha různými způsoby, které lze rozdělit do dvou hlavních směrů či přístupů. Destruktivní zjišťování je spojeno s odebráním rostlin a poškozováním porostu. Biomasy stanovujeme buď přímo váhově, nebo nepřímým stanovováním obsahu vody, obsahu chlorofylu, obsahu dusíkatých látek apod. Destruktivní váhová metoda dovoluje poznat podrobnou strukturu nejen porostu, ale i jednotlivých populací rostlin a individuů s minimálním

technickým vybavením. Navíc získaný materiál nebo jeho dílčí vzorek je možno využít i pro další sledování např. velikosti asimilačního aparátu, stanovení obsahu chlorofylu, k chemickým analýzám i ke stanovení energetické hodnoty biomasy (Jakrlová, 1987).

Nedestruktivní zjišťování se provádí bez porušení rostlinné pokrývky, přičemž se používá prostého odhadu, analogie s paralelními vzorky, nebo se používá úbytků paprsků beta nebo gama při procházení jejich proudy 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). Při nedestruktivních měření se uplatňuje metoda prováděná na základě alometrických vztahů. Alometrie měří růst rostlinných orgánů v závislosti na vývoji jiných orgánů. Alometrické vztahy představují logaritmickou či exponenciální závislost mezi růstem a biometrickými prvky (např. mezi výškou a hmotností). Výhodou nedestruktivního stanovení je ponechání porostu pro opakované měření, čímž se snižuje rozptyl měřených hodnot a často také menší časová nenáročnost.

3. 1. 5 Přímé a nepřímé metody odběru biomasy

Květ a Westlake (1998) popisují přímé a nepřímé metody odběru biomasy:

Přímé metody jsou založeny na odběru vzorků vegetace z pokusných ploch, obvykle v době maximálního vzrůstu biomasy, nejlépe však opakovaně během roku. Přímá sklizeň je v mokřadech obtížná pro svoji pracnost, ale hlavně pro velkou prostorovou variabilitu biomasy. To je třeba zohlednit při volbě velikosti pokusných ploch a odběr vzorků naplánovat velmi pečlivě v souvislosti s požadavky statistického hodnocení.

Použití nepřímých metod hodnocení biomasy a produkčních parametrů je výhodné ve společenstvech mokřadních rostlin, které se vyznačují velkými rozdíly v druhovém složení, hustotě a vertikální a horizontální struktuře. Při pečlivém provedení nepřímé metody poskytují výsledky s menší variabilitou než metody přímé. Chrání porost před poškozením přímou sklizní a poskytují cenné informace pro vyhodnocení sezónních změn biomasy z hlediska produktivity. Tyto metody jsou však přirozeně omezené na analýzu růstu nadzemních částí.

Metoda standardních stálých pokusných ploch může být využita ke sledování sezónního růstu porostu. Ve vybraných pokusných plochách se měří některé

nedestruktivní parametry (např. délka odnoží, počet listů, index listové plochy) všech odnoží ve vybraných časových intervalech. Paralelně k měřeným odnožím jsou sklizeny odnože stejné velikosti na přilehajících (sousední, vedlejší) pozemcích s přibližně stejnou hustotou. Za vztahu mezi nedestruktivními parametry a sušinou sklizených odnoží se pak dopočítá biomasa odnoží na trvalých plochách.

Další varianta nepřímých metod využívá regresní rovnice umožňující odhad biomasy na základě parametrů měřených ve stálých pokusných plochách (např. hmotnost/výška). V této variantě jsou další odběry vzorků potřebné ke stanovení koeficientů regresní rovnice. Jednoduché statistické výpočty ukázaly, že nepřímé metody dosahují nízkých chyb při menším množství vynaložené práce (Květ a Westlake, 1998).

3.2 Uspořádání pokusu a vlastní měření

Nádobový pokus byl založen v areálu Zemědělské fakulty Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích v r. 2009. V pokusu byly sledovány dva druhy půd (organická a minerální), dvě úrovně vodní hladiny (vysoká a nízká) a dvě úrovně hnojení (bez hnojení, s vysokým hnojením). Celkem bylo sledováno všech osm kombinací těchto faktorů (Tab. č. 1). Pro každou kombinaci byly vyčleněny dvě nádrže, v pokusu bylo tedy celkem šestnáct nádrží. V nádržích byla udržována konstantní úroveň vodní hladiny v závislosti na konkrétní variantě. Vysoká úroveň vodní hladiny byla v úrovni povrchu půdy, tj. 0 cm. Nízká úroveň vodní hladiny byla 20 cm pod povrchem půdy. Úrovně hnojení odpovídaly bez hnojení a vysokému hnojení $300 \text{ kg}^{-1} \text{ NPK} \cdot \text{ha}^{-1}$.

Každá varianta pokusu byla umístěna v nádrži o velikosti 180 x 110 x 60 cm (číslování nádrží je uvedeno v příloze č. 1). V každé nádrži bylo umístěno deset nádob o velikosti 40 x 40 x 50 cm (tj. $0,08 \text{ m}^3$) s perforovaným dnem pro umožnění volného proudění vody. Nádobky byly očíslovány od 1 do 10 (číslování nádob je uvedeno v příloze č. 2) a naplněny zvoleným substrátem. Šest nádob bylo osázeno čtyřmi rostlinami *Carex acuta*. Zbylé prázdné nádoby sloužily pro kontrolu rozdílů vlivu kořenů na mikrobiální dýchání.

Počátkem dubna 2010 byla v každé nádobě náhodně vybrána a označena jedna odnož. Od 5. 5. 2010, kdy již bylo zřejmé, které odnože pokvetou a které nikoli, byly označeny další odnože tak, aby v každé nádobě byla označena jedna vegetativní a generativní odnož. Vlastní měření rostlin *C. acuta* probíhalo v časovém rozmezí od 15. 4. 2010 do 23. 8. 2010 ve dvou až tří týdenních intervalech. U každé rostliny byla změřena délka odnože od báze po špičku nejdelšího listu skládacím metrem.

Tabulka č. 1 – Přehled variant pokusu (min. – minerální, org. – organická, niz. – nízká, vys. – vysoká)

| Půda | Hladina | Hnojení | Nádrž č. | Příloha č. | Obrázek č. |
|------|---------|---------|----------|------------|------------|
| min. | niz. | ne | 4 | 3 | 1 |
| min. | niz. | ne | 14 | 4 | 1 |
| min. | niz. | ano | 8 | 5 | 2 |
| min. | niz. | ano | 11 | 6 | 2 |
| min. | vys. | ne | 2 | 7 | 3 |
| min. | vys. | ne | 13 | 8 | 3 |
| min. | vys. | ano | 12 | 9 | 4 |
| min. | vys. | ano | 16 | 10 | 4 |
| org. | niz. | ne | 1 | 11 | 5 |
| org. | niz. | ne | 6 | 12 | 5 |
| org. | niz. | ano | 7 | 13 | 6 |
| org. | niz. | ano | 15 | 14 | 6 |
| org. | vys. | ne | 5 | 15 | 7 |
| org. | vys. | ne | 9 | 16 | 7 |
| org. | vys. | ano | 3 | 17 | 8 |
| org. | vys. | ano | 10 | 18 | 8 |

3.3 Matematické a statistické vyhodnocení dat

Matematické vyhodnocení dat bylo provedeno prostřednictvím programu MS Excel. Byla spočítána průměrná délka odnoží (cm) pro každou variantu v jednotlivých dnech měření. Na základě těchto údajů byly vytvořeny grafy přirůstání (přesněji řečeno změny délky) odnoží v čase. Z těchto grafů bylo zjištěno datum, kdy odnože dosáhly své maximální délky. Tento časový údaj byl základem pro statistické porovnávání růstu odnoží v různých variantách.

Pro statistické vyhodnocení dat byl použit program STATISTICA. Pro hodnocení rozdílů mezi variantami byla použita třífaktorová ANOVA (faktory: půda, hladina vody, úroveň hnojení) se zohledněním opakování (nádrž). Pro hodnocení

rozdílu mezi variantami byl použit Tukeyho post-hoc test. Všechny statistické testy byly hodnoceny na hladině významnosti $\alpha = 0,05$.

4. Výsledky

4.1 Sezónní chod délky odnoží rostlin *Carex acuta*

Data délek odnoží *Carex acuta* jsou uvedena v přílohách č. 3 - 18. Průměrné hodnoty délek odnoží v jednotlivých variantách pokusu v průběhu vegetační sezóny jsou znázorněny na obrázcích č. 1 – 4.

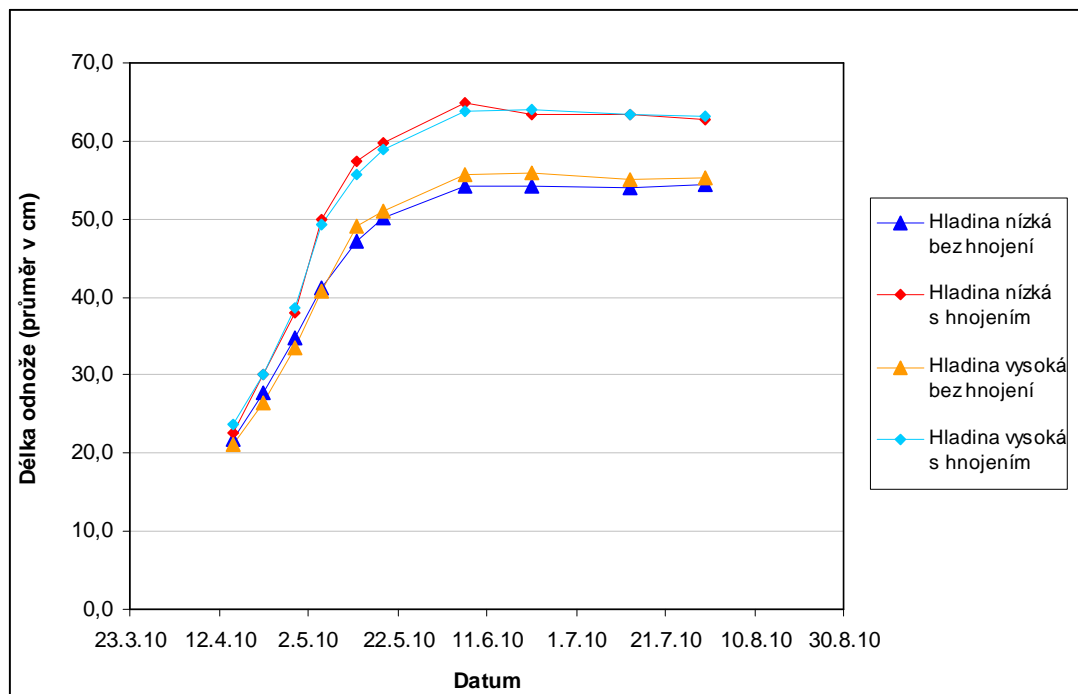
Obrázek č. 1 znázorňuje růst generativních odnoží rostlin *C. acuta* v minerální půdě. Z obrázku je patrné, že odnože přirůstaly do 6. 6. 2010, poté se růst u všech variant zastavil. Ze sezónního chodu hodnot je patrné, že hnojené odnože dosáhly větší délky bez ohledu na výšku vodní hladiny.

Generativní odnože *C. acuta* pěstované v organické půdě přirůstaly od 15. 4. 2010 do 6. 6. 2010 ve variantě bez hnojení a s vysokým hnojením podobně (obrázek č. 2). Od 6. 6. 2010 některé rostliny ještě přirostly a některé začaly usychat. Mezi variantami s organickou půdou nebyly jasné rozdíly vlivem hnojení ani vlivem vodní hladiny.

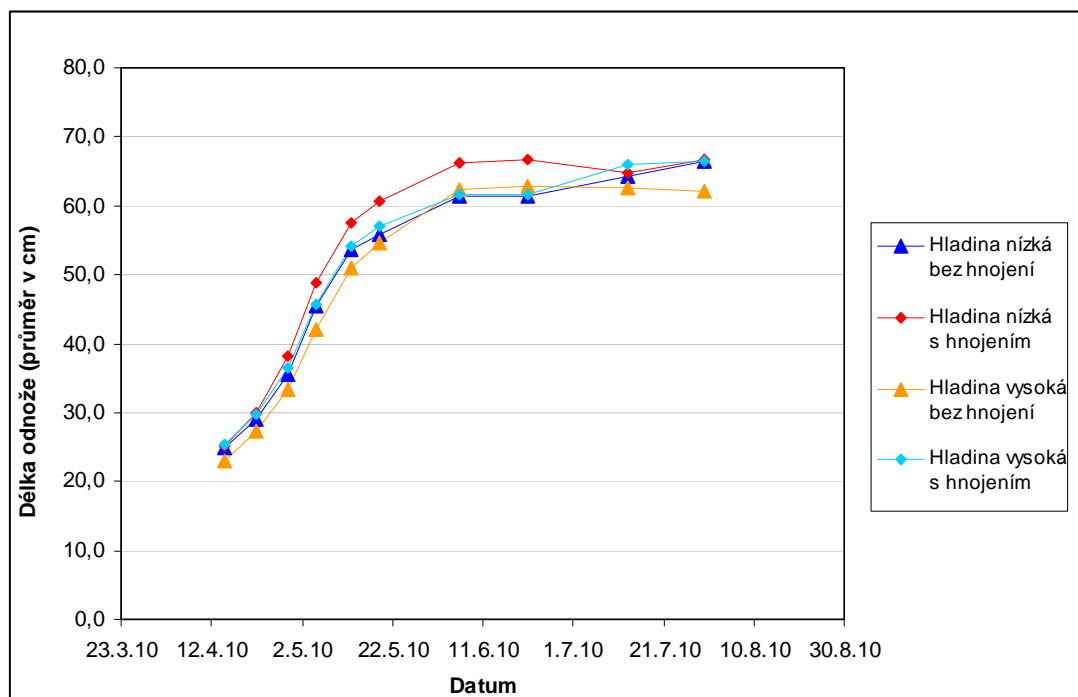
Vegetativní odnože rostlin *C. acuta* pěstované v minerální půdě přirůstaly do 21. 6. 2010 (obrázek č. 3). Od této doby rostliny již nepřirůstaly a rostlinám začaly osychat špičky listů. Největších délek dosáhly odnože ve variantě s nízkou hladinou vody s hnojením a nejmenších délek dosáhly odnože ve variantě s nízkou hladinou vody bez hnojení.

Obrázek č. 4 znázorňuje růst vegetativních odnoží rostlin *C. acuta* v organické půdě. Rostliny přirůstaly do 21. 6. 2010. Ve zbytku sezóny rostliny postupně osychaly a špičky listů opadaly. Ve všech variantách odnože dosahovaly v daném dni podobné délky. V grafu není zachyceno počáteční období od 15.4 do 5.5, protože všechny odnože označené na počátku vegetační sezóny vzkvetly a jsou tedy zahrnuty v grafu pro generativní odnože (obrázek č. 2).

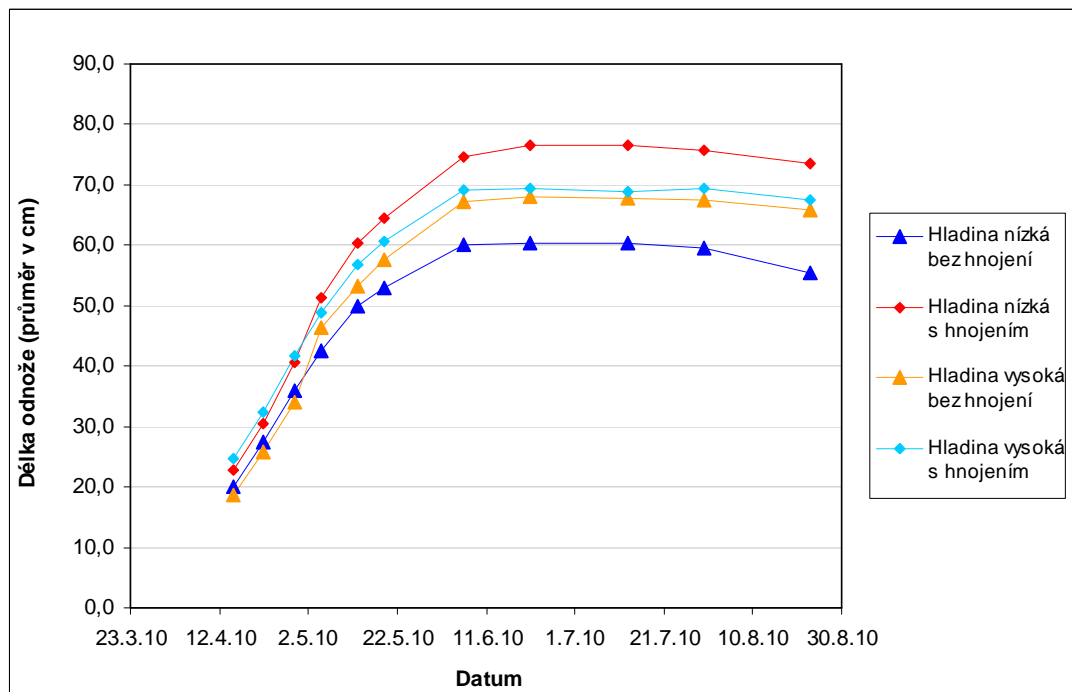
Obrázek č. 1 – Sezónní chod délky generativních odnoží s minerální půdou. Každý bod je průměrem ze 12 měření (hladina nízká bez hnojení – nádrž č. 4 a 14, hladina nízká s hnojením – nádrž č. 8 a 11, hladina vysoká bez hnojení – nádrž č. 2 a 13, hladina vysoká s hnojením – nádrž č. 12 a 16).



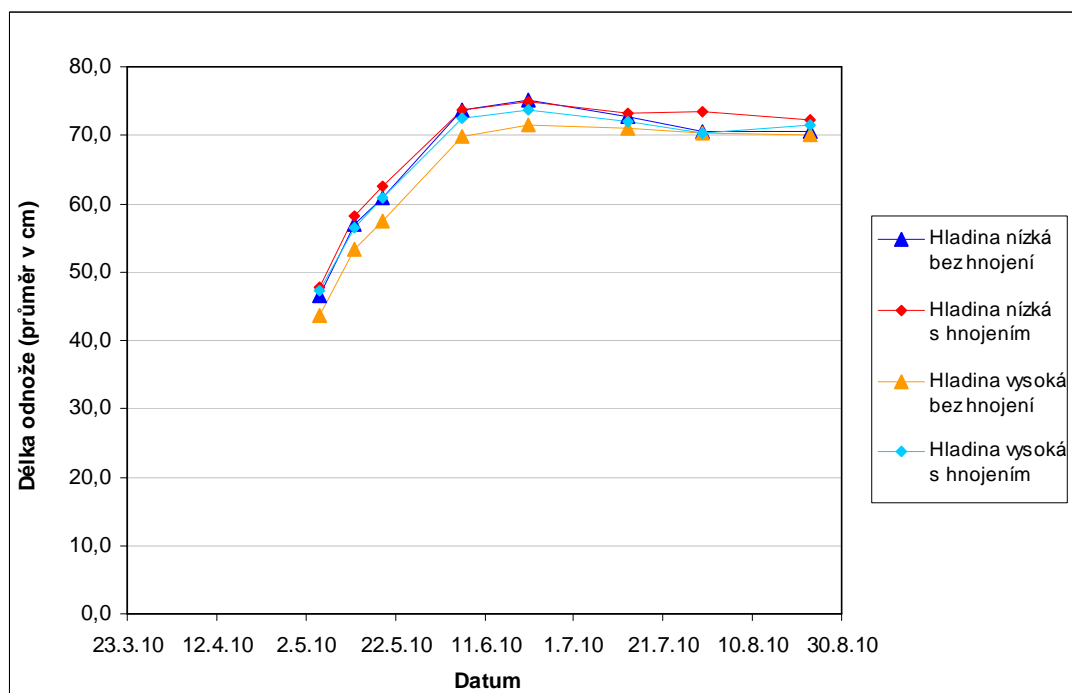
Obrázek č. 2 – Sezónní chod délky generativních odnoží s organickou půdou. Každý bod je průměrem ze 12 měření (hladina nízká bez hnojení – nádrž č. 1 a 6, hladina nízká s hnojením – nádrž č. 7 a 15, hladina vysoká bez hnojení – nádrž č. 5 a 9, hladina vysoká s hnojením – nádrž č. 3 a 10).



Obrázek č. 3 – Sezónní chod délky vegetativních odnoží s minerální půdou. Každý bod je průměrem ze 12 měření (hladina nízká bez hnojení – nádrž č. 4 a 14, hladina nízká s hnojením – nádrž č. 8 a 11, hladina vysoká bez hnojení – nádrž č. 2 a 13, hladina vysoká s hnojením – nádrž č. 12 a 16).



Obrázek č. 4 – Sezónní chod délky vegetativních odnoží s organickou půdou. Každý bod je průměrem ze 12 měření (hladina nízká bez hnojení – nádrž č. 1 a 6, hladina nízká s hnojením – nádrž č. 7 a 15, hladina vysoká bez hnojení – nádrž č. 5 a 9, hladina vysoká s hnojením – nádrž č. 3 a 10).



4.2 Srovnání maximální délky generativních odnoží

Z tabulky č. 2 je patrné, že na růst generativních odnoží *Carex acuta* mělo statisticky průkazný vliv hnojení. Půda a hladina v tomto případě na růst vliv neměly.

Tabulka č. 3 znázorňuje průkazné rozdíly mezi variantami podle Tukeyho post-hoc testu. Odlišovala se pouze varianta 1 (s minerální půdou, nízkou hladinou vody, bez hnojení) od varianty 6 (s organickou půdou, nízkou hladinou vody a s hnojením). Tyto dvě varianty pravděpodobně představují nejméně příznivou a nejvíce příznivou kombinaci půdních faktorů pro růst studovaných rostlin. Je zřejmé, že hnojení nemělo na růst generativních odnoží *C. acuta* příliš velký vliv.

Tabulka č. 2 – Vliv studovaných faktorů na délku odnoží *C. acuta* v době dosažené maximální délky odnoží (21.6.2010)

| | Stupně volnosti | SČ | PČ | F | p |
|----------------------|-----------------|----------|----------|----------|----------|
| Absolutní člen | 1 | 360640,2 | 360640,2 | 3969,618 | 0,000000 |
| Půda | 1 | 345,0 | 345,0 | 3,798 | 0,054539 |
| Hladina | 1 | 2,7 | 2,7 | 0,029 | 0,864366 |
| Hnojení | 1 | 693,4 | 693,4 | 7,632 | 0,006996 |
| Půda*hladina | 1 | 51,0 | 51,0 | 0,562 | 0,455549 |
| Půda*hnojení | 1 | 266,7 | 266,7 | 2,935 | 0,090227 |
| Hladina*hnojení | 1 | 77,0 | 77,0 | 0,848 | 0,359663 |
| Půda*hladina*hnojení | 1 | 42,7 | 42,7 | 0,470 | 0,494976 |
| Opakování (nádrž) | 1 | 45,4 | 45,4 | 0,499 | 0,481631 |
| Chyba | 87 | 7904,0 | 90,9 | | |
| Celkem | 95 | 9427,8 | | | |

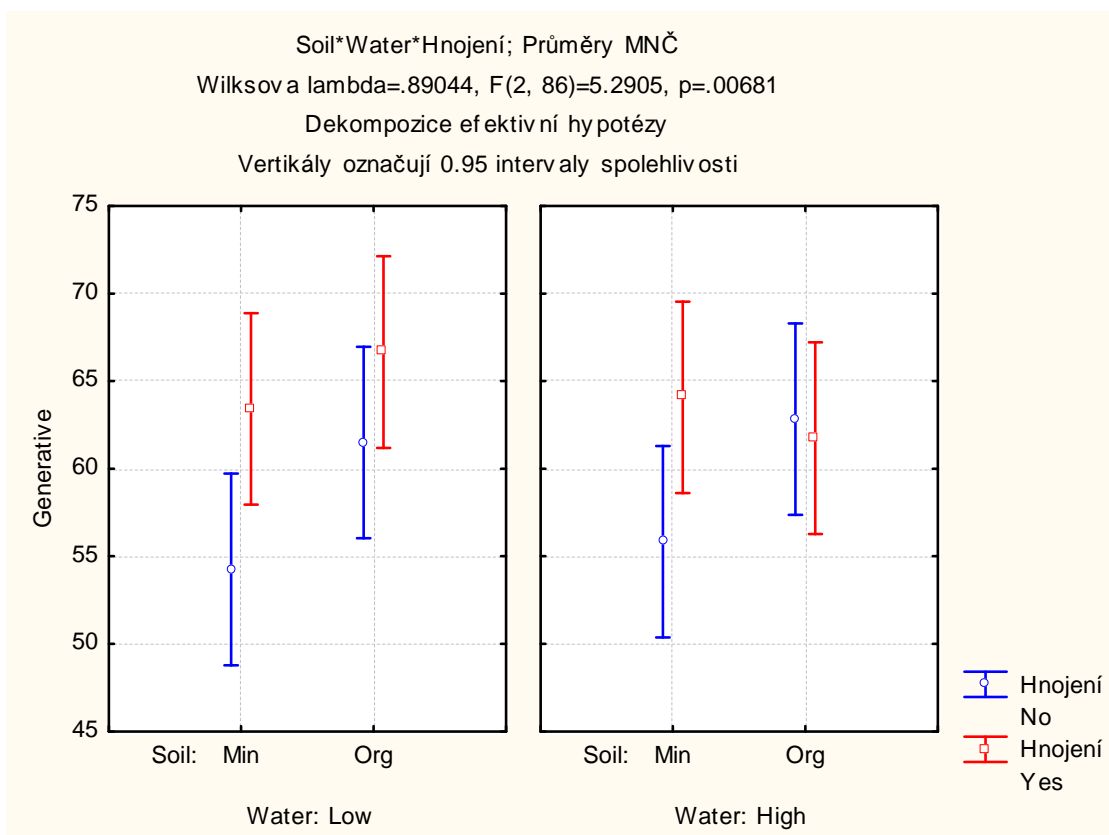
Obrázek č. 5 zobrazuje vliv všech tří studovaných faktorů na délku generativních odnoží. Výrazný (i když statisticky neprůkazný) vliv hnojení byl zjištěn u minerální půdy s nízkou hladinou vody, kde hnojené odnože dorůstaly v průměru 63 ± 6 cm a nehnojené odnože 54 ± 6 cm (průměr \pm 95 % konfidenční interval). U organické půdy s nízkou hladinou vody nebyl vliv hnojení prokázán. Nehnojené odnože dosáhly délky 62 ± 6 cm a hnojené odnože 67 ± 6 cm.

Vliv hnojení na délku odnoží se u ostatních variant neprokázal. U minerální půdy s vysokou hladinou vody hnojené odnože dorůstaly v průměru 64 ± 6 cm a nehnojené odnože 56 ± 6 cm, tento rozdíl nebyl statisticky průkazný. Délky odnoží u rostlin v organické půdě byly téměř stejné, dosáhly délky 63 ± 6 cm u rostlin nehnojených, 62 ± 6 cm u rostlin hnojených.

Tabulka č. 3 – Tukeyův post-hoc-test pro délku generativních odnoží

| Tukeyův HSD test; proměnná Generative (Statistics mesocosms) | | | | | | | | | | | |
|--|------|---------|---------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy | | | | | | | | | | | |
| Chyba: Between MSE = 90.850, sv = 87.000 | | | | | | | | | | | |
| | Půda | Hladina | Hnojení | {1} | {2} | {3} | {4} | {5} | {6} | {7} | {8} |
| | | | | 54.250 | 63.417 | 55.833 | 64.083 | 61.500 | 66.667 | 62.833 | 61.750 |
| 1 | min. | niz. | ne | | 0,276510 | 0,999915 | 0,198273 | 0,579514 | 0,039727 | 0,358721 | 0,536325 |
| 2 | min. | niz. | ano | 0,276510 | | 0,521983 | 1,000000 | 0,999696 | 0,990596 | 1,000000 | 0,999880 |
| 3 | min. | vys. | ne | 0,999915 | 0,521983 | | 0,410622 | 0,828019 | 0,112618 | 0,622546 | 0,794413 |
| 4 | min. | vys. | ano | 0,198273 | 1,000000 | 0,410622 | | 0,997751 | 0,997751 | 0,999983 | 0,998848 |
| 5 | org. | niz. | ne | 0,579514 | 0,999696 | 0,828019 | 0,997751 | | 0,885820 | 0,999974 | 1,000000 |
| 6 | org. | niz. | ano | 0,039727 | 0,990596 | 0,112618 | 0,997751 | 0,885820 | | 0,975465 | 0,909673 |
| 7 | org. | vys. | ne | 0,358721 | 1,000000 | 0,622546 | 0,999983 | 0,999974 | 0,975465 | | 0,999994 |
| 8 | org. | vys. | ano | 0,536325 | 0,999880 | 0,794413 | 0,998848 | 1,000000 | 0,909673 | 0,999994 | |

Obrázek č. 5 - Vliv minerálního hnojení na růst generativních odnoží ostrice štíhlé.
(Min. – minerální půda, Org. – organická půda, Niz. – nízká hladina vody, Vys. – vysoká hladina vody)



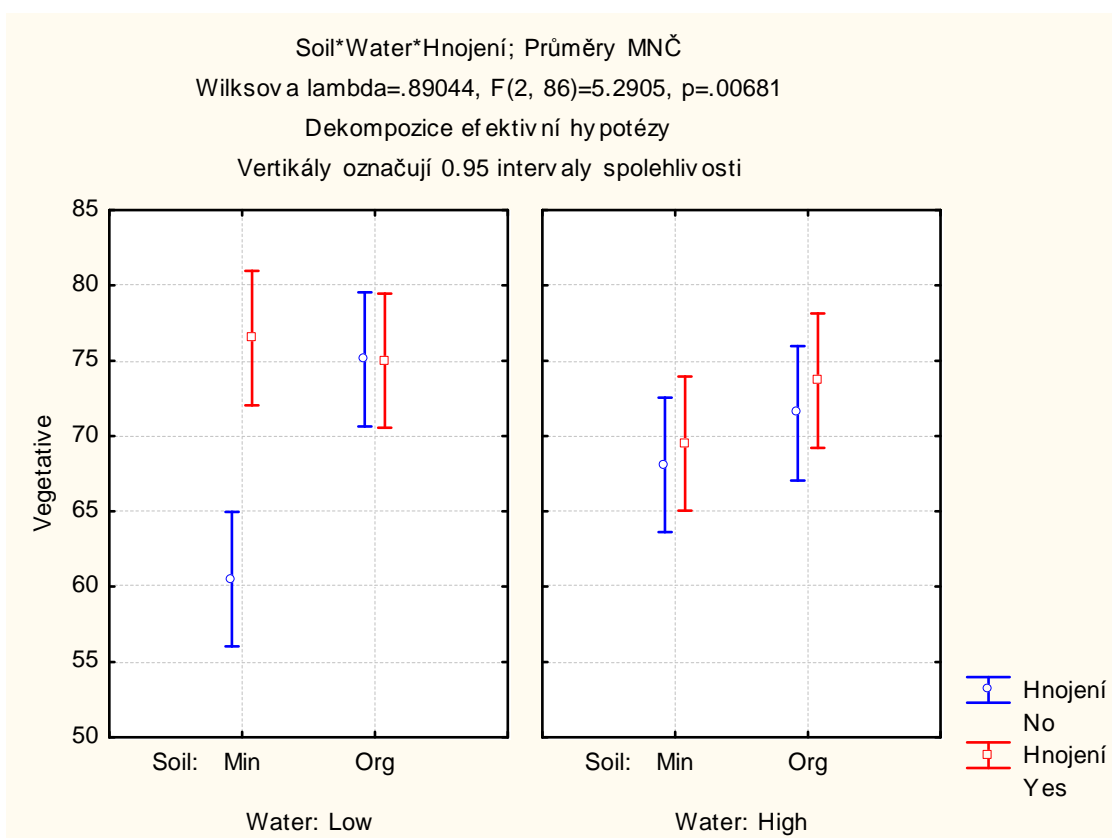
4.3 Srovnání maximální délky vegetativních odnoží

Tabulka č. 4 znázorňuje vliv všech tří studovaných faktorů. Nejvýraznější byl vliv půdy a hnojení. Obrázek č. 6 znázorňuje výrazný rozdíl u minerální půdy s nízkou hladinou vody, kde hnojené odnože dorůstaly v průměru 77 ± 5 cm a nehnojené odnože 61 ± 5 cm (hodnoty udávají 95% konfidenční interval pro průměr). Podle Tukeyho post-hoc-testu se délky odnoží v těchto dvou variantách vzájemně průkazně lišily. Délka odnoží ve variantě nehnojené s minerální půdou a nízkou hladinou vody se také průkazně lišila od všech variant s organickou půdou (tabulka č. 5).

U organické půdy s nízkou hladinou vody byly délky odnoží hnojených a nehnojených rostlin stejné, odnože dorůstaly délky 75 ± 5 cm. Nepatrný (a statisticky neprůkazný) rozdíl byl v délce odnoží v minerální půdě s vysokou

hladinou, kde hnojené odnože dorůstaly v průměru 70 ± 5 cm a nehnojené odnože 68 ± 5 cm. Také u organické půdy s vysokou hladinou vody byl rozdíl mezi hnojenou a nehnojenou variantou malý a statisticky neprůkazný. Hnojené odnože dorůstaly v průměru 74 ± 5 cm, nehnojené odnože 72 ± 5 cm.

Obrázek č. 6 - Vliv minerálního hnojení na růst vegetativních odnoží ostřice štíhlé. (Min. – minerální půda, Org. – organická půda, Niz. – nízká hladina vody, Vys. – vysoká hladina vody)



Tabulka č. 4 – Vliv studovaných faktorů na délku odnoží *C. acuta* v době dosažené maximální délky odnoží (21.6.2010)

| | Stupně volnosti | SČ | PČ | F | p |
|----------------------|-----------------|----------|----------|----------|----------|
| Absolutní člen | 1 | 487065,0 | 487065,0 | 8071,171 | 0,000000 |
| Půda | 1 | 640,7 | 640,7 | 10,617 | 0,001600 |
| Hladina | 1 | 28,2 | 28,2 | 0,467 | 0,496301 |
| Hnojení | 1 | 570,4 | 570,4 | 9,452 | 0,002818 |
| Půda*hladina | 1 | 45,4 | 45,4 | 0,752 | 0,388257 |
| Půda*hnojení | 1 | 352,7 | 352,7 | 5,844 | 0,017717 |
| Hladina*hnojení | 1 | 228,2 | 228,2 | 3,781 | 0,055070 |
| Půda*hladina*hnojení | 1 | 425,0 | 425,0 | 7,043 | 0,009458 |
| Opakování (nádrž) | 1 | 0,4 | 0,4 | 0,006 | 0,937349 |
| Chyba | 87 | 5250,1 | 60,3 | | |
| Celkem | 95 | 7541,0 | | | |

Tabulka č. 5– Tukeyův post-hoc-test pro délku vegetativních odnoží

| Tukeyův HSD test; proměnná Vegetative (Statistics mesocosms) | | | | | | | | | | | |
|--|------|---------|---------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy | | | | | | | | | | | |
| Chyba: Between MSE = 90.850, sv = 87.000 | | | | | | | | | | | |
| | Půda | Hladina | Hnojení | {1} | {2} | {3} | {4} | {5} | {6} | {7} | {8} |
| | | | | 60.500 | 76.500 | 68.083 | 69.500 | 75.083 | 75.000 | 71.500 | 73.667 |
| 1 | min. | niz. | ne | | 0,000174 | 0,258906 | 0,099095 | 0,000475 | 0,000513 | 0,017870 | 0,001980 |
| 2 | min. | niz. | ano | 0,000174 | | 0,151390 | 0,357889 | 0,999842 | 0,999768 | 0,762811 | 0,985998 |
| 3 | min. | vys. | ne | 0,258906 | 0,151390 | | 0,999842 | 0,357889 | 0,373457 | 0,959918 | 0,647959 |
| 4 | min. | vys. | ano | 0,099095 | 0,357889 | 0,999842 | | 0,647959 | 0,665151 | 0,998398 | 0,891288 |
| 5 | org. | niz. | ne | 0,000475 | 0,999842 | 0,357889 | 0,647959 | | 1,000000 | 0,948451 | 0,999842 |
| 6 | org. | niz. | ano | 0,000513 | 0,999768 | 0,373457 | 0,665151 | 1,000000 | | 0,954442 | 0,999894 |
| 7 | org. | vys. | ne | 0,017870 | 0,762811 | 0,959918 | 0,998398 | 0,948451 | 0,954442 | | 0,997296 |
| 8 | org. | vys. | ano | 0,001980 | 0,985998 | 0,647959 | 0,891288 | 0,999842 | 0,999894 | 0,997296 | |

5. Diskuse

5.1 Proč se studoval právě růst mokřadních rostlin ve vztahu k dostupnosti živin?

Na Mokřích loukách se provádí výzkum mokřadních rostlin a vliv eutrofizace již několik let. Cílem je zjistit, jak původní druhy reagují na zvýšenou hladinu živin. Balátová (1985a) uvádí dvě skupiny faktorů prostředí, které jsou různou měrou ovlivnitelné lidskou činností. První skupina zahrnuje faktory, které lze lidskou činností pozměnit málo nebo vůbec ne. Mezi ně patří klimatické poměry, např. množství atmosférických srážek a jejich rozdělení během roku, teplotní poměry, intenzita slunečního záření, délka vegetačního období, dále geologický podklad a některé vlastnosti půdy, např. hloubka aktivního půdního profilu a půdní typ. Druhá skupina zahrnuje člověkem ovládnutelné faktory nestálé. Do ní lze zařadit vodní režim, obsah humusu, fyzikální vlastnosti půdy, obsah dostupných živin a některé antropicky navozené biotické faktory (intenzita kosení, pastva). Přirozené typy vegetace odrážejí spíše dané vlastnosti prostředí, kdežto umělé a polokulturní porosty intenzitu a způsob obhospodařování.

Zvýšená dostupnost živin v mokřadech vlivem eutrofizace ovlivňuje rostlinnou složku mokřadních ekosystémů (viz kapitola 2.5.3 v literárním přehledu). Mokřadní druhy rostlin reagují na zvýšené množství živin různě. V dlouhodobém měřítku tyto rozdíly vedou ke změně kompetičních poměrů a v důsledku toho ke změnám druhového složení.

Největší význam má chování dominantních druhů. Proto je důležité zabývat se studiem dominantních druhů přednostně. *Carex acuta* je dominantou mnoha společenstev vysokých ostřic, které se přirozeně vyskytují v podmínkách se střední až vysokou zásobou živin. Přesto jsou i tato společenstva vystavena dalšímu zvyšování dostupnosti živin, což vede k postupnému nahrazení dominanty jinými druhy, hlavně chrasticí rákosovitou (*Phalaris arundinacea*). Z výzkumu provedeného v této práci vyplývá, že *C. acuta* nezvyšuje příliš růst vlivem lepšího zásobení živinami.

5.2 Výhody a nevýhody nádobového pokusu ve srovnání s terénním měřením

V terénu se obtížně zkoumají procesy jako např. rychlost růstu rostlin, fotosyntetická asimilace uhlíku, mineralizace C a N, nitrifikace a denitrifikace, dekompozice a změna složení živin v rostlinách vlivem hnojení (poměr C:N a C:P). Je tomu tak proto, že všechny tyto procesy probíhají současně. Navíc jsou ovlivňovány mnoha faktory (např. hladinou vody a živin), které také probíhají souběžně, jejich vliv v terénních podmínkách nelze regulovat a často ani předvídat. Proto je také obtížné vliv jednotlivých faktorů od sebe oddělit.

Kontrolovaná studie proto vznikla jako doplnění terénních měření. Nádobový pokus byl založen pro sledování růstu rostlin *Carex acuta* v různých variantách. Sledoval se vliv obsahu organické hmoty v půdě, vliv výšky vodní hladiny a vliv hnojení. Tyto podmínky byly v pokuse pod větší kontrolou než v terénu a varianty pokusu zahrnovaly všechny jejich kombinace. Díky tomu můžeme z výsledků vyvodit závěry, jaký mají tyto faktory vliv na růst *C. acuta*.

Nevýhodou nádobového pokusu je navození podmínek, které jsou v mnoha ohledech vzdálené podmínkám přirozeného prostředí rostlin. Např. velikost nádob může omezovat růst kořenového systému a v důsledku toho i celé rostliny. Minerální živiny z nádob se mohou dříve vyčerpat atd. Proto je třeba výsledky pokusu porovnávat s výsledky získanými v terénu, který zajišťuje vazbu na realitu.

Honissová (2010) sledovala během vegetační sezóny 2009 růstovou dynamiku odnoží ostřice štíhlé (*Carex acuta*) na lokalitě Mokré louky u Třeboně. U generativních odnoží zjistila největší průměrnou délku 20. 7. 2009, která dosahovala 74 cm. Vegetativní odnože dosáhly průměrné maximální délky 13. 8. 2009 a činila 89 cm. Vegetativní odnože dosáhly většího vzrůstu než odnože generativní. Také podle mých výsledků generativní odnože dosáhly menšího vzrůstu než odnože vegetativní. Největší průměrná délka u vegetativních odnoží byla zjištěna ve variantě s organickou půdou, nízkou hladinou vody a bez hnojení (75,1 cm). Největší průměrná délka generativních odnoží byla zjištěna ve variantě s organickou půdou, nízkou hladinou vody a s hnojením; činila 66,7 cm. Maximální délka odnoží v pokuse tedy byla menší než u rostlin měřených v terénu na Mokřých loukách.

5.1 Co výsledky řeknou a neřeknou o růstových rozdílech

C. acuta je výběžkatá, vegetativně se šířící rostlina. Její růst během sezóny má dvě složky: (průměrná) velikost jedné odnože a počet odnoží. Měřítkem velikosti odnože při studiu sezónního chodu biomasy je hmotnost odnože. Mezi hmotností a délkou odnože je úzký vztah, který je základem alometrických měření. Pokud zjistíme rozdíly v délce odnoží, můžeme říci, že se rostliny chovaly různě. Pokud rozdíly v délce nezjistíme, mohou existovat ještě rozdíly ve vztahu mezi délkou a hmotností a dále rozdíly v počtu odnoží. Tyto údaje jsem získat nemohla, protože v sezóně 2010 nebylo možné rostliny sklídit. Proto se potřeba tyto údaje získat v rámci dalšího hodnocení pokusu v roce 2011, kdy je plánován odběr rostlin destruktivní metodou.

6. Závěr

Diplomová práce je součástí projektu GAČR 526/09/1545 Význam nově asimilovaného uhlíku pro interakce rostlin s půdou v mokřadních travinných ekosystémech v proměnlivých podmínkách vnějšího prostředí, který se soustřeďuje na účinky eutrofizace na vybraných mokřících loukách s minerální nebo organickou půdou v Třeboňské biosférické rezervaci. Cílem práce bylo zjistit, jak ostřice štíhlá (*Carex acuta*) reaguje v kontrolovaných podmínkách na různou hladinu hnojení a míru zaplavení.

Uspořádání nádobového pokusu zahrnovalo dva druhy půd (organická a minerální), dvě úrovně vodní hladiny (vysoká a nízká) a dvě úrovně hnojení (bez hnojení, s vysokým hnojením). V průběhu vegetační sezóny byl nedestruktivní metodou sledován růst odnoží *C. acuta*. Měřítkem růstu byla změna délky vegetativních a generativních odnoží.

Hnojení mělo jen malý vliv na růst generativních odnoží. Statisticky se odlišovala pouze varianta s minerální půdou, nízkou hladinou vody, bez hnojení od varianty s organickou půdou, nízkou hladinou vody a s hnojením. V minerální půdě s nízkou hladinou vody bez hnojení dorůstaly odnože v průměru 54 ± 6 cm a v organické půdě s nízkou hladinou vody s hnojením dosáhly délky 67 ± 6 cm (průměr ± 95 % konfidenční interval). U generativních odnoží byl dále zjištěn statisticky neprůkazný vliv hnojení u minerální půdy s nízkou hladinou vody, kde hnojené odnože dorůstaly v průměru 63 ± 6 cm a nehnojené odnože 54 ± 6 cm. U organické půdy s nízkou hladinou vody nebyl vliv hnojení prokázán - nehnojené odnože dosáhly délky 62 ± 6 cm a hnojené odnože 67 ± 6 cm. U minerální půdy s vysokou hladinou vody lze očekávat určitý vliv hnojení, ale tento vliv nebyl statisticky průkazný. Hnojené odnože dorůstaly v průměru 64 ± 6 cm a nehnojené odnože 56 ± 6 cm. Délky odnoží u rostlin v organické půdě byly téměř stejné, dosáhly délky 63 ± 6 cm u rostlin nehnojených, 62 ± 6 cm u rostlin hnojených.

U vegetativních odnoží se prokázal vliv půdy a hnojení. Výrazný a statisticky průkazný rozdíl byl zjištěn v délce odnoží rostlin v minerální půdě s nízkou hladinou vody, kde hnojené odnože dorůstaly 77 ± 5 cm a nehnojené odnože 61 ± 5 cm. Nehnojené odnože pěstované v minerální půdě s nízkou vodní hladinou byly dále průkazně menší než odnože rostlin ve všech variantách s organickou půdou. U rostlin

v minerální půdě s vysokou vodní hladinou nebyl vliv hnojení průkazný. Hnojené odnože dorůstaly v průměru 70 ± 5 cm a nehnojené odnože 68 ± 5 cm. Vliv hnojení nebyl průkazný ani u rostlin v organické půdě bez ohledu na výšku hladiny. U organické půdy s nízkou hladinou vody odnože dorůstaly délky 75 ± 5 cm. V organické půdě s vysokou hladinou vody hnojené odnože dorůstaly v průměru 74 ± 5 cm, nehnojené odnože 72 ± 5 cm.

Pomocí nádobového pokusu se zjistilo, že hnojení nemá na růst *C. acuta* příliš velký vliv. To může vysvětlit terénní pozorování, že tento mokřadní druh je na eutrofizovaných stanovištích postupně nahrazován konkurenčně silnějšími druhy, hlavně chrasticí rákosovitou (*Phalaris arundinacea*).

7. Literatura

ANONYMUS 1 [on-line],[cit. 7. 2. 2011]. Agentura ochrany přírody a krajiny.
Dostupné na internetu: <http://www.ochranaprirody.cz/res/data/067/009777.pdf>.

ANONYMUS 2 [on-line],[cit. 7. 2. 2011]. Contracting Parties to the Ramsar Convention on Wetlands. Dostupné na internetu:
http://www.ramsar.org/cda/en/ramsar-about-parties-contracting-parties-to-23808/main/ramsar/1-36-123%5E23808_4000_0__

ANONYMUS 3 [on-line],[cit. 7. 2. 2011]. Agentura ochrany přírody a krajiny.
Dostupné na internetu:<http://www.ochranaprirody.cz/index.php?cmd=page&id=3258>

BALÁTOVÁ E. (1985): Silně podmáčené typy porostů. In: Rychnovská M, Balátová E., Úlehlová B., Pelikán J. (1985): Ekologie lučních porostů. Academia, Praha.

BALÁTOVÁ E. (1985a): Vztahy lučních porostů k prostředí. In: Rychnovská M, Balátová E., Úlehlová B., Pelikán J. (1985): Ekologie lučních porostů. Academia, Praha.

CONVENTION ON BIOLOGICAL DIVERSITY (1992): [on-line], citace [7. 2. 2011]. Dostupné na internetu: <http://www.cbd.int/doc/legal/cbd-en.pdf>

COWARDIN L. M., CARTER V., GOLET F. C., LAROE E. T. (1979): Classification of wetlands and deepwater habitats of the United States. US Fish and Wildlife Service.

ČÍŽKOVÁ H. (2006): Faktory ovlivňující dynamiku porostů rákosu obecného (*Phragmites australis*) v kulturní krajině. [Habilitationní práce], Zemědělská fakulta Jihočeské univerzity, České Budějovice.

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

DYKYJOVÁ D. (1982): Vazba minerálních iontů ve vodních a pobřežních rostlinách ve vztahu ke složení vody a půdy. Význam makrofyt ve vodním hospodářství, hygieně vody a rybnářství. Dům techniky ČSVTS, České Budějovice.

DYKYJOVÁ D. (1983): Vazba hlavních živin a mikroelementů v travinných porostech Mokřých Luk. In: Jeník J., Květ J. (ed.) (1983): Studie zaplavovaných ekosystémů u Třeboně. Academia, Praha.

DYKYJOVÁ D., JAKRLOVÁ J. (1989): Metody studia růstu a růstová analýza. In: Dykyjová D. a kolektiv (1989): Metody studia ekosystémů. Academia, Praha.

EDWARDS K. (2009): Závěrečná zpráva projektu GAČR 526/06/0276 „Eutrofizace mokřých luk.

FILIPOVÁ M. (2006). Úloha vegetačního pokryvu v koloběhu uhlíku vybraného mokřadního ekosystému. [Diplomová práce], Agronomická fakulta, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Brno.

HEJNÝ S. (1982): Význam makrofyt při budování vodních děl, v krajinné ekologii a v národním hospodářství. Význam makrofyt ve vodním hospodářství, hygieně vody a rybnářství. Dům techniky ČSVTS, České Budějovice.

HEJNÝ S. A KOLEKTIV (2000): Rostliny vod a pobřeží. East West Publishing Company, Praha.

HONSOVÁ D. A KOL. (2007): Species composition of an alluvial meadow after 40 years of applying nitrogen, phosphorus and potassium fertilizer. *PRESLIA* 79, 2007: 245 – 258.

HUDEC K., HUSÁK Š., JANDA J., PELLANTOVÁ J. (1993): Přehled vodních a mokřadních biotopů ČR. Český ramsarský výbor, Třeboň.

HUDEC K., HUSÁK Š., JANDA J., PELLANTOVÁ J. (1995): Mokřady České republiky – přehled vodních a mokřadních biotopů ČR. Upravený dotisk 2. Verze. Český ramsarský výbor, Třeboň.

HUDEC K., CHYTIL J. (1996): Historie Ramsarské konvence ve světě a u nás. Ramsarská konvence a její uplatnění v České republice. Mokřady České republiky. Sborník abstraktů z celostátního semináře k 25. Výročí Ramsarské konvence. JAVA Třeboň.

CHYTIL J., HAKROVÁ P., HUDEC K., HUSÁK Š., JANDOVÁ J., PELLANTOVÁ J. (1999): Mokřady České republiky – přehled vodních a mokřadních lokalit ČR. Český ramsarský výbor, Mikulov.

CHYTRÝ M., KUČERA T., KOČÍ M. (2001): Katalog biotopů České republiky. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Praha.

JAKRLOVÁ J. (1987): Destruktivní stanovení nadzemní biomasy. In: Rychnovská M. a kol. (1987): Metody studia travinných ekosystémů. Academia, Praha.

JAKRLOVÁ J. (1989): Primární produkce suchozemských ekosystémů. In: Dykytová D. a kolektiv (1989): Metody studia ekosystémů. Academia, Praha.

JAKRLOVÁ J., PELIKÁN J. (1999): Ekologický slovník terminologický a výkladový. Nakladatelství Fortuna, Praha.

JENÍK J., SPITZER K. (1984): Život v bažinách. Albatros, Praha.

JOYCE C. (2001): The sensitivity of a species-rich flood-meadow plant community to fertilizer nitrogen: the Luznice river floodplain, Czech Republic. *Plant Ecology* 155, 2001: 47 – 60.

KEDDY P. A. (2000): *Wetland Ecology. Principles and Conservation*. Cambridge University Press.

KENDER J. (2000): Teoretické a praktické aspekty ekologie krajiny. Ministerstvo životního prostředí ve spolupráci s vydavatelstvím ENIGMA, s. r. o.

KOČÍ V., BURKHARD J., MARŠÁLEK B. (2000): Eutrofizace na přelomu tisíciletí. Eutrofizace 2000. VŠCHT, Praha.

KOLMANOVÁ A., HUDEC K., RŮŽIČKA V. (2000): Rašeliniště. Mokřady 2000. Sborník z konference při příležitosti 10. Výročí vzniku CHKO Litovelské Pomoraví. Správa CHKO a Český Ramsarský výbor. Olomouc.

KRÁLOVEC J. A KOL. (2009): Spontaneous recovery of an intensively used grassland after cessation of fertilizing. Applied Vegetation Science 12, 2009: 391 – 397.

KUBÁT K., (2002): Klíč ke květeně České republiky. Academia, Praha.

KVĚT J, WESTLAKE D.F. (1998): Primary production in wetlands. In: Westlake D.F., Květ J., Szczepánski A. (1998): The Production Ecology of Wetlands. Cambridge University Press.

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

LAZÁRKOVÁ K. (2010): Vliv minerálního hnojení na primární produkci travinného mokřadního porostu. [Bakalářská práce], Zemědělská fakulta Jihočeské univerzity, České Budějovice.

LEGÁT V. (1992): Hospodaření s vodou v zemědělské krajině. In: Tlapák V., Šálek J., Legát V. (1992): Voda v zemědělské krajině. Zemědělské nakladatelství Brázda ve spolupráci s MŽP ČR, Praha.

MITSCH W. J., GOSELINK J. G. (2000): Wetlands, Third Edition. John Wiley & Sons, New York.

PICEK T. A KOL. (2008): Short term effects of experimental eutrophication on karbon and nitrogen cycling in two type sof wet grassland. *Community Ecology* 9, 2008: 81 – 90.

PITTOCK J., LEHNER B., LIFENG L. (2006): River Basin Management to Conserve Wetlands and Water Resources. In: Bobbink R., Beltman B., Verhoeven J.T.A, Whigham D.F. (Eds.) (2006): *Wetlands: Functioning, Biodiversity Conservation, and Restoration*. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg.

POKORNÝ J., EISELTOVÁ M., KVĚT J. (1996): Ekologický význam mokřadů v krajině. Obecné problémy mokřadů. Mokřady České republiky. Sborník abstraktů z celostátního semináře k 25. Výročí Ramsarské konvence. JAVA Třeboň.

POLÁK V. (1989): Rašeliniště, jejich ochrana a kulturní význam. Rašeliniště a jejich racionální využívání. Dům techniky ČSVTS, České Budějovice.

PRACH K. (1994): Vegetační změny Mokřých Luk na Třeboňsku. *Příroda*, Praha.

PRACH K. (2008): Vegetation changes in a wet meadow komplex during the past half-century. *Folia Beobot* 43, 2008: 119 – 130.

PRACH K. (2000): Co vypovídají geobotanické studie o změnách a současném stavu třeboňské krajiny? Sborník Třeboňsko 2000 – Ekologie a ekonomika Třeboňska po dvaceti letech. ENKI, o. p. s., Třeboň. Správa CHKO Třeboňsko a národní komitét programu MaB (Člověk a biosféra) UNESCO, Třeboň.

RAMSAR CONVENTION (1971): Convention on wetlands of international importace especially as waterfowl habitat. Final Text adopted by the International Conference on the Wetlands and Waterfowl at Ramsar, Iran [on-line], citace [7. 2. 2011].

Dostupné na internetu: http://www.ramsar.org/cda/en/ramsar-documents-texts-convention-on-20708/main/ramsar/1-31-38%5E20708_4000_0__

RICHTER R. (1997): Půdní úrodnost. Institut výchovy a vzdělání Mze ČR, Praha.

RYCHNOVSKÁ M. (1985): Primární produkce a vazba sluneční energie v porostech. In: Rychnovská M, Balátová E., Úlehlová B., Pelikán J. (1985): Ekologie lučních porostů. Academia, Praha.

SLÁMA M. (2010): Vliv minerálního hnojení na primární produkci travinného mokřadního porostu. [Bakalářská práce], Zemědělská fakulta Jihočeské univerzity, České Budějovice.

SLAVÍKOVÁ J. (1986): Ekologie rostlin. Státní pedagogické nakladatelství, Praha.

SOUKUPOVÁ L. (1986): Strategie mokřadních travin. Kandidátská disertační práce, Třeboň.

SUCCOW M., JESCHKE L. (1986): Moore in der Landschaft. 1. Auflage. Urania Verlag, Leipzig, Jena, Berlin.

ŠANTRŮČKOVÁ H. (2001): Ekologie půdy. Biologická fakulta Jihočeské univerzity, Ústav půdní biologie AV ČR, České Budějovice.

ŠÁLEK J. (1996): Ochrana rybníků, mělkých nádrží a mokřadů v zemědělské krajině před znečištěním smyvy z okolního území. Rybníky a jiné umělé mělké vodní nádrže. Mokřady České republiky. Sborník abstraktů z celostátního semináře k 25. Výročí Ramsarské konvence. JAVA Třeboň.

ŠARAPATKA B., NIGGLI U., A KOLEKTIV (2008): Zemědělství a krajina: cesty k vzájemnému souladu. Univerzita Palackého, Olomouc.

TLAPÁK V. (1992): Činitele ovlivňující jakost vody. In: Tlapák V., Šálek J., Legát V. (1992): Voda v zemědělské krajině. Zemědělské nakladatelství Brázda ve spolupráci s MŽP ČR, Praha.

NEČAS J., KVĚT J. (1966): Hodnocení produktivity rostlin a porostů metodami růstové analýsy. In: Šesták Z., Čatský J. a kol. (1966): Metody studia fotosyntetické produkce rostlin. Academia, Praha.

ÚLEHLOVÁ B. (1987): Stanovení obsahu různých forem dusíku v půdě. In: Rychnovská M. a kol. (1987): Metody studia travinných ekosystémů. Academia, Praha.

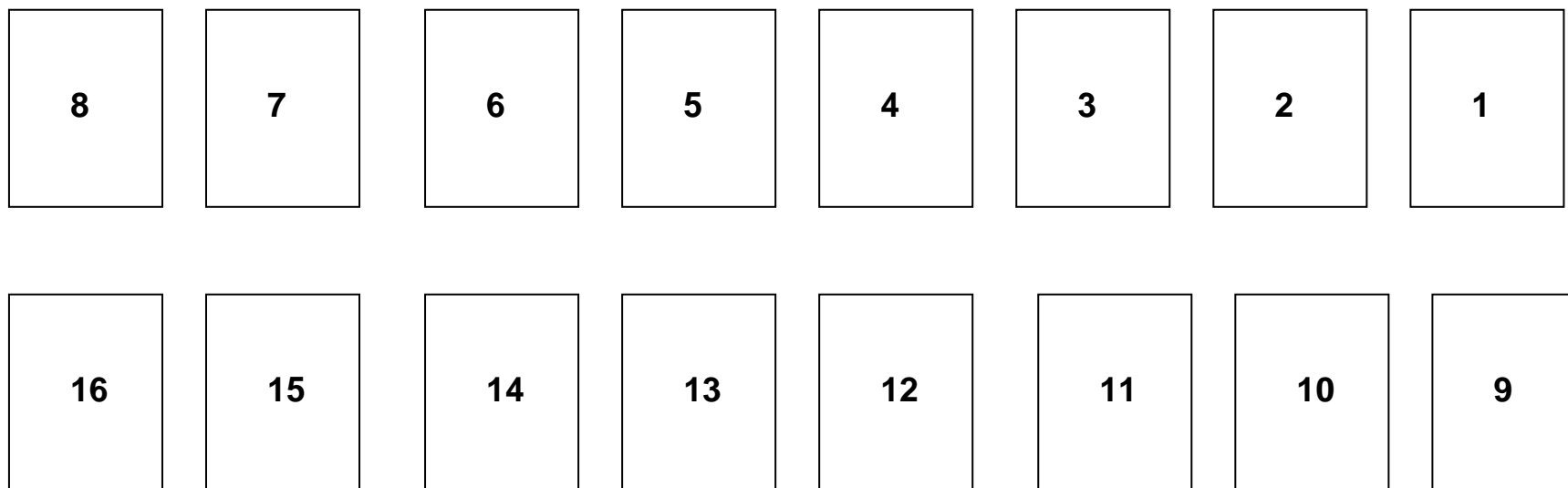
ÚLEHLOVÁ B. (1989): Koloběh dusíku v travních ekosystémech. Academia, Praha.

WASSERRAHMENRICHTLINIE (2000): Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlament und des Rates, zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik. Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften. [on-line], citace [7. 2. 2011]. Dostupné na internetu: http://www.wrrl-info.de/docs/00wrr_de.pdf

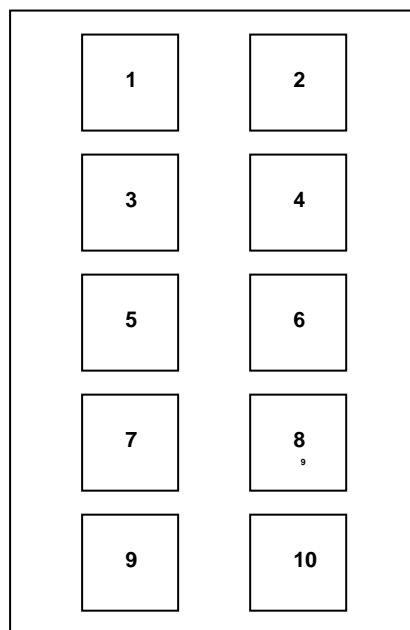
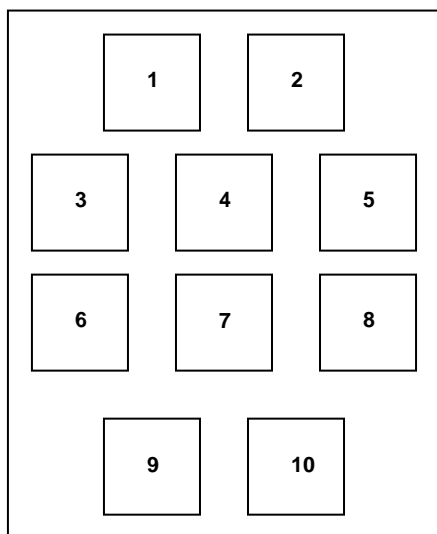
8. Přílohy

Příloha č. 1 - Číslování nádrží

Plot



Příloha č. 2 - Číslování nádob



Příloha č. 4 - Nádrž č. 14 - délka generativních odnoží (nahore) a vegetativních odnoží (dole) ve variantě s minerální půdou, nízkou hladinou vody a bez hnojení. (S. D. – směrodatná odchylka)

| Datum | Nádoba č. | | | | | | Průměr (cm) | S. D. | Variační koeficient % | Počet měření |
|-----------|-----------|----|----|----|----|----|-------------|-------|-----------------------|--------------|
| | 2 | 3 | 5 | 7 | 8 | 10 | | | | |
| 15.4.2010 | 21 | 24 | 19 | 22 | | 24 | 22,0 | 2,1 | 9,6 | 5 |
| 22.4.2010 | 26 | 32 | 23 | 29 | | 32 | 28,4 | 3,9 | 13,8 | 5 |
| 29.4.2010 | 34 | 39 | 30 | 34 | | 40 | 35,4 | 4,1 | 11,6 | 5 |
| 5.5.2010 | 42 | 44 | 37 | 39 | 41 | 46 | 41,5 | 3,3 | 7,9 | 6 |
| 13.5.2010 | 48 | 50 | 43 | 42 | 48 | 52 | 47,2 | 3,9 | 8,3 | 6 |
| 19.5.2010 | 52 | 52 | 46 | 45 | 51 | 55 | 50,2 | 3,9 | 7,7 | 6 |
| 6.6.2010 | 55 | 55 | 50 | 45 | 55 | 59 | 53,2 | 4,9 | 9,2 | 6 |
| 21.6.2010 | 55 | 55 | 50 | 45 | 55 | 59 | 53,2 | 4,9 | 9,2 | 6 |
| 13.7.2010 | 55 | 54 | 50 | 45 | 53 | 59 | 52,7 | 4,8 | 9,0 | 6 |
| 30.7.2010 | 54 | | 50 | | 53 | 59 | 54,0 | 3,7 | 6,9 | 4 |
| 23.8.2010 | | | | | | | | | | 0 |

| Datum | Nádoba č. | | | | | | Průměr (cm) | S. D. | Variační koeficient % | Počet měření |
|-----------|-----------|----|----|----|----|----|-------------|-------|-----------------------|--------------|
| | 2 | 3 | 5 | 7 | 8 | 10 | | | | |
| 15.4.2010 | | | | | 22 | | 22,0 | | | 1 |
| 22.4.2010 | | | | | 31 | | 31,0 | | | 1 |
| 29.4.2010 | | | | | 39 | | 39,0 | | | 1 |
| 5.5.2010 | 41 | 49 | 41 | 37 | 42 | 59 | 44,8 | 8,0 | 17,8 | 6 |
| 13.5.2010 | 50 | 56 | 48 | 42 | 48 | 65 | 51,5 | 8,0 | 15,5 | 6 |
| 19.5.2010 | 54 | 60 | 50 | 46 | 51 | 70 | 55,2 | 8,6 | 15,7 | 6 |
| 6.6.2010 | 60 | 66 | 59 | 49 | 55 | 72 | 60,2 | 8,1 | 13,4 | 6 |
| 21.6.2010 | 60 | 65 | 61 | 52 | 53 | 73 | 60,7 | 7,8 | 12,9 | 6 |
| 13.7.2010 | 60 | 66 | 60 | 52 | 53 | 73 | 60,7 | 7,9 | 13,1 | 6 |
| 30.7.2010 | 60 | 66 | 59 | 52 | 53 | 71 | 60,2 | 7,4 | 12,2 | 6 |
| 23.8.2010 | 55 | 65 | 53 | 51 | 45 | 47 | 52,7 | 7,1 | 13,5 | 6 |

Příloha č. 5 - Nádrž č. 8 - délka generativních odnoží (nahore) a vegetativních odnoží (dole) ve variantě s minerální půdou, nízkou hladinou vody a s hnojením. (S. D. – směrodatná odchylka)

| Datum | Nádoba č. | | | | | | Průměr (cm) | S. D. | Variační koeficient % | Počet měření |
|-----------|-----------|----|----|----|----|----|-------------|-------|-----------------------|--------------|
| | 1 | 4 | 6 | 7 | 9 | 10 | | | | |
| 15.4.2010 | 25 | 20 | 24 | 30 | | | 24,8 | 4,1 | 16,6 | 4 |
| 22.4.2010 | 35 | 24 | 32 | 38 | | | 32,3 | 6,0 | 18,7 | 4 |
| 29.4.2010 | 41 | 32 | 40 | 45 | | | 39,5 | 5,4 | 13,8 | 4 |
| 5.5.2010 | 51 | 42 | 47 | 49 | 64 | 62 | 52,5 | 8,7 | 16,6 | 6 |
| 13.5.2010 | 57 | 49 | 55 | 55 | 77 | 71 | 60,7 | 10,8 | 17,9 | 6 |
| 19.5.2010 | 59 | 51 | 57 | 57 | 80 | 73 | 62,8 | 11,1 | 17,7 | 6 |
| 6.6.2010 | 62 | 55 | 61 | 62 | 96 | 78 | 69,0 | 15,3 | 22,2 | 6 |
| 21.6.2010 | 61 | 55 | 61 | 61 | 89 | 76 | 67,2 | 12,8 | 19,0 | 6 |
| 13.7.2010 | 61 | 55 | 61 | 60 | 86 | 76 | 66,5 | 11,9 | 17,9 | 6 |
| 30.7.2010 | 61 | 54 | 61 | 59 | 86 | 76 | 66,2 | 12,2 | 18,4 | 6 |
| 23.8.2010 | | | | | 86 | 75 | | | | 2 |

| Datum | Nádoba č. | | | | | | Průměr (cm) | S. D. | Variační koeficient % | Počet měření |
|-----------|-----------|----|----|----|-----|----|-------------|-------|-----------------------|--------------|
| | 1 | 4 | 6 | 7 | 9 | 10 | | | | |
| 15.4.2010 | | | | | 26 | 24 | 25,0 | | | 2 |
| 22.4.2010 | | | | | 34 | 31 | 32,5 | | | 2 |
| 29.4.2010 | | | | | 49 | 41 | 45,0 | | | 2 |
| 5.5.2010 | 59 | 43 | 58 | 56 | 64 | 55 | 55,8 | 7,0 | 12,6 | 6 |
| 13.5.2010 | 70 | 53 | 69 | 65 | 76 | 66 | 66,5 | 7,7 | 11,5 | 6 |
| 19.5.2010 | 73 | 57 | 72 | 70 | 82 | 71 | 70,8 | 8,0 | 11,3 | 6 |
| 6.6.2010 | 81 | 72 | 83 | 82 | 89 | 86 | 82,2 | 5,8 | 7,0 | 6 |
| 21.6.2010 | 81 | 73 | 83 | 82 | 101 | 87 | 84,5 | 9,3 | 11,0 | 6 |
| 13.7.2010 | 81 | 73 | 82 | 82 | 101 | 87 | 84,3 | 9,3 | 11,1 | 6 |
| 30.7.2010 | 81 | 73 | 82 | 81 | 92 | 87 | 82,7 | 6,4 | 7,8 | 6 |
| 23.8.2010 | 77 | 71 | 82 | 81 | 91 | 87 | 81,5 | 7,1 | 8,7 | 6 |

Příloha č. 6 - Nádrž č. 11 - délka generativních odnoží (nahore) a vegetativních odnoží (dole) ve variantě s minerální půdou, nízkou hladinou vody a s hnojením. (S. D. – směrodatná odchylka)

| Datum | Nádoba č. | | | | | | Průměr (cm) | S. D. | Variační koeficient % | Počet měření |
|-----------|-----------|----|----|----|----|----|-------------|-------|-----------------------|--------------|
| | 4 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | | | | |
| 15.4.2010 | | 22 | | | 23 | 18 | 20,5 | 2,6 | 12,9 | 3 |
| 22.4.2010 | | 28 | | | 32 | 24 | 28,0 | 4,0 | 14,3 | 3 |
| 29.4.2010 | | 36 | | | 40 | 33 | 36,3 | 3,5 | 9,7 | 3 |
| 5.5.2010 | 49 | 45 | 44 | 54 | 50 | 42 | 47,3 | 4,5 | 9,4 | 6 |
| 13.5.2010 | 56 | 51 | 51 | 62 | 57 | 48 | 54,2 | 5,1 | 9,4 | 6 |
| 19.5.2010 | 58 | 53 | 55 | 66 | 60 | 48 | 56,7 | 6,2 | 10,9 | 6 |
| 6.6.2010 | 58 | 56 | 62 | 74 | 63 | 51 | 60,7 | 7,8 | 12,9 | 6 |
| 21.6.2010 | 58 | 56 | 61 | 74 | 58 | 51 | 59,7 | 7,8 | 13,0 | 6 |
| 13.7.2010 | 62 | 56 | 61 | 74 | 58 | 51 | 60,3 | 7,8 | 12,9 | 6 |
| 30.7.2010 | 62 | 56 | 60 | 74 | 58 | 47 | 59,5 | 8,8 | 14,8 | 6 |
| 23.8.2010 | | | | | | | | | | 0 |

| Datum | Nádoba č. | | | | | | Průměr (cm) | S. D. | Variační koeficient % | Počet měření |
|-----------|-----------|----|----|----|----|----|-------------|-------|-----------------------|--------------|
| | 4 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | | | | |
| 15.4.2010 | 21 | | 20 | 21 | | | 20,7 | | | 3 |
| 22.4.2010 | 29 | | 29 | 28 | | | 28,7 | | | 3 |
| 29.4.2010 | 35 | | 35 | 38 | | | 36,0 | | | 3 |
| 5.5.2010 | 43 | 51 | 43 | 48 | 52 | 44 | 46,8 | 4,1 | 8,7 | 6 |
| 13.5.2010 | 48 | 57 | 50 | 56 | 60 | 53 | 54,0 | 4,5 | 8,4 | 6 |
| 19.5.2010 | 53 | 62 | 54 | 61 | 63 | 55 | 58,0 | 4,5 | 7,7 | 6 |
| 6.6.2010 | 63 | 69 | 62 | 71 | 75 | 64 | 67,3 | 5,2 | 7,7 | 6 |
| 21.6.2010 | 63 | 71 | 65 | 73 | 75 | 64 | 68,5 | 5,1 | 7,5 | 6 |
| 13.7.2010 | 65 | 71 | 65 | 74 | 75 | 64 | 69,0 | 4,9 | 7,2 | 6 |
| 30.7.2010 | 64 | 70 | 65 | 74 | 75 | 66 | 69,0 | 4,7 | 6,9 | 6 |
| 23.8.2010 | 64 | 67 | 65 | 73 | 70 | 56 | 65,8 | 5,8 | 8,9 | 6 |

Příloha č. 7 - Nádrž č. 2 - délka generativních odnoží (nahore) a vegetativních odnoží (dole) ve variantě s minerální půdou, vysokou hladinou vody a bez hnojení. (S. D. – směrodatná odchylka)

| Datum | Nádoba č. | | | | | | Průměr (cm) | S. D. | Variační koeficient % | Počet měření |
|-----------|-----------|----|----|----|----|----|-------------|-------|-----------------------|--------------|
| | 4 | 5 | 7 | 8 | 9 | 10 | | | | |
| 15.4.2010 | 19 | 19 | 23 | | 21 | 21 | 20,6 | 1,7 | 8,1 | 5 |
| 22.4.2010 | 22 | 22 | 31 | | 25 | 26 | 25,2 | 3,7 | 14,7 | 5 |
| 29.4.2010 | 27 | 29 | 38 | | 31 | 32 | 31,4 | 4,2 | 13,2 | 5 |
| 5.5.2010 | 33 | 35 | 47 | 36 | 39 | 39 | 38,2 | 4,9 | 12,9 | 6 |
| 13.5.2010 | 43 | 40 | 57 | 44 | 47 | 52 | 47,2 | 6,3 | 13,4 | 6 |
| 19.5.2010 | 46 | 42 | 60 | 45 | 50 | 49 | 48,7 | 6,3 | 12,8 | 6 |
| 6.6.2010 | 53 | 45 | 67 | 53 | 56 | 55 | 54,8 | 7,1 | 13,0 | 6 |
| 21.6.2010 | 53 | 45 | 67 | 53 | 56 | 55 | 54,8 | 7,1 | 13,0 | 6 |
| 13.7.2010 | 51 | 45 | 67 | 52 | 55 | 55 | 54,2 | 7,3 | 13,4 | 6 |
| 30.7.2010 | 51 | 45 | 66 | 52 | 55 | 55 | 54,0 | 6,9 | 12,8 | 6 |
| 23.8.2010 | | | | | | | | | | 0 |

| Datum | Nádoba č. | | | | | | Průměr (cm) | S. D. | Variační koeficient % | Počet měření |
|-----------|-----------|----|----|----|----|----|-------------|-------|-----------------------|--------------|
| | 4 | 5 | 7 | 8 | 9 | 10 | | | | |
| 15.4.2010 | | | | 19 | | | 19,0 | | | 1 |
| 22.4.2010 | | | | 25 | | | 25,0 | | | 1 |
| 29.4.2010 | | | | 32 | | | 32,0 | | | 1 |
| 5.5.2010 | 40 | 41 | 47 | 40 | 44 | 42 | 42,3 | 2,7 | 6,5 | 6 |
| 13.5.2010 | 43 | 51 | 56 | 51 | 52 | 46 | 49,8 | 4,6 | 9,3 | 6 |
| 19.5.2010 | 50 | 55 | 59 | 54 | 57 | 55 | 55 | 3,0 | 5,5 | 6 |
| 6.6.2010 | 59 | 66 | 70 | 66 | 71 | 67 | 66,5 | 4,2 | 6,4 | 6 |
| 21.6.2010 | 61 | 66 | 72 | 66 | 75 | 67 | 67,8 | 5,0 | 7,3 | 6 |
| 13.7.2010 | 60 | 66 | 71 | 66 | 75 | 67 | 67,5 | 5,1 | 7,5 | 6 |
| 30.7.2010 | 60 | 66 | 71 | 65 | 75 | 67 | 67,3 | 5,2 | 7,7 | 6 |
| 23.8.2010 | 47 | 66 | 71 | 65 | 75 | 67 | 65,2 | 9,6 | 14,8 | 6 |

Příloha č. 8 - Nádrž č. 13 – délka generativních odnoží (nahore) a vegetativních odnoží (dole) ve variantě s minerální půdou, vysokou hladinou vody a bez hnojení. (S. D. – směrodatná odchylka)

| Datum | Nádoba č. | | | | | | Průměr (cm) | S. D. | Variační koeficient % | Počet měření |
|-----------|-----------|----|----|----|----|----|-------------|-------|-----------------------|--------------|
| | 1 | 4 | 5 | 8 | 9 | 10 | | | | |
| 15.4.2010 | 22 | 22 | 20 | | | 23 | 21,8 | 1,3 | 5,8 | 4 |
| 22.4.2010 | 30 | 27 | 25 | | | 29 | 27,8 | 2,2 | 8,0 | 4 |
| 29.4.2010 | 37 | 34 | 34 | | | 37 | 35,5 | 1,7 | 4,9 | 4 |
| 5.5.2010 | 43 | 40 | 43 | 40 | 49 | 45 | 43,3 | 3,4 | 7,8 | 6 |
| 13.5.2010 | 50 | 47 | 51 | 48 | 58 | 51 | 50,8 | 3,9 | 7,6 | 6 |
| 19.5.2010 | 51 | 51 | 53 | 50 | 60 | 54 | 53,2 | 3,7 | 6,9 | 6 |
| 6.6.2010 | 53 | 54 | 58 | 57 | 63 | 55 | 56,7 | 3,6 | 6,4 | 6 |
| 21.6.2010 | 53 | 55 | 58 | 57 | 63 | 55 | 56,8 | 3,5 | 6,1 | 6 |
| 13.7.2010 | 52 | 55 | 57 | 57 | 62 | 54 | 56,2 | 3,4 | 6,1 | 6 |
| 30.7.2010 | 52 | 54 | 57 | 57 | 62 | | 56,4 | 3,8 | 6,7 | 5 |
| 23.8.2010 | | | | | | | | | | 0 |

| Datum | Nádoba č. | | | | | | Průměr (cm) | S. D. | Variační koeficient % | Počet měření |
|-----------|-----------|----|----|----|----|----|-------------|-------|-----------------------|--------------|
| | 1 | 4 | 5 | 8 | 9 | 10 | | | | |
| 15.4.2010 | | | | 20 | 17 | | 18,5 | | | 2 |
| 22.4.2010 | | | | 27 | 26 | | 26,5 | | | 2 |
| 29.4.2010 | | | | 37 | 35 | | 36,0 | | | 2 |
| 5.5.2010 | 55 | 48 | 54 | 43 | 52 | 52 | 50,7 | 4,5 | 8,8 | 6 |
| 13.5.2010 | 62 | 54 | 63 | 50 | 52 | 60 | 56,8 | 5,5 | 9,7 | 6 |
| 19.5.2010 | 68 | 56 | 67 | 53 | 54 | 62 | 60 | 6,6 | 11,0 | 6 |
| 6.6.2010 | 74 | 66 | 77 | 62 | 62 | 68 | 68,2 | 6,2 | 9,1 | 6 |
| 21.6.2010 | 74 | 66 | 78 | 62 | 62 | 68 | 68,3 | 6,5 | 9,5 | 6 |
| 13.7.2010 | 73 | 66 | 78 | 61 | 62 | 68 | 68,0 | 6,5 | 9,6 | 6 |
| 30.7.2010 | 73 | 66 | 77 | 61 | 62 | 68 | 67,8 | 6,2 | 9,2 | 6 |
| 23.8.2010 | 70 | 66 | 77 | 60 | 62 | 64 | 66,5 | 6,2 | 9,3 | 6 |

Příloha č. 9 - Nádrž č. 12 – délka generativních odnoží (nahore) a vegetativních odnoží (dole) ve variantě s minerální půdou, vysokou hladinou vody a s hnojením. (S. D. – směrodatná odchylka)

| Datum | Nádoba č. | | | | | | Průměr (cm) | S. D. | Variační koeficient % | Počet měření |
|-----------|-----------|----|----|----|----|----|-------------|-------|-----------------------|--------------|
| | 2 | 3 | 5 | 7 | 8 | 10 | | | | |
| 15.4.2010 | 21 | 24 | 24 | 22 | | | 22,8 | 1,5 | 6,6 | 4 |
| 22.4.2010 | 25 | 30 | 30 | 27 | | | 28,0 | 2,4 | 8,7 | 4 |
| 29.4.2010 | 31 | 37 | 39 | 35 | | | 35,5 | 3,4 | 9,6 | 4 |
| 5.5.2010 | 37 | 43 | 48 | 42 | 52 | 53 | 45,8 | 6,2 | 13,6 | 6 |
| 13.5.2010 | 41 | 48 | 53 | 49 | 58 | 60 | 51,5 | 7,0 | 13,6 | 6 |
| 19.5.2010 | 44 | 52 | 58 | 52 | 61 | 65 | 55,3 | 7,5 | 13,6 | 6 |
| 6.6.2010 | 45 | 56 | 62 | 59 | 66 | 75 | 60,5 | 10,1 | 16,6 | 6 |
| 21.6.2010 | 45 | 54 | 62 | 59 | 66 | 77 | 60,5 | 10,9 | 17,9 | 6 |
| 13.7.2010 | 45 | 54 | 60 | 59 | 66 | 76 | 60,0 | 10,5 | 17,5 | 6 |
| 30.7.2010 | 45 | 54 | 60 | 59 | 66 | 76 | 60,0 | 10,5 | 17,5 | 6 |
| 23.8.2010 | | | | | | 75 | | | | 1 |

| Datum | Nádoba č. | | | | | | Průměr (cm) | S. D. | Variační koeficient % | Počet měření |
|-----------|-----------|----|----|----|----|----|-------------|-------|-----------------------|--------------|
| | 2 | 3 | 5 | 7 | 8 | 10 | | | | |
| 15.4.2010 | | | | | 21 | 24 | 22,5 | 2,1 | 9,4 | 2 |
| 22.4.2010 | | | | | 28 | 33 | 30,5 | 3,5 | 11,6 | 2 |
| 29.4.2010 | | | | | 39 | 44 | 41,5 | 3,5 | 8,5 | 2 |
| 5.5.2010 | 51 | 48 | 43 | 50 | 47 | 51 | 48,3 | 3,1 | 6,4 | 6 |
| 13.5.2010 | 55 | 57 | 48 | 59 | 53 | 59 | 55,2 | 4,2 | 7,6 | 6 |
| 19.5.2010 | 59 | 60 | 52 | 62 | 60 | 62 | 59,2 | 3,7 | 6,3 | 6 |
| 6.6.2010 | 61 | 71 | 61 | 74 | 68 | 76 | 68,5 | 6,4 | 9,4 | 6 |
| 21.6.2010 | 61 | 71 | 64 | 74 | 68 | 77 | 69,2 | 6,0 | 8,7 | 6 |
| 13.7.2010 | 65 | 71 | 62 | 73 | 68 | 77 | 69,3 | 5,5 | 7,9 | 6 |
| 30.7.2010 | 68 | 71 | 62 | 72 | 68 | 78 | 69,8 | 5,3 | 7,6 | 6 |
| 23.8.2010 | 68 | 70 | 62 | 72 | 61 | 77 | 68,3 | 6,1 | 8,9 | 6 |

Příloha č. 10 - Nádrž č. 16 – délka generativních odnoží (nahore) a vegetativních odnoží (dole) ve variantě s minerální půdou, vysokou hladinou vody a s hnojením. (S. D. – směrodatná odchylka)

| Datum | Nádoba č. | | | | | | Průměr (cm) | S. D. | Variační koeficient % | Počet měření |
|-----------|-----------|----|----|----|----|----|-------------|-------|-----------------------|--------------|
| | 3 | 4 | 5 | 6 | 9 | 10 | | | | |
| 15.4.2010 | | 25 | 25 | 27 | 24 | 23 | 24,8 | 1,5 | 6,0 | 5 |
| 22.4.2010 | | 31 | 33 | 33 | 32 | 31 | 32,0 | 1,0 | 3,1 | 5 |
| 29.4.2010 | | 40 | 43 | 43 | 43 | 40 | 41,8 | 1,6 | 3,9 | 5 |
| 5.5.2010 | 59 | 48 | 55 | 51 | 54 | 49 | 52,7 | 4,1 | 7,8 | 6 |
| 13.5.2010 | 68 | 55 | 63 | 56 | 60 | 57 | 59,8 | 5,0 | 8,3 | 6 |
| 19.5.2010 | 70 | 58 | 66 | 58 | 63 | 60 | 62,5 | 4,8 | 7,7 | 6 |
| 6.6.2010 | 77 | 62 | 71 | 62 | 68 | 64 | 67,3 | 5,9 | 8,8 | 6 |
| 21.6.2010 | 77 | 62 | 73 | 62 | 68 | 64 | 67,7 | 6,2 | 9,2 | 6 |
| 13.7.2010 | 76 | 61 | 73 | 61 | 67 | 63 | 66,8 | 6,4 | 9,6 | 6 |
| 30.7.2010 | 76 | 60 | 73 | 61 | 66 | 62 | 66,3 | 6,7 | 10,1 | 6 |
| 23.8.2010 | 75 | | 72 | | | | | | | 2 |

| Datum | Nádoba č. | | | | | | Průměr (cm) | S. D. | Variační koeficient % | Počet měření |
|-----------|-----------|----|----|----|----|----|-------------|-------|-----------------------|--------------|
| | 3 | 4 | 5 | 6 | 9 | 10 | | | | |
| 15.4.2010 | 27 | | | | | | 27,0 | | | 1 |
| 22.4.2010 | 34 | | | | | | 34,0 | | | 1 |
| 29.4.2010 | 42 | | | | | | 42,0 | | | 1 |
| 5.5.2010 | 52 | 50 | 47 | 51 | 43 | 52 | 49,2 | 3,5 | 7,2 | 6 |
| 13.5.2010 | 60 | 57 | 60 | 56 | 55 | 61 | 58,2 | 2,5 | 4,3 | 6 |
| 19.5.2010 | 64 | 62 | 66 | 60 | 57 | 65 | 62,3 | 3,4 | 5,4 | 6 |
| 6.6.2010 | 77 | 62 | 77 | 62 | 62 | 79 | 69,8 | 8,6 | 12,3 | 6 |
| 21.6.2010 | 77 | 62 | 77 | 62 | 62 | 79 | 69,8 | 8,6 | 12,3 | 6 |
| 13.7.2010 | 77 | 62 | 77 | 56 | 61 | 77 | 68,3 | 9,7 | 14,2 | 6 |
| 30.7.2010 | 76 | 61 | 76 | 62 | 61 | 77 | 68,8 | 8,2 | 12,0 | 6 |
| 23.8.2010 | 76 | 61 | 76 | 61 | 58 | 67 | 66,5 | 7,9 | 11,9 | 6 |

Příloha č. 11 - Nádrž č. 1 – délka generativních odnoží (nahore) a vegetativních odnoží (dole) ve variantě s organickou půdou, nízkou hladinou vody a bez hnojení. (S. D. – směrodatná odchylka)

| Datum | Nádoba č. | | | | | | Průměr (cm) | S. D. | Variační koeficient % | Počet měření |
|-----------|-----------|----|----|----|----|----|-------------|-------|-----------------------|--------------|
| | 2 | 4 | 5 | 6 | 8 | 9 | | | | |
| 15.4.2010 | 24 | 29 | 21 | 29 | 23 | 22 | 24,7 | 3,5 | 14,2 | 6 |
| 22.4.2010 | 29 | 33 | 25 | 32 | 26 | 25 | 28,3 | 3,6 | 12,6 | 6 |
| 29.4.2010 | 37 | 39 | 28 | 39 | 34 | 33 | 35,0 | 4,2 | 12,1 | 6 |
| 5.5.2010 | 45 | 52 | 29 | 50 | 44 | 42 | 43,7 | 8,1 | 18,6 | 6 |
| 13.5.2010 | 53 | 64 | 29 | 57 | 52 | 51 | 51,0 | 11,8 | 23,1 | 6 |
| 19.5.2010 | 55 | 67 | 29 | 60 | 55 | 54 | 53,3 | 12,9 | 24,1 | 6 |
| 6.6.2010 | 60 | 74 | 29 | 64 | 60 | 60 | 57,8 | 15,1 | 26,2 | 6 |
| 21.6.2010 | 60 | 74 | 29 | 64 | 60 | 60 | 57,8 | 15,1 | 26,2 | 6 |
| 13.7.2010 | 60 | 74 | | 64 | 60 | 61 | 63,8 | 5,9 | 9,3 | 5 |
| 30.7.2010 | 60 | 74 | | 60 | 60 | 61 | 63,0 | 6,2 | 9,8 | 5 |
| 23.8.2010 | | | | | | | | | | 0 |

| Datum | Nádoba č. | | | | | | Průměr (cm) | S. D. | Variační koeficient % | Počet měření |
|-----------|-----------|----|----|----|----|----|-------------|-------|-----------------------|--------------|
| | 2 | 4 | 5 | 6 | 8 | 9 | | | | |
| 15.4.2010 | | | | | | | | | | 0 |
| 22.4.2010 | | | | | | | | | | 0 |
| 29.4.2010 | | | | | | | | | | 0 |
| 5.5.2010 | 41 | 56 | 46 | 57 | 46 | 46 | 48,7 | 6,4 | 13,1 | 6 |
| 13.5.2010 | 51 | 68 | 59 | 71 | 55 | 56 | 60,0 | 7,8 | 13,1 | 6 |
| 19.5.2010 | 55 | 71 | 63 | 76 | 58 | 58 | 63,5 | 8,3 | 13,1 | 6 |
| 6.6.2010 | 72 | 85 | 74 | 88 | 67 | 71 | 76,2 | 8,4 | 11,0 | 6 |
| 21.6.2010 | 72 | 86 | 74 | 88 | 67 | 71 | 76,3 | 8,6 | 11,3 | 6 |
| 13.7.2010 | 72 | 83 | 74 | 88 | 56 | 71 | 74,0 | 11,1 | 15,0 | 6 |
| 30.7.2010 | 72 | 83 | 74 | 87 | 56 | 71 | 73,8 | 10,8 | 14,7 | 6 |
| 23.8.2010 | 72 | 82 | 74 | 86 | 52 | 67 | 72,2 | 12,0 | 16,7 | 6 |

Příloha č. 12 - Nádrž č. 6 – délka generativních odnoží (nahore) a vegetativních odnoží (dole) ve variantě s organickou půdou, nízkou hladinou vody a bez hnojení. (S. D. – směrodatná odchylka)

| Datum | Nádoba č. | | | | | | Průměr (cm) | S. D. | Variační koeficient % | Počet měření |
|-----------|-----------|----|----|----|----|----|-------------|-------|-----------------------|--------------|
| | 1 | 3 | 5 | 8 | 9 | 10 | | | | |
| 15.4.2010 | 23 | 27 | 22 | 26 | 23 | 30 | 25,2 | 3,1 | 12,2 | 6 |
| 22.4.2010 | 27 | 31 | 26 | 31 | 25 | 37 | 29,5 | 4,5 | 15,1 | 6 |
| 29.4.2010 | 33 | 34 | 32 | 39 | 31 | 47 | 36,0 | 6,1 | 16,9 | 6 |
| 5.5.2010 | 41 | 43 | 42 | 51 | 44 | 61 | 47,0 | 7,7 | 16,4 | 6 |
| 13.5.2010 | 50 | 52 | 51 | 61 | 54 | 71 | 56,5 | 8,1 | 14,4 | 6 |
| 19.5.2010 | 54 | 55 | 51 | 58 | 58 | 74 | 58,3 | 8,1 | 13,9 | 6 |
| 6.6.2010 | 60 | 59 | 58 | 67 | 65 | 81 | 65,0 | 8,6 | 13,2 | 6 |
| 21.6.2010 | 61 | 59 | 58 | 67 | 65 | 81 | 65,2 | 8,5 | 13,0 | 6 |
| 13.7.2010 | 61 | 59 | 58 | 67 | 63 | 81 | 64,8 | 8,5 | 13,2 | 6 |
| 30.7.2010 | 61 | 59 | 80 | 68 | | 81 | 69,8 | 10,3 | 14,8 | 5 |
| 23.8.2010 | | | 38 | | | | | | | 1 |

| Datum | Nádoba č. | | | | | | Průměr (cm) | S. D. | Variační koeficient % | Počet měření |
|-----------|-----------|----|----|----|----|----|-------------|-------|-----------------------|--------------|
| | 1 | 3 | 5 | 8 | 9 | 10 | | | | |
| 15.4.2010 | | | | | | | | | | 0 |
| 22.4.2010 | | | | | | | | | | 0 |
| 29.4.2010 | | | | | | | | | | 0 |
| 5.5.2010 | 47 | 43 | 43 | 43 | 47 | 44 | 44,5 | 2,0 | 4,4 | 6 |
| 13.5.2010 | 58 | 50 | 54 | 52 | 58 | 53 | 54,2 | 3,3 | 6,0 | 6 |
| 19.5.2010 | 62 | 54 | 60 | 56 | 60 | 57 | 58,2 | 3,0 | 5,1 | 6 |
| 6.6.2010 | 73 | 68 | 73 | 68 | 75 | 69 | 71,0 | 3,0 | 4,3 | 6 |
| 21.6.2010 | 75 | 74 | 80 | 70 | 75 | 69 | 73,8 | 4,0 | 5,4 | 6 |
| 13.7.2010 | 60 | 74 | 80 | 71 | 75 | 69 | 71,5 | 6,8 | 9,5 | 6 |
| 30.7.2010 | 58 | 73 | 57 | 71 | 75 | 69 | 67,2 | 7,8 | 11,5 | 6 |
| 23.8.2010 | 58 | 73 | 72 | 71 | 74 | 66 | 69,0 | 6,1 | 8,8 | 6 |

Příloha č. 13 - Nádrž č. 7 – délka generativních odnoží (nahore) a vegetativních odnoží (dole) ve variantě s organickou půdou, nízkou hladinou vody a s hnojením. (S. D. – směrodatná odchylka)

| Datum | Nádoba č. | | | | | | Průměr (cm) | S. D. | Variační koeficient % | Počet měření |
|-----------|-----------|----|----|----|----|----|-------------|-------|-----------------------|--------------|
| | 2 | 4 | 5 | 7 | 9 | 10 | | | | |
| 15.4.2010 | 27 | 20 | 27 | 28 | 27 | 28 | 26,2 | 3,1 | 11,7 | 6 |
| 22.4.2010 | 32 | 25 | 31 | 32 | 31 | 32 | 30,5 | 2,7 | 9,0 | 6 |
| 29.4.2010 | 42 | 35 | 39 | 38 | 40 | 35 | 38,2 | 2,8 | 7,3 | 6 |
| 5.5.2010 | 56 | 46 | 49 | 48 | 53 | 45 | 49,5 | 4,2 | 8,5 | 6 |
| 13.5.2010 | 66 | 55 | 58 | 60 | 61 | 50 | 58,3 | 5,5 | 9,4 | 6 |
| 19.5.2010 | 70 | 58 | 61 | 63 | 65 | 51 | 61,3 | 6,5 | 10,5 | 6 |
| 6.6.2010 | 77 | 65 | 65 | 71 | 72 | 51 | 66,8 | 9,0 | 13,5 | 6 |
| 21.6.2010 | 77 | 65 | 65 | 71 | 72 | 52 | 67,0 | 8,6 | 12,9 | 6 |
| 13.7.2010 | 77 | 65 | 64 | 69 | 72 | 52 | 66,5 | 8,5 | 12,9 | 6 |
| 30.7.2010 | 77 | 64 | 64 | 69 | 72 | 51 | 66,2 | 8,9 | 13,5 | 6 |
| 23.8.2010 | 75 | | | 48 | | | | | | 2 |

| Datum | Nádoba č. | | | | | | Průměr (cm) | S. D. | Variační koeficient % | Počet měření |
|-----------|-----------|----|----|----|----|----|-------------|-------|-----------------------|--------------|
| | 2 | 4 | 5 | 7 | 9 | 10 | | | | |
| 15.4.2010 | | | | | | | | | | |
| 22.4.2010 | | | | | | | | | | |
| 29.4.2010 | | | | | | | | | | |
| 5.5.2010 | 50 | 42 | 46 | 51 | 40 | 47 | 46,0 | 4,3 | 9,4 | 6 |
| 13.5.2010 | 60 | 55 | 53 | 65 | 52 | 55 | 56,7 | 4,9 | 8,7 | 6 |
| 19.5.2010 | 63 | 59 | 57 | 69 | 56 | 57 | 60,2 | 5,0 | 8,3 | 6 |
| 6.6.2010 | 74 | 72 | 67 | 81 | 73 | 68 | 72,5 | 5,0 | 6,9 | 6 |
| 21.6.2010 | 75 | 74 | 70 | 81 | 74 | 68 | 73,7 | 4,5 | 6,1 | 6 |
| 13.7.2010 | 75 | 74 | 70 | 81 | 74 | 67 | 73,5 | 4,8 | 6,5 | 6 |
| 30.7.2010 | 75 | 74 | 69 | 81 | 73 | 67 | 73,2 | 4,9 | 6,7 | 6 |
| 23.8.2010 | 75 | 73 | 66 | 80 | 73 | 66 | 72,2 | 5,4 | 7,5 | 6 |

Příloha č. 14 - Nádrž č. 15 – délka generativních odnoží (nahore) a vegetativních odnoží (dole) ve variantě s organickou půdou, nízkou hladinou vody a s hnojením. (S. D. – směrodatná odchylka)

| Datum | Nádoba č. | | | | | | Průměr (cm) | S. D. | Variační koeficient % | Počet měření |
|-----------|-----------|----|----|----|----|----|-------------|-------|-----------------------|--------------|
| | 2 | 3 | 4 | 5 | 7 | 9 | | | | |
| 15.4.2010 | 27 | 25 | 26 | 21 | | 22 | 24,2 | 2,6 | 10,7 | 5 |
| 22.4.2010 | 32 | 28 | 31 | 27 | | 28 | 29,2 | 2,2 | 7,4 | 5 |
| 29.4.2010 | 41 | 37 | 41 | 36 | | 36 | 38,2 | 2,6 | 6,8 | 5 |
| 5.5.2010 | 51 | 48 | 54 | 53 | 43 | 40 | 48,2 | 5,6 | 11,7 | 6 |
| 13.5.2010 | 64 | 56 | 65 | 59 | 50 | 47 | 56,8 | 7,3 | 12,9 | 6 |
| 19.5.2010 | 66 | 60 | 69 | 63 | 53 | 50 | 60,2 | 7,4 | 12,3 | 6 |
| 6.6.2010 | 75 | 67 | 77 | 65 | 58 | 51 | 65,5 | 9,9 | 15,1 | 6 |
| 21.6.2010 | 76 | 68 | 77 | 68 | 58 | 51 | 66,3 | 10,2 | 15,3 | 6 |
| 13.7.2010 | 74 | 69 | 77 | 68 | 40 | 51 | 63,2 | 14,5 | 23,0 | 6 |
| 30.7.2010 | 74 | 68 | 75 | 68 | | 51 | 67,2 | 9,6 | 14,3 | 5 |
| 23.8.2010 | | | | 55 | | | | | | 1 |

| Datum | Nádoba č. | | | | | | Průměr (cm) | S. D. | Variační koeficient % | Počet měření |
|-----------|-----------|----|----|----|----|----|-------------|-------|-----------------------|--------------|
| | 2 | 3 | 4 | 5 | 7 | 9 | | | | |
| 15.4.2010 | | | | | 25 | | 25,0 | | | 1 |
| 22.4.2010 | | | | | 31 | | 31,0 | | | 1 |
| 29.4.2010 | | | | | 37 | | 37,0 | | | 1 |
| 5.5.2010 | 57 | 41 | 56 | 45 | 49 | 49 | 49,5 | 6,2 | 12,5 | 6 |
| 13.5.2010 | 70 | 52 | 66 | 53 | 60 | 58 | 59,8 | 7,1 | 11,9 | 6 |
| 19.5.2010 | 74 | 55 | 73 | 59 | 66 | 62 | 64,8 | 7,6 | 11,8 | 6 |
| 6.6.2010 | 78 | 69 | 84 | 70 | 83 | 66 | 75,0 | 7,7 | 10,3 | 6 |
| 21.6.2010 | 79 | 70 | 86 | 74 | 83 | 66 | 76,3 | 7,7 | 10,1 | 6 |
| 13.7.2010 | 70 | 69 | 86 | 63 | 83 | 66 | 72,8 | 9,4 | 12,9 | 6 |
| 30.7.2010 | 70 | 69 | 86 | 72 | 79 | 66 | 73,7 | 7,4 | 10,1 | 6 |
| 23.8.2010 | 70 | 68 | 85 | 72 | 79 | 59 | 72,2 | 9,0 | 12,5 | 6 |

Příloha č. 15 - Nádrž č. 5 – délka generativních odnoží (nahore) a vegetativních odnoží (dole) ve variantě s organickou půdou, vysokou hladinou vody a bez hnojení. (S. D. – směrodatná odchylka)

| Datum | Nádoba č. | | | | | | Průměr (cm) | S. D. | Variační koeficient % | Počet měření |
|-----------|-----------|----|----|----|----|----|-------------|-------|-----------------------|--------------|
| | 1 | 3 | 5 | 8 | 9 | 10 | | | | |
| 15.4.2010 | 20 | 21 | 19 | 21 | 21 | 18 | 20,0 | 1,3 | 6,3 | 6 |
| 22.4.2010 | 24 | 25 | 24 | 24 | 24 | 22 | 23,8 | 1,0 | 4,1 | 6 |
| 29.4.2010 | 28 | 34 | 29 | 28 | 29 | 26 | 29,0 | 2,7 | 9,3 | 6 |
| 5.5.2010 | 36 | 43 | 36 | 38 | 37 | 34 | 37,3 | 3,1 | 8,2 | 6 |
| 13.5.2010 | 44 | 51 | 43 | 48 | 47 | 41 | 45,7 | 3,7 | 8,0 | 6 |
| 19.5.2010 | 47 | 54 | 46 | 53 | 49 | 44 | 48,8 | 4,0 | 8,1 | 6 |
| 6.6.2010 | 56 | 64 | 50 | 64 | 56 | 52 | 57,0 | 5,9 | 10,3 | 6 |
| 21.6.2010 | 56 | 65 | 50 | 65 | 56 | 52 | 57,3 | 6,4 | 11,1 | 6 |
| 13.7.2010 | 56 | 65 | 51 | 64 | 56 | 52 | 57,3 | 5,9 | 10,3 | 6 |
| 30.7.2010 | 55 | 63 | 49 | 64 | 55 | 52 | 56,3 | 6,0 | 10,6 | 6 |
| 23.8.2010 | | | | | | | | | | 0 |

| Datum | Nádoba č. | | | | | | Průměr (cm) | S. D. | Variační koeficient % | Počet měření |
|-----------|-----------|----|----|----|----|----|-------------|-------|-----------------------|--------------|
| | 1 | 3 | 5 | 8 | 9 | 10 | | | | |
| 15.4.2010 | | | | | | | | | | 0 |
| 22.4.2010 | | | | | | | | | | 0 |
| 29.4.2010 | | | | | | | | | | 0 |
| 5.5.2010 | 38 | 54 | 40 | 39 | 33 | 39 | 40,5 | 7,1 | 17,4 | 6 |
| 13.5.2010 | 48 | 68 | 50 | 47 | 42 | 45 | 50,0 | 9,2 | 18,5 | 6 |
| 19.5.2010 | 54 | 71 | 54 | 50 | 44 | 49 | 53,7 | 9,3 | 17,3 | 6 |
| 6.6.2010 | 66 | 84 | 67 | 58 | 57 | 62 | 65,7 | 9,9 | 15,0 | 6 |
| 21.6.2010 | 69 | 85 | 67 | 60 | 59 | 63 | 67,2 | 9,6 | 14,2 | 6 |
| 13.7.2010 | 69 | 81 | 67 | 60 | 59 | 62 | 66,3 | 8,2 | 12,3 | 6 |
| 30.7.2010 | 69 | 82 | 67 | 53 | 58 | 61 | 65,0 | 10,2 | 15,7 | 6 |
| 23.8.2010 | 67 | 83 | 67 | 53 | 58 | 61 | 64,8 | 10,4 | 16,0 | 6 |

Příloha č. 16 - Nádrž č. 9 – délka generativních odnoží (nahore) a vegetativních odnoží (dole) ve variantě s organickou půdou, vysokou hladinou vody a bez hnojení. (S. D. – směrodatná odchylka)

| Datum | Nádoba č. | | | | | | Průměr (cm) | S. D. | Variační koeficient % | Počet měření |
|-----------|-----------|----|----|----|----|----|-------------|-------|-----------------------|--------------|
| | 1 | 4 | 5 | 6 | 7 | 9 | | | | |
| 15.4.2010 | 25 | 23 | 25 | 28 | 25 | 29 | 25,8 | 2,2 | 8,6 | 6 |
| 22.4.2010 | 29 | 27 | 29 | 34 | 32 | 34 | 30,8 | 2,9 | 9,5 | 6 |
| 29.4.2010 | 33 | 32 | 35 | 42 | 41 | 44 | 37,8 | 5,1 | 13,5 | 6 |
| 5.5.2010 | 39 | 38 | 44 | 52 | 55 | 54 | 47,0 | 7,6 | 16,3 | 6 |
| 13.5.2010 | 46 | 47 | 53 | 61 | 64 | 66 | 56,2 | 8,7 | 15,5 | 6 |
| 19.5.2010 | 49 | 52 | 59 | 66 | 67 | 69 | 60,3 | 8,4 | 13,9 | 6 |
| 6.6.2010 | 50 | 58 | 69 | 77 | 75 | 78 | 67,8 | 11,4 | 16,9 | 6 |
| 21.6.2010 | 51 | 58 | 69 | 77 | 75 | 80 | 68,3 | 11,5 | 16,9 | 6 |
| 13.7.2010 | 50 | 57 | 70 | 75 | 74 | 80 | 67,7 | 11,6 | 17,2 | 6 |
| 30.7.2010 | 50 | 57 | 74 | 75 | 74 | 78 | 68,0 | 11,5 | 17,0 | 6 |
| 23.8.2010 | | | | | | 78 | | | | 1 |

| Datum | Nádoba č. | | | | | | Průměr (cm) | S. D. | Variační koeficient % | Počet měření |
|-----------|-----------|----|----|----|----|----|-------------|-------|-----------------------|--------------|
| | 1 | 4 | 5 | 6 | 7 | 9 | | | | |
| 15.4.2010 | | | | | | | | | | 0 |
| 22.4.2010 | | | | | | | | | | 0 |
| 29.4.2010 | | | | | | | | | | 0 |
| 5.5.2010 | 46 | 46 | 52 | 42 | 46 | 48 | 46,7 | 3,3 | 7,0 | 6 |
| 13.5.2010 | 53 | 53 | 63 | 53 | 58 | 60 | 56,7 | 4,3 | 7,6 | 6 |
| 19.5.2010 | 58 | 60 | 65 | 58 | 63 | 64 | 61,3 | 3,1 | 5,0 | 6 |
| 6.6.2010 | 68 | 72 | 75 | 73 | 73 | 84 | 74,2 | 5,3 | 7,2 | 6 |
| 21.6.2010 | 70 | 74 | 75 | 73 | 73 | 90 | 75,8 | 7,1 | 9,4 | 6 |
| 13.7.2010 | 70 | 74 | 74 | 73 | 73 | 90 | 75,7 | 7,2 | 9,5 | 6 |
| 30.7.2010 | 70 | 74 | 73 | 73 | 73 | 90 | 75,5 | 7,2 | 9,6 | 6 |
| 23.8.2010 | 70 | 74 | 72 | 73 | 74 | 90 | 75,5 | 7,3 | 9,6 | 6 |

Příloha č. 17 - Nádrž č. 3 – délka generativních odnoží (nahore) a vegetativních odnoží (dole) ve variantě s organickou půdou, vysokou hladinou vody a s hnojením. (S. D. – směrodatná odchylka)

| Datum | Nádoba č. | | | | | | Průměr (cm) | S. D. | Variační koeficient % | Počet měření |
|-----------|-----------|----|----|----|----|----|-------------|-------|-----------------------|--------------|
| | 3 | 4 | 6 | 7 | 8 | 10 | | | | |
| 15.4.2010 | | 28 | 28 | 26 | 28 | 25 | 27,0 | 1,4 | 5,2 | 5 |
| 22.4.2010 | | 31 | 32 | 30 | 32 | 28 | 30,6 | 1,7 | 5,5 | 5 |
| 29.4.2010 | | 37 | 40 | 38 | 38 | 35 | 37,6 | 1,8 | 4,8 | 5 |
| 5.5.2010 | 46 | 47 | 51 | 48 | 51 | 44 | 47,8 | 2,8 | 5,8 | 6 |
| 13.5.2010 | 54 | 56 | 60 | 57 | 60 | 55 | 57,0 | 2,5 | 4,4 | 6 |
| 19.5.2010 | 56 | 59 | 64 | 60 | 62 | 58 | 59,8 | 2,9 | 4,8 | 6 |
| 6.6.2010 | 62 | 65 | 68 | 64 | 65 | 65 | 64,8 | 1,9 | 3,0 | 6 |
| 21.6.2010 | 62 | 65 | 68 | 64 | 65 | 65 | 64,8 | 1,9 | 3,0 | 6 |
| 13.7.2010 | 61 | 64 | 68 | 64 | 65 | 65 | 64,5 | 2,3 | 3,5 | 6 |
| 30.7.2010 | 61 | 62 | 68 | 69 | 64 | 64 | 64,7 | 3,2 | 5,0 | 6 |
| 23.8.2010 | 37 | 51 | | | | | | | | 2 |

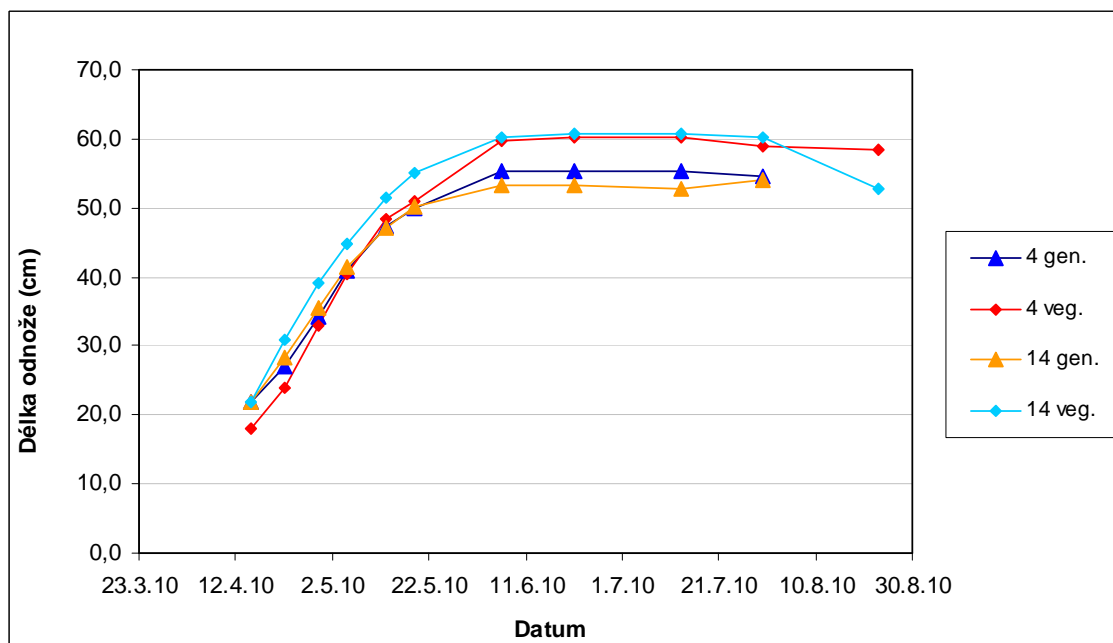
| Datum | Nádoba č. | | | | | | Průměr (cm) | S. D. | Variační koeficient % | Počet měření |
|-----------|-----------|----|----|----|----|----|-------------|-------|-----------------------|--------------|
| | 3 | 4 | 6 | 7 | 8 | 10 | | | | |
| 15.4.2010 | 22 | | | | | | 22,0 | | | 1 |
| 22.4.2010 | 28 | | | | | | 28,0 | | | 1 |
| 29.4.2010 | 36 | | | | | | 36,0 | | | 1 |
| 5.5.2010 | 42 | 53 | 41 | 52 | 46 | 39 | 45,5 | 5,9 | 12,9 | 6 |
| 13.5.2010 | 51 | 63 | 48 | 58 | 55 | 45 | 53,3 | 6,7 | 12,5 | 6 |
| 19.5.2010 | 53 | 70 | 51 | 64 | 58 | 46 | 57 | 8,9 | 15,5 | 6 |
| 6.6.2010 | 67 | 85 | 64 | 70 | 69 | 57 | 68,7 | 9,3 | 13,5 | 6 |
| 21.6.2010 | 68 | 88 | 69 | 70 | 69 | 58 | 70,3 | 9,7 | 13,8 | 6 |
| 13.7.2010 | 68 | 88 | 69 | 68 | 68 | 58 | 69,8 | 9,8 | 14,0 | 6 |
| 30.7.2010 | 67 | 88 | 69 | 68 | 67 | 57 | 69,3 | 10,1 | 14,6 | 6 |
| 23.8.2010 | 67 | 86 | 69 | 68 | 57 | 57 | 67,3 | 10,6 | 15,8 | 6 |

Příloha č. 18 - Nádrž č. 10 – délka generativních odnoží (nahore) a vegetativních odnoží (dole) ve variantě s organickou půdou, vysokou hladinou vody a s hnojením. (S. D. – směrodatná odchylka)

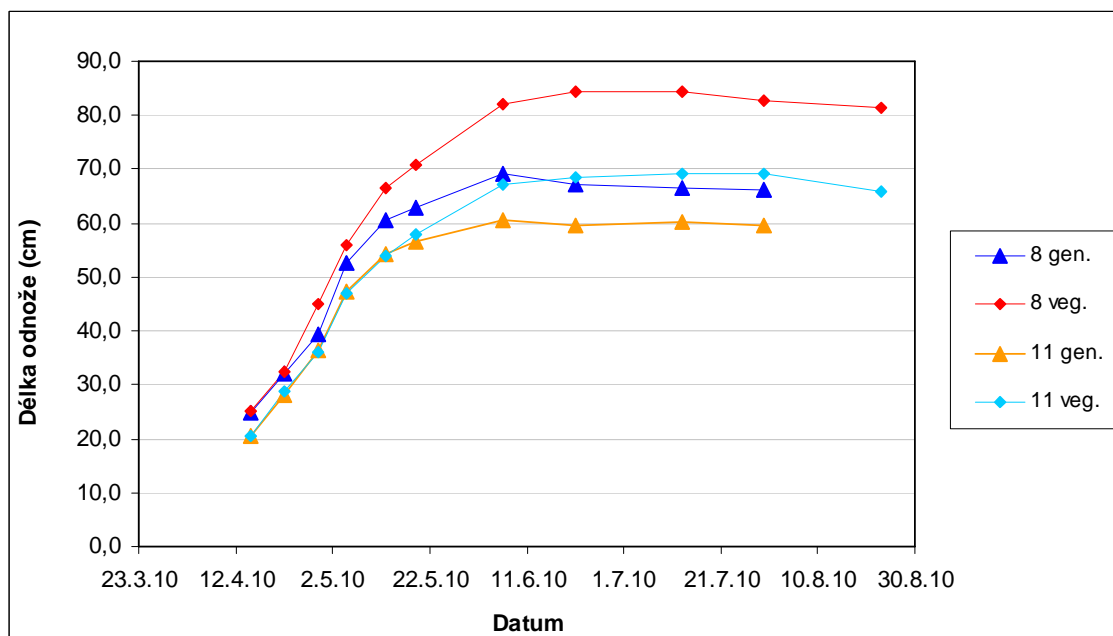
| Datum | Nádoba č. | | | | | | Průměr (cm) | S. D. | Variační koeficient % | Počet měření |
|-----------|-----------|----|----|----|----|----|-------------|-------|-----------------------|--------------|
| | 1 | 2 | 6 | 7 | 9 | 10 | | | | |
| 15.4.2010 | 22 | 24 | 25 | 24 | 24 | 24 | 23,8 | 1,0 | 4,1 | 6 |
| 22.4.2010 | 25 | 28 | 29 | 32 | 33 | 26 | 28,8 | 3,2 | 11,1 | 6 |
| 29.4.2010 | 32 | 35 | 35 | 41 | 41 | 28 | 35,3 | 5,1 | 14,4 | 6 |
| 5.5.2010 | 41 | 42 | 46 | 52 | 51 | 28 | 43,3 | 8,8 | 20,2 | 6 |
| 13.5.2010 | 52 | 52 | 54 | 62 | 60 | 28 | 51,3 | 12,2 | 23,7 | 6 |
| 19.5.2010 | 56 | 56 | 57 | 66 | 62 | 28 | 54,2 | 13,4 | 24,8 | 6 |
| 6.6.2010 | 62 | 62 | 62 | 74 | 64 | 28 | 58,7 | 15,7 | 26,8 | 6 |
| 21.6.2010 | 62 | 62 | 62 | 74 | 64 | 28 | 58,7 | 15,7 | 26,8 | 6 |
| 13.7.2010 | 62 | 62 | 76 | 74 | 64 | | 67,6 | 6,8 | 10,1 | 5 |
| 30.7.2010 | 82 | 62 | 60 | 74 | 64 | | 68,4 | 9,3 | 13,6 | 5 |
| 23.8.2010 | | | | | | | | | | 0 |

| Datum | Nádoba č. | | | | | | Průměr (cm) | S. D. | Variační koeficient % | Počet měření |
|-----------|-----------|----|----|----|----|----|-------------|-------|-----------------------|--------------|
| | 1 | 2 | 6 | 7 | 9 | 10 | | | | |
| 15.4.2010 | | | | | | | | | | 0 |
| 22.4.2010 | | | | | | | | | | 0 |
| 29.4.2010 | | | | | | | | | | 0 |
| 5.5.2010 | 50 | 44 | 44 | 52 | 56 | 48 | 49,0 | 4,7 | 9,6 | 6 |
| 13.5.2010 | 63 | 52 | 56 | 66 | 62 | 59 | 59,7 | 5,1 | 8,5 | 6 |
| 19.5.2010 | 69 | 57 | 59 | 70 | 67 | 65 | 64,5 | 5,4 | 8,3 | 6 |
| 6.6.2010 | 83 | 65 | 74 | 79 | 79 | 77 | 76,2 | 6,2 | 8,2 | 6 |
| 21.6.2010 | 83 | 65 | 76 | 79 | 82 | 77 | 77,0 | 6,5 | 8,4 | 6 |
| 13.7.2010 | 84 | 65 | 61 | 77 | 81 | 76 | 74,0 | 9,1 | 12,3 | 6 |
| 30.7.2010 | 61 | 64 | 75 | 77 | 76 | 76 | 71,5 | 7,1 | 9,9 | 6 |
| 23.8.2010 | 80 | 64 | 76 | 77 | 81 | 76 | 75,7 | 6,1 | 8,0 | 6 |

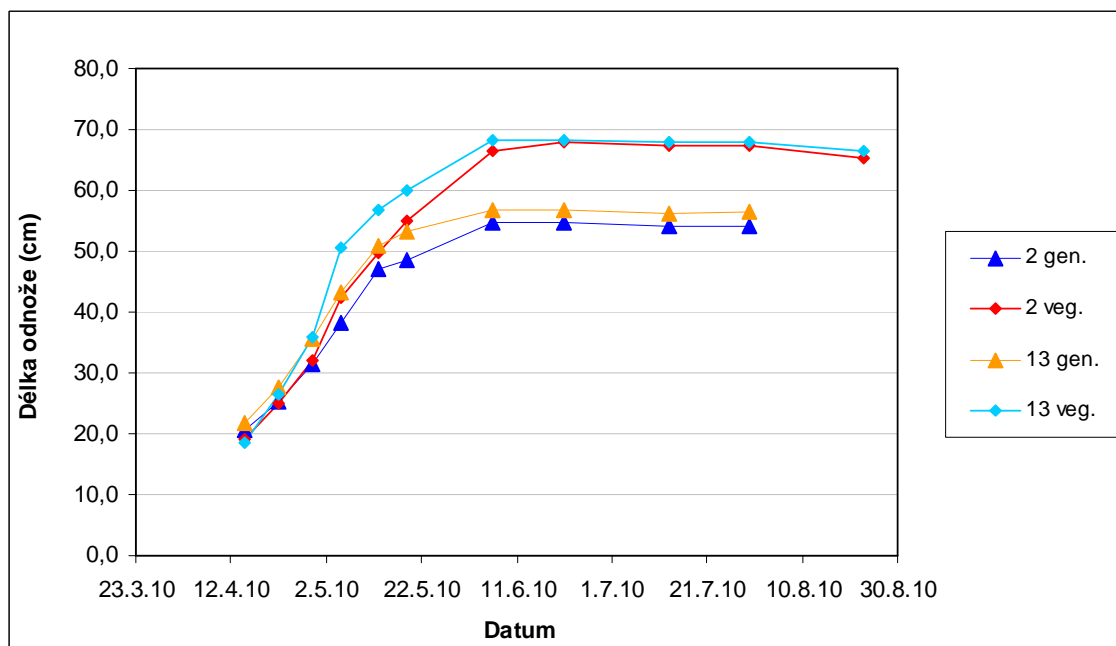
Příloha č. 19 – Sezónní průběh délky vybraných odnoží ve variantě s minerální půdou, nízkou hladinou vody a bez hnojení. Legenda znázorňuje generativní (gen.) a vegetativní (veg.) odnože v nádobách č. 4 a 14.



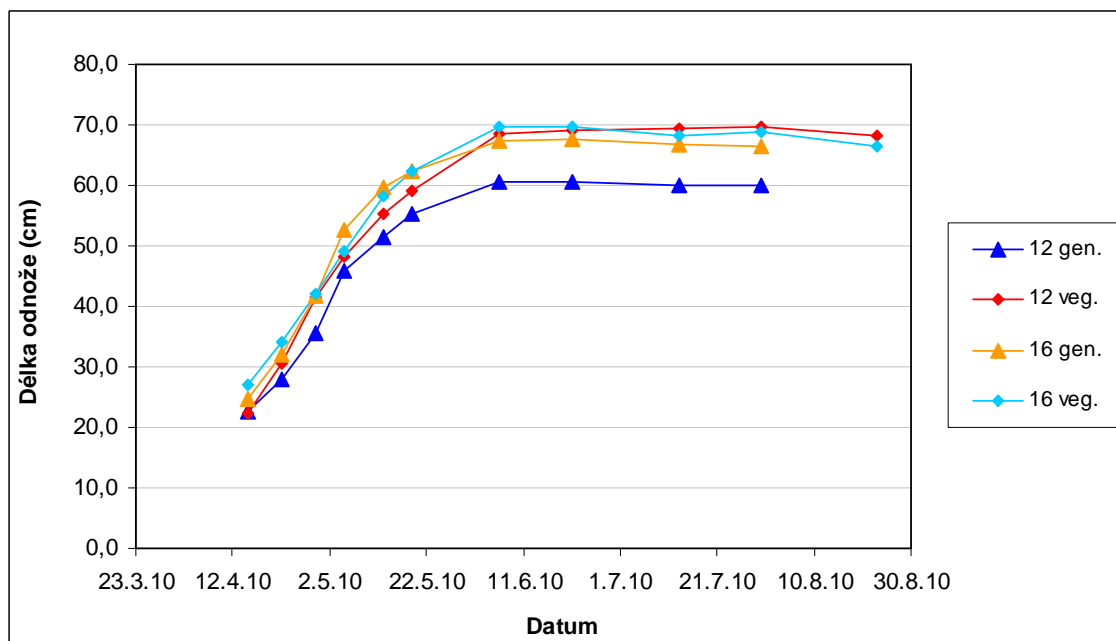
Příloha č. 20 - Sezónní průběh délky vybraných odnoží ve variantě s minerální půdou, nízkou hladinou vody a s hnojením. Legenda znázorňuje generativní (gen.) a vegetativní (veg.) odnože v nádobách č. 8 a 11.



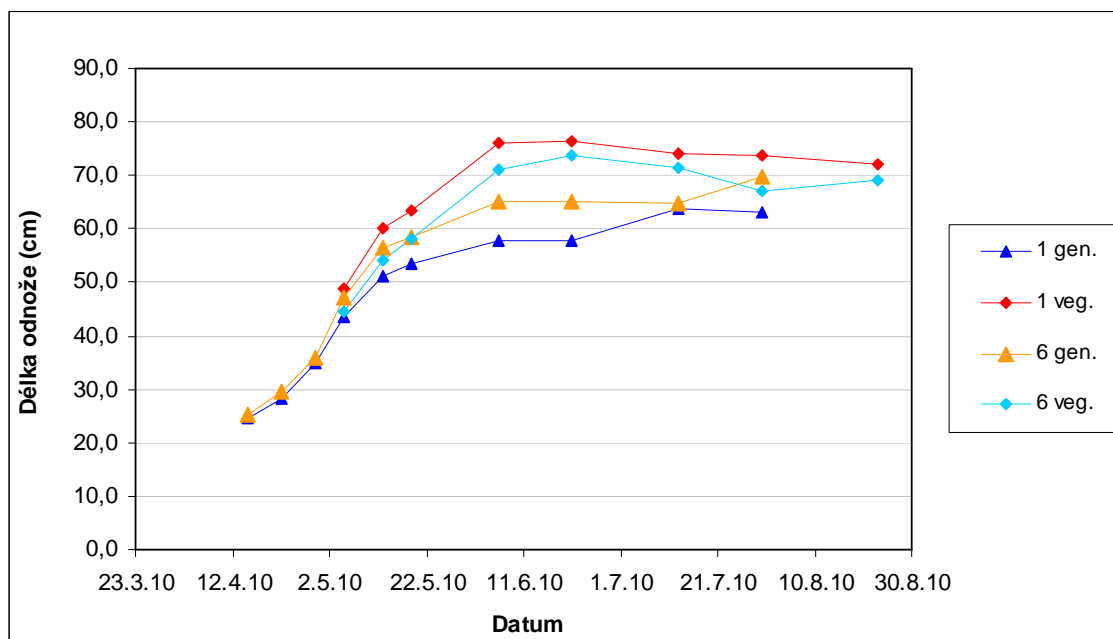
Příloha č. 21 - Sezónní průběh délky vybraných odnoží ve variantě s minerální půdou, vysokou hladinou vody a bez hnojení. Legenda znázorňuje generativní (gen.) a vegetativní (veg.) odnože v nádobách č. 2 a 13.



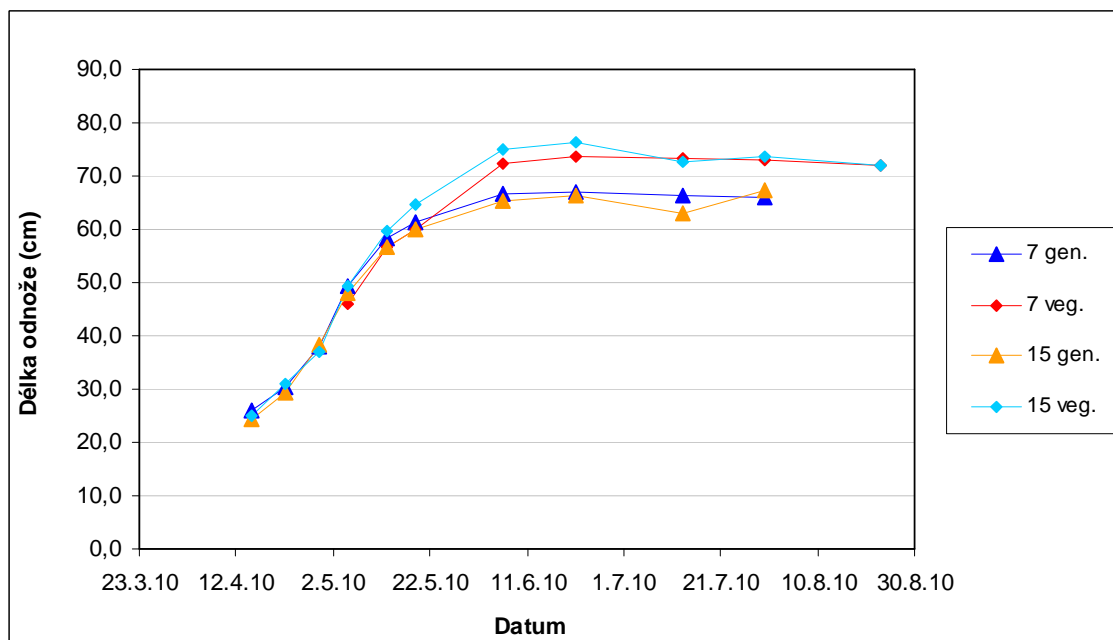
Příloha č. 22 - Sezónní průběh délky vybraných odnoží ve variantě s minerální půdou, vysokou hladinou vody a s hnojením. Legenda znázorňuje generativní (gen.) a vegetativní (veg.) odnože v nádobách č. 12 a 16.



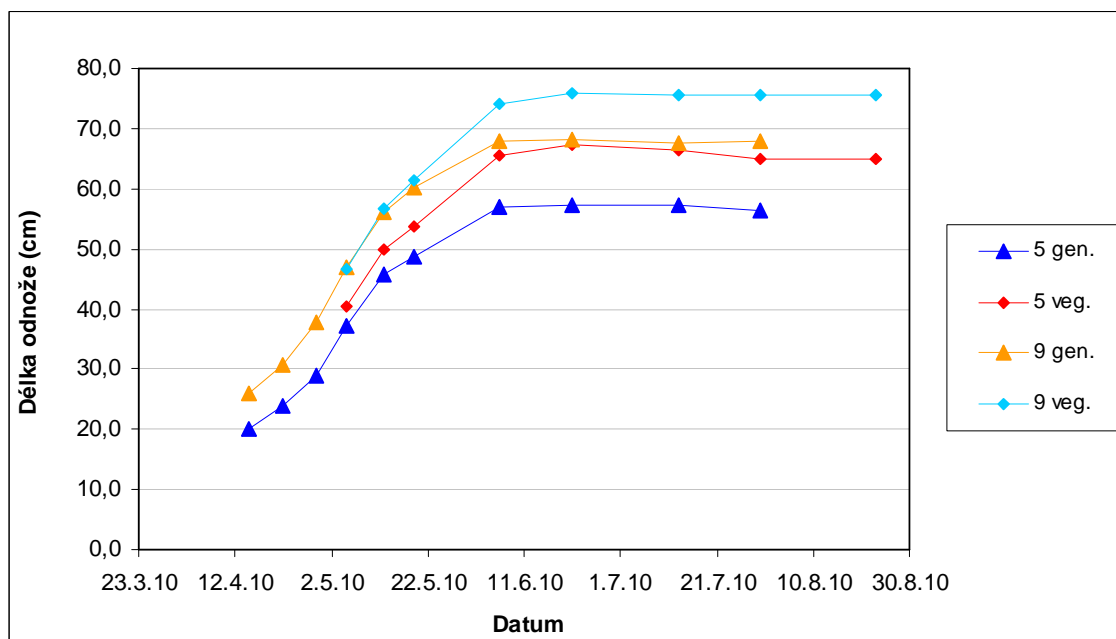
Příloha č. 23 - Sezónní průběh délky vybraných odnoží ve variantě s organickou půdou, nízkou hladinou vody a bez hnojení. Legenda znázorňuje generativní (gen.) a vegetativní (veg.) odnože v nádobách č. 1 a 6.



Příloha č. 24 - Sezónní průběh délky vybraných odnoží ve variantě s organickou půdou, nízkou hladinou vody a s hnojením. Legenda znázorňuje generativní (gen.) a vegetativní (veg.) odnože v nádobách č. 7 a 15.



Příloha č. 25 - Sezónní průběh délky vybraných odnoží ve variantě s organickou půdou, vysokou hladinou vody a bez hnojení. Legenda znázorňuje generativní (gen.) a vegetativní (veg.) odnože v nádobách č. 5 a 9.



Příloha č. 26 - Sezónní průběh délky vybraných odnoží ve variantě s organickou půdou, vysokou hladinou vody a s hnojením. Legenda znázorňuje generativní (gen.) a vegetativní (veg.) odnože v nádobách č. 3 a 10.

